

**PENGEMBANGAN TES E-DIAGNOSTIK EMPAT  
TINGKAT BERBASIS WEB UNTUK MENGUNGKAP  
MISKONSEPSI MAHASISWA CALON GURU FISIKA  
PADA MATERI TERMODINAMIKA**

**SKRIPSI**

Diajukan guna Memenuhi Sebagian Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan  
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh:

**M ROFIUDIN**

NIM: 1708066069

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Rofiudin

NIM : 1708066069

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN TES E-DIAGNOSTIK EMPAT TINGKAT  
BERBASIS WEB UNTUK MENGUNGKAP MISKONSEPSI  
MAHASISWA CALON GURU FISIKA PADA MATERI  
TERMODINAMIKA**

Secara keseluruhan adalah hasil/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 5 April 2022

mbuat Pernyataan,



**Rofiudin**

NIM. 1708066069



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
 Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang  
 Telp. 7601295 Fax.7615387

**PENGESAHAN**

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Pengembangan Tes E-Diagnostik Empat  
 Tingkat Berbasis Web Untuk Mengungkap  
 Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada  
 Materi Termodinamika**

Nama : **M Rofiudin**

NIM : 1708066069

Jurusan : Pendidikan Fisika

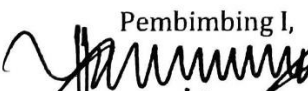
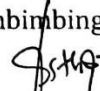
Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 30 Juni 2022

**DEWAN PENGUJI**

|  |   |
|--|---|
| Penguji I,<br><br><u>Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd</u><br>NIP : 197602142008011011 | Penguji II,<br><br><u>Qisthi Faryani, M.Pd</u><br>NIP : 198912162019032017 |
|--|---|

|   |  |
|---|--|
| Penguji III,<br><br><u>Irman Said Prasetyo, M.Sc</u><br>NIP : 199112282019031009 | Penguji IV,<br><br><u>Hartono, M.Sc</u><br>NIP : 199009242019031006 |
|---|--|

|   |  |
|---|--|
| Pembimbing I,<br><br><u>Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd</u><br>NIP : 197602142008011011 | Pembimbing II,<br><br><u>Qisthi Faryani, M.Pd</u><br>NIP : 198912162019032017 |
|---|--|

**NOTA DINAS**

Semarang, 26 Mei 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa Saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan Tes E-Diagnostik Empat Tingkat Berbasis Web Untuk Mengungkap Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada Materi Termodinamika**

Nama : **M Rofiudin**

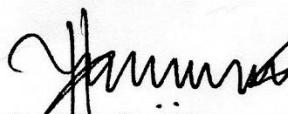
NIM : 1708066069

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang *Munaqasyah*.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Pembimbing I,



**Dr. Joko Budi Poernomo. M. Pd.**

NIP : 197602142008011011

**NOTA DINAS**

Semarang, 5 April 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa Saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan Tes E-Diagnostik Empat Tingkat Berbasis Web Untuk Mengungkap Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada Materi Termodinamika**

Nama : **M Rofiudin**

NIM : 1708066069

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang *Munaqasyah*.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Pembimbing II,



**Qisthi Faryani, M. Pd.**

NIP : 198912162019032017

## ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan 4 TMC (*Tier Multiple Choice*) berbasis web untuk menentukan karakteristik butir soal 4 TMC dan mengidentifikasi profil miskonsepsi mahasiswa pada materi Termodinamika. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian *Research and Development* (R&D). Instrumen 4 TMC dikemas dalam bentuk web yang dibangun dengan bahasa pemrograman PHP. Uji coba dilakukan pada mahasiswa semester 7 dan uji lapangan akhir adalah mahasiswa semester 9, 5, dan 3 Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode dokumentasi, tes, wawancara, dan angket. Tes 4 TMC (*Tier Multiple Choice*) terdiri atas empat pertanyaan meliputi: soal dengan pilihan jawaban, pilihan tingkat keyakinan jawaban, pilihan alasan dan pilihan tingkat keyakinan alasan. Soal tes 4 TMC berbasis web dinyatakan valid oleh ahli materi dan ahli evaluasi dengan persentase masing-masing sebesar 84,21% dan 95,89%. Nilai koefisien *Alpha Cronbach* tes 4 TMC berbasis web sebesar 0,903. Soal yang dikembangkan terdiri atas dua soal mudah, 18 soal sedang, dan 21 soal sukar. Analisis daya beda soal menunjukkan satu soal diterima, tiga soal diterima dengan perbaikan, delapan soal diperbaiki, dan 29 soal harus dibuang. Hasil tes menunjukkan terdapat delapan profil miskonsepsi mahasiswa yang ditemukan pada lima sub indikator materi Termodinamika. Temuan miskonsepsi mahasiswa tertinggi terjadi pada konsep sistem terisolasi dengan persentase sebesar 94%. Miskonsepsi mahasiswa terendah ditemukan pada konsep gas ideal sebesar 35%.

**Kata Kunci** : 4 TMC berbasis web, Miskonsepsi, Termodinamika

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirrobbil'alamiin*, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya dan tidak lupa sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang diajukan guna memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Penyusunan skripsi ini dihadapkan dengan banyak hambatan selama proses pengerjaan. Akan tetapi dengan adanya bimbingan dan arahan berbagai pihak skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufik, M. Ag. Selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M. Ag. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Joko Budi Poernomo, M. Pd. Selaku Ketua Prodi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang.
4. Joko Budi Poernomo, M. Pd. Selaku Dosen Pembimbing I dan Qisthi Faryani, M. Pd. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia dengan sabar meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga penulisan naskah skripsi dapat terselesaikan.

5. Para dosen Prodi Pendidikan Fisika dan Fisika khususnya Susilawati M. Pd selaku Dosen Wali yang telah membina sejak awal hingga akhir perkuliahan. Selanjutnya, juga tidak lupa segenap dosen, staf pengajar dan para civitas akademik UIN Walisongo Semarang yang telah membantu selama proses perkuliahan.
6. Ahmad Minanur Rohim, M.Pd., dan Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si., selaku ahli media dan ahli materi yang telah memberikan masukan terhadap instrument skripsi
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Saein dan Ibu Maryati yang telah senantiasa memberikan segenap dukungan do'a, moral, dan materil sehingga perkuliahan Strata 1 dapat terselesaikan.
8. Kakakku tercinta, Fahrurrozi dan Ade Mukharom yang menjadi motivasi semangatku untuk berkuliah.
9. Teman-teman seperjuangan di Prodi Pendidikan Fisika Angkatan 2017 yang selalu memberikan bantuan, semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi khususnya teman-teman mahasiswa Pendidikan Fisika Kelas B Angkatan 2017.
10. Keluarga di Pondok Pesantren Al-Qur'an Al-Masthuriyah, pengasuh Abah K. Zaenal Arifin, SHI., M. Ag., Al-Hafidz, Umi Ismah, M.Pd., Santri Kamar 4, atas dukungan dan motivasinya dalam menyelesaikan perkuliahan.



11. Semua pihak yang telah memberikan do'a, dukungan dan semangat dalam menyusun skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis tidak dapat memberikan apa-apa kepada semua pihak yang telah membantu. Namun, penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih diiringi dengan do'a semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik kelak.

Walaupun demikian, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum dikatakan sempurna karena masih dalam tahap belajar. Oleh karena itu, segala kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan guna meningkatkan dan memperbaiki penulisan yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan pada umumnya dan dapat bermanfaat bagi penulis khususnya.  
Aamiin

Semarang, 5 April 2022

Penulis



**M Rofiudin**

## DAFTAR ISI

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....       | <b>i</b>                                 |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> ..... | Kesalahan! Bookmark tidak<br>ditentukan. |
| <b>PENGESAHAN</b> .....          | Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.    |
| <b>NOTA PEMBIMBING</b> ..        | Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.    |
| <b>NOTA PEMBIMBING</b> .....     | <b>v</b>                                 |
| <b>ABSTRAK</b> .....             | <b>vi</b>                                |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....      | <b>vii</b>                               |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....          | <b>x</b>                                 |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....        | <b>xii</b>                               |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....       | <b>xiv</b>                               |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....     | <b>xv</b>                                |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....               | <b>1</b>  |
| A. Latar Belakang.....                       | 1         |
| B. Identifikasi Masalah .....                | 8         |
| C. Pembatasan Masalah.....                   | 9         |
| D. Rumusan Masalah .....                     | 10        |
| E. Tujuan Penelitian.....                    | 10        |
| F. Manfaat Penelitian .....                  | 10        |
| G. Asumsi Pengembangan.....                  | 12        |
| H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan..... | 12        |
| <b>BAB II LANDASAN PUSTAKA</b> .....         | <b>14</b> |
| A. Kajian Teori.....                         | 14        |
| 1. Tes.....                                  | 14        |
| 2. Tes Diagnostik.....                       | 15        |
| 3. Tes Diagnostik Empat Tingkat .....        | 24        |
| 4. <i>E-Diagnostic Test</i> .....            | 26        |
| 5. Miskonsepsi .....                         | 28        |
| 6. Tinjauan Materi Termodinamika.....        | 39        |
| B. Kajian Pustaka .....                      | 67        |
| C. Kerangka Berpikir.....                    | 72        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>              | <b>77</b>  |
| A. Jenis Penelitian .....                           | 77         |
| B. Prosedur Penelitian .....                        | 77         |
| C. Populasi dan Sampel .....                        | 85         |
| D. Teknik Pengumpulan Data .....                    | 86         |
| 1. Metode Tes .....                                 | 86         |
| 2. Metode Wawancara .....                           | 86         |
| 3. Metode Angket .....                              | 87         |
| 4. Metode Dokumentasi .....                         | 89         |
| E. Teknik Analisis Butir Soal Instrumen 4 TMC ..... | 89         |
| 1. Uji Validitas Butir Soal .....                   | 89         |
| 2. Uji Reliabilitas Butir Soal .....                | 92         |
| 3. Uji Tingkat Kesukaran Soal .....                 | 94         |
| 4. Uji tingkat Daya Beda Soal .....                 | 95         |
| 5. Uji Keberfungsian Pengecoh .....                 | 95         |
| F. Teknik Analisis Data .....                       | 96         |
| 1. Analisis Angket Respons Ahli .....               | 96         |
| 2. Analisis Angket Respons Mahasiswa .....          | 97         |
| 3. Analisis Hasil Uji Instrumen 4 TMC .....         | 98         |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b> | <b>102</b> |
| A. Deskripsi Prototipe Produk .....                 | 102        |
| 1. Hasil Pengembangan Produk Awal .....             | 103        |
| 2. Validasi Produk .....                            | 106        |
| 3. Hasil Uji Coba Skala Kecil .....                 | 116        |
| 4. Deskripsi Produk Akhir .....                     | 125        |
| 5. Hasil Uji Coba Skala Besar .....                 | 125        |
| B. Pembahasan .....                                 | 133        |
| 1. Karakteristik Butir Soal 4 TMC .....             | 135        |
| 2. Temuan Miskonsepsi .....                         | 137        |
| 3. Sumber Miskonsepsi .....                         | 152        |
| C. Keterbatasan Penelitian .....                    | 158        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                          | <b>160</b> |
| A. Kesimpulan .....                                 | 160        |
| B. Saran .....                                      | 161        |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                | 163        |

Lampiran-Lampiran..... 171

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>      | <b>Judul</b>   | <b>Halaman</b> |
|-------------------|--|----------------|
| <b>Tabel 3.1</b>  | Kriteria Penilaian Validasi Butir Soal oleh Ahli Materi dan Evaluasi | 90             |
| <b>Tabel 3.2</b>  | Kategori Penilaian Butir Soal oleh Ahli Materi dan Evaluasi          | 92             |
| <b>Tabel 3.3</b>  | Kriteria Reliabilitas Soal   | 93             |
| <b>Tabel 3.4</b>  | Kriteria Validitas Soal  | 94             |
| <b>Tabel 3.5</b>  | Kriteria Daya Beda Soal Kriteria                                     | 95             |
| <b>Tabel 3.6</b>  | Penilaian Respons Ahli   | 97             |
| <b>Tabel 3.7</b>  | Kriteria Penilaian Angket Respons Mahasiswa                          | 93             |
| <b>Tabel 3.8</b>  | Interpretasi Hasil Uji 4 TMC   | 99             |
| <b>Tabel 3.9</b>  | Kategori Tingkat Miskonsepsi   | 101            |
| <b>Tabel 4.1</b>  | Hasil Validasi Soal 4 TMC oleh Ahli Materi dan Evaluasi              | 107            |
| <b>Tabel 4.2</b>  | Rekapitulasi Hasil Validasi 4 TMC oleh Ahli Media                    | 110            |
| <b>Tabel 4.3</b>  | Rekapitulasi Hasil Validasi Angket Respons Mahasiswa                 | 113            |
| <b>Tabel 4.4</b>  | Rekapitulasi Hasil Validasi Pedoman Wawancara Guru                   | 115            |
| <b>Tabel 4.5</b>  | Rekapitulasi Hasil Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa              | 116            |
| <b>Tabel 4.6</b>  | Rekapitulasi Hasil Analisis Tingkat Kesukaran                        | 118            |
| <b>Tabel 4.7</b>  | Rekapitulasi Hasil Analisis Daya Pembeda                             | 116            |
| <b>Tabel 4.8</b>  | Rekapitulasi Hasil Analisis Keberfungsian Pengecoh Jawaban           | 118            |
| <b>Tabel 4.9</b>  | Rekapitulasi Hasil Analisis Keberfungsian Pengecoh Alasan            | 122            |
| <b>Tabel 4.10</b> | Rekapitulasi Hasil Analisis Keberfungsian Pengecoh                   | 123            |

|                   |   |     |
|-------------------|---|-----|
| <b>Tabel 4.11</b> | Rekapitulasi Hasil Analisis Angket<br>Respons Mahasiswa | 124 |
| <b>Tabel 4.12</b> | Rekapitulasi Hasil Analisis Angket<br>Respons Mahasiswa | 126 |
| <b>Tabel 4.13</b> | Rekapitulasi Hasil Analisis<br>Interpretasi             | 128 |
| <b>Tabel 4.14</b> | Rekapitulasi Hasil Analisis<br>Interpretasi             | 131 |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b> | <b>Judul</b>   | <b>Halaman</b> |
|---------------|--|----------------|
| Gambar 2.1    | Perumpamaan kerja guru                                 | 16             |
| Gambar 2.2    | Balok Perumpamaan Besaran Termodinamika                | 42             |
| Gambar 2.3    | Kompresor Udara  | 45             |
| Gambar 2.4    | Piston   | 45             |
| Gambar 2.5    | Analogi Hukum Ke Nol Termodinamika                     | 47             |
| Gambar 2.6    | Grafik Proses Isotermik                                | 54             |
| Gambar 2.7    | Grafik Proses Isobarik                                 | 56             |
| Gambar 2.8    | Grafik Proses Isokhorik                                | 56             |
| Gambar 2.9    | Grafik Proses Adiabatik                                | 57             |
| Gambar 2.10   | Siklus Mesin Kalor                                     | 61             |
| Gambar 2.11   | Siklus Carnot  | 63             |
| Gambar 2.12   | Siklus Mesin Pendingin dan Pompa Kalor                 | 65             |
| Gambar 2.13   | Skema Kerangka Berpikir                                | 76             |
| Gambar 3.1    | Skema Prosedur Penelitian                              | 78             |
| Gambar 3.2    | Proses Input Data oleh Admin                           | 81             |
| Gambar 3.3    | Proses Input Data oleh Mahasiswa                       | 81             |
| Gambar 4.1    | Persentase Miskonsepsi pada Setiap Butir Soal          | 129            |
| Gambar 4.2    | Mahasiswa Teridentifikasi Miskonsepsi pada Setiap Soal | 130            |
| Gambar 4.3    | Rekapitulasi Miskonsepsi pada Setiap Mahasiswa         | 139            |
| Gambar 4.4    | Analogi Tanda Kalor pada Suatu Sistem                  | 156            |

## DAFTAR LAMPIRAN

| <b>Gambar</b> | <b>Judul</b>   | <b>Halaman</b> |
|---------------|--|----------------|
| Lampiran 1    | Produk 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> )<br>Berbasis Web        | 172            |
| Lampiran 2    | Kisi-Kisi Instrumen 4 TMC  | 181            |
| Lampiran 3    | Kartu Soal Instrumen 4 TMC   | 185            |
| Lampiran 4    | Petunjuk Pengerjaan Soal 4 TMC   | 247            |
| Lampiran 5    | Lembar Soal 4 TMC  | 248            |
| Lampiran 6    | Kunci Jawaban Soal 4 TMC   | 288            |
| Lampiran 7    | Pedoman Penskoran 4 TMC  | 289            |
| Lampiran 8    | Pedoman Interpretasi Hasil 4 TMC   | 290            |
| Lampiran 9    | Kisi-kisi Lembar Validasi 4 TMC  | 291            |
| Lampiran 10   | Petunjuk Pengisian Lembar Validasi 4 TMC<br>Terhadap 4 TMC               | 292            |
| Lampiran 11   | Hasil Validasi Oleh Ahli Materi Terhadap 4<br>TMC Berbasis Web           | 293            |
| Lampiran 12   | Hasil Validasi Oleh Ahli Materi Terhadap 4<br>TMC Berbasis Web           | 302            |
| Lampiran 13   | Hasil Validasi Oleh Ahli Materi Terhadap 4<br>TMC Berbasis Web           | 311            |
| Lampiran 14   | Rubrik Validasi Oleh Ahli Media Terhadap 4<br>TMC Berbasis Web           | 312            |
| Lampiran 15   | Hasil Validasi Oleh Ahli Media Terhadap 4<br>TMC Berbasis Web            | 314            |
| Lampiran 16   | Hasil Validasi Oleh Ahli Media Terhadap 4<br>TMC Berbasis Web            | 316            |
| Lampiran 17   | Kisi-kisi Validasi Pedoman Wawancara<br>Guru Terhadap 4 TMC Berbasis Web | 318            |
| Lampiran 18   | Rubrik Validasi Pedoman Wawancara Guru<br>Terhadap 4 TMC Berbasis Web    | 319            |
| Lampiran 19   | Hasil Validasi Pedoman Wawancara Guru<br>Terhadap 4 TMC Berbasis Web     | 320            |
| Lampiran 20   | Hasil Validasi Pedoman Wawancara Guru<br>Terhadap 4 TMC Berbasis Web     | 322            |



|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Lampiran 21 | Kisi-kisi Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa terhadap 4 TMC Berbasis Web                               | 324 |
| Lampiran 22 | Rubrik Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa terhadap 4 TMC Berbasis Web                                  | 325 |
| Lampiran 23 | Hasil Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa terhadap 4 TMC Berbasis Web                                   | 326 |
| Lampiran 24 | Hasil Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa terhadap 4 TMC Berbasis Web                                   | 328 |
| Lampiran 25 | Kisi-kisi Validasi Angket Respons Mahasiswa 4 TMC Berbasis Web   | 330 |
| Lampiran 26 | Rubrik Validasi Angket Respons Mahasiswa Terhadap 4 TMC Berbasis Web                                     | 331 |
| Lampiran 27 | Hasil Validasi Angket Respons Mahasiswa Terhadap 4 TMC Berbasis Web                                      | 333 |
| Lampiran 28 | Hasil Validasi Angket Respons Mahasiswa Terhadap 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web | 335 |
| Lampiran 29 | Hasil Uji Reliabilitas Soal 4 TMC Berbasis Web   | 337 |
| Lampiran 30 | Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal 4 TMC Berbasis Web  | 338 |
| Lampiran 31 | Hasil Uji Daya Pembeda Soal 4 TMC Berbasis Web   | 340 |
| Lampiran 32 | Hasil Uji Keberfungsian Pengecoh Soal 4 TMC Berbasis Web   | 342 |
| Lampiran 33 | Rekapitulasi Soal Layak Digunakan Pada Uji Skala Besar   | 346 |
| Lampiran 34 | Hasil Revisi Soal 4 TMC Berbasis Web Setelah Uji Skala Kecil   | 348 |
| Lampiran 35 | Kisi-Kisi Instrumen Akhir 4 TMC Berbasis Web   | 353 |
| Lampiran 36 | Petunjuk Pengerjaan Soal 4 TMC Berbasis Web  | 355 |
| Lampiran 37 | Lembar Soal 4 TMC Berbasis Web   | 356 |
| Lampiran 38 | Interpretasi Hasil Tes 4 TMC Berbasis Web  | 366 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Lampiran 39 | Hasil Analisis Miskonsepsi Menggunakan 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web | 371 |
| Lampiran 40 | Hasil Analisis Respons Mahasiswa Terhadap 4 TMC Pada Uji Skala Kecil                           | 372 |
| Lampiran 41 | Hasil Analisis Respons Mahasiswa Terhadap 4 TMC Pada Uji Skala Besar                           | 375 |
| Lampiran 42 | Kisi-kisi Pedoman Wawancara Mahasiswa Untuk Memperdalam Temuan Miskonsepsi                     | 378 |
| Lampiran 43 | Pedoman Wawancara Mahasiswa Untuk Memperdalam Temuan Miskonsepsi                               | 379 |
| Lampiran 44 | Hasil Wawancara Mahasiswa Untuk Memperdalam Temuan Miskonsepsi                                 | 380 |
| Lampiran 45 | Rekapitulasi Temuan Miskonsepsi Mahasiswa  | 391 |
| Lampiran 46 | Hasil Wawancara Guru/Dosen Pra-Riset   | 393 |
| Lampiran 47 | Kisi-kisi Pedoman Wawancara Guru/Dosen Terhadap 4 TMC  | 396 |
| Lampiran 48 | Pedoman Wawancara Guru/Dosen Terhadap 4 TMC  | 397 |
| Lampiran 49 | Hasil Wawancara Respons Guru/Dosen Terhadap 4 TMC  | 400 |
| Lampiran 50 | Riwayat Hidup  | 404 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Berbagai permasalahan kompleks terjadi di dunia pendidikan di Indonesia. Permasalahan kompleks yang muncul, seperti masalah sarana dan prasarana yang kurang memadai, penerapan kurikulum yang tidak sesuai. Akan tetapi terdapat juga permasalahan klasik, seperti penyebaran guru yang tidak merata, guru memiliki kompetensi dan kualifikasi yang rendah, serta ketidaksesuaian latar belakang pendidikan guru dalam mengajar (Fadlan, 2012). Hal itu dapat menyebabkan munculnya berbagai macam kendala baru dalam mentransfer pengetahuan, seperti salah konsep atau miskonsepsi.

Miskonsepsi tidak hanya dialami peserta didik di jenjang pendidikan dasar atau menengah saja, tetapi juga dapat dialami peserta didik di jenjang universitas. Hal itu dapat disebabkan rendahnya kompetensi profesional dan pedagogik guru maupun ketidaksesuaian riwayat pendidikan guru fisika baik pendidikan fisika atau fisika. Konsep yang dikuasai hanya diperoleh secara otodidak, seperti melalui membaca pengetahuan umum populer atau buku teks. Hal ini menyebabkan guru fisika kurang

menguasai materi yang diajarkan sehingga menimbulkan miskonsepsi pada guru, yang berdampak peserta didik yang diajarnya juga mengalami miskonsepsi (Fadlan, 2012).

Hasil studi Prawira (2018) tentang pengembangan tes diagnostik tiga tingkat menunjukkan bahwa masih terjadi miskonsepsi pada mahasiswa prodi pendidikan fisika UIN Walisongo Semarang. Hal itu dapat membahayakan dan berakibat fatal bagi peserta didik yang diajar ketika mahasiswa calon guru fisika tersebut melaksanakan praktik mengajar atau kelak menjadi guru di suatu sekolah. Mahasiswa calon guru fisika sudah sepatutnya membekali diri dengan penguasaan konsep yang benar dan tidak berlawanan dengan konsep para ahli fisika. Studi lain yang dilakukan terhadap 21 mahasiswa prodi pendidikan fisika UNIKAM menunjukkan bahwa 70,32% mahasiswa mengalami miskonsepsi pada materi Termodinamika (Pratiwi, 2016). Selain itu, hasil studi kasus oleh Gonen (2014) disebutkan bahwa opini mahasiswa calon guru fisika terhadap materi termodinamika masih banyak yang salah konsep terutama sub materi hukum pertama termodinamika pada proses adiabatik. Interpretasi hasil wawancara menunjukkan mahasiswa calon guru fisika salah konsep dalam

menerapkan hukum pertama termodinamika dengan membuat penjelasan yang tidak fungsional.

Termodinamika dianggap sulit karena berisi konsep-konsep abstrak dan kompleks serta sulit divisualisasikan. Permasalahan dalam pembelajaran Fisika pernah diungkapkan oleh Druxes bahwa peserta didik cenderung menganggap fisika sulit dan membosankan karena penerapan fisika dalam kehidupan nyata jarang diajarkan semasa pembelajaran. Selain itu, peserta didik sering menganggap fisika sulit karena terdapat banyak rumus dan perhitungan (Sari *et al.*, 2013).

Penyebab terjadinya miskonsepsi pada peserta didik tidak terlepas dari ketidaksesuaian konsep dan ketidakpastian sumber (Syahrul & Setyarsih, 2015). Suparno (2005) menyebutkan bahwa faktor penyebab utama miskonsepsi dalam pembelajaran fisika di antaranya: kesalahan peserta didik, guru, buku teks, konteks, dan kesalahan metode mengajar yang digunakan guru. Kesalahan tersebut jika dibiarkan dapat menimbulkan miskonsepsi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, miskonsepsi menjadi hal penting yang perlu ditangani oleh guru.

Langkah awal yang dapat diambil untuk mengatasi miskonsepsi dan mengambil tindakan lanjut terhadap

peserta didik yang salah konsep yaitu dengan mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami peserta didik terlebih dahulu. Identifikasi miskonsepsi peserta didik dapat dilakukan dengan menganalisis hasil tes diagnostik. Selanjutnya, penyebab dan letak kesalahpahaman peserta didik dapat diidentifikasi dengan metode wawancara (Treagust, 2007). Hasil analisis tes diagnostik dapat digunakan sebagai rujukan dalam menindaklanjuti pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan kemampuan peserta didik sehingga peserta didik dapat memperkuat kembali pijakan konsep-konsep yang belum dikuasai (Salma, 2015).

Jenis tes diagnostik yang dapat dipilih untuk mendeteksi miskonsepsi salah satunya adalah 4 TMC (*four-tier multiple choice*). 4 TMC dikembangkan karena pada tes diagnostik tiga tingkat (3 TMC) peserta didik hanya dapat memilih satu tingkat keyakinan dan memilih jawaban dan alasan pada setiap butir soal. Jika peserta didik memiliki tingkat keyakinan yang berlainan dalam memilih jawaban dan alasan, maka tingkat keyakinan tunggal ini tidak dapat dideteksi. Oleh karena itu, pilihan tingkat keyakinan dalam 4 TMC ditambahkan pada setiap jawaban dan alasan sehingga perbedaan tingkat pengetahuan peserta didik dapat diukur dan digunakan untuk membantu mengidentifikasi tingkat miskonsepsi

peserta didik lebih dalam (Caleon & Subramaniam, 2010). Selain itu, keunggulan 4 TMC dibandingkan dengan tes diagnostik yang telah ada sebelumnya yaitu dapat memberikan penekanan lebih pada bagian materi tertentu agar pembelajaran yang sesuai dapat dirancang untuk menurunkan tingkat miskonsepsi peserta didik (Rusilowati, 2015).

4 TMC merupakan instrumen tes yang tersusun dari 4 tingkatan yang bertujuan untuk mendiagnosis miskonsepsi peserta didik. Tingkatan dari tes diagnostik empat tingkat yaitu, pada tingkat pertama adalah terdapat soal pilihan ganda dengan satu jawaban benar dan pilihan selain itu berfungsi sebagai pengecoh. Keyakinan peserta didik dalam menjawab merupakan tingkat yang ke dua. Tingkatan ke tiga, disediakan satu alasan terbuka dan tiga pilihan alasan dari jawaban yang dipilih peserta didik. Tingkat ke empat berupa tingkat keyakinan dalam memilih alasan, dengan skala satu sampai enam berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Caleon & Subramaniam (2010).

Hasil wawancara terhadap dosen pengampu mata kuliah termodinamika didapatkan bahwa berdasarkan hasil Ujian Akhir Semester (UAS) menggunakan soal esai terdapat 14 mahasiswa pendidikan fisika UIN Walisongo masih salah konsep ketika menjawab soal ujian materi

termodinamika. Konsep yang salah banyak terjadi pada soal konseptual yang terbilang masih dasar atau sederhana, seperti pertanyaan terkait sifat termodinamika. Selain konsep sifat-sifat termodinamika, materi fisika yang bersifat dasar lainnya yang sulit dipahami mahasiswa antara lain materi mesin Carnot, Hukum I Termodinamika dan Hukum II Termodinamika. Hasil wawancara pra-riset dengan dosen pengampu mata kuliah Termodinamika UIN Walisongo Semarang menyebutkan bahwa masih jarang dilakukan tes yang secara spesifik bertujuan mengidentifikasi miskonsepsi sehingga informasi pemahaman konsep mahasiswa hanya berdasarkan dari hasil tugas dan ujian. Kesulitan dan salah konsep masih ditemui mahasiswa saat mengerjakan soal ujian. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu diberikan tes diagnostik pada materi termodinamika untuk mengidentifikasi apakah mahasiswa mengalami miskonsepsi atau tidak.

Penelitian miskonsepsi terhadap mahasiswa calon guru fisika sebelumnya sudah dilakukan di UIN Walisongo, tetapi masih terbatas dalam kajian materi tertentu, seperti hukum newton, kinematika partikel, fluida statis, serta suhu dan kalor. Sementara itu, penelitian miskonsepsi pada materi yang dianggap sulit, seperti fisika kuantum, listrik magnet, dan termodinamika



masih jarang ditemukan. Oleh karena itu, penelitian miskonsepsi pada materi termodinamika terhadap mahasiswa calon guru fisika menjadi penting dilakukan untuk menindaklanjuti dan menghindari kesalahan konsep secara berkelanjutan.

Tes diagnostik dengan metode konvensional PBT (*Paper Based Test*) masih cenderung dipilih banyak sekolah saat ini, meskipun memiliki cukup banyak kekurangan. Hal itu dikarenakan skill SDM dan SDA yang kurang memadai. Beberapa kekurangan tes berbasis kertas di antaranya waktu dan biaya yang diperlukan cukup banyak, baik untuk pemeriksaan dan pengolahan nilai responden. Pusat Penilaian Pendidikan (2015) juga menyatakan hal yang serupa bahwa terdapat beberapa kelemahan dalam ujian berbasis kertas di antaranya: kesulitan memodifikasi soal, keterbatasan dalam bentuk tampilan soal, dan diperlukan waktu lebih banyak untuk mengolah data hasil ujian (Salma, 2015).

Alternatif yang dapat dipilih untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu pelaksanaan ujian berbasis web. Alternatif yang diambil berupa memaksimalkan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang sedang berkembang, tidak hanya sebatas dalam evaluasi pendidikan, namun dapat berupa penerapan ujian menggunakan bantuan komputer.

Penggunaan tes diagnostik berbasis elektronik atau e-diagnostik seperti berbasis aplikasi dan web kurang diminati dibandingkan tes berbasis kertas. Selain lebih praktis dan ramah lingkungan, tes e-diagnostik juga menjadi alternatif yang tepat di musim pandemi Covid-19 dimana pemerintah menghimbau pembelajaran dilakukan secara daring (*online*). Adanya tes e-diagnostik memungkinkan penelitian miskonsepsi masih dapat dilakukan meskipun tanpa berhadapan langsung dengan peserta didik.

Berdasarkan penjelasan diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengungkap miskonsepsi yang dialami mahasiswa calon guru fisika pada materi termodinamika dengan menggunakan instrumen tes e-diagnostik empat tingkat berbasis web. Selanjutnya, hasil temuan miskonsepsi dapat digunakan sebagai rujukan bagi dosen untuk melaksanakan pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan mahasiswa.

## **B. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kurangnya pelaksanaan tes yang spesifik bertujuan untuk mengidentifikasi miskonsepsi pada mahasiswa calon guru fisika di UIN Walisongo Semarang.

2. Kurangnya penguasaan konsep dasar termodinamika yang dimiliki mahasiswa mahasiswa calon guru fisika fisika.
3. Penelitian miskonsepsi terhadap mahasiswa calon guru fisika yang pernah dilakukan di UIN Walisongo Semarang hanya terbatas pada kajian materi tertentu saja.
4. Jarangnya penerapan teknologi berbasis web dalam penelitian miskonsepsi menggunakan tes diagnostik (*e-diagnostic test*) di UIN Walisongo Semarang.

### **C. Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah diperlukan agar penelitian berjalan efektif dan tepat sasaran. Penelitian ini membatasi beberapa masalah di antaranya:

1. Penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan 4 TMC untuk mengidentifikasi miskonsepsi pada materi termodinamika terhadap mahasiswa calon guru fisika di UIN Walisongo Semarang.
2. Populasi dalam penelitian ini yaitu mahasiswa pendidikan fisika yang telah memperoleh dan mempelajari mata kuliah termodinamika.
3. Implementasi penelitian ini hanya sampai uji skala luas.
4. Instrumen 4 TMC dilakukan uji coba hanya pada satu universitas saja.

5. Soal tes 4 TMC yang dikembangkan berbentuk pilihan ganda.

#### **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik butir soal 4 TMC berbasis web pada materi termodinamika yang dikembangkan?
2. Bagaimana profil miskonsepsi mahasiswa calon guru fisika yang ditemukan pada materi termodinamika dengan menggunakan 4 TMC berbasis web?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik butir soal 4 TMC berbasis web yang dikembangkan.
2. Mengidentifikasi profil miskonsepsi yang ditemukan pada materi Termodinamika dengan menggunakan 4 TMC berbasis web yang dikembangkan.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian digolongkan menjadi dua hal, yaitu sebagai berikut:

**a) Manfaat teoritis**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih dalam pembelajaran fisika secara khusus dalam materi termodinamika.

**b) Manfaat praktis**

Penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat:

**1) Bagi instansi terkait**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu saran untuk meningkatkan mutu pembelajaran Termodinamika.

**2) Bagi dosen**

Melalui 4 TMC berbasis web ini alasan mahasiswa memilih jawaban, tingkat keyakinan memilih jawaban beserta alasan dapat diketahui dosen sehingga dosen dapat menelusuri lebih dalam jika terdapat mahasiswa yang terindikasi mengalami miskonsepsi. Selain itu, dapat memberikan masukan sekaligus evaluasi bagi dosen untuk merancang pembelajaran yang tepat agar tujuan pembelajaran sesuai dengan target.

**3) Bagi calon guru Fisika**

Penelitian ini diharapkan sebagai alat untuk mengukur kemampuan dan pemahaman dalam materi Termodinamika, serta mengetahui apakah

mahasiswa calon guru fisika mengalami miskonsepsi atau tidak.

4) Bagi peneliti

Mengetahui kelayakan instrumen 4 TMC berbasis web untuk mengidentifikasi miskonsepsi calon guru fisika.

### **G. Asumsi Pengembangan**

Penelitian pengembangan 4 TMC berbasis web diasumsikan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif instrumen bagi dosen untuk membantu mengidentifikasi apakah mahasiswa calon guru fisika mengalami miskonsepsi pada materi termodinamika atau tidak. Identifikasi miskonsepsi dapat membantu dosen untuk memberikan penekanan pada bagian materi tertentu agar mahasiswa benar-benar menguasai konsep yang diajarkan. Selain itu, dosen dapat menindaklanjuti hasil temuan dan digunakan sebagai rujukan untuk melaksanakan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan peserta didik. Produk yang dikembangkan juga diasumsikan dapat diterapkan dosen sebagai instrumen evaluasi dalam pembelajaran termodinamika.

### **H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan**

Produk dalam penelitian ini mempunyai beberapa spesifikasi di antaranya:

1. Produk yang dikembangkan adalah instrumen 4 TMC berbasis web.
2. Instrumen 4 TMC berbasis web yang dikembangkan diperuntukan bagi mahasiswa perguruan tinggi.
3. 4 TMC berbasis web yang dikembangkan memuat pertanyaan yang menitikberatkan suatu konsep materi fisika yaitu Termodinamika.
4. 4 TMC berbasis web yang dikembangkan meliputi kisi-kisi soal, kartu soal, petunjuk pengerjaan, soal tes e-diagnostik, pedoman penskoran, dan pedoman interpretasi hasil tes e-diagnostik.

## **BAB II**

### **LANDASAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Tes**

###### **a. Pengertian Tes**

Kata “tes” dalam bahasa Prancis berasal dari akar kata “testum” artinya alat semacam piring yang digunakan sebagai penyaring logam mulia dari benda-benda asing. Secara spesifik tes digunakan dalam kegiatan pengukuran dan disusun secara sistematis. Tes bertujuan untuk mengukur pengetahuan dan kecakapan seseorang dalam suatu bidang tertentu. Arifin (2012) menyatakan bahwa di dalam suatu tes umumnya terdapat beberapa pertanyaan, pernyataan, dan untuk mengukur aspek perilaku peserta didik, peserta didik harus mengerjakan serangkaian tugas yang dimuat di dalamnya.

Tes pada umumnya dikelompokkan menjadi beberapa jenis yakni ada 1) *achievement test* untuk mengetahui hasil belajar peserta didik, 2) *proficiency test* berupa tes penguasaan, 3) *aptitude test* yang digunakan untuk mengidentifikasi bakat peserta didik, dan 4) *diagnostic test* untuk



mengungkapkan alasan-alasan dasar yang dipilih peserta didik saat menjawab berbagai pertanyaan.

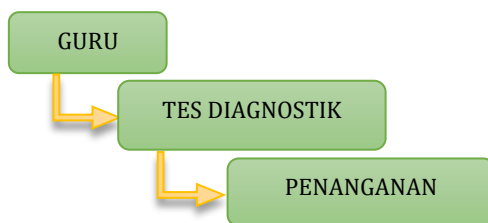
b. Tujuan Tes

Tes dapat dipahami sebagai alat pengukur perilaku peserta didik yang memuat serangkaian tugas. Berdasarkan tujuan dalam lembaga pendidikan, ada beberapa macam tes yang sudah umum digunakan di antaranya: (1) tes formatif, (2) tes sumatif, (3) tes diagnostik, dan (4) tes penempatan. Tes yang bertujuan untuk mengukur kemampuan dasar umumnya menggunakan tes diagnostik, sumatif dan formatif. Kebanyakan tes digunakan untuk mengukur prestasi belajar peserta didik dalam aspek kognitif (Arifin, 2012).

## **2. Tes Diagnostik**

a. Pengertian Tes Diagnostik

Kata diagnostik dapat diartikan seperti asal katanya yakni diagnosis yang memiliki makna mendiagnosis atau mengidentifikasi gejala-gejala yang muncul akibat suatu penyakit. Guru perlu memberikan tes diagnostik untuk menentukan bantuan secara tepat pada peserta didik yang mengalami miskonsepsi dan berpotensi menyebabkan kesulitan belajar. Kerja guru dapat dianalogikan seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Perumpamaan Kerja Guru

Tes diagnostik merupakan tes yang digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan pemahaman konsep peserta didik (Gurel *et al.*, 2015). Data hasil tes diagnostik dapat dimanfaatkan sebagai bahan rujukan dalam menindaklanjuti pembelajaran yang tepat sesuai dengan kemampuan peserta didik sehingga siswa dapat memperbaiki konsep dalam memahami pengetahuan selanjutnya dengan memperkuat pijakan konsep-konsep yang belum dikuasai peserta didik (Salma, 2015). Tes diagnostik menurut Arikunto adalah sebuah tes yang dilakukan untuk mengidentifikasi kelemahan yang dimiliki peserta didik sehingga penanganan yang tepat dapat dilakukan berdasarkan hasil tes tersebut. Selain itu, tes diagnostik bertujuan untuk mengidentifikasi pemahaman konsep yang dimiliki peserta didik apakah sudah tergolong kuat atau lemah (Gurel *et al.*, 2015).

## b. Fungsi Tes Diagnostik

Kelemahan-kelemahan peserta didik di bagian tertentu dalam suatu mata pelajaran dapat dapat ditemukan penyebabnya dengan menggunakan tes diagnostik. Penyebab yang melatarbelakangi jenis dan karakteristik miskonsepsi dapat dipahami dengan tes diagnostik. Kesimpulan yang diambil berdasarkan berbagai data dan informasi yang didapatkan dari tes diagnostik yang dilakukan secara objektif dan lengkap sehingga dapat dicari solusi alternatif pemecahannya (Syahrul & Setyarsih, 2015).

Tes diagnostik secara teknis dirancang dengan tujuan untuk memberikan gambaran kesulitan belajar yang dialami siswa, seperti miskonsepsi. Tes diagnostik juga dapat mengamati kesalahan yang terjadi pada peserta didik. Data hasil tes diagnostik dapat digunakan sebagai rujukan dalam menindaklanjuti pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan kemampuan peserta didik sehingga peserta didik dapat memperbaiki konsep untuk memahami pengetahuan selanjutnya dengan memperkuat pijakan konsep-konsep yang belum dikuasai (Salma, 2015). Berdasarkan pertimbangan

tersebut, pembelajaran dapat dirancang sesuai dengan kemampuan peserta didik.

c. Karakter Tes Diagnostik

Karakter tes diagnostik menurut Departemen Pendidikan (2007) adalah sebagai berikut

- (1) Tes diagnostik didesain untuk menemukan kesulitan belajar yang dialami peserta didik dan ketepatan format dan tanggapan yang dijangkau mempengaruhi keberfungsian diagnostik yang didapatkan.
- (2) Tes diagnostik dikembangkan berdasarkan hasil analisis dari berbagai sumber kesulitan belajar, seperti miskonsepsi yang menjadi penyebab munculnya masalah sulit belajar yang dialami peserta didik.
- (3) Soal-soal yang dipakai dapat berbentuk esai atau jawaban singkat (*supply response*) yang memungkinkan dapat menangkap informasi secara lengkap. Bentuk pilihan ganda (*selected response*) juga digunakan untuk mengetahui alasan tertentu yang dipilih peserta didik dalam menjawab soal. Alasan yang menjelaskan mengapa jawaban itu dipilih harus disertakan agar jawaban tebakan dapat diminimalisir.

- (4) Rancangan tindak lanjut (pengobatan) disertakan sebagai bentuk penanganan bagi peserta didik yang teridentifikasi mengalami kesulitan belajar.

d. Pengembangan Tes Diagnostik

(1) Langkah-langkah Pengembangan

Tahapan penyusunan dan pengembangan instrumen 4 TMC berbasis web sama halnya dengan menyusun soal tes diagnostik pada umumnya. Langkah-langkah dalam mengembangkan soal tes diagnostik sesuai dengan panduan Ditjen Manajemen Pendidikan Menengah pada tahun 2007 (6) yaitu:

- a) Mengidentifikasi Kompetensi Dasar yang Belum Tuntas.

Kompetensi dasar (KD) merupakan aspek pertama yang dapat dilakukan dalam merancang tes diagnostik karena dengan mengidentifikasi KD ketercapaian suatu kompetensi dasar dapat diketahui. Hal itu akan mudah dilakukan jika pendidik mencermati kegiatan mengajarnya. Ketercapaian suatu KD dapat ditinjau dari seberapa banyak indikator yang sudah

tuntas. Oleh karena itu, ketika ditemukan suatu KD yang belum tercapai, diperlukan juga diagnosis terhadap indikator apa saja yang belum tuntas. Soal sudah terbilang cukup untuk merepresentasikan indikator-indikator tertentu yang sulit dipahami peserta didik sekaligus menjadi dasar dalam menyusun tes diagnostik.

b) Menentukan Kemungkinan Sumber Masalah.

Langkah selanjutnya yang dapat dilakukan setelah indikator dan kompetensi dasar teridentifikasi yakni menentukan sumber kesulitan belajar yang dialami peserta didik. Ada tiga sumber kesulitan belajar yang mungkin dapat menyebabkan masalah dalam belajar pada peserta didik yaitu: a) kemampuan prasyarat yang tidak terpenuhi, b) akibat miskonsepsi, c) rendahnya kemampuan *problem solving* (memecahkan masalah). Ketiga sumber masalah kesulitan belajar dapat terjadi dalam setiap dimensi sains baik dimensi sikap, proses, maupun produk.

c) Menentukan Bentuk dan Jumlah Soal yang Sesuai

Butir soal pada tes diagnostik menyesuaikan dengan sumber dan dimensi mana masalah tersebut terjadi. Bentuk tes dapat berupa tes pilihan ganda, uraian (esai), ataupun tes kinerja (performa) menyesuaikan dengan dugaan permasalahan yang terjadi. Umumnya bentuk tes pilihan ganda yang paling sering digunakan dalam tes diagnostik (Caleon & Subramaniam, 2010).

d) Menyusun Kisi-kisi

Kisi-kisi tes diagnostik disusun terlebih dahulu sebelum menulis butir soal. Setidaknya dalam kisi-kisi butir soal tes diagnostik tercantum: 1) kompetensi dasar dan indikator yang diduga bermasalah; 2) pokok bahasan yang terkait; 3) sumber masalah yang terjadi; 4) jenis dan jumlah soal; dan 5) indikator soal.

e) Menyusun Soal

Butir-butir soal ditulis dengan mengacu pada kisi-kisi soal yang sudah dirancang. Karakteristik soal pada tes

diagnostik berbeda satu sama lain. Informasi yang diperoleh dari jawaban yang diberikan peserta didik dapat untuk mengungkap kesulitan belajar yang dialaminya.

Variasi pilihan jawaban pada soal tes pilihan ganda dianggap yang paling baik jika level kebenaran pilihan alternatif jawaban bertingkat. Ada beberapa alternatif jawaban mungkin salah dan beberapa lagi benar, tetapi sudah pasti terdapat satu jawaban yang benar daripada yang lainnya (Burton *et al.*, 1991). Oleh karena itu, ketika memilih pilihan (alternatif jawaban) yang ada pada soal tes diagnostik, peserta didik perlu menyertakan penjelasan yang menjadi alasan kenapa alasan tersebut dipilih.

#### f) Megulas Soal

Validitas butir soal merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan tes diagnostik. Butir soal dikatakan baik jika memenuhi validitas isi. Validitas suatu butir soal perlu divalidasi oleh validator atau seorang yang ahli dalam bidang tersebut. Namun, jika tidak memungkinkan uji



validitas butir soal dapat dilakukan oleh guru-guru mapel serumpun (MGMPs) dalam suatu sekolah.

g) Menyusun Kriteria Penilaian

Kriteria penilaian disusun agar lebih mudah menganalisis hasil pengerjaan tes diagnostik yang telah dilakukan peserta didik. Selain itu, variasi jawaban yang diberikan oleh peserta didik dapat mempengaruhi penilaian, misalnya rawan akan subjektivitas. Rentang skor yang menunjukkan penggolongan hasil diagnosis peserta didik juga dicantumkan dalam pedoman penilaian, pada rentang berapa saja peserta didik dikatakan mampu menguasai kompetensi dasar, kurang menguasai kompetensi dasar atau bahkan miskonsepsi sehingga dapat diperlukan perlakuan yang sesuai. Berdasarkan hal tersebut, kriteria penilaian soal tes diagnostik menjadi penting agar penilaian yang objektif dan interpretasi diagnosis yang akurat dapat tercipta.

#### e. Tes Diagnostik Pilihan Ganda

Jenis soal pada tes diagnostik dapat berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta memilih jawaban yang benar di antara pilihan jawaban yang sudah disediakan. Tes diagnostik pilihan ganda cenderung lebih banyak digunakan dalam mendeteksi miskonsepsi peserta didik. Hal itu disebabkan karena dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik, penggunaan metode tes pilihan ganda dianggap lebih praktis dibandingkan dengan metode wawancara. Selain itu, produk soal tes diagnostik pilihan ganda dapat dilakukan secara berulang sekaligus dapat mengukur tingkat pemahaman peserta didik. Tes diagnostik pilihan ganda juga mempunyai beberapa kelemahan. Salah satunya tes diagnostik tidak mampu membedakan peserta didik yang menjawab benar secara sungguh-sungguh dengan yang menjawab benar dengan hanya menebak.

### 3. Tes Diagnostik Empat Tingkat

Tes diagnostik empat tingkat atau 4 TMC (*four-tier diagnostic test*) merupakan instrumen tes yang dikembangkan dari tes diagnostik tiga tingkat (*three-tier diagnostic test*) dimana didalam soal tes ditambahkan tingkat keyakinan terhadap masing-

masing jawaban dan alasan. Selanjutnya, perbedaan tingkat pengetahuan peserta didik dapat diukur dan digunakan untuk membantu mengidentifikasi tingkat miskonsepsi peserta didik (Caleon & Subramaniam, 2010).

Keunggulan yang dimiliki instrumen 4 TMC di antaranya dengan instrumen tes ini: (1) tingkat keyakinan jawaban peserta didik dapat dibedakan karena didalam soal tes ditambahkan tingkat keyakinan terhadap masing-masing jawaban dan alasan, (2) miskonsepsi dapat diagnosis lebih mendalam, (3) lebih fokus terhadap konsep materi yang perlu penekanan lebih, (4) pembelajaran yang tepat dapat direncanakan agar miskonsepsi pada peserta didik dapat berkurang (Fariyani, *et al.*, 2015).

Instrumen 4 TMC yang dikembangkan ini bertujuan untuk mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami mahasiswa calon guru fisika pada materi termodinamika. Tingkatan yang pertama, mahasiswa diharuskan memilih satu jawaban yang paling tepat terhadap pertanyaan. Tingkat keyakinan mahasiswa dalam memilih alasan merupakan tingkat terakhir pada tes diagnostik empat tingkat. Tingkatan yang keempat terdapat enam skala. Jika peserta didik memilih skala satu, berarti peserta didik menebak,

sedangkan skala dua berarti sangat tidak yakin, skala tiga berarti tidak yakin, skala empat berarti yakin, skala lima berarti sangat yakin, dan skala enam berarti peserta didik sangat amat yakin.

#### **4. *E-Diagnostic Test***

Instrumen tes diagnostik dapat memanfaatkan teknologi sebagai penunjang dalam mengidentifikasi miskonsepsi yang dimiliki peserta didik. Teknologi berupa perkembangan jaringan internet yang ada saat ini dapat dimanfaatkan. Terdapat dua tahapan dalam mengembangkan tes diagnostik dengan media elektronik yaitu penyusunan instrumen tes diagnostik dan memilih karakteristik sistem yang diperlukan tes diagnostik dengan media elektronik. Media elektronik yang dimaksud adalah tes diagnostik berbasis web (*Computer Based Test*).

Tes diagnostik berbasis web merupakan media yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *PHP (Hypertext Preprocessor)* dan software database *MySQL (My Structure Query Language)* berbasis web. *PHP* bekerja dalam sebuah web server dan merupakan salah satu jenis bahasa pemrograman. Sebuah website memungkinkan menjadi lebih interaktif dan dinamis dengan penggunaan program *PHP* (Syafii, 2005). *PHP*

mempunyai beberapa keunggulan di antaranya; (a) bebas (gratis), (b) dapat dijalankan diberbagai server, seperti Apache, Microsoft IIS, dan lain sebagainya, (c) lebih cepat dan lebih aman, (d) database dalam PHP bersifat bebas (gratis) maupun komersial, seperti *MySQL*, *PostgreSQL*, *mySQL*, dan *Microsoft SQL Server* (Tim Litbang LPKBM MADCOMS, 2008).

Informasi berupa teks dan angka dapat dimuat dalam database jenis *MySQL* (Syafii, 2005). Database *MySQL* mempunyai beberapa kelebihan di antaranya: (1) database *MySQL* dapat digunakan oleh siapa saja (*open source*) sehingga (2) database *MySQL* dapat diakses banyak pengguna, (3) bahasa yang digunakan dalam database *MySQL* adalah *Query* standar, (4) database *MySQL* kompatibel di berbagai program aplikasi, seperti: PHP, Visual Delphi, Visual Basic dan lain sebagainya, (5) data lebih aman karena data disimpan terpisah dengan penyimpanan file program PHP yang lain (Nugroho, 2004).

Tes diagnostik berbasis komputer mempunyai kelebihan tersendiri jika dibandingkan dengan tes manual pada umumnya. Pengerjaan soal dilakukan secara langsung melalui web sehingga pengolahan data hasil tes dapat dilakukan lebih cepat dan memudahkan proses evaluasi (Dewi *et al.*, 2018).

Pemanfaatan media elektronik dapat diterapkan dalam pengembangan instrumen tes diagnostik, lebih spesifiknya berupa web. Web pertama kali diperkenalkan oleh global Uniform Resource Identifier yang digunakan sebagai ruang informasi yang memiliki sumber daya (Perwitasari, 2015). Secara tampilan dan kepraktisan, instrumen tes diagnostik menggunakan web dapat diunggulkan.

## **5. Miskonsepsi**

### **a. Pengertian Konsep**

Konsep menurut Pesman (2005) adalah sebuah ide abstrak atau umum yang berasal atau disimpulkan dari contoh-contoh spesifik. Konsep disimpulkan dari perilaku karena tidak dapat diamati (Rahmi, 2016). Definisi konsep dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memiliki makna sebuah ide atau definisi yang berasal dari peristiwa konkret yang diabstrakkan (Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional, 2003, Kamus Besar Bahasa Indonesia (Jakarta: Balai Pustaka), Ed.3, h.588). Sementara itu, menurut Gegne konsep merupakan satuan arti yang mewakili sejumlah objek yang memiliki ciri yang sama. Berdasarkan pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa konsep

adalah suatu ide atau gagasan abstrak yang muncul dari peristiwa konkret.

b. Pemahaman Konsep

Konsep merupakan ide atau hasil berpikir abstrak manusia berdasarkan banyak pengalaman yang berkaitan dengan fakta-fakta, konsep dapat dianggap sebagai generalisasi. Suatu konsep dapat digunakan untuk membuat suatu ramalan atau tafsiran. Konsep digunakan sebagai pijakan dasar pada proses mental yang lebih lanjut.

Ausubel (1963) menyatakan bahwa konsep dapat dibangun dengan dua metode yaitu, metode formasi konsep (*concept formation*) dan metode asimilasi konsep (*concept assimilation*). Bentuk konsep-konsep yang diperoleh sebelum anak-anak masuk sekolah disebut formasi konsep dapat diartikan relevan dengan belajar konsep-konsep yang nyata, sedangkan metode asimilasi konsep digunakan sewaktu dan sesudah sekolah untuk mendapatkan konsep-konsep tertentu (Perwitasari, 2015).

Pemahaman konsep merupakan kemampuan mengungkap suatu materi ke dalam bentuk pengertian-pengertian yang mudah dipahami, mampu menerangkan interpretasi dan

pengaplikasiannya. Jadi, pemahaman konsep dapat diartikan sebagai kemampuan mengungkap berbagai macam pengertian yang diungkapkan dalam bentuk yang lebih mudah dipahami seperti memahami materi yang diajarkan, memahami apa yang sedang dibicarakan, menjelaskan dengan bahasa sendiri, dan menyatakan ulang suatu konsep (Perwitasari, 2015).

Skemp (1976) menyatakan ada dua jenis pemahaman pada pembelajaran. Jenis yang pertama adalah pemahaman instruksional (*instructional understanding*). Peserta didik yang berada di tingkatan ini dapat dikatakan belum atau tidak tahu alasan hal itu dapat terjadi, peserta didik berada di tahap baru mengetahui atau hafal. Lebih lanjut, peserta didik berada dalam keadaan baru dimana hal tersebut masih belum atau tidak dapat diterapkan. Selanjutnya, jenis yang kedua disebut pemahaman relasional (*relational understanding*). Peserta didik yang berada di tingkatan ini telah mengetahui sebab suatu hal dapat terjadi, bukan hanya tahu dan hafal mengenai suatu hal saja.

c. Pengertian Miskonsepsi

Konsep awal yang dibawa peserta didik ketika mengikuti pembelajaran tidak lepas dari



pengetahuan dan pengalaman sehari-hari. Konsepsi-konsepsi awal yang tidak sesuai dengan teori para ilmuwan disebut kesalahpahaman (miskonsepsi). Tidak menutup kemungkinan setelah peserta didik melaksanakan pembelajaran terkadang peserta didik memiliki kerangka konsep yang menyimpang dari konsep yang sebenarnya (Wahyuningsih *et al.*, 2017).

Menurut Suparno (2010) miskonsepsi merupakan suatu konsep yang tidak sejalan dengan definisi yang dibuat oleh para ilmuwan atau pakar dalam bidang tersebut. Menurut Wahyuningsih (2017) miskonsepsi merupakan konsep yang kurang akurat, salah penggunaan, beda klasifikasi, dan tidak terhubung dengan benar. Feldsine berpendapat miskonsepsi merupakan suatu kesalahan pada pemahaman konsep dan pemahaman konsep yang tidak terhubung dengan benar (Suparno, 2010).

Allah SWT dengan tegas melarang hambaNya mengatakan sesuatu tanpa didasari pengetahuan dalam QS. Al-Isra ayat 36:

وَلَا تَقْفُ مَا لَيْسَ لَكَ بِهِ عِلْمٌ إِنَّ السَّمْعَ وَالْبَصَرَ وَالْفُؤَادَ كُلُّ أُولَٰئِكَ

كَانَ عَنَّهُ مَسْئُولًا - ٣٦

*Dan janganlah kamu mengikuti sesuatu yang tidak kamu ketahui. Karena pendengaran, penglihatan dan hati nurani, semua itu akan diminta pertanggungjawabannya.*

Ayat tersebut secara tidak langsung melarang seseorang untuk berbicara hanya berdasarkan prasangka saja baik perkiraan maupun khayalan. Hal tersebut dapat menyebabkan informasi yang disampaikan berlawanan dengan pemahaman para ilmuwan yang bersangkutan dan berpeluang memperdalam kesalahpahaman (miskonsepsi) serta menimbulkan miskonsepsi yang berkelanjutan.

Miskonsepsi dapat muncul di semua tingkatan pendidikan, tidak terkecuali perguruan tinggi, bahkan tidak menutup kemungkinan dapat terjadi pada seorang guru atau dosen. Semua bidang dalam sains, seperti, biologi, kimia, fisika dan bumi dan antariksa juga dapat terjadi miskonsepsi. Sub materi fisika juga mengalami miskonsepsi, seperti mekanika, termodinamika, bunyi dan gelombang, optik, listrik dan magnet serta fisika modern (Suparno, 2010).

#### d. Penyebab Miskonsepsi

Kiat untuk mengungkap dan mengatasi miskonsepsi dapat dimulai dengan mencari penyebabnya kemudian bentuk kesalahan yang dipercayai peserta didik. Penyebab-penyebab miskonsepsi yang diungkapkan oleh Suparno (2010) di antaranya:

##### 1) Peserta didik itu sendiri.

Ada banyak kemungkinan yang bersumber dari peserta didik yang dapat memicu terjadinya miskonsepsi. Misalnya, prakonsepsi (konsep awal) yang tidak benar. Hal tersebut akan membuat peserta didik kebingungan ketika dihadapkan dengan kenyataan yang berbeda dengan konsep awal yang sudah dipahaminya. Demonstrasi, peragaan, praktikum atau eksperimen yang melibatkan peserta didik diperlukan agar peserta didik dihadapkan dengan pengalaman yang berlawanan dengan ide awal sehingga peserta didik dapat merevisi gagasan awal yang diyakini benar. Peserta didik menyamakan perilaku benda dengan manusia (sifat humanistik). Manusia yang diam tidak melakukan apa-apa berbeda dengan benda yang diam. Misalnya, pada benda yang diam berlaku

gaya gravitasi. Jadi, tanpa bergerak pun benda mempunyai gaya yang menuju ke bawah.

Materi fisika yang bersifat abstrak menuntut peserta didik menggunakan intuitif dalam menganalisis permasalahan yang ada. Gagasan berupa intuisi yang tidak benar dapat diluruskan dengan peristiwa anomali yakni menghadapkan peserta didik dengan pengalaman yang berbeda bahkan berlawanan dengan konsep yang diyakininya benar.

Kemampuan yang dimiliki masing-masing peserta didik tentu berbeda-beda. Kesimpulan yang diambil peserta didik setelah memperoleh pengalaman dengan pengamatan juga terkadang kurang lengkap. Kemampuan menarik kesimpulan ini bergantung dengan logika berpikir peserta didik. Misalnya, ketika pengamatan terhadap beberapa benda padat yang tenggelam dalam air, peserta didik mungkin akan berpikir bahwa seluruh benda padat tenggelam dalam air. Pemikiran tersebut tidak sepenuhnya benar apabila terjadi pada kasus tertentu seperti kapal laut yang terbilang berat mengapung dipermukaan laut. Seharusnya, logika pengambilan kesimpulan tersebut tidak

ditunjukkan untuk semua benda padat, tetapi sebagian banyak. Hal itu membuat peserta didik kesulitan memahami materi fisika.

## 2) Kesalahan Guru

Sumber dari kesalahan yang berasal dari seorang guru dapat berupa: (a) konsep fisika yang benar tidak dikuasai dengan baik, dan (b) konsep yang dijelaskan keliru meskipun sudah dikuasai oleh guru. Hal tersebut menunjukkan betapa pentingnya penguasaan konsep bagi seorang guru fisika. Ironisnya, masih ada guru yang mengampu mapel fisika dengan latar belakang bukan lulusan pendidikan fisika atau fisika. Hal itu dapat menimbulkan miskonsepsi yang lebih banyak karena tidak kompeten dan kurang menguasai bahan. Jika keadaan ini terus berlangsung, miskonsepsi akan terus diajarkan kepada peserta didik.

Cara menjelaskan guru dapat juga memicu miskonsepsi, salah satunya menjelaskan materi fisika dengan cepat sehingga peserta didik sulit menangkap inti materi. Oleh karena itu, diperlukan kemampuan menggunakan pertanyaan-pertanyaan kualitatif guna

mendukung peserta didik dalam mengambil keputusan.

### 3) Kesalahan Buku Teks

Miskonsepsi yang dialami peserta didik akan sangat mudah dicerna ketika kesalahan tertulis di buku teks. Hal tersebut yang mendasari para pakar fisika dan pendidikan fisika dibutuhkan dalam pembuatan buku untuk meneliti apakah buku teks sudah benar secara konseptual. Penekanan pada gambar, grafik, skema maupun tabel diperlukan agar peserta didik mudah menerima dan menangkap konsep materi.

### 4) Kesalahan dari Konteks

Kesalahan ini berupa kekacauan dalam penggunaan bahasa, karena bahasa ilmiah berbeda dengan bahasa sehari-hari. Contoh dan penjelasan yang tepat dengan ungkapan yang jelas dan tidak kabur diperlukan untuk membantu peserta didik memahami konsep fisika. Oleh karena itu, para guru dianjurkan untuk menggunakan istilah-istilah dan konsep-konsep yang jelas dengan definisi sedemikian rupa sehingga tidak mengandung makna ganda. Misalnya, dalam kehidupan sehari-hari,

kekacauan dalam penggunaan istilah berat dan massa. Perlu dijelaskan bahwa keduanya tidak sama dimana massa merupakan ukuran benda dalam satuan kilogram (kg), sedangkan berat yang dimaksud dalam fisika merupakan ukuran gaya dalam ukuran Newton (N).

e. Cara Mengidentifikasi Miskonsepsi

Suparno (2013) menyebutkan bahwa ada beberapa alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi miskonsepsi. Informasi mengenai bagaimana miskonsepsi dialami peserta didik dapat digali menggunakan beberapa cara. Macam-macam alat deteksi miskonsepsi yang umum digunakan oleh para peneliti dan guru di antaranya:

(1) Peta Konsep (*Concept Maps*)

Peta konsep merupakan keterkaitan antara satu konsep dengan konsep lain dengan lebih ditekankan pada gagasan pokok yang disusun secara bertingkat. Benar atau salahnya suatu hubungan antar konsep dapat mengidentifikasi miskonsepsi.

(2) Tes Pilihan Ganda dengan Alasan Terbuka (*Tes Multiple Choice* dengan *Reasoning* Terbuka)

Tes pilihan ganda (*multiple choice*) dengan alasan terbuka mengharuskan peserta

didik untuk memberikan alasan setiap kali menjawab soal (*reasoning* terbuka). Kebebasan beralasan yang diberikan kepada peserta didik dalam memilih jawaban dapat digunakan untuk mendeteksi miskonsepsi. Wawancara juga dapat digunakan untuk mencari alasan peserta didik memilih suatu jawaban.

### (3) Tes Uraian Tertulis

Tes uraian tertulis dibuat dengan memuat konsep fisika sehingga miskonsepsi dapat diketahui serta dalam bidang apa saja peserta didik masih kesulitan memahami konsep fisika.

### (4) Wawancara Diagnosis

Tingkat miskonsepsi pada diri peserta didik dapat diketahui dengan wawancara yang berkaitan dengan suatu konsep fisika. Setelah soal dengan konsep yang sulit disiapkan, selanjutnya peserta didik dimintai gagasannya terhadap soal. Wawancara dapat dilakukan secara terstruktur atau bebas. Secara struktur, wawancara terstruktur mempunyai pertanyaan yang sebelumnya sudah disiapkan dan sudah jelas urutannya, sedangkan dalam wawancara bebas segala macam pertanyaan dapat berikan oleh guru dan peserta didik



diberikan kebebasan untuk menjawab pertanyaan sesuai gagasan yang dimiliki.

(5) Diskusi dalam Kelas

Diskusi dalam kelas menjadi alternatif yang dapat dipilih untuk mendeteksi konsep yang dipahami peserta didik apakah sudah tepat atau tidak dengan cara meminta peserta didik untuk mengungkapkan pendapatnya mengenai konsep yang akan dipelajari atau sudah diajarkan.

(6) Praktikum dengan Tanya Jawab

Guru dapat memberikan pertanyaan kepada peserta didik ketika melakukan kegiatan praktikum. Hal ini bertujuan untuk mendeteksi konsep yang digunakan peserta didik pada praktikum apakah sudah tepat atau belum.

## **6. Tinjauan Materi Termodinamika**

Bidang Termodinamika merupakan bidang studi yang bersangkutan dengan ilmu energi yang mana berfokus pada penyimpanan energi dan proses konversi energi. Jenis energi yang paling utama dan banyak dipelajari dalam materi termodinamika adalah energi dalam bentuk kalor dan usaha. Contoh aktivitas sehari-hari yang berkaitan dengan termodinamika

yaitu seperti memanaskan air untuk membuat kopi atau mendinginkannya di lemari es untuk membuat es batu di dalam freezer (Borgnakke & Sonntag, 2013). Materi termodinamika dalam penelitian ini dibatasi meliputi; sifat-sifat termodinamika, gas ideal, Hukum I Termodinamika, Hukum II Termodinamika dan mesin Carnot.

Studi yang menjelaskan proses perpindahan energi sebagai kalor dan kerja dinamakan Termodinamika. Termodinamika sendiri berasal dari bahasa Yunani, yaitu *thermos* (panas) dan *dynamite* (perubahannya). Termodinamika merupakan ilmu yang mendalami tentang energi (kalor) yang bergerak, sifat substansi dan perubahan sifat akibat perubahan energi atau transfer energi. Kesimpulannya termodinamika merupakan suatu ilmu yang menjelaskan aspek-aspek energi dan perpindahan energi, seperti hubungan antara panas, kerja mekanik, dan aspek-aspek lain (Rahmi, 2016).

Alam semesta telah menunjukkan secara tuntas keteraturan bagaimana kerja dapat diubah menjadi kalor dan hasil pemikiran manusia yang memperlihatkan bagaimana kerja diubah menjadi kalor yakni dengan adanya mesin. Namun, ketika mesin bekerja masih terdapat kalor yang terbuang percuma.

Hal ini menjadi tantangan bagi manusia untuk meningkatkan kemampuan kerja suatu mesin dengan mengurangi kalor yang dibuang secara percuma. Oleh karena itu, berbagai mesin yang berfungsi merubah kalor menjadi kerja (mesin pemanas) dan mesin pemindah kalor dari suhu rendah ke suhu tinggi (mesin pendingin) diciptakan manusia.

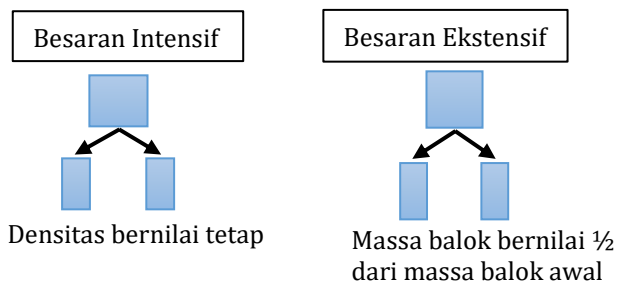
### **a) Besaran Keadaan**

Besaran keadaan adalah karakteristik-karakteristik khusus yang menggambarkan keadaan sistem. Contoh: tekanan, suhu, volume, massa, modulus elastis, massa jenis, konduktivitas termal dan lain sebagainya. Besaran keadaan mempunyai ciri tersendiri, salah satu ciri umumnya ialah keadaan sistem mempunyai nilai. Besaran volume  $V$ , suhu  $T$ , dan tekanan  $P$  jika diukur secara langsung, nilai keadaan suatu sistem dapat diketahui. Namun, kalor dan kerja tidak termasuk besaran keadaan. Keduanya hanya sebagai pemicu untuk menghasilkan keadaan sistem yang diterapkan didalam sistem. Misalnya, dalam melakukan pemanasan dalam proses reversibel, banyaknya kalor yang dibutuhkan  $\int mc dT$  bergantung pada lintasan  $c(T)$ . Oleh karena itu, kalor bukanlah termasuk besaran

keadaan karena bergantung pada lintasan (Sulistiati, 2010).

Besaran keadaan sistem dibedakan menjadi dua yaitu besaran intensif dan ekstensif. Besaran ekstensif merupakan besaran yang berkaitan dengan ukuran/jumlah dari sistem, seperti massa, volume, dan total energi, tetapi besaran intensif merupakan besaran yang tidak berkaitan dengan ukuran/jumlah sistem (massa), seperti suhu, tekanan, densitas dan massa jenis. Jadi, jika terdapat suatu materi dalam keadaan tertentu dibagi menjadi dua, nilai besaran intensif yang identik dengan aslinya akan dimiliki oleh setiap bagian dan setengah dari nilai besaran ekstensif.

Skema besaran intensif dan ekstensif termodinamika dapat digambarkan seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Balok Perumpamaan Besaran Termodinamika

Besaran seperti massa, tekanan, suhu dan lain sebagainya, masing-masing memiliki signifikansi untuk keadaan sistem secara keseluruhan. Hal itu menjadi implikasi suatu keadaan setimbang. Keadaan setimbang merupakan keadaan yang menunjukkan sistem tidak mengalami perubahan apapun baik suhu, tekanan, kimiawi maupun tahap pada setiap fase (Greiner, 1987).

#### **b) Sistem-sistem Termodinamika**

Materi yang akan dipelajari dalam suatu penelitian gejala alam menjadi pusat perhatian yang perlu dipisahkan dari lingkungannya. Bahan tertentu yang menjadi pusat penelitian disebut sistem. Lingkungan merupakan segala sesuatu diluar sistem yang dapat mempengaruhi sistem secara langsung. Batas antara sistem dan lingkungan disebut permukaan batas. Permukaan batas dapat berubah bentuk atau ukurannya, dapat bergerak atau diam, dan dapat nyata atau khayal (Sulistiati, 2010). Dinding sistem atau batas sistem dibagi menjadi dua jenis yaitu dinding diatermik dan dinding adiabatik. Dinding diatermik merupakan permukaan batas dimana interaksi dengan lingkungan itu dapat terjadi sehingga menyebabkan sistem dengan cepat mencapai

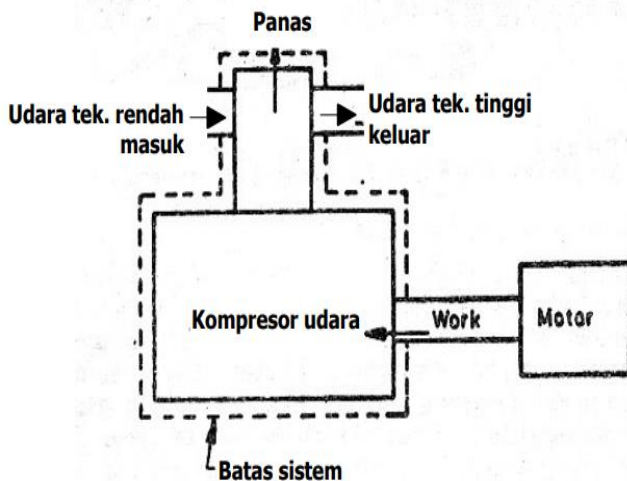
kesetimbangan termal dan sebaliknya (Rahmi, 2016).

Perilaku yang terjadi pada sistem dapat dipelajari dengan pendekatan mikroskopik dan makroskopik. Pendekatan mikroskopik berarti pendekatan yang dilakukan dengan membuat hipotesis skala atomik mengenai struktur materi dan interaksi masing-masing atom penyusun materi, sedangkan pendekatan makroskopik merupakan pendekatan yang dilakukan dengan mengamati besaran-besaran yang sesuai dan menjadi ciri umum yang dapat menjelaskan sistem tersebut. Besaran-besaran yang dapat terukur dalam pendekatan makroskopik adalah tekanan, volume, dan suhu (Sulistiati, 2010).

Pemilihan sistem, permukaan batas sistem, dan lingkungannya dilakukan terlebih dahulu sebelum menganalisis termodinamika. Setelah sistem dipilih, langkah berikutnya mencari besaran yang berhubungan dengan sifat dan atau interaksinya dengan lingkungannya. Sistem dibedakan menjadi tiga macam, jika dilihat dari bentuk interaksi dengan lingkungannya, yaitu:

### 1) Sistem Terbuka

Sistem yang boleh jadi terdapat pertukaran massa dan energi di permukaan batas antara sistem dengan lingkungan disebut sistem terbuka. Contohnya yaitu kompresor udara dan saat memasak air seperti Gambar 2.3.



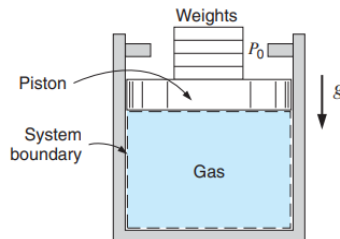
Gambar 2.3 Kompresor Udara

Sumber: Daryus (2019)

### 2) Sistem Tertutup

Sistem yang boleh jadi terdapat pertukaran energi, tetapi tidak terdapat pertukaran massa melalui permukaan batas dengan lingkungan disebut sistem tertutup.

Contohnya piston dan termos seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Piston

Sumber: Borgnakke & Sonntag (2013)

### 3) Sistem Terisolasi

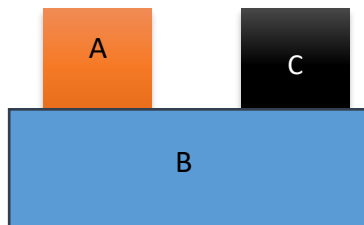
Sistem yang tidak memungkinkan terdapat pertukaran energi dan massa melewati permukaan batas dengan lingkungan disebut sistem tertutup. Sistem terisolasi merupakan sistem yang tidak dipengaruhi dengan cara apapun oleh lingkungan sehingga tidak ada massa, panas, atau kerja yang ditransfer melintasi batas sistem. (Borgnakke, 2013). Permukaan yang disebut dinding adiabatik ini harus kokoh dan tahan akan tekanan dan suhu yang tinggi. Contoh hampiran percobaan untuk dinding adiabatik yang baik, yakni beton, asbes, kain beludru, kayu yang tebal, dan lain sebagainya. Salah satu contoh sistem terisolasi



yakni tabung gas, meskipun sebenarnya agak sulit untuk membuat system yang benar-benar terisolasi (tingkat kebocoran sangat kecil).

### c) Hukum Ke Nol Termodinamika

Postulat hukum ke nol termodinamika berbunyi: “apabila dua sistem satu sama lain berada dalam kesetimbangan termal, suhu kedua sistem adalah sama” (Sulistiati, 2010). Gambar 2.5 menunjukkan analogi hukum ke nol termodinamika.



Gambar 2.5 Analogi Hukum Ke Nol Termodinamika

Hal itu berarti bahwa jika  $T_B = T_A$ ,  $T_B = T_C$ , maka  $T_A = T_C$  (Cahyanta, 2007). Keseimbangan termal atau keseimbangan panas merupakan suatu keadaan dimana tidak terjadi transfer kalor ketika dua benda disentuhkan. Hal itu disebabkan karena kalor dapat berpindah ketika terjadi perbedaan suhu (Handayani, 2018).

#### d) Kalor, Usaha dan Energi Dalam

Usaha adalah suatu bentuk perpindahan energi yang dilakukan sistem pada lingkungan atau sebaliknya. Sistem dapat mengalami perubahan keadaan sebab terdapat perpindahan ini (Rahmi, 2016). Variabel-variabel termodinamika, seperti tekanan, volume, dan suhu digunakan dalam menyatakan besar usaha yang dilakukan oleh gas. Oleh sebab itu, usaha ( $W$ ) dapat dinyatakan dengan Persamaan 2.1.

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad \dots (2.1)$$

Keterangan:

$W$  = usaha yang dilakukan gas ( $J$ )

$P$  = tekanan gas ( $N/m^2$ )

$dV$  = perubahan volume ( $m^3$ )

$V_1$  = volume awal gas ( $m^3$ )

$V_2$  = volume akhir gas ( $m^3$ )

Usaha akan bernilai positif jika sistem melakukan kerja dan akan bernilai negatif jika sistem dikenai kerja (Rahmi, 2016).

Bentuk energi yang dapat berpindah dari suatu lingkungan ke sistem atau sebaliknya disebut

kalor. Pertukaran energi terjadi karena perbedaan suhu antara sistem dan lingkungannya. Kalor dalam termodinamika disebut juga dengan transfer panas karena dikatakan kalor jika melewati batas sistem, jika energi masih terdapat didalam sistem maka tidak dapat disebut dengan kalor (Rahmi, 2016). Berdasarkan penjelasan diatas, usaha dan kalor memiliki kesamaan yakni transfer energi, perbedaannya transfer energi pada kalor disebabkan perbedaan suhu, sedangkan usaha tidak disebabkan oleh suhu dalam mentransfer energi.

Energi dalam merupakan kalor atau usaha yang keluar atau masuk kedalam sistem. Energi dalam erat kaitannya dengan komponen mikroskopis, seperti derajat aktivitas molekul dan struktur molekul. Selain itu, jumlah energi potensial dan energi kinetik pada molekul dapat menggambarkan energi dalam (Boles, 2006). Hal itu memperjelas batasan energi dalam hanya memandang apa yang mempengaruhi sistem dan terjadi didalam sistem. Perubahan energi dalam dapat didefinisikan sebagai jumlah seluruh energi molekul sistem dan hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir (Rahmi, 2016).

### e) Gas Ideal

Hukum-hukum gas yang pernah diungkapkan oleh para ilmuwan terdahulu untuk mengkaji bagaimana suatu variabel tetap terjaga konstan dari pengaruh perubahan satu variabel saja di antaranya: hukum dari Boyle, Charles, dan Gay-Lussac. Hubungan masing-masing hukum gas dengan jumlah tertentu yakni antara tekanan, suhu, dan volume ditunjukkan oleh Persamaan 2.2 (Fitroh, 2018).

$$PV \propto T \quad \dots (2.2)$$

Ketika salah satu variabel diubah maka besaran  $P, V$  atau  $T$  akan berubah. Hubungan ini dapat dilihat pada aktivitas meniup balon. Balon akan semakin besar jika udara tetap dipaksa masuk sehingga dari sini menunjukkan bahwa pada penambahan volume gas di tempat tertutup berbanding lurus dengan massa gas sehingga dapat dirumuskan seperti Persamaan 2.3 (Giancoli, 2001).

$$PV \propto mT \quad \dots (2.3)$$

Suatu sampel zat murni mempunyai jumlah mol yang dinyatakan sebagai gram/mol dengan membagi massa dengan massa molekul. Secara matematis dirumuskan seperti Persamaan 2.4.

$$n \text{ (mol)} = \frac{\text{massa (gram)}}{\text{massa molekul (g/mol)}} \quad \dots (2.4)$$

sehingga persamaan gas ideal dapat dituliskan menjadi Persamaan 2.5.

$$PV = nRT \quad \dots (2.5)$$

$P$ ,  $V$ ,  $n$ , dan  $T$  disebut dengan peubah-peubah makroskopik, salah satu contoh peubah dalam termodinamika (Sulistiati, 2010).  $R$  adalah konstanta gas dengan nilai sebesar  $R = 8,315 \text{ J/mol.K}$ . Banyaknya molekul dalam per satu mol dipahami sebagai bilangan Avogadro ( $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ ). Hukum gas ideal dapat dikaitkan dengan jumlah molekul dalam persamaan  $N = n \times N_A$  sehingga persamaan gas ideal dapat dinyatakan seperti Persamaan 2.6 (Giancoli, 2001).

$$PV = nRT = \frac{N}{N_A}RT$$

$$PV = NkT \quad \dots (2.6)$$

Keterangan:

$P$  = tekanan gas

$V$  = volume gas

$N$  = jumlah total molekul

$R$  = konstanta gas ( $R = 8,315 \text{ J/mol K}$ )

$k$  = konstanta Boltzman ( $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ )

## f) Hukum 1 Termodinamika

Hukum I Termodinamika merupakan hukum yang menjelaskan tentang kekekalan energi. Namun, pembahasannya lebih luas dari hukum kekekalan energi mekanik. Selain membahas perubahan energi dalam sistem, dalam Hukum I Termodinamika juga membahas perpindahan energi berupa kalor dan usaha (Serway, 2010).

Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa: "jumlah kalor yang ditambahkan pada suatu sistem sama dengan perubahan energi dalam sistem ditambah usaha yang dilakukan oleh sistem." Oleh karena itu, jumlah seluruh energi akan tetap sama, walaupun energi diubah kedalam bentuk energi lain. Hal itu berarti total kuantitas energi di alam semesta adalah tetap (konservasi massa). Secara matematis, dirumuskan seperti Persamaan 2.7.

$$\Delta U = Q - W \quad \dots (2.7)$$

Keterangan:

Q = kalor yang ditambahkan ke sistem (Joule)

$\Delta U$  = perubahan energi internal =  $U_2 - U_1$  (Joule)

W = usaha luar yang dilakukan ke sistem (joule)

Konvensi tanda Q dan W pada Persamaan 2.7 perlu diperhatikan. Apabila kerja dilakukan oleh

sistem maka  $W > 0$  (usaha bernilai positif), sedangkan jika kerja dilakukan kepada sistem maka  $W < 0$  (usaha bernilai negatif) (Giancoli, 2001). Energi dalam akan bertambah jika kerja dilakukan oleh sistem karena  $W$  positif, kemudian  $\Delta U$  akan berkurang jika kerja dilakukan kepada sistem karena  $W$  negatif. Begitu juga dengan  $Q$ , jika kalor ditambahkan kepada sistem maka  $Q$  positif, sedangkan jika kalor keluar dari sistem maka  $Q$  negatif.

Hukum I Termodinamika ketika diterapkan pada proses termodinamika mengalami beberapa perubahan. Perubahan tersebut menjadi ciri tersendiri untuk masing-masing proses termodinamika. Proses termodinamika dipresentasikan sebagai perubahan pada satu atau lebih dari variabel termodinamika pada sistem. Proses termodinamika disajikan dalam diagram PV. Setiap kurva mempresentasikan keadaan kesetimbangan pada sistem.

Proses termodinamika yang berlangsung tanpa melanggar hukum fisika atau dapat berjalan mundur disebut proses reversibel. Misalnya, es batu diletakkan di atas meja dalam ruangan hangat maka akan meleleh. Lelehan es batu tidak dapat menjadi

es batu apabila tetap berada di atas meja dalam ruangan hangat (Castellan, 1983)

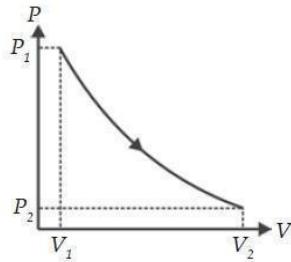
Hukum I Termodinamika dapat diterapkan dalam menghitung nilai suatu kerja, seperti 1) kerja pada proses temperatur yang tidak berubah. Misalnya, silinder yang berisi gas ideal dengan piston yang dapat digerakkan (*movable piston*). Kerja yang dilakukan dalam menggerakkan piston akan setara dengan  $W = \int_{V_1}^{V_2} P dV$ . 2) Kerja kompresi dan ekspansi. Pada saat kompresi, sistem dikenai kerja sehingga kerja bernilai negatif setara dengan  $W = - \int_{V_1}^{V_2} P dV$  sedangkan saat ekspansi, sistem melakukan kerja sehingga kerja bernilai positif setara dengan  $W = \int_{V_1}^{V_2} P dV$ .

Ada beberapa proses termodinamika pada berbagai keadaan, seperti isotermik, isobarik, isokhorik dan adiabatik.

### 1) Proses Isotermik

Gas ideal yang mengalami proses isotermik seperti Gambar 2.6 memiliki nilai  $\Delta U = 0$  dan  $Q = W$  karena dalam proses ini suhu dijaga agar tetap konstan akibatnya energi dalam juga bernilai konstan.





Gambar 2.6 Grafik Proses Isotermik

Sumber: <http://fisikazone.com/proses-termodinamika/>

Oleh karena itu, semua energi yang ditransfer ke dalam sistem sebagai kalor ( $Q$ ) harus keluar sebagai kerja/usaha ( $W$ ). Kerja proses isotermik pada gas ideal  $PV = nRT$  setara dengan persamaan 2.8.

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \dots (2.8)$$

Keterangan:

$V_2$  = volume akhir

$V_1$  = volume awal.

Hukum gas ideal  $PV = nRT$  tidak dapat menerangkan suatu sistem apabila keadaannya tidak berada pada kesetimbangan termal (Castellan, 1983).

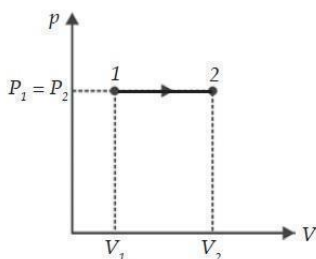
## 2) Proses Isobarik

Besar volume  $v_1$  dan  $v_2$  dan kuantitas  $\Delta U$ ,  $Q$ , dan  $W$  pada proses isobarik tidak bernilai nol karena dalam proses ini tekanan dijaga agar tetap konstan, kalor tidak bernilai nol. Secara matematis, dapat dirumuskan seperti Persamaan 2.9.

$$W = P(\Delta V)$$

$$W = P(V_2 - V_1) \quad \dots (2.9)$$

Proses isobarik tekanan yang tetap berarti  $P_2 = P_1$ . Misalnya yaitu pada air mendidih dengan tekanan yang konstan. Proses isobarik ditunjukkan oleh Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Grafik Proses Isobarik

Sumber: <http://fisikazone.com/proses-termodinamika/>

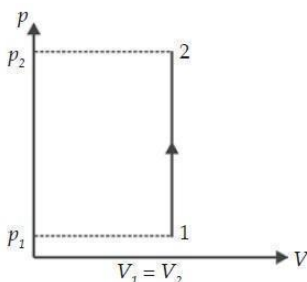
## 3) Proses Isokhorik

Volume pada proses isokhorik dijaga agar tetap konstan. Hal itu menyebabkan tidak ada kerja yang dilakukan oleh suatu sistem terhadap

lingkungannya sehingga  $W=0$  dan persamaan energi dalam menjadi seperti Persamaan 2.10.

$$(U_2 - U_1) = \Delta U = Q \quad \dots (2.10)$$

Proses isokhorik menyebabkan terjadinya perubahan volume  $v_1$  dan  $v_2$  sehingga grafik diagram  $P - V$  menjadi seperti Gambar 2.8 (Jewett, 2010).



Gambar 2.8 Grafik Proses Isokhorik

Sumber: <http://fisikazone.com/proses-termodinamika/>

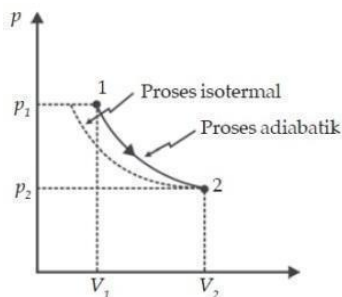
#### 4) Proses Adiabatik

Kalor pada proses adiabatik dicegah untuk mengalir sehingga tidak ada transfer kalor antara lingkungan dan sistem ( $Q=0$ ). Perubahan energi dalam pada proses adiabatik ditunjukkan oleh Persamaan 2.11.

$$\Delta U = -W \quad \dots (2.11)$$

$W$  bernilai positif dan jika sistem mengalami ekspansi atau sistem melakukan

kerja terhadap lingkungannya ( $\Delta U$  berkurang dan bernilai negatif), sedangkan  $W$  bernilai negatif jika sistem dikenai kerja oleh lingkungannya ( $\Delta U$  meningkat). Proses adiabatik dalam diagram PV disajikan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Grafik Proses Adiabatik

Sumber: <http://fisikazone.com/proses-termodinamika/>

Persamaan keadaan adiabatik bernilai  $PV^\gamma = C$  (konstan) dan proses ekspansi adiabatik gas mengikuti Persamaan 2.12.

$$PV^\gamma = P_1V_1^\gamma$$

$$P = \frac{P_1V_1^\gamma}{V^\gamma} \quad \dots (2.12)$$

Usaha suatu sistem dengan tekanan dan volume akhir masing-masing  $P_2$  dan  $V_2$  setelah proses adiabatik berlangsung dari tekanan dan volume awal masing-masing  $P_1$  dan  $V_1$  dapat dinyatakan seperti Persamaan 2.13.

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P \, dv = \int_{V_1}^{V_2} \frac{P_1 V_1^\gamma}{V^\gamma} \, dv = P_1 V_1^\gamma \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V^\gamma} \, dv$$

$$W = P_1 V_1^\gamma \left[ \frac{V^{-\gamma+1}}{-\gamma+1} \right]_{V_1}^{V_2}$$

$$W = \frac{P_1 V_1^\gamma}{1-\gamma} [V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma}]$$

$$W = \frac{P_1 V_1^\gamma V_2^{1-\gamma} - P_1 V_1^\gamma V_1^{1-\gamma}}{1-\gamma}$$

karena  $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$

$$W = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1-\gamma} \quad \dots (2.13)$$

Besar nilai  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  dan konstanta  $\gamma$

merupakan perbandingan kapasitas kalor molar gas pada volume dan tekanan konstan (Handayani, 2018).

### g) Hukum II Termodinamika

Rudolf Clausius merumuskan hukum termodinamika kedua yang berbunyi: “kalor mengalir secara alami dari benda yang panas ke benda yang dingin; kalor tidak akan mengalir secara spontan dari benda dingin ke benda panas” (Giancoli, 2001:526). Hal ini terjadi karena sistem mendapatkan usaha dari lingkungannya. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat diartikan

bahwa mesin pendingin memerlukan kerja untuk mengalirkan kalor agar dapat beroperasi. Kevin Planck juga memberikan pernyataan terkait hukum kedua termodinamika yang berbunyi: “tidak mungkin kalor yang diserap oleh sistem, sepenuhnya dapat diubah menjadi kerja”. Hal itu berarti kalor tidak 100% diubah menjadi kerja, melainkan terdapat kalor yang terbuang (Handayani, 2018).

Para ilmuwan sepakat bahwa hukum termodinamika berkaitan dengan fungsi keadaan yang lain, yang disebut dengan entropi. Entropi merupakan ukuran ketidakteraturan sistem atau ukuran banyaknya energi atau kalor yang tidak dapat diubah menjadi usaha. Besarnya entropi ( $\Delta S$ ) suatu sistem yang mengalami perubahan isotermik dan reversibel sama dengan kalor yang diserap sistem dan lingkungan ( $\Delta Q$ ) dibagi suhu mutlak sistem tersebut ( $T$ ). Secara matematis dapat ditulis seperti persamaan (Sukardjo, 2013).

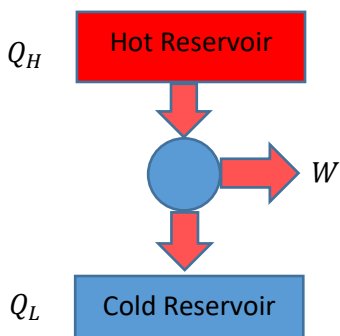
$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} \quad \dots (2.14)$$

Perubahan total entropi pada proses reversibel  $\Delta S = 0$  baik bagi sistem maupun lingkungannya, sedangkan pada proses irreversibel

perubahan entropi semesta  $\Delta S_{semesta} > 0$ . Hal itu disebabkan oleh entropi semesta dalam proses irreversibel selalu meningkat (Castellan, 1983).

#### **h) Mesin Kalor**

Mesin kalor merupakan mesin yang beroperasi dengan mengubah energi termal menjadi kerja. Cara kerja mesin ini yaitu ketika benda bersuhu tinggi masuk kedalam mesin, kalor akan diserap oleh mesin dan diubah menjadi sejumlah usaha sekaligus membuang sejumlah kalor dengan suhu yang lebih rendah dari suhu awal (Rahmi, 2016). Kinerja mesin kalor dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Siklus Mesin Kalor

Efisiensi mesin kalor diartikan sebagai ketepatan mesin dalam merubah kalor yang masuk

dibandingkan dengan kalor yang dibuang. Jika nilai  $Q_H = W + Q_L$ , maka  $W = Q_H - Q_L$  maka efisiensi mesin kalor dapat dirumuskan seperti Persamaan 2.15.

$$\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \quad \dots (2.15)$$

Keterangan:

$\eta$  = efisiensi

$W$  = usaha (J)

$Q_H$  = kalor dengan suhu tinggi (J)

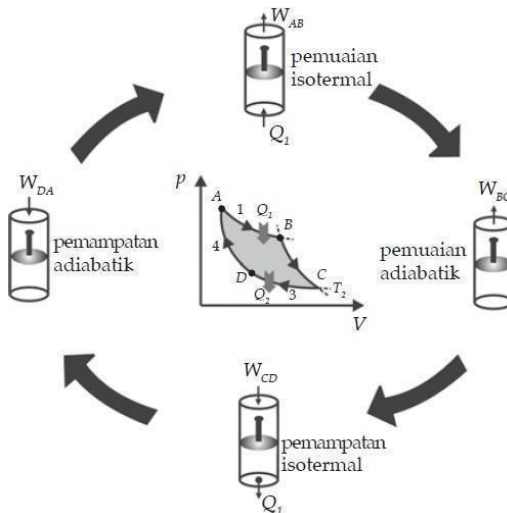
$Q_L$  = kalor dengan suhu rendah (J)

#### **i) Siklus Carnot**

Ilmuwan asal Prancis tahun 1824 memperkenalkan sebuah metode baru untuk menjawab bagaimana efisiensi suatu mesin dapat ditingkatkan. Beliau bernama Sadi Carnot (1796-1832). Mesin ideal yang diperkenalkan bernama mesin Carnot dengan siklus ideal (siklus Carnot). Siklus Carnot terdiri atas proses-proses reversibel berupa dua proses isothermal dan adiabatik. Proses reversibel (berbalik) merupakan suatu proses yang mengembalikan sistem seperti keadaan semula setelah kerja tanpa merubah keadaan-keadaan sistem yang lainnya, sedangkan proses irreversibel sebaliknya tidak dapat balik, seperti proses real



yang dipengaruhi banyak faktor (Handayani, 2018).  
Penjelasan dari siklus Carnot disajikan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Siklus Carnot

Sumber: <http://fisikazone.com/siklus-carnot/bentuk-urutan-siklus-carnot/>

Berikut ini arah siklus Carnot dimulai dari titik a:

- Pada titik a ke b proses ekspansi gas terjadi secara isothermal pada suhu  $T_H$  dengan menyerap kalor sebesar  $Q_H$ .
- Pada titik b ke c proses ekspansi gas terjadi secara adiabatik, tidak terjadi transfer kalor, tetapi suhu turun ke  $T_L$ .

- c. Pada titik c ke d proses pemampatan gas terjadi secara isothermal pada suhu  $T_L$  dengan mengeluarkan kalor sebesar  $Q_L$ .
- d. Pada titik d ke a proses pemampatan gas terjadi secara adiabatik, gas dikenai kerja dan suhu naik  $T_H$ .

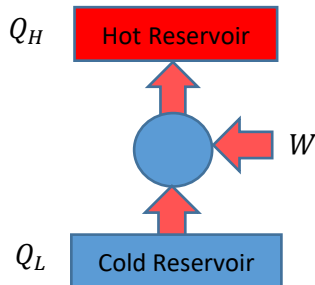
Mesin Carnot ketika telah mencapai satu siklus akan kembali ke keadaan semula (reversibel). Jika kalor dengan suhu tinggi pada mesin Carnot sebanding dengan kalor suhu rendah dapat diganti dengan suhu. Efisiensi mesin Carnot menjadi seperti Persamaan 2.16.

$$\eta_{ideal} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad \dots (2.16)$$

#### a. Mesin Pendingin

Prinsip kerja mesin pendingin berlawanan dengan mesin kalor. Mesin pendingin menghasilkan energi dengan menerima energi dari reservoir yang dingin. Tujuan mesin pendingin adalah menyerap panas dari ruang refrigerasi dan menjaganya agar tetap dingin. Contohnya dalam kehidupan sehari-hari yaitu lemari es dan penyejuk udara.

Siklus perpindahan kalor dalam mesin pendingin dan pompa kalor dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Siklus Mesin Pendingin dan Pompa Kalor

*Coefficient of performance (COP)* merupakan istilah efisiensi pada refrigerator dinotasikan dengan  $COP_R$  seperti Persamaan 2.17.

$$COP_R = \frac{\text{Output yang diinginkan}}{\text{Input yang diperlukan}} = \frac{Q_L}{W}$$

$$COP_R = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1} \quad \dots (2.17)$$

$COP$  pada mesin pendingin dapat bernilai  $> 1$ , karena jumlah kalor yang diserap dari reservoir dingin lebih besar dibandingkan jumlah kerja yang dilakukan kepada sistem (Ansyah, 2018).

## b. Pompa Kalor

Prinsip kerja pompa kalor sama seperti mesin pendingin namun berlawanan dengan prinsip kerja mesin kalor. Pompa kalor menghasilkan energi dengan menerima energi dari reservoir yang dingin. Tujuan pompa kalor adalah untuk memanaskan dengan memberikan kalor sebesar  $Q_H$  sehingga dapat menjaga suhu ruangan tetap tinggi dan bukan untuk mendinginkan dengan membuang  $Q_L$ . Oleh karena itu,  $COP$  pompa kalor didefinisikan dengan  $COP_{HP}$  (*Heat Pumps*).

Skema perpindahan kalor pada pompa kalor dapat dilihat pada Gambar 2.12. Meskipun memiliki kesamaan mengubah kalor dari reservoir dingin, output mesin pendingin berbeda dengan pompa kalor. Output mesin pendingin berupa kalor bersuhu rendah, sedangkan output pompa kalor berupa kalor bersuhu tinggi  $Q_H$  sehingga nilai  $COP_{HP}$  mesin pompa menjadi seperti Persamaan 2.18 (Ansyah, 2018).

$$COP_{HP} = \frac{\text{Output yang diinginkan}}{\text{Input yang diperlukan}} = \frac{Q_H}{W}$$

$$COP_{HP} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{1 - \frac{Q_L}{Q_H}} \quad \dots (2.18)$$

## B. Kajian Pustaka

Penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian pengembangan tes diagnostik untuk mengungkap miskonsepsi di antaranya: pertama, penelitian pengembangan yang dilakukan oleh Fariyani *et al.*, (2015) berkaitan dengan instrumen 4 TMC. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan tes diagnostik empat tingkat pada pokok bahasan Optik Geometri untuk mengidentifikasi profil miskonsepsi siswa. Instrumen yang dikembangkan pada penelitian ini dinyatakan reliabel dan valid dan temuan miskonsepsi terbanyak dialami siswa kelas XI terdapat pada konsep pemantulan baur sebanyak 82 temuan, sedangkan miskonsepsi paling rendah ditemukan pada konsep bayangan lup. Hasil penelitian ini digunakan sebagai referensi dalam mengembangkan instrumen tes diagnostik empat tingkat. Namun, pokok bahasan yang menjadi kajian berbeda. Penelitian Fariyani *et al.*, (2015) materi Optik Geometri dipilih menjadi bahan kajian, sedangkan kajian dalam penelitian ini menggunakan materi Termodinamika.

Penelitian Prawira (2018) tentang analisis miskonsepsi mahasiswa calon guru fisika menunjukkan bahwa masih terjadi miskonsepsi pada mahasiswa prodi

pendidikan fisika UIN Walisongo Semarang menggunakan instrumen tes diagnostik tiga tingkat. Hal itu dapat membahayakan dan berakibat fatal bagi peserta didik yang diajar ketika mahasiswa calon guru fisika tersebut melaksanakan praktik mengajar atau kelak menjadi guru di suatu sekolah. Penelitian ini berhasil mengungkap penyebab miskonsepsi mahasiswa yaitu disebabkan karena pemikiran asosiatif, alasan yang kurang/salah, dan intuisi yang salah. Penelitian ini mempunyai kesamaan pada responden yang dituju yakni mahasiswa calon guru fisika, tetapi jenis tes diagnostik yang digunakan berbeda. Penelitian tersebut menggunakan 3 TMC sedangkan penelitian ini menggunakan jenis 4 TMC.

Hasil studi kasus yang dilakukan oleh Gonen (2014) terhadap mahasiswa calon guru fisika Fakultas Pendidikan Universitas Dokuz Eylul, Turki disebutkan bahwa opini mahasiswa calon guru fisika terhadap materi termodinamika masih banyak yang salah konsep terutama sub materi hukum pertama termodinamika pada proses adiabatik. Interpretasi hasil wawancara menunjukkan mahasiswa calon guru fisika salah konsep dalam menerapkan hukum pertama termodinamika dengan membuat penjelasan yang tidak fungsional (Gonen, 2014). Kesamaan penelitian Gonen (2014) dengan penelitian ini yaitu subjek penelitian yang dituju yakni mahasiswa calon

guru fisika, tetapi metode yang pakai berbeda. Penelitian tersebut menggunakan metode observasi dan wawancara sedangkan metode tes diagnostik 4 TMC dan wawancara merupakan metode yang digunakan pada penelitian ini.

Penelitian Perwitasari (2015) tentang pengembangan tes diagnostik untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman konsep termodinamika yang dimiliki siswa. Instrumen tes diagnostik menggunakan media elektronik berupa web yang dikembangkan pada penelitian ini sudah memenuhi aspek kelayakan, seperti aspek isi, konstruk, sampai komunikasi visual yang dinyatakan layak oleh BNSP. Pemahaman konsep yang ditemukan yakni paling banyak siswa sudah paham akan konsep implementasi kalor di kehidupan sehari-hari dengan persentase 80,68% dan siswa kurang menguasai konsep hubungan kalor dengan massa, kalor jenis, dan suhu benda. Penggunaan instrumen tes diagnostik berbasis web pada penelitian tersebut merupakan kesamaan dengan penelitian ini. Perbedaannya subjek penelitian tersebut berupa siswa SMA kelas MIA X, sedangkan dalam penelitian ini mahasiswa menjadi subjek penelitiannya.

Penelitian Fitroh (2018) yang bertujuan untuk mengukur variabel tingkat pemahaman mahasiswa Pendidikan Fisika UIN Walisongo pada materi

termodinamika dengan instrumen APOS menunjukkan bahwa rata-rata tingkat pemahaman mahasiswa terbilang kurang. Terdapat mahasiswa dengan pemahaman kurang sebanyak 56,9%, mahasiswa dengan tingkat pemahaman baik 32,76%, dan mahasiswa dengan tingkat pemahaman maksimal 10,34%. Hal itu disebabkan mahasiswa fisika hanya mempelajari dan menghafal rumus secara prosedural sehingga mahasiswa kesulitan dan kurang termotivasi menyelesaikan suatu soal ketika mengerjakan soal yang sulit. Selain itu, lebih mudah mengingat rumus dibandingkan memahami suatu konsep. Penelitian yang dilakukan oleh Fitroh (2018) memiliki kesamaan dengan penelitian ini yakni dalam bagian subjek dan pokok bahasan penelitian berupa materi Termodinamika untuk mahasiswa. Perbedaannya dengan penelitian ini yakni terdapat pada instrumen yang digunakan dan variabel yang diukur dimana penelitian tersebut menggunakan instrumen berbasis APOS dengan variabel tingkat pemahaman mahasiswa, sedangkan instrumen 4 TMC pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa.

Penelitian pengembangan tes diagnostik dengan media elektronik berupa web pada materi Fluida Statis terhadap konsep fisika siswa SMA yang dilakukan oleh Salma (2015) juga merupakan penelitian yang relevan



dengan penelitian ini. Hasil penelitian pengembangan menggunakan model 4D menunjukkan bahwa instrumen tes layak digunakan setelah diuji oleh pakar instrumen, pakar media, dan siswa. Selain itu, instrumen ini berhasil mengungkap miskonsepsi siswa berupa kesulitan memahami suatu formulasi yang mengandung makna sebanding atau berbanding terbalik dan siswa juga menganggap tekanan hidrostatik dapat dipengaruhi oleh luas penampang, bentuk bejana dan banyaknya zat cair. Kesamaan dengan penelitian ini yakni instrumen tes diagnostik berbasis elektronik yakni web dan tujuan tes untuk mengungkap miskonsepsi yang dialami siswa. Perbedaan jika penelitian Salma (2015) menggunakan tes diagnostik dua tingkat dengan pokok bahasan Fluida Statis, penelitian ini menggunakan tes diagnostik empat tingkat dengan pokok bahasan Termodinamika.

Penelitian yang dilakukan oleh Handayani (2018) juga masih relevan tentang identifikasi miskonsepsi siswa pada materi Termodinamika di SMA Bondowoso dengan instrumen 4 TMC. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ditemukan miskonsepsi siswa SMA di Bondowoso terbilang rendah dengan rata-rata sebesar 28,04%. Instrumen 4 TMC dan pokok bahasan Termodinamika menjadi kesamaan tersebut. Perbedaannya, subjek

penelitian tersebut berupa siswa SMAN 1, sedangkan dalam penelitian ini subjek penelitian berupa mahasiswa.

Penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi (2016) tentang identifikasi karakteristik konsep termodinamika menggunakan instrumen tes berbentuk pilihan ganda terhadap mahasiswa Universitas Kanjuruhan Malang di lingkup jurusan pendidikan fisika juga menjadi rujukan penelitian ini. Instrumen tes diagnostik pada penelitian Pratiwi (2016) dikatakan layak digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik konsepsi fisika mahasiswa. Temuan miskonsepsi pada mahasiswa pendidikan fisika masih tergolong tinggi dengan persentase sebanyak 70,32%, sedangkan hanya ada 20,69% mahasiswa yang memahami konsep dengan baik. Kesamaan penelitian Pratiwi (2016) dengan penelitian ini terletak pada subjek dan konsep pokok bahasan yakni mahasiswa dan materi termodinamika. Jenis instrumen tes menjadi pembeda, jika penelitian Pratiwi (2016) menggunakan tes pilihan ganda distraktor maka penelitian ini menggunakan instrumen tes diagnostik berbasis web.

### **C. Kerangka Berpikir**

Kegiatan diagnostik pada dasarnya bertujuan untuk mengidentifikasi pemahaman konsep mahasiswa calon guru fisika. Penelitian ini diawali dengan kegiatan observasi awal yang dilakukan di UIN Walisongo

Semarang. Berdasarkan hasil observasi, diketahui intensitas dosen mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa calon guru fisika yang masih sangat jarang dibuktikan dengan rendahnya intensitas dosen membuat instrumen tes yang secara spesifik bertujuan mengukur tingkat miskonsepsi mahasiswa pada mata kuliah Termodinamika sehingga jika terdapat mahasiswa yang mengalami miskonsepsi kurang diperhatikan. Hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Termodinamika diketahui dengan melihat nilai UAS Termodinamika. Ujian tersebut dilakukan secara tertulis menggunakan tes jenis uraian tanpa wawancara klinis. Terdapat beberapa soal dengan konsep dasar yang masih keliru dijawab oleh mahasiswa, seperti sifat-sifat termodinamika, Hukum II Termodinamika, dan Siklus Carnot. Diagnosis awal terhadap indikator atau konsep mana saja yang belum dikuasai oleh mahasiswa menjadi perlu dilakukan. Hasil diagnosis tersebut, nantinya dapat digunakan sebagai informasi tambahan untuk dosen dalam menindaklanjuti kebijakan akademik yang tepat bagi mahasiswa.

Narasumber (dosen pengampu mata kuliah termodinamika) menuturkan bahwa terdapat 13 mahasiswa pendidikan fisika UIN Walisongo yang masih salah konsep ketika menjawab soal ujian materi Termodinamika ketika menjawab soal ujian materi

termodinamika berupa soal konseptual yang terbilang masih sangat dasar atau sederhana, seperti pertanyaan terkait sifat termodinamika. Seharusnya jawaban yang diharapkan adalah sifat ekstensif dan intensif termodinamika bukan sistem-sistem termodinamika, seperti sistem tertutup, sistem terbuka dan sistem terisolasi. Selain itu, tidak sedikit mahasiswa yang keliru dalam menjawab soal terkait siklus Carnot lebih tepatnya konsep yang tertukar dalam rumus efisiensi mesin Carnot  $\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$  antara  $Q_L$  dan  $Q_H$ . Hal yang serupa terjadi pada persamaan efisiensi mesin pendingin atau refrigerator  $COP_R = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$ . Berdasarkan hasil wawancara pra-riset dengan dosen pengampu mata kuliah Termodinamika UIN Walisongo Semarang menyebutkan bahwa informasi pemahaman konsep mahasiswa hanya berdasarkan dari tugas dan ujian. Kesulitan dan miskonsepsi masih ditemui mahasiswa saat mengerjakan soal ujian.

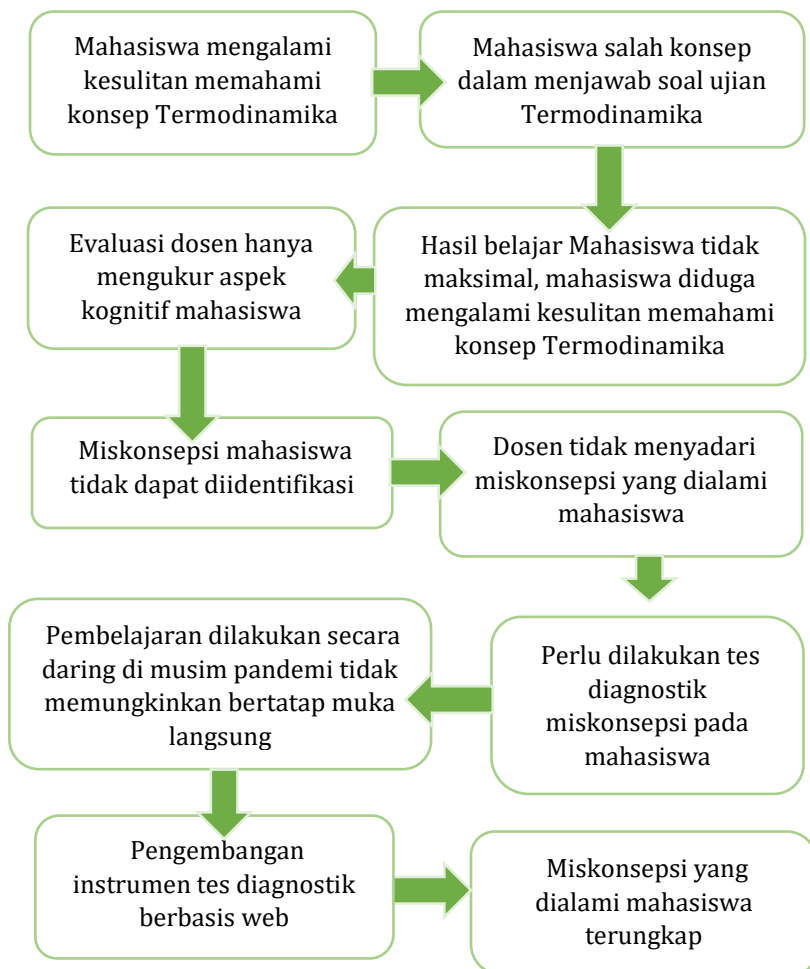
Ada beberapa materi yang bersifat dasar lainnya, seperti materi sifat-sifat termodinamika, mesin Carnot, Hukum I Termodinamika dan Hukum II Termodinamika. Oleh karena itu, perlu diberikan tes diagnostik pada materi termodinamika untuk mengidentifikasi

miskonsepsi mahasiswa sehingga temuan miskonsepsi dapat digunakan sebagai rujukan bagi dosen untuk melaksanakan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa dan sebagai langkah untuk menindaklanjuti miskonsepsi yang dialami mahasiswa.

Sejak virus corona mulai menyebar hingga ke Indonesia, pemerintah membuat beberapa kebijakan untuk meminimalisir penyebaran Covid-19 dan harus dipatuhi oleh seluruh lapisan masyarakat. Kebijakan yang dikeluarkan di antaranya yaitu menjaga jarak (*physical distancing*), menghindari kerumunan, serta bekerja dan belajar dari rumah termasuk sektor pendidikan. Pemerintah menghimbau pembelajaran pada musim pandemi Covid-19 ini dilakukan secara daring (*online*).

Pembelajaran sekaligus penilaian terhadap peserta didik perlu dikembangkan dengan menggunakan aplikasi pembelajaran jarak jauh, seperti pembelajaran berbasis aplikasi dan web (*Google Classroom, Google Meet, Zoom Meeting* dan lain sebagainya). Adanya tes e-diagnostik memungkinkan penelitian miskonsepsi masih dapat dilakukan meskipun tanpa tatap muka secara langsung dengan peserta didik. Selain lebih praktis dan ramah lingkungan, tes e-diagnostik juga menjadi alternatif yang tepat di musim pandemi Covid-19. Berdasarkan

permasalahan tersebut, penelitian dirancang seperti kerangka berpikir pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Skema Kerangka Berpikir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

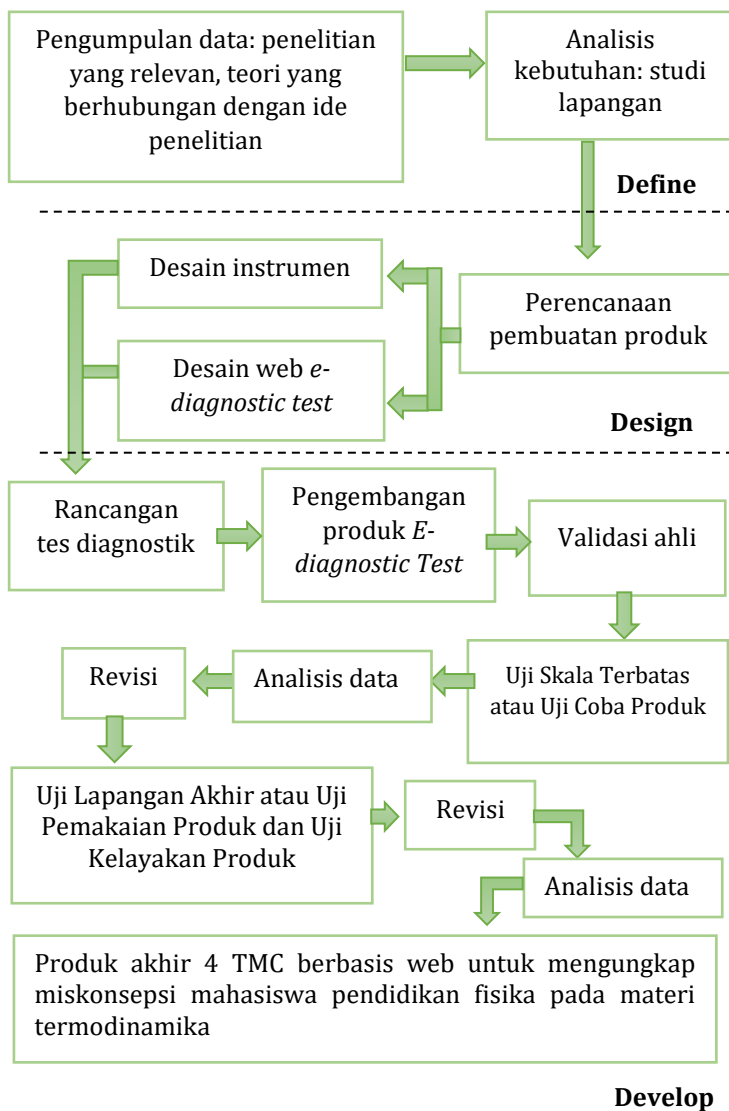
#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan atau *R&D (Research and Development)*. Tujuan akhir penelitian *R&D* adalah menciptakan suatu produk tertentu (Perwitasari, 2015). Penelitian ini berfokus mengembangkan instrumen tes e-diagnostik berbasis web untuk mengidentifikasi miskonsepsi pada mahasiswa calon guru fisika. Instrumen yang dikembangkan berdasarkan kurikulum yang berlaku pada materi Termodinamika.

#### **B. Prosedur Penelitian**

Model penelitian *R&D* yang dipakai adalah model 4-D. Model ini dipilih dengan merujuk dari penelitian Salma (2015) tentang pengembangan *E-Diagnostic test*. Terdapat empat tahap utama dalam melakukan model penelitian dan pengembangan 4-D menurut Thiagarajan (Sugiyono, 2017), yaitu: (1) *Define* (Pendefinisian), (2) *Design* (Perancangan), (3) *Develop* (Pengembangan), dan (4) *Disseminate* (Penyebaran). Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini dibatasi menyesuaikan dengan tujuan penelitian yakni sampai tahap *develop* saja. Alur

prosedur pengembangan instrumen tes e-diagnostik dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema Prosedur Penelitian



## 1. Tahap *Define*

Studi kepustakaan dilakukan pada tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi-informasi yang dibutuhkan. Informasi dikumpulkan dengan studi pustaka, dokumen, & literatur, dan studi lapangan. Studi Pustaka mengkaji teori dan menggunakan penelitian yang relevan sebagai referensi, sedangkan studi lapangan dilakukan dengan mencari informasi pendukung seperti intensitas dosen memberikan evaluasi tes diagnostik untuk mengetahui kelemahan mahasiswa dan hasil belajar mahasiswa pada materi termodinamika, serta permasalahan yang membuat mahasiswa kesulitan dalam memahami konsep termodinamika.

Analisis kebutuhan juga dilakukan dengan mewawancarai mahasiswa dan dosen pengampu mata kuliah termodinamika. Hal itu bertujuan untuk memperkaya informasi terkait konsep termodinamika yang masih cenderung terjadi kesulitan, kekeliruan dan miskonsepsi.

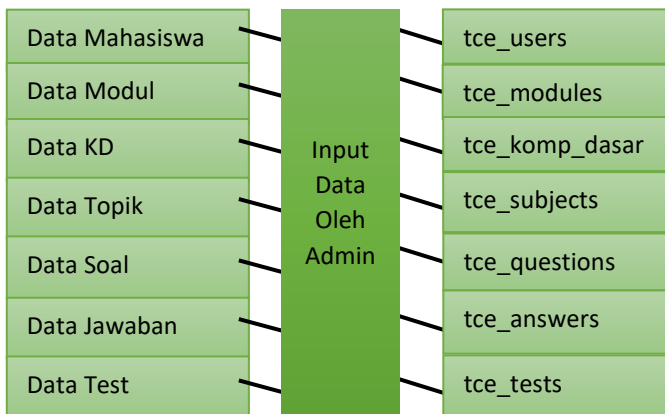
## 2. Tahap *Design*

Tahap *design* merupakan tahap lanjutan setelah melalui tahap *define*. Pada tahap ini kisi-kisi soal mulai dirancang. Selanjutnya, perancangan butir soal

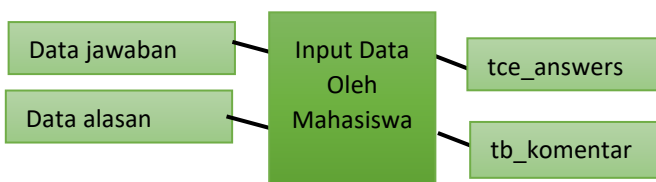
mulai dari jenis soal sampai jumlah soal yang akan digunakan.

Karakteristik instrumen 4 TMC pada tahap ini mulai dirancang menggunakan rujukan dari hasil studi literatur dan lapangan yang sudah dilakukan sebelumnya. Sebelum desain web menggunakan bahasa pemrograman PHP dibuat, struktur database *MySQL* pada 4 TMC dibuat terlebih dahulu. Database merupakan istilah untuk sekelompok data yang saling berkaitan satu sama lain dan dapat tersusun dari satu tabel atau lebih. Tabel-tabel yang ada di database berfungsi untuk menyimpan data sebagai sumber pengolahan data. Oleh karena itu, agar mempermudah akses data diperlukan pengolahan data yang baik.

Metode penyimpanan data pada *e-diagnostic test* menggunakan database dengan 9 tabel. Terdapat field di setiap tabel. Struktur atau alur input data oleh admin dapat dilihat pada Gambar 3.2 sedangkan alur input data oleh mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2. Proses Input Data oleh Admin



Gambar 3.3 Proses Input Data oleh Mahasiswa

Rancangan antarmuka (*interface*) dibuat setelah struktur database sistem selesai. Hal ini bertujuan untuk menyederhanakan interaksi antara pengguna dan sistem lebih mudah. Namun, terdapat pembatasan wewenang masing-masing akun yang mana setelah melakukan login *Interface* antara pengguna dan admin dibedakan. Halaman antarmuka untuk admin meliputi: (1) mengatur waktu dimulainya pengerjaan soal, (2) mengelola data baik data soal, indikator, mahasiswa maupun data tes, (3)

memantau data nilai mahasiswa. Sementara itu, halaman antarmuka untuk mahasiswa meliputi: (1) akses tes diagnostik dalam jaringan, (2) melihat hasil tes.

Instrumen angket penelitian yang dikembangkan meliputi: (1) angket kelayakan instrumen 4 TMC oleh ahli media dan ahli materi, (2) angket pedoman wawancara mahasiswa yang terindikasi mengalami miskonsepsi. Hasil tersebut digunakan untuk mengungkap profil miskonsepsi yang dialami mahasiswa.

### **3. Tahap *Develop***

Instrumen-instrumen dan desain awal tes 4 TMC berbasis web yang sebelumnya telah dirancang, dilakukan pengembangan. Tahapan perencanaan pembuatan instrumen 4 TMC materi termodinamika yakni: tujuan pengembangan produk ditetapkan, perencanaan instrumen, desain instrumen, penetapan indikator-indikator dari penjabaran Kompetensi Dasar (KD) yang akan digunakan dan data pendukung yang diperlukan dalam pengembangan instrumen agar kelayakan produk yang telah dikembangkan dapat tercapai. Selanjutnya, hasil yang didapat digunakan untuk pengujian produk.

Pengembangan produk melalui beberapa tahap yakni meliputi: pembuatan kisi-kisi soal tes, penyusunan butir soal, pengulasan soal dan perbaikan soal (Fariyani *et al.*, 2015). Pembuatan kisi-kisi soal merupakan tahap awal pengembangan soal. Kisi-kisi soal dirancang berdasarkan KI dan KD. Format yang digagas oleh Caleon & Subramaniam (2010) diadopsi ke dalam format instrumen soal yang dikembangkan. Format tersebut terdiri atas pertanyaan dengan 4 pilihan jawaban, 6 tingkat keyakinan jawaban, 4 pilihan alasan, 1 buah pilihan alasan terbuka, serta 6 tingkat keyakinan alasan.

Produk yang dikembangkan secara garis besar meliputi: kisi-kisi soal, petunjuk pengerjaan soal, butir soal tes 4 TMC, serta pedoman penskoran. Langkah selanjutnya yaitu membungkus ulang instrumen 4 TMC dengan media elektronik berupa web.

Tahapan pengujian produk meliputi (1) uji ahli, (2) uji skala terbatas (uji coba produk), (3) uji lapangan akhir. Sebelum produk digunakan pada uji skala kecil atau uji coba produk, produk divalidasi terlebih dahulu oleh ahli.

Kelayakan 4 TMC berbasis web sebagai alat diagnosis miskonsepsi mahasiswa pada materi Termodinamika ditentukan dari hasil pengujian ahli oleh ahli evaluasi dan ahli media. Validitas instrumen tes e-diagnostik empat tingkat berdasarkan hasil uji dari ahli desain dan isi dengan standar mencakup: standar konstruksi, materi, dan bahasa. Pakar evaluasi menguji kelayakan instrumen dari aspek kelayakan isi dan konstruk, sedangkan pakar media menguji kelayakan media dari aspek kelayakan rekayasa perangkat dan komunikasi visual. Apabila ditemukan kelemahan pada instrumen tes yang dikembangkan, maka dilakukan perbaikan hingga menyempurnakan desain ulang. Perbaikan instrumen 4 TMC dilakukan berulang jika pakar belum menyatakan instrumen layak digunakan. Setelah instrumen 4 TMC dinyatakan layak digunakan, maka uji skala terbatas dapat dilakukan.

Hasil uji skala terbatas dapat mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap tes e-diagnostik sebagai masukan untuk menyempurnakan produk dan dapat menunjukkan baik atau tidaknya instrumen tes e-diagnostik. Apabila hasil uji skala kecil menyatakan bahwa instrumen tes diagnostik masuk kategori sangat baik (SB), baik (B), atau cukup

baik (CB), maka produk dapat digunakan pada uji skala besar. Namun, jika produk masuk kategori kurang baik (KB) atau tidak baik (TD), maka produk perlu direvisi sebelum dilakukan uji skala besar (Khariroh, 2017).

Mahasiswa diminta mengerjakan soal tes diagnostik empat tingkat dan mengisi angket respons pada uji lapangan akhir atau uji pemakaian produk. Hal ini bertujuan untuk menunjang deskripsi hasil akhir produk dari tanggapan mahasiswa terhadap instrumen yang telah diujikan pada uji skala besar. Karakteristik butir soal dianalisis berdasarkan hasil uji skala kecil. Karakteristik butir soal 4TMC yang telah dikembangkan meliputi validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan taraf kesukaran soal.

### **C. Populasi dan Sampel**

Populasi yang dituju dalam penelitian ini yaitu mahasiswa pendidikan fisika UIN Walisongo Semarang. Sampel yang digunakan yaitu 26 mahasiswa pendidikan fisika semester 8 untuk uji skala terbatas dan 50 mahasiswa jurusan pendidikan fisika semester 4, 6, 8 dan semester 10 untuk uji coba skala luas. Mahasiswa jurusan pendidikan fisika dipilih secara *purposive sampling* dengan kriteria telah memperoleh dan mempelajari mata kuliah Termodinamika.

## **D. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini melalui kegiatan tes, wawancara, pengisian angket dan dokumentasi.

### **1. Metode Tes**

Diagnosis miskonsepsi peserta didik terhadap materi termodinamika menggunakan metode tes. Selain itu, dengan metode tes karakteristik soal dapat dianalisis. Karakteristik soal meliputi: validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan taraf kesukaran soal. Berdasarkan hasil metode tes, peserta didik yang mengalami miskonsepsi dilanjutkan diwawancarai untuk mendapatkan diagnosis miskonsepsi lebih dalam.

### **2. Metode Wawancara**

Kegiatan wawancara dilakukan terhadap mahasiswa dan dosen. Wawancara terhadap dosen dilakukan kepada dosen fisika pengampu mata kuliah termodinamika, sedangkan wawancara kepada mahasiswa dilakukan pada mahasiswa jurusan pendidikan fisika yang telah memperoleh dan mempelajari mata kuliah termodinamika.

Wawancara terhadap dosen dilakukan sebelum tahap perencanaan dan pengembangan produk dan dilaksanakan sebanyak dua kali, yakni wawancara



sebelum dan sesudah penelitian. Wawancara sebelum penelitian bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dalam mengembangkan produk dan tingkat pengetahuan dosen terhadap instrumen diagnostik dapat diketahui, sedangkan wawancara setelah penelitian dilakukan untuk mengetahui tanggapan dosen terhadap instrumen yang dikembangkan.

Wawancara terhadap mahasiswa diperlukan ketika ditemukan miskonsepsi dari hasil uji skala besar untuk menguatkan hasil temuan miskonsepsi tersebut. Wawancara secara individu dilakukan terhadap mahasiswa yang terindikasi mengalami miskonsepsi untuk mendeskripsikan profil miskonsepsi yang dialami mahasiswa tersebut. Pedoman wawancara yang dipakai merupakan modifikasi dari pedoman wawancara yang dikembangkan oleh Fariyani *et al.*, (2015).

### **3. Metode Angket**

Uji kelayakan instrumen 4 TMC menggunakan metode tes. Hal ini perlu dilakukan karena angket harus dinyatakan layak terlebih dahulu sebelum digunakan. Pengujian dilakukan dengan metode pendapat ahli atau *judgement expert*. Salah satu

alternatif dalam pengujian validitas angket yaitu berdiskusi dengan dosen pembimbing (Arikunto, 2006).

Jenis metode angket tertutup dipilih dengan mendeskripsikan objek penelitian menjadi lebih sederhana dalam bentuk poin-poin sehingga responden lebih mudah dalam memutuskan jawaban. Angket tersebut berisi pernyataan-pernyataan yang berkaitan dengan aspek fisik sebagai media evaluasi, serta aspek fungsional sebagai butir tes yang dapat mengidentifikasi kelemahan pemahaman konsep. Angket penilaian dan respons mahasiswa yang digunakan adalah angket yang sudah dimodifikasi dari angket hasil pengembangan penelitian Fariyani *et al.*, (2015).

Pengisian angket dilakukan setelah uji coba produk skala kecil dan skala besar masing-masing berupa angket penilaian instrumen tes dan angket respons mahasiswa. Pengisian angket penilaian instrumen tes dilakukan setelah uji coba produk skala kecil bertujuan untuk memperoleh penilaian terhadap instrumen tes yang sudah dikembangkan, sedangkan pengisian angket respons mahasiswa dilakukan setelah uji coba produk skala besar yang

bertujuan untuk memperoleh data respons mahasiswa terhadap instrumen tes yang dikembangkan.

#### **4. Metode Dokumentasi**

Metode dokumentasi merupakan metode yang dilakukan dengan tujuan mencari dan melengkapi data pendukung yang relevan dengan sebuah penelitian. Data pelengkap yang dihasilkan dari metode dokumentasi di antaranya: variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen, rapat, agenda dan sebagainya (Arikunto, 2006: 236). Hal itu bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang mahasiswa pendidikan fisika yang menjadi populasi dan sampel penelitian.

#### **E. Teknik Analisis Butir Soal Instrumen 4 TMC**

Analisis butir soal instrumen tes diagnostik empat tingkat meliputi:

##### **1. Uji Validitas Butir Soal**

Validitas menjadi salah satu syarat penting bagi suatu instrumen yang harus terpenuhi. Apabila data variabel yang diteliti dapat diungkap secara tepat, maka instrumen dikatakan valid. Menurut Arikunto (2006: 144), dengan validitas tingkat kebenaran suatu instrumen dapat dibuktikan.

Uji validitas dilakukan oleh dua orang ahli yaitu ahli materi dan ahli valuasi. Ahli materi merupakan dosen ahli materi Termodinamika, sedangkan ahli evaluasi merupakan dosen yang ahli dalam bidang pembuatan instrumen evaluasi. Keduanya merupakan dosen di jurusan Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang.

Validasi oleh ahli materi dan ahli valuasi terdiri atas 19 aspek penilaian. Penilaian mencakup segi materi, konstruksi, dan bahasa. Penilaian dilakukan pada setiap butir soal secara detail untuk memudahkan perbaikan untuk soal yang perlu diperbaiki. Kriteria dan kategori penilaian validasi butir soal oleh ahli materi dan ahli evaluasi disajikan dalam Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

**Tabel 3.1** Kriteria Penilaian Validasi Butir Soal oleh Ahli Materi dan Evaluasi

| No     | Kriteria Penilaian                                | Nomor Soal |   |
|--------|---|------------|---|
|        |   | 1          | 2 |
|        |   | Y          | T |
| Materi |   |            |   |
| 1.     | Soal sesuai dengan Indikator pembelajaran         |            |   |
| 2.     | Soal sesuai dengan materi Termodinamika mahasiswa |            |   |

|                  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|
| 3.               | Soal mempunyai satu jawaban benar  |  |  |
| 4.               | Pengecoh berfungsi   |  |  |
| 5.               | Waktu yang disediakan cukup untuk menyelesaikan soal   |  |  |
| <b>Kontruksi</b> |  |  |  |
| 6.               | Soal jelas terbaca   |  |  |
| 7.               | Jenis huruf, ukuran dan spasi yang digunakan pas/sesuai                                      |  |  |
| 8.               | Pokok soal tidak mengandung pernyataan negatif   |  |  |
| 9.               | Pokok soal dirumuskan dengan jelas   |  |  |
| 10.              | Pokok soal tidak mengarahkan pada jawaban benar  |  |  |
| 11.              | Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan tafsir ganda  |  |  |
| 12.              | Panjang rumusan soal relatif sama  |  |  |
| 13.              | Pilihan jawaban homogen dan logis  |  |  |
| 14.              | Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah" |  |  |
| 15.              | Butir soal tidak bergantung pada jawaban butir soal sebelumnya                               |  |  |
| <b>Bahasa</b>    |  |  |  |
| 16.              | Bahasa yang digunakan komunikatif  |  |  |
| 17.              | Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku                     |  |  |
| 18.              | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat                                     |  |  |

|                                |   |  |  |
|--------------------------------|---|--|--|
| 19.                            | Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik |  |  |
| <b>Jumlah Skor</b>             |   |  |  |
| <b>Nilai Setiap Butir Soal</b> |   |  |  |

Keterangan:

Y = soal sesuai dengan kriteria yang ditentukan

T = soal tidak sesuai dengan kriteria yang ditentukan

- Skor 1 diberikan untuk pilihan Y

- Skor 0 diberikan untuk pilihan T

**Tabel 3.2** Kategori Penilaian Setiap Butir Soal oleh Ahli Materi dan Evaluasi

| Jumlah Skor (J)  | Nilai | Kategori    | Keterangan                                       |
|------------------|-------|-------------|--|
| $14 \leq J < 19$ | A     | Sangat Baik | Butir soal dapat digunakan tanpa revisi          |
| $9 \leq J < 14$  | B     | Baik        | Butir soal dapat digunakan dengan sedikit revisi |
| $4 \leq J < 9$   | C     | Kurang Baik | Butir soal dapat digunakan banyak revisi         |
| $0 \leq J < 4$   | D     | Tidak Baik  | Butir soal tidak dapat digunakan                 |

## 2. Uji Reliabilitas Butir Soal

Instrumen soal dikatakan baik jika mempunyai kualitas valid dan reliabel. Arikunto (2009: 86) menyebutkan bahwa kualitas reliabilitas yang tinggi

dari sebuah tes menunjukkan keajegan (tetap) hasil tes walaupun diujikan kepada responden yang sama dalam waktu yang berbeda. Tingkat reliabilitas dari suatu tes dapat ditentukan dengan rumus *Alpha Cronbach* (Rasit & Estidarsani, 2017) pada Persamaan 3.1.

$$r_i = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_t^2} \right\} \quad \dots (3.1)$$

Keterangan:

$r_i$  = nilai reliabilitas

$k$  = mean kuadrat antara subjek

$\sum \sigma_t^2$  = varians skor tiap soal

$\sigma_t^2$  = *varians skor total*

Hasil uji reliabilitas kemudian dibandingkan dengan rentang nilai *Alpha Cronbach* yang tersaji dalam Tabel 3.3 (Rasit & Estidarsani, 2017).

**Tabel 3.3** Kriteria Reliabilitas Soal

| Koefisien Reliabilitas  | Kriteria      |
|-------------------------|---------------|
| $0,80 \leq r < 1,00$    | Sangat tinggi |
| $0,60 \leq r < 0,80$    | Tinggi        |
| $0,40 \leq r < 0,60$    | Cukup         |
| $0,20 \leq r < 0,40$    | Rendah        |
| $0,00 \leq r \leq 0,20$ | Sangat rendah |

### 3. Uji Tingkat Kesukaran Soal

Tingkat kesulitan dari sebuah soal yang baik dapat dilihat dari variasi soal dan proporsinya, yakni tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sulit. Pada uji tingkat kesukaran soal terdapat indeks kesukaran (*difficulty index*) yang menyatakan sukar atau mudahnya suatu soal. Persamaan 3.2 dapat digunakan untuk mencari tingkat kesukaran suatu soal dengan membagi nilai mean seperti Persamaan 3.3 dengan skor maksimal pada satu soal (Sunarya, 2017).

$$TK = \frac{\text{Mean Skor Responden Pada Satu Soal}}{\text{Skor Maksimal Responden Pada Satu Soal}} \quad \dots (3.2)$$

$$\text{Mean} = \frac{\text{Jumlah Skor Peserta Pada Suatu Soal}}{\text{Jumlah Responden yang Mengikuti Tes}} \quad \dots (3.3)$$

Semakin sedikit mahasiswa menjawab soal dengan benar, semakin sulit soal tersebut. Klasifikasi terkait indeks kesukaran soal ditunjukkan dalam Tabel 3.4 (Arikunto, 2009: 210).

**Tabel 3.4** Kriteria Validitas Soal

| Rentang Indeks Kesukaran | Kriteria |
|--------------------------|----------|
| 0,00 - 0,29              | Sukar    |
| 0,30 - 0,70              | Sedang   |
| 0,71 - 1,00              | Mudah    |



#### 4. Uji tingkat Daya Beda Soal

Suatu butir soal mempunyai kemampuan daya beda (DB) untuk memisahkan peserta didik yang menguasai materi dan belum menguasai materi. Indeks diskriminasi menentukan tingginya angka daya pembeda. Persamaan 3.4 dapat digunakan untuk menghitung nilai daya pembeda suatu soal (Khariroh, 2017).

$$DP = \frac{\text{Mean Kelompok Atas Dan Kelompok Bawah}}{\text{SkorMaksimum Soal}} \dots (3.4)$$

Hasil perhitungan kemudian dikategorikan ke dalam indeks klasifikasi seperti Tabel 3.5.

**Tabel 3.5** Kriteria Daya Beda Soal

| Rentang Daya Beda     | Kriteria                               |
|-----------------------|--|
| $0,00 \leq DB < 0,19$ | Soal tidak dipakai                     |
| $0,20 \leq DB < 0,29$ | Soal diperbaiki                        |
| $0,30 \leq DB < 0,39$ | Soal diterima, tetapi perlu diperbaiki |
| $0,40 \leq DB < 1,00$ | Soal diterima dengan baik              |

#### 5. Uji Keberfungsian Pengecoh

Suatu instrumen tes tersusun atas pertanyaan dan pilihan jawaban. Pada pilihan jawaban, terdapat satu kunci jawaban dan sisanya dibuat sebagai pengecoh. Pengecoh dinyatakan bekerja dengan baik apabila pengecoh yang dipilih dapat berpeluang

untuk tidak dipilih oleh mahasiswa yang menguasai materi dan berpeluang dipilih banyak mahasiswa yang kurang menguasai materi (Burton, 1991).

Ketepatan dan ketelitian mahasiswa dalam memilih jawaban yang benar diuji dengan adanya pengecoh. Jika terdapat minimal sebanyak 5% peserta tes yang memilih suatu pengecoh, pengecoh dapat dinyatakan bekerja dengan baik.

## **F. Teknik Analisis Data**

### **1. Analisis Angket Respons Ahli**

Kelayakan instrumen 4 TMC berbasis web diujikan kepada dua ahli yaitu ahli evaluasi dan ahli media. Respons ahli terhadap instrumen penilaian dianalisis dengan merujuk pada kriteria kelayakan media oleh BSNP yang sudah dimodifikasi (Salma, 2015). Ahli media merupakan akademisi yang menguasai ilmu pemrograman web, sedangkan ahli evaluasi merupakan akademisi yang mahir dalam penyusunan instrumen evaluasi. Ahli media dan evaluasi merupakan dosen aktif di Prodi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang.

Persentase kelayakan instrumen didapat dengan menggunakan Persamaan 3.5 (Perwitasari, 2015).

$$p = \frac{f}{n} \times 100\% \quad \dots (3.5)$$

Keterangan:

P = persentase kelayakan

f = total skor rata-rata

n = total skor maksimal

Penggolongan kriteria kelayakan instrumen 4 TMC berbasis web dapat dilihat dalam Tabel 3.6.

**Tabel 3.6** Kriteria Penilaian Respons Ahli

| Rentang Persentase     | Kriteria    |
|------------------------|-------------|
| 81,25% < skor ≤ 100%   | Sangat baik |
| 62,50% < skor ≤ 81,25% | Baik        |
| 43,75% < skor ≤ 62,50% | Cukup baik  |
| 25,00% < skor ≤ 43,75% | Tidak baik  |

## 2. Analisis Angket Respons Mahasiswa

Uji kelayakan produk oleh mahasiswa selaku responden dengan menggunakan angket respons mahasiswa untuk menilai kelayakan produk baik setelah uji coba skala kecil maupun skala besar. Perhitungan persentase didapat dari Persamaan 3.6 (Suwarna, 2013).

$$p = \frac{f}{n} \times 100\% \quad \dots (3.6)$$

Keterangan:

P = persentase kelayakan 4 TMC

$f$  = total skor rata-rata

$n$  = total skor maksimal

**Tabel 3.7** Kriteria Penilaian Angket Respons Mahasiswa

| Rentang Persentase                   | Kriteria    |
|--------------------------------------|-------------|
| $81,25\% < \text{skor} \leq 100\%$   | Sangat baik |
| $62,50\% < \text{skor} \leq 81,25\%$ | Baik        |
| $43,75\% < \text{skor} \leq 62,50\%$ | Cukup baik  |
| $25,00\% < \text{skor} \leq 43,75\%$ | Tidak baik  |

### 3. Analisis Hasil Uji Instrumen 4 TMC

Data hasil uji instrumen 4 TMC berbasis web yang sudah dilakukan pada uji lapangan akhir. Kombinasi jawaban dalam tes diagnostik empat tingkat sangat mungkin didapatkan. Oleh karena itu, diperlukan pengelompokan jawaban untuk mempermudah dalam menginterpretasikan kategori dan kombinasi jawaban yang didapatkan. Berdasarkan hasil tersebut, mahasiswa dapat dikelompokkan dalam kriteria paham, tidak paham atau miskonsepsi.

Pedoman interpretasi hasil tes diagnostik disajikan pada Tabel 3.8 yang diadaptasi dari penelitian Fariyani *et al.*, 2015):

**Tabel 3.8** Interpretasi Hasil Uji Instrumen 4 TMC

| Kategori    | Tipe Jawaban |                           |        |                          |
|-------------|--------------|---------------------------|--------|--------------------------|
|             | Jawaban      | Tingkat Keyakinan Jawaban | Alasan | Tingkat Keyakinan Alasan |
| Paham       | Benar        | Tinggi                    | Benar  | Tinggi                   |
| Tidak Paham | Benar        | Rendah                    | Benar  | Rendah                   |
| Konsep      | Benar        | Tinggi                    | Benar  | Rendah                   |
|             | Benar        | Rendah                    | Benar  | Tinggi                   |
|             | Benar        | Rendah                    | Salah  | Rendah                   |
|             | Salah        | Rendah                    | Benar  | Rendah                   |
|             | Salah        | Rendah                    | Salah  | Rendah                   |
|             | Benar        | Tinggi                    | Salah  | Rendah                   |
|             | Salah        | Rendah                    | Benar  | Tinggi                   |
| Miskonsepsi | Benar        | Rendah                    | Salah  | Tinggi                   |
|             | Benar        | Tinggi                    | Salah  | Tinggi                   |
|             | Salah        | Tinggi                    | Benar  | Rendah                   |
|             | Salah        | Tinggi                    | Benar  | Tinggi                   |
|             | Salah        | Tinggi                    | Salah  | Rendah                   |
|             | Salah        | Rendah                    | Salah  | Tinggi                   |
|             | Salah        | Tinggi                    | Salah  | Tinggi                   |

Kriteria penskoran yang digunakan yaitu skor 1 apabila jawaban maupun alasan yang dipilih benar dan skor 0 apabila jawaban maupun alasan yang dipilih salah. Sementara itu, untuk kriteria tingkat keyakinan jika yang dipilih skala 4 atau 5 atau 6, maka tingkat keyakinan masuk kriteria tinggi dan jika yang dipilih skala 1 atau 2 atau 3, maka tingkat keyakinan masuk kriteria rendah (Fariyani *et al.*, 2015).

Miskonsepsi dianalisis menggunakan persamaan yang digunakan oleh Caleon & Subramaniam (2010) seperti Persamaan 3.7.

$$CDQ = \frac{CFC - CFW}{St.DeviasiTingkatKeyakinanResponden} \dots (3.7)$$

Keterangan:

$CDQ$  = perbandingan perbedaan tingkat keyakinan mahasiswa.

$CFC$  = rata-rata tingkat keyakinan mahasiswa pada jawaban benar.

$CFW$  = rata-rata tingkat keyakinan mahasiswa pada jawaban salah.

Tingkat keyakinan jawaban dan alasan serta rata-rata tingkat keyakinan secara keseluruhan digunakan untuk menentukan miskonsepsi yang dialami mahasiswa. Besar nilai  $CDQ$  dapat menunjukkan perbedaan mahasiswa yang miskonsepsi dan yang tidak, begitu juga dengan mahasiswa yang memahami materi dengan yang tidak. Jika mahasiswa menjawab dengan sangat yakin namun jawabannya salah dan tingkat keyakinan rendah, maka  $CDQ$  bernilai negatif. Nilai  $CDQ$  negatif berarti mahasiswa mengalami miskonsepsi (Fariyani *et al.*, 2015).

Menurut Suwarna (2013) persentase tingkat miskonsepsi diklasifikasikan dalam beberapa kategori seperti Tabel 3.9.

**Tabel 3.9.** Kategori Tingkat Miskonsepsi

| Persentase | Kriteria |
|------------|----------|
| 61% - 100% | Tinggi   |
| 31% - 60%  | Sedang   |
| 0% - 30%   | Rendah   |

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Deskripsi Prototipe Produk

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu instrumen 4 TMC (*Tier Multiple Choice*) berbasis web atau tes diagnostik empat tingkat berbasis web yang dikembangkan untuk mengidentifikasi dan menganalisis miskonsepsi mahasiswa calon guru fisika. Fokus kajian pada materi Termodinamika. Produk yang dikembangkan berupa kisi-kisi 4 TMC, butir soal tes 4 TMC, petunjuk pengerjaan soal 4 TMC, kunci jawaban soal 4 TMC, pedoman penskoran soal 4 TMC, dan pedoman interpretasi hasil soal 4 TMC. Produk disajikan dalam bentuk *website*.

Desain 4 TMC berbasis web terdiri atas beberapa menu, antara lain: *login* mahasiswa atau *login* guru (admin). Pada *login* mahasiswa, mahasiswa diarahkan menuju deskripsi tentang pengerjaan dan dilanjutkan ke soal-soal yang sudah disiapkan. Skor yang diperoleh mahasiswa akan ditampilkan, setelah soal selesai dikerjakan. Pada *login* guru, guru akan diarahkan ke beberapa pilihan menu, seperti menu beranda, peserta, modul/pelajaran, *test*, rilis token, *reset login* peserta,



analisis butir soal, cetak kartu. Produk yang dikembangkan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Produk dikembangkan dengan tahapan penelitian pengembangan 4D oleh Thiagarajan (Sugiyono, 2017). Produk pada penelitian ini dikembangkan hanya sampai tahap *develop* (pengembangan) karena produk yang dihasilkan sudah dapat digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi pada mahasiswa calon guru fisika.

## **1. Hasil Pengembangan Produk Awal**

### **a. Kisi-kisi Soal 4 TMC Berbasis Web**

Kisi-kisi soal 4 TMC yang dihasilkan memuat komponen capaian pembelajaran, materi pokok, instrumen penilaian, kompetensi kemampuan akhir tiap pertemuan, bahan kajian/materi pembelajaran, indikator, tingkat aspek kognitif, nomor soal, dan jumlah soal. Bahan kajian/materi pembelajaran yang digunakan dalam kisi-kisi berjumlah 6 meliputi; sistem termodinamika, hukum ke nol termodinamika, gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal, hukum pertama termodinamika, hukum kedua termodinamika, dan proses Carnot. Soal yang dikembangkan berjumlah 41 butir soal. Pembuatan kisi-kisi untuk dapat melihat tingkat aspek kognitif pada setiap indikator soal. Kisi-kisi soal 4 TMC dapat dilihat pada Lampiran 2.

b. Kartu Soal 4 TMC Berbasis Web

Kartu soal berisi identitas suatu butir soal. Identitas yang terdapat dalam kartu soal di antaranya: identitas umum (jenjang pendidikan, program studi, mata kuliah, materi pokok, dan jenis soal), capaian kemampuan akhir (KD), bahan kajian (materi), indikator, nomor soal, soal, level kognitif, kunci jawaban dan pembahasan. Selain untuk mempermudah penyusunan soal, kartu soal juga mencerminkan suatu penilaian yang didasarkan pada ukuran pencapaian yang telah disepakati dengan kata lain soal tidak asal dibuat. Kartu soal 4 TMC berbasis web dapat dilihat pada Lampiran 3.

c. Petunjuk Pengerjaan Soal 4 TMC Berbasis Web

Petunjuk pengerjaan soal digunakan untuk memudahkan mahasiswa mengerjakan soal dengan cara yang benar. Terdapat 7 poin tentang cara pengerjaan soal antara lain, tata cara menjawab soal dan waktu pengerjaan soal. Petunjuk pengerjaan soal tersaji pada Lampiran 4.

d. Soal 4 TMC Berbasis Web

Penelitian ini menggunakan soal tes diagnostik empat tingkat berbentuk pilihan ganda. Tingkat pertama terdapat soal dengan empat pilihan jawaban, tingkat ke dua terdapat pilihan

tingkat keyakinan dalam memilih jawaban, tingkat ke tiga terdapat pilihan alasan memilih jawaban dengan satu alasan terbuka, tingkat ke empat terdapat pilihan tingkat keyakinan dalam memilih alasan. Tingkat keyakinan jawaban dan alasan menggunakan enam skala keyakinan meliputi (1) menebak, (2) sangat tidak yakin, (3) tidak yakin, (4) yakin, (5) sangat yakin, dan (6) sangat amat yakin. Soal 4 TMC dapat dilihat pada Lampiran 5.

e. Kunci Jawaban 4 TMC Berbasis Web

Kunci jawaban dibutuhkan untuk mempermudah pengkoreksian jawaban. Kunci jawaban terdiri atas pilihan jawaban dan pilihan alasan yang benar dan disajikan dalam bentuk tabel. Kunci jawaban 4 TMC dapat dilihat pada Lampiran 6.

f. Pedoman Penskoran 4 TMC Berbasis Web

Hasil tes dihitung dengan panduan penskoran. Setiap butir soal memiliki skor 2 untuk pilihan jawaban dan alasan. Skor 1 untuk hasil jawaban dan alasan benar sedangkan skor 0 untuk hasil jawaban dan alasan yang salah. Pedoman penskoran disajikan pada Lampiran 7.

g. Pedoman Interpretasi Hasil Tes 4 TMC Berbasis Web

Pedoman interpretasi dibutuhkan untuk memetakan hasil tes yang beragam. Pedoman interpretasi disajikan dalam bentuk tabel dengan berisi nomor kategori, tipe tanggapan (jawaban, alasan maupun tingkat keyakinan), dan kriteria hasil tes yang digolongkan dalam kriteria miskonsepsi, tidak paham, dan paham.

Skala keyakinan yang dipilih menunjukkan kriteria tinggi rendahnya suatu tingkat keyakinan jawaban dan alasan. Menurut Fariyani *et al.*, (2015), untuk kriteria tingkat keyakinan jika yang dipilih skala 4 atau 5 atau 6, maka termasuk kriteria tinggi dan jika yang dipilih skala 1 atau 2 atau 3, maka termasuk kriteria rendah. Pedoman interpretasi hasil tes 4 TMC Berbasis Web dapat dilihat pada Lampiran 8.

## 2. Validasi Produk

Produk yang dikembangkan perlu dilakukan validasi sebelum digunakan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui layak atau tidaknya produk yang sudah dikembangkan dan baik atau belum suatu produk dapat digunakan sebagai instrumen penelitian.

a. Validasi 4 TMC Berbasis Web oleh Ahli Materi

Instrumen 4 TMC divalidasi oleh dua validator ahli materi dan evaluasi dengan panduan kisi-kisi dan petunjuk pengisian lembar validasi instrumen 4 TMC masing-masing pada Lampiran 9 dan Lampiran 10. Hasil validasi instrumen 4 TMC oleh kedua validator ahli materi disajikan pada Lampiran 11 dan Lampiran 12. Secara garis besar, hasil validasi 4 TMC dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Validasi Soal 4 TMC oleh Ahli Materi dan Evaluasi

| No | Nomor Soal | Ahli Materi |       | Ahli Evaluasi |       |
|----|------------|-------------|-------|---------------|-------|
|    |            | Skor        | Nilai | Skor          | Nilai |
| 1  | 1          | 14          | A     | 17            | A     |
| 2  | 2          | 13          | B     | 19            | A     |
| 3  | 3          | 17          | A     | 19            | A     |
| 4  | 4          | 18          | A     | 19            | A     |
| 5  | 5          | 18          | A     | 19            | A     |
| 6  | 6          | 13          | B     | 13            | B     |
| 7  | 7          | 12          | B     | 16            | A     |
| 8  | 8          | 16          | A     | 19            | A     |
| 9  | 9          | 18          | A     | 19            | A     |
| 10 | 10         | 18          | A     | 19            | A     |
| 11 | 11         | 18          | A     | 19            | A     |
| 12 | 12         | 17          | A     | 19            | A     |
| 13 | 13         | 18          | A     | 19            | A     |
| 14 | 14         | 17          | A     | 13            | B     |
| 15 | 15         | 12          | B     | 19            | A     |

|               |    |        |               |    |        |
|---------------|----|--------|---------------|----|--------|
| 16            | 16 | 13     | B             | 19 | A      |
| 17            | 17 | 18     | A             | 19 | A      |
| 18            | 18 | 16     | A             | 19 | A      |
| 19            | 19 | 19     | A             | 19 | A      |
| 20            | 20 | 15     | A             | 10 | B      |
| 21            | 21 | 18     | A             | 19 | A      |
| 22            | 22 | 15     | A             | 19 | A      |
| 23            | 23 | 18     | A             | 19 | A      |
| 24            | 24 | 18     | A             | 19 | A      |
| 25            | 25 | 18     | A             | 19 | A      |
| 26            | 26 | 12     | A             | 19 | A      |
| 27            | 27 | 12     | A             | 19 | A      |
| 28            | 28 | 18     | A             | 18 | A      |
| 29            | 29 | 14     | A             | 19 | A      |
| 30            | 30 | 15     | A             | 19 | A      |
| 31            | 31 | 13     | B             | 19 | A      |
| 32            | 32 | 18     | A             | 19 | A      |
| 33            | 33 | 18     | A             | 19 | A      |
| 34            | 34 | 18     | A             | 17 | A      |
| 35            | 35 | 18     | A             | 16 | A      |
| 36            | 36 | 13     | B             | 19 | A      |
| 37            | 37 | 18     | A             | 19 | A      |
| 38            | 38 | 18     | A             | 19 | A      |
| 39            | 39 | 13     | B             | 19 | A      |
| 40            | 40 | 13     | B             | 19 | A      |
| 41            | 41 | 18     | A             | 19 | A      |
| Skor Total    |    | 656    | Skor Total    |    | 747    |
| Skor Maksimal |    | 779    | Skor Maksimal |    | 779    |
| Persentase    |    | 84,21% | Persentase    |    | 95,89% |

Soal 4 TMC setelah divalidasi oleh ahli materi sebanyak 32 (78%) butir soal dinyatakan dapat

langsung digunakan tanpa revisi, sedangkan sebanyak 9 (22%) butir soal dapat digunakan dengan sedikit revisi. Ahli evaluasi memberikan penilaian sebanyak 38 (92,68%) butir soal dinyatakan dapat langsung digunakan tanpa revisi, sedangkan sebanyak 3 (7,3%) butir soal dapat digunakan tetapi dengan sedikit revisi.

Rata-rata penilaian yang diberikan oleh ahli sebesar 701,5 dengan persentase 90,05% kategori sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut soal 4 TMC berbasis web sudah dapat digunakan.

Soal digunakan untuk menguji konsep Termodinamika yang dimiliki mahasiswa. Apabila tes berhasil mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa maka konsep apa saja yang keliru dan diyakini oleh mahasiswa dapat diketahui.

b. Validasi 4 TMC Berbasis Web oleh Ahli Media

Instrumen 4 TMC berbasis web juga divalidasi oleh dua validator ahli media. Dua orang ahli tersebut masing-masing merupakan ahli pemrograman web dan ahli rekayasa perangkat lunak. Kisi-kisi dan rubrik validasi oleh ahli media terhadap 4 TMC berbasis web disajikan pada Lampiran 13 dan Lampiran 14. Hasil validasi instrumen 4 TMC oleh ke dua validator ahli media

disajikan pada Lampiran 15 dan Lampiran 16. Secara garis besar, hasil validasi 4 TMC dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Rekapitulasi Hasil Validasi 4 TMC oleh Ahli Media

| No                                       | Aspek Penilaian  | Skor Penilaian |        | Skor Total |
|--|--|----------------|--------|------------|
|  |  | Ahli 1         | Ahli 2 |            |
| <b>A. Aspek Rekayasa Perangkat Lunak</b> |  |                |        |            |
| 1.                                       | <i>Maintainable</i> (dapat dipelihara/dikelola dengan mudah)   | 3              | 3      | 6          |
| 2.                                       | Usabilitas (mudah digunakan dan sederhana pengoperasiannya)  | 4              | 3      | 7          |
| 3.                                       | Kompatibilitas (dapat di instalasi / dijalankan di berbagai hardware dan software yang ada)          | 3              | 4      | 7          |
| 4.                                       | <i>Reusable</i> (sebagian / seluruh produk dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan soal lain) | 4              | 3      | 7          |
| 5.                                       | Komunikatif (sesuai sasaran dan dapat diterima dengan keinginan sasaran)                             | 4              | 4      | 8          |
| 6.                                       | Pengilustrasian  | 3              | 3      | 6          |
| 7.                                       | Visual   | 4              | 4      | 8          |
| Skor total                               |  | 25             | 24     | 49         |



|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Rata-rata penilaian kedua ahli | 24.5        |
| Persentase                     | 87.5%       |
| Kesimpulan                     | Sangat Baik |

Instrumen 4 TMC dinyatakan layak oleh ahli media dengan nilai A dengan kriteria sangat baik sehingga dapat digunakan tanpa revisi. Pada aspek *maintainable* mendapat skor total 6 dengan masukan web belum dapat dikelola dengan baik sehingga dapat menganalisis miskonsepsi secara langsung. Aspek usability mendapatkan skor 7 yang berarti sudah web sudah baik dan dapat dioperasikan dengan mudah. Pada aspek kompatibilitas mendapatkan saran web akan lebih baik jika dapat diakses melalui perangkat dengan layar setara telepon genggam.

Aspek *reusable* mendapatkan skor cukup baik yaitu 7 yang berarti web mudah dipahami oleh pengguna dan dapat diedit ulang sesuai kebutuhan. Aspek pengilustrasian mendapatkan skor 7 dengan masukan tampilan web yang sederhana dan terdapat gambar yang kurang jelas. Sedangkan pada aspek komunikatif dan kualitas soal mendapat skor maksimal dengan nilai 8 dalam artian susunan kalimat sudah sesuai, terdapat petunjuk yang jelas

dalam pengoperasian dengan *font* dan warna yang pas serta nyaman bagi mata pengguna.

c. Validitas Angket Respons Mahasiswa

Angket respons dibagikan kepada mahasiswa untuk menanggapi instrumen 4 TMC berbasis web yang dikembangkan. Angket respons yang dibagikan kepada mahasiswa divalidasi terlebih dahulu. Hal itu bertujuan untuk mengetahui baik atau tidaknya angket tersebut. Terdapat kisi-kisi lembar validasi yang berisi komponen penilaian validasi angket respons mahasiswa yang tersaji pada Lampiran 25. Selain itu, terdapat rubrik validasi angket respons mahasiswa yang digunakan sebagai acuan dalam penskoran pada lembar validasi. Rubrik validasi angket respons mahasiswa tersaji pada Lampiran 26.

Hasil penilaian validasi angket respons mahasiswa oleh ahli materi dan ahli evaluasi dinyatakan layak digunakan dan hasilnya tersaji pada Lampiran 27 dan Lampiran 28. Rekapitulasi hasil validasi angket respons mahasiswa disajikan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Rekapitulasi Hasil Validasi Angket Respons Mahasiswa

| No                             | Aspek Penilaian  | Skor Validasi |        | Skor Total |
|--------------------------------|--|---------------|--------|------------|
|                                |  | Ahli 1        | Ahli 2 |            |
| 1.                             | Menurut saya, penampilan 4 TMC berbasis web secara keseluruhan menarik                               | 4             | 5      | 9          |
| 2.                             | Gambar pada soal tes diagnostik jelas dan mudah dipahami   | 3             | 5      | 8          |
| 3.                             | Penggunaan bahasa pada soal tes diagnostik mudah dipahami  | 5             | 5      | 10         |
| 4.                             | Materi pada soal tes diagnostik sesuai dengan materi Termodinamika                                   | 4             | 5      | 9          |
| 5.                             | Pedoman pengerjaan soal tes diagnostik disampaikan dengan jelas                                      | 4             | 5      | 9          |
| 6.                             | Tes diagnostik berbasis web lebih menyenangkan daripada tes tertulis                                 | 4             | 5      | 9          |
| 7.                             | Tes diagnostik berbasis web praktis digunakan  | 3             | 5      | 8          |
| 8.                             | Tes diagnostik berbasis web membantu mengetahui kemampuan dan kelemahan saya dalam penguasaan materi | 4             | 4      | 8          |
| 9.                             | Penugasan setelah tes membantu saya meluruskan dan menguatkan konsep yang kurang dikuasai            | 4             | 5      | 9          |
| Skor total                     |  | 35            | 44     | 79         |
| Rata-rata penilaian kedua ahli |  | 39,5          |        |            |
| Persentase                     |  | 87,78%        |        |            |
| Kesimpulan                     |  | Sangat Baik   |        |            |

d. Validitas Pedoman Wawancara Guru dan Mahasiswa

Pedoman wawancara kepada guru digunakan untuk melihat tanggapan guru terhadap instrumen tes yang digunakan saat penelitian sedangkan pedoman wawancara mahasiswa digunakan untuk memperdalam miskonsepsi yang ditemukan. Baik atau tidaknya pedoman wawancara tersebut sebelum digunakan dapat diketahui dengan uji validitas pedoman wawancara oleh ahli.

Penskoran pada lembar validasi pedoman wawancara guru dan mahasiswa oleh ahli menggunakan kisi-kisi dan rubrik validasi pedoman wawancara guru dan mahasiswa sebagai dasar dalam memberikan penilaian. Kisi-kisi dan rubrik validasi pedoman wawancara guru tersaji pada Lampiran 17 dan Lampiran 18 sedangkan kisi-kisi dan rubrik validasi pedoman wawancara mahasiswa tersaji pada Lampiran 21 dan Lampiran 22.

Lampiran 19 dan Lampiran 20 masing-masing menyajikan hasil penilaian validasi oleh ahli materi dan ahli evaluasi terhadap pedoman wawancara guru. Hasil penilaian validasi pedoman wawancara mahasiswa oleh ahli materi dan ahli evaluasi

menunjukkan hasil yang baik dan masing-masing tersaji pada Lampiran 23 dan Lampiran 24. Rekapitulasi hasil validasi pedoman wawancara guru dan mahasiswa disajikan pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

**Tabel. 4.4** Rekapitulasi Hasil Validasi Pedoman Wawancara Guru

| No             | Aspek Penilaian   | Skor Validasi |               | Skor Total |
|----------------|---|---------------|---------------|------------|
|                |   | Ahli Materi   | Ahli Evaluasi |            |
| 1.             | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  | 4             | 4             | 7          |
| 2.             | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  | 3             | 3             | 8          |
| 3.             | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons mahasiswa: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif | 4             | 4             | 8          |
| 4.             | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  | 4             | 3             | 7          |
| Jumlah         |   | 15            | 14            | 30         |
| Skor Rata-rata |   | 14,5          |               |            |
| Kriteria       |   | Sangat Baik   |               |            |

**Tabel. 4.5** Rekapitulasi Hasil Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa

| No             | Aspek Penilaian   | Skor Validasi |               | Skor Total |
|----------------|---|---------------|---------------|------------|
|                |   | Ahli Materi   | Ahli Evaluasi |            |
| 1.             | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  | 4             | 3             | 7          |
| 2.             | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  | 4             | 4             | 8          |
| 3.             | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons mahasiswa: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif | 4             | 4             | 8          |
| 4.             | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  | 4             | 3             | 7          |
| Jumlah         |   | 16            | 14            | 30         |
| Skor Rata-rata |   | 15            |               |            |
| Kriteria       |   | Sangat Baik   |               |            |

### 3. Hasil Uji Coba Skala Kecil

Analisis butir soal yang digunakan pada hasil uji skala kecil meliputi: nilai reliabilitas, daya pembeda, tingkat kesukaran, dan keberfungsian pengecoh. Tujuan dilakukannya uji skala kecil yaitu untuk mengukur keterbacaan soal dengan memberikan

angket respons kepada mahasiswa setelah mengerjakan soal tes.

Subjek yang dipilih untuk uji coba skala kecil yaitu mahasiswa calon guru atau mahasiswa pendidikan fisika UIN Walisongo Semarang semester tujuh berjumlah 26 pada tanggal 11 Januari 2022. Uji coba skala kecil menggunakan soal 4 TMC berbasis web berjumlah 41 butir soal.

a. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk melihat tingkat konsistensi soal. Konsistensi yang dimaksud di sini adalah tingkat keandalan soal dalam suatu pengukuran atau penelitian. Alat ukur yang dapat diandalkan akan mengukur secara konsisten. Reliabilitas suatu soal dapat dihitung menggunakan rumus  $r_{11}$ . Jika nilai  $r_{11}$  lebih besar dari  $r_{tabel}$  maka soal tes dinyatakan reliabel. Hasil analisis reliabilitas dari uji coba skala kecil didapatkan koefisien *Alpha Cronbach* sebesar 0,903 dengan kriteria sangat tinggi sehingga dapat dikatakan soal tes yang digunakan reliabel. Analisis uji reliabilitas tersaji pada Lampiran 29.

b. Uji Tingkat Kesukaran

Suatu soal dikatakan mudah, sedang, atau sukar dapat diketahui dengan menganalisis uji

tingkat kesukaran. Berdasarkan hasil analisis uji tingkat kesukaran soal 4 TMC berbasis web didapatkan dari 41 butir soal terdapat 21 soal masuk kategori sukar, 18 soal masuk kategori sedang, dan 2 soal masuk kategori mudah. Hasil analisis tingkat kesukaran pada uji coba skala kecil tersaji pada Lampiran 30. Rekapitulasi hasil analisis tingkat kesukaran soal disajikan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Rekapitulasi Hasil Analisis Tingkat Kesukaran

| No     | Kriteria | Nomor Soal   | Jumlah |
|--------|----------|--|--------|
| 1.     | Sukar    | 2, 4, 6, 11, 12, 14,<br>15, 16, 17, 20, 21,<br>23, 26, 29, 30, 31,<br>32, 35, 37, 38, 41 | 21     |
| 2.     | Sedang   | 1, 3, 7, 8, 9, 13, 18,<br>19, 22, 24, 25, 27,<br>28, 33, 34, 36, 39, 40                  | 18     |
| 3.     | Mudah    | 5, 10  | 2      |
| Jumlah |          |  | 41     |

c. Uji Daya Pembeda

Kemampuan mahasiswa dapat diketahui dengan menganalisis uji daya pembeda. Uji daya pembeda bertujuan untuk menentukan kecakapan



tiap butir soal dalam menyeleksi tingkat kemampuan mahasiswa. Hasil analisis uji daya pembeda soal 4 TMC berbasis web didapatkan bahwa sebanyak 4 butir soal diterima, 8 soal diperbaiki, dan 29 soal dibuang. Hasil analisis uji daya pembeda pada uji coba skala kecil tersaji pada Lampiran 31. Rekapitulasi hasil analisis uji daya pembeda disajikan pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Rekapitulasi Hasil Analisis Daya Pembeda

| No     | Kriteria                       | Nomor Soal   | Jumlah |
|--------|--------------------------------|--|--------|
| 1.     | Soal diterima                  | 3  | 1      |
| 2.     | Soal diterima dengan perbaikan | 5, 27, 40  | 3      |
| 3.     | Soal diperbaiki                | 1, 4, 6, 18, 19, 28, 29, 31  | 8      |
| 4.     | Soal Dibuang                   | 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41 | 29     |
| Jumlah |                                |  | 41     |

d. Uji Keberfungsian Pengecoh

Tes 4 TMC menggunakan soal berbentuk pilihan ganda di mana terdapat satu pertanyaan dengan beberapa pilihan jawaban. Pada pilihan jawaban, jawaban benar hanya berjumlah satu sedangkan yang lainnya adalah jawaban yang salah atau disebut dengan pilihan pengecoh (*distractor*). Menurut Arikunto (2008), pengecoh bertujuan untuk mengelabui yang kurang mampu (tidak tahu) dengan yang mampu. Jika pengecoh dipilih minimal oleh 5% peserta tes maka pengecoh dapat dinyatakan bekerja dengan baik.

Hasil analisis keberfungsian pengecoh soal 4 TMC berbasis web menunjukkan sebanyak 246 pengecoh diterima atau bekerja dengan baik, 10 pengecoh perlu diperbaiki, dan 5 pengecoh yang ditolak atau dibuang. Hasil analisis keberfungsian pengecoh pada uji coba skala kecil tersaji pada Lampiran 32. Rekapitulasi hasil analisis keberfungsian pengecoh pada soal jawaban dan soal alasan disajikan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

**Tabel 4.8** Rekapitulasi Hasil Analisis Keberfungsian Pengecoh Jawaban

| No     | Kriteria               | Nomor Soal Jawaban   | Jumlah |
|--------|------------------------|--|--------|
| 1.     | Pengecoh<br>diterima   | Pilihan A: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11,<br>14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22,<br>25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34,<br>35, 36, 37, 38, 39, 40,41 | 31     |
|        |                        | Pilihan B: 2, 4, 5, 9, 11, 13, 14,<br>15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23,<br>24, 25, 26, 27, 29, 33, 34, 35,<br>36, 37, 38, 39, 40,41      | 29     |
|        |                        | Pilihan C: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11,<br>12, 13, 18, 20, 21, 22, 23, 24,<br>25, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 36,<br>37                        | 25     |
|        |                        | Pilihan D: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,<br>12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21,<br>23, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32,<br>34, 35, 38, 39, 40, 41     | 30     |
| 2.     | Pengecoh<br>diperbaiki | Pilihan A: 29  | 1      |
|        |                        | Pilihan B: 6, 10, 31   | 3      |
|        |                        | Pilihan C: 32  | 1      |
|        |                        | Pilihan D: 10  | 1      |
| 3.     | Pengecoh<br>ditolak    | Pilihan A: 5   | 1      |
|        |                        | Pilihan B: 12  | 1      |
|        |                        | Pilihan C: 10  | 1      |
|        |                        | Pilihan D: 19  | 1      |
| Jumlah |                        |  | 125    |

**Tabel 4.9** Rekapitulasi Hasil Analisis Keberfungsian Pengecoh Alasan

| No     | Kriteria            | Nomor Soal Alasan  | Jumlah |
|--------|---------------------|--|--------|
| 1.     | Pengecoh diterima   | Pilihan A: 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10,<br>12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21,<br>22, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 32,<br>34, 35, 39, 40,41                                    | 28     |
|        |                     | Pilihan B: 4, 5, 7, 8, 11, 14, 15,<br>16, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26,<br>28, 29, 30, 32, 33, 36, 37, 38,<br>41   | 24     |
|        |                     | Pilihan C: 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11,<br>12, 13, 16, 17, 18, 21, 22, 23,<br>25, 27, 31, 33, 34, 35, 36, 37,<br>38, 39, 40,41                                     | 28     |
|        |                     | Pilihan D: 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11,<br>12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20,<br>21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28,<br>29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36,<br>37, 38, 39, 40 | 36     |
| 2.     | Pengecoh diperbaiki | Pilihan A: 5, 37   | 2      |
|        |                     | Pilihan B: 3   | 1      |
|        |                     | Pilihan C: 19  | 1      |
|        |                     | Pilihan D: 0   |        |
| 3.     | Pengecoh ditolak    | Pilihan A: 0   |        |
|        |                     | Pilihan B: 1   | 1      |
|        |                     | Pilihan C: 0   |        |
|        |                     | Pilihan D: 0   |        |
| Jumlah |                     |  | 121    |

Hasil analisis keberfungsian pengecoh pada pilihan jawaban dan alasan menunjukkan pengecoh yang perlu diperbaiki dan yang dapat

digunakan pada uji selanjutnya disajikan pada Tabel 4. 10.

**Tabel 4.10** Rekapitulasi Hasil Analisis Keberfungsian Pengecoh

| No                 | Kriteria            | Jumlah Pengecoh Jawaban | Jumlah Pengecoh Alasan | Jumlah |
|--------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|--------|
| 1.                 | Pengecoh diterima   | 115                     | 116                    | 231    |
| 2.                 | Pengecoh diperbaiki | 6                       | 4                      | 10     |
| 3.                 | Pengecoh ditolak    | 4                       | 1                      | 5      |
| Jumlah Keseluruhan |                     |                         |                        | 246    |

e. Analisis Angket Respons Mahasiswa

Angket respons mahasiswa diberikan dengan tujuan untuk mengukur aspek keterbacaan soal dan tanggapan mahasiswa terhadap soal 4 TMC yang sudah dikembangkan. Mahasiswa diminta untuk mengerjakan soal 4 TMC berbasis web terlebih dahulu sebelum memberikan tanggapan terhadap soal tes. Hasil analisis angket respons mahasiswa pada Tabel 4.11 menunjukkan hasil respons yang sangat baik dari mahasiswa terhadap

soal 4 TMC berbasis web. Rekapitulasi hasil analisis angket respons mahasiswa disajikan pada Lampiran 40.

**Tabel 4.11** Rekapitulasi Hasil Analisis Angket Respons Mahasiswa

| No | Aspek Penilaian  | Persentase (%) | Kriteria    |
|----|--|----------------|-------------|
| 1. | Menurut saya, penampilan 4 TMC berbasis web secara keseluruhan menarik                               | 78%            | Baik        |
| 2. | Gambar pada soal tes diagnostik jelas dan mudah dipahami   | 87%            | Sangat Baik |
| 3. | Penggunaan bahasa pada soal tes diagnostik mudah dipahami  | 88%            | Sangat Baik |
| 4. | Materi pada soal tes diagnostik sesuai dengan materi Termodinamika                                   | 88%            | Sangat Baik |
| 5. | Pedoman pengerjaan soal tes diagnostik disampaikan dengan jelas                                      | 92%            | Sangat Baik |
| 6. | Tes diagnostik berbasis web lebih menyenangkan daripada tes tertulis                                 | 83%            | Baik        |
| 7. | Tes diagnostik berbasis web praktis digunakan  | 82%            | Baik        |
| 8. | Tes diagnostik berbasis web membantu mengetahui kemampuan dan kelemahan saya dalam penguasaan materi | 85%            | Sangat Baik |
| 9. | Penugasan setelah tes membantu saya meluruskan   | 84%            | Baik        |

|  |     |             |
|--|-----|-------------|
| dan menguatkan konsep yang kurang dikuasai |     |             |
| Rata-rata                                  | 85% | Sangat Baik |

#### 4. Deskripsi Produk Akhir

Setelah hasil uji skala kecil diperoleh kemudian dilakukan perbaikan terhadap instrumen berdasarkan hasil angket respons mahasiswa serta saran dari dosen maupun dosen pembimbing. Hasil perbaikan soal dipaparkan pada Lampiran 34 sedangkan hasil rekapitulasi soal yang dapat dipakai pada uji skala besar tersaji pada Lampiran 33. Soal yang dinyatakan layak pakai untuk uji coba skala besar berjumlah 12 soal dari lima sub materi Termodinamika dan tersaji pada Lampiran 35, Lampiran 36, dan Lampiran 37.

#### 5. Hasil Uji Coba Skala Besar

Soal 4 TMC yang sudah diperbaiki setelah uji coba skala kecil digunakan pada uji coba skala besar. Sebanyak 12 soal diujikan kepada 54 mahasiswa prodi pendidikan fisika semester 4, 6, 8, dan 10 UIN Walisongo Semarang. Hasil yang diperoleh pada tahap uji skala besar digunakan untuk menganalisis temuan miskonsepsi yang dimiliki mahasiswa.

a. Analisis Angket Respons Mahasiswa

Rekapitulasi hasil analisis angket respons mahasiswa pada tahap uji skala besar disajikan dalam Tabel 4.12. Berdasarkan hasil tersebut instrumen 4 TMC memperoleh tanggapan yang baik dari mahasiswa. Perhitungan hasil analisis angket respons mahasiswa dapat dilihat pada Lampiran 41.

**Tabel 4.12** Rekapitulasi Hasil Analisis Angket Respons Mahasiswa

| No | Aspek Penilaian  | Persentase (%) | Kriteria    |
|----|--|----------------|-------------|
| 1. | Menurut saya, penampilan 4 TMC berbasis web secara keseluruhan menarik | 85%            | Sangat Baik |
| 2. | Gambar pada soal tes diagnostik jelas dan mudah dipahami               | 79%            | Baik        |
| 3. | Penggunaan bahasa pada soal tes diagnostik mudah dipahami              | 80%            | Baik        |
| 4. | Materi pada soal tes diagnostik sesuai dengan materi Termodinamika     | 88%            | Sangat Baik |
| 5. | Pedoman pengerjaan soal tes diagnostik disampaikan dengan jelas        | 79%            | Baik        |



|           |  |     |             |
|-----------|--|-----|-------------|
| 6.        | Tes diagnostik berbasis web lebih menyenangkan daripada tes tertulis                                 | 84% | Baik        |
| 7.        | Tes diagnostik berbasis web praktis digunakan  | 85% | Baik        |
| 8.        | Tes diagnostik berbasis web membantu mengetahui kemampuan dan kelemahan saya dalam penguasaan materi | 83% | Sangat Baik |
| 9.        | Penugasan setelah tes membantu saya meluruskan dan menguatkan konsep yang kurang dikuasai            | 77% | Baik        |
| Rata-rata |  | 82% | Baik        |

b. Interpretasi Hasil 4 TMC

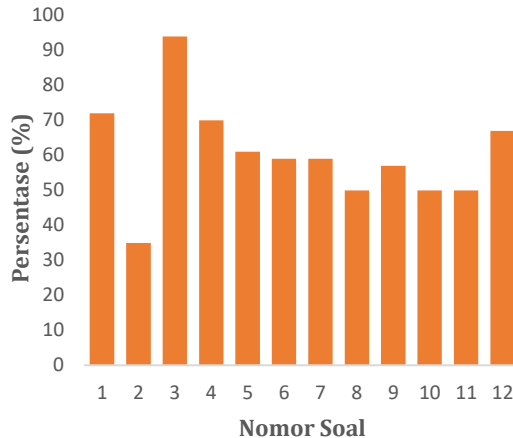
Data hasil uji coba skala besar kemudian diinterpretasikan agar miskonsepsi yang dimiliki mahasiswa dapat diketahui. Hasil analisis interpretasi tersaji pada Lampiran 38 sedangkan rekapitulasi hasil interpretasi disajikan pada Tabel 4.13.

**Tabel 4.13** Rekapitulasi Hasil Analisis Interpretasi

| No | Sub Indikator                             | Kriteria       |                |                |
|----|---|----------------|----------------|----------------|
|    |   | Miskonsepsi    | Tidak Paham    | Paham          |
|    |   | Persentase (%) | Persentase (%) | Persentase (%) |
| 1. | Sistem termodinamika                      | 64%            | 18%            | 18%            |
| 2. | Hukum ke nol termodinamika                | 64%            | 19%            | 17%            |
| 3. | Gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal | 59%            | 24%            | 17%            |
| 4. | Hukum pertama dan kedua termodinamika     | 52%            | 27%            | 21%            |
| 5. | Proses Carnot                             | 67%            | 22%            | 11%            |
|    | Rata-rata                                 | 61%            | 22%            | 17%            |

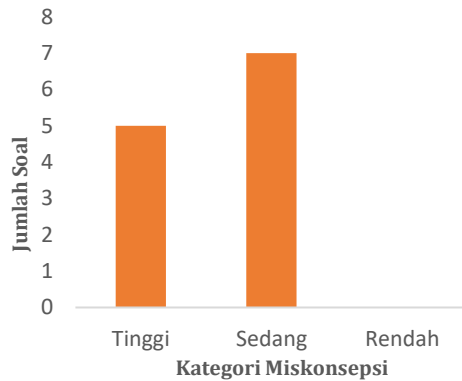
Rekapitulasi hasil analisis interpretasi menunjukkan bahwa miskonsepsi yang dimiliki mahasiswa ditemukan pada semua sub indikator dengan kriteria tinggi. Miskonsepsi tertinggi ditemukan pada sub indikator proses Carnot. Miskonsepsi yang ditemukan pada setiap indikator dijabarkan pada masing-masing butir soal. Persentase miskonsepsi tertinggi terdapat pada

butir soal nomor 3 sedangkan persentase miskonsepsi terendah terdapat pada soal nomor 2. Penyebaran persentase miskonsepsi pada tiap soal disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Persentase Miskonsepsi pada Setiap Butir Soal

Hasil interpretasi juga menunjukkan bahwa terdapat lima soal dengan kategori miskonsepsi tinggi, yaitu pada soal nomor: 1, 3, 4, 5, dan 12. Terdapat tujuh soal dengan kategori miskonsepsi sedang, yaitu pada nomor: 2, 6, 7, 8, 9, 10, dan 11 sedangkan tidak ada soal yang masuk dalam kategori miskonsepsi rendah. Rekapitulasi tingkat miskonsepsi pada setiap butir soal disajikan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Mahasiswa Teridentifikasi Miskonsepsi pada Setiap Soal

c. Analisis Miskonsepsi

Analisis miskonsepsi berdasarkan penelitian yang sudah ada dilakukan dengan menggunakan rumus CDQ. Rumus CDQ digunakan untuk menganalisis mahasiswa yang mengalami miskonsepsi. Data yang dipakai adalah data dari uji skala besar. Perhitungan nilai CDQ berdasarkan skor pilihan jawaban, skor pilihan jawaban dan skor keduanya. Mahasiswa dikatakan miskonsepsi jika nilai CDQ bernilai negatif. Perhitungan analisis miskonsepsi mahasiswa tersaji pada Lampiran 39 sedangkan rekapitulasi hasil analisis miskonsepsi mahasiswa disajikan pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.14** Rekapitulasi Hasil Analisis Interpretasi

| No | CDQ    | Nomor Soal                           |                                |                                      |
|----|--------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
|    |        | Jawaban                              | Alasan                         | Keduanya                             |
| 1. | CDQ<0  | 4, 11                                | 1, 3, 9, 12                    | 3, 11                                |
| 2. | Jumlah | 2                                    | 4                              | 2                                    |
| 3. | CDQ>0  | 1, 2, 3, 5,<br>6, 7, 8, 9,<br>10, 12 | 2, 4, 5, 6,<br>7, 8, 10,<br>11 | 1, 2, 4, 5,<br>6, 7, 8, 9,<br>10, 12 |
| 4. | Jumlah | 10                                   | 8                              | 10                                   |

d. Wawancara Guru Terhadap 4 TMC Berbasis Web

Tanggapan guru atau dosen terhadap soal 4 TMC didapatkan dengan melakukan wawancara. Tanggapan guru atau dosen terhadap 4 TMC berbasis web yaitu:

Materi dalam soal 4 TMC berbasis web yang dikembangkan sudah sesuai dengan kompetensi dasar dan indikator pembelajaran yang diajarkan. Format jenis huruf, ukuran dan spasi yang digunakan pada soal 4 TMC juga sudah sesuai. Pada segi bahasa, soal sudah mudah dipahami, tidak menimbulkan multitafsir, dan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang berlaku tetapi terdapat sedikit kata yang terlalu panjang yang seharusnya dapat dibuat lebih pendek untuk

memudahkan mahasiswa. Panjang pendeknya pertanyaan tergantung pada maksud soal yang hendak disampaikan apakah sudah menjelaskan atau belum. Bagi tingkatan mahasiswa, 41 soal dalam waktu 90 menit sudah cukup. Tingkat kesukaran soal baik mudah, sedang, dan sukar porsinya sudah cukup untuk tingkatan mahasiswa

4 TMC berbasis web yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat evaluasi untuk mengidentifikasi apakah mahasiswa sudah menguasai konsep atau bahkan miskonsepsi pada materi Termodinamika. Masukan juga diberikan oleh dosen berupa tingkatan soal yang mudah, sedang, dan susah harus diseimbangkan sehingga mahasiswa dapat memilih jawaban yang tidak semuanya mudah atau sulit. Selain itu, 4 TMC berbasis web juga dapat menjadi alat evaluasi dosen pada mata kuliah Termodinamika dan menjadi referensi untuk dikembangkan pada mata kuliah yang lain. Pedoman wawancara mahasiswa terhadap 4 TMC berbasis web tersaji pada Lampiran 48. Rekapitulasi hasil wawancara dengan dosen fisika terlampir pada Lampiran 49.

e. Wawancara Mahasiswa Terhadap 4 TMC Berbasis Web

Data hasil uji skala besar yang sudah dianalisis menjadi acuan dalam melakukan wawancara terhadap mahasiswa. Alasan dan sumber dari konsep yang keliru yang dimiliki mahasiswa dapat diketahui dengan menggali informasi dari hasil wawancara. Pedoman wawancara mahasiswa terhadap 4 TMC berbasis web tersaji pada Lampiran 43 sedangkan hasil wawancara siswa tersaji pada Lampiran 44.

Produk yang sudah diuji coba skala besar dapat diasumsikan produk akhir. Miskonsepsi yang dimiliki mahasiswa dapat digali dengan menganalisis data dari hasil uji coba skala besar dengan tanpa dilakukan perbaikan.

## **B. Pembahasan**

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sebuah instrumen tes diagnostik berbasis web yang bertujuan untuk mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa pada materi termodinamika. Suparno (2005) menyebutkan bahwa penyebab miskonsepsi dapat bersumber dari banyak pengalaman sehari-hari dan hasil berpikir abstrak peserta didik yang tidak sejalan dengan konsep fisika yang benar menurut teori para ilmuwan. Penyebab terjadinya

miskonsepsi pada peserta didik tidak terlepas dari ketidaksesuaian konsep dan ketidakpastian sumber sehingga konsep yang dimiliki tidak terhubung dengan benar (Syahrul & Setyarsih, 2015).

Sumber miskonsepsi selain dapat berasal dari kesalahan peserta didik juga dapat bersumber dari guru. Kesalahan metode mengajar yang dipakai guru sampai sumber belajar yang digunakan selama pembelajaran, seperti buku teks, LKPD, LKS, dan konteks (Prawira, 2018). Kesalahan atau miskonsepsi tersebut dapat mempengaruhi nilai akademis peserta didik baik hasil ulangan harian maupun ujian semester. Hal itu jika dibiarkan dapat menimbulkan miskonsepsi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, bagi guru mengatasi miskonsepsi merupakan hal yang penting untuk dilakukan. Salah satunya dengan menggunakan alat evaluasi yang berfungsi untuk mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik.

Alat evaluasi yang digunakan berupa instrumen tes diagnostik yang berfungsi untuk mendeteksi miskonsepsi peserta didik. Setelah temuan miskonsepsi sudah didapatkan, hasil tersebut akan mempermudah guru untuk mengatasi miskonsepsi (Depdiknas, 2007).

Jenis tes diagnostik yang dikembangkan pada penelitian ini berupa tes diagnostik empat tingkat atau 4



TMC (*four-tier diagnostic test*) berbasis web materi termodinamika dengan tipe soal pilihan ganda. Pada tingkat pertama berupa soal dengan satu jawaban yang benar; tingkat ke dua berupa pilihan tingkat keyakinan setelah memilih jawaban sebelumnya; tingkat ke tiga berupa pilihan alasan yang melandasi jawaban yang dipilih; tingkat ke empat berupa pilihan tingkat keyakinan atas alasan yang dipilih. Pada tingkat ke dua dan ke empat pada pilihan tingkat keyakinan terdapat enam skala keyakinan, yaitu: (1) menebak, (2) sangat tidak yakin, (3) tidak yakin, (4) yakin, (5) sangat yakin, dan (6) sangat amat yakin.

#### **1. Karakteristik Butir Soal 4 TMC**

Suatu instrumen tes dapat dikatakan baik jika memenuhi kualitas valid dan reliabel. Validitas menjadi salah satu syarat penting bagi suatu instrumen yang harus terpenuhi karena dengan validitas tingkat kebenaran suatu instrumen dapat dibuktikan (Arikunto, 2006: 144). Kualitas reliabel juga menjadi pertimbangan suatu instrumen sebagai soal tes yang baik untuk menunjukkan tingkat konsistensi/keajegan soal. Instrumen dengan soal yang valid dan reliabel dapat diandalkan dalam pengukuran yang tepat dan konsisten. Hasil analisis

uji reliabilitas menunjukkan nilai  $r_{11}$  lebih besar dari  $r_{tabel}$  sehingga soal tes dinyatakan reliabel.

*Four-Tier Diagnostic Test* yang dikembangkan oleh Fariyani *et al.*, (2015) mendapatkan nilai reliabilitas sebesar 0,983. Caleon & Subramaniam (2010) mengembangkan tes diagnostik empat tingkat dengan nilai reliabilitas sebesar 0,92. Penelitian pengembangan tes diagnostik berbasis web yang dilakukan oleh Perwitasari (2015) memperoleh nilai reliabilitas sebesar 0,95. Jika dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian tersebut, pengembangan 4 TMC berbasis web hasil penelitian ini masuk kategori baik. Hal tersebut menunjukkan tingkat keajegan dimiliki 4 TMC berbasis web yang dikembangkan dalam mengungkap miskonsepsi mahasiswa calon guru fisika pada materi Termodinamika.

Analisis data hasil uji tingkat kesukaran soal menunjukkan terdapat soal dengan kriteria mudah sebanyak 4,8%, soal dengan kriteria sedang sebanyak 43,9%, dan soal dengan kriteria sukar sebanyak 51,3%. Menurut Fariyani *et al.*, (2015), soal tes dengan kriteria sedang merupakan soal yang ideal yang dapat digunakan. Hal itu bukan berarti soal dengan kriteria sukar tidak dapat digunakan dalam tes. Soal tes dengan kriteria sukar masih dapat

digunakan meskipun jumlahnya lebih banyak dari soal dengan kriteria sedang.

Hasil analisis data dengan uji daya beda soal menunjukkan bahwa sebesar 27% dari 41 soal perlu diperbaiki sebelum dipakai dalam tes untuk mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa. Sebanyak 71% soal yang harus dibuang. Hal itu disebabkan soal memiliki indeks diskriminasi sebesar 1,9 ke bawah sehingga masuk kategori soal yang jelek, ditolak atau harus dibuang. Alasan banyaknya soal yang harus dibuang juga terungkap dari hasil wawancara. Mahasiswa mengungkapkan bahwa soal yang dikerjakan sebetulnya sudah dipelajari di bangku perkuliahan tetapi rata-rata mahasiswa menjawab kurang begitu ingat tentang materi termodinamika yang sudah dipelajari.

## **2. Temuan Miskonsepsi**

Identifikasi miskonsepsi dilakukan dengan menghitung nilai CDQ pada pilihan jawaban dan alasan mahasiswa. CDQ yang bernilai negatif menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi. Miskonsepsi yang dialami mahasiswa dalam memilih jawaban diperoleh sebanyak 17% dari semua soal yang diujikan. Sebanyak 83% mahasiswa tergolong selain miskonsepsi yaitu di antara paham

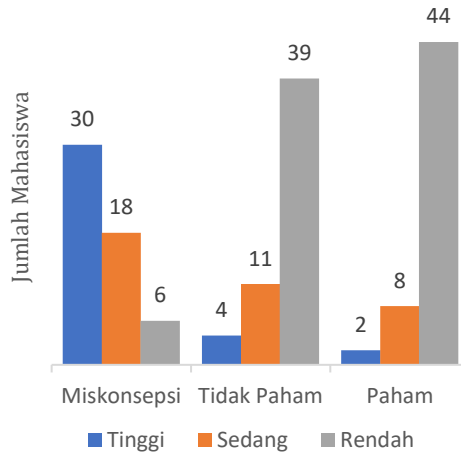
atau tidak paham konsep. Miskonsepsi yang terjadi pada mahasiswa dalam memilih jawaban disebabkan karena konsep yang diyakini mahasiswa keliru.

Sebanyak 33% mahasiswa mengalami miskonsepsi pada pilihan alasan sedangkan 67% lainnya teridentifikasi selain miskonsepsi antara paham konsep atau tidak paham konsep. Penyebab miskonsepsi yang terjadi yaitu mahasiswa mampu menjawab soal dengan benar tetapi alasan dari jawaban konsep fisika yang dipilih tidak diketahui.

Miskonsepsi juga terjadi ketika mahasiswa memilih jawaban dari pertanyaan dan alasan dari jawaban yang dipilih dengan persentase sebesar 17% sedangkan sebesar 83% mahasiswa teridentifikasi selain miskonsepsi antara paham atau tidak paham konsep. Hal itu disebabkan ketika mahasiswa menentukan jawaban dari pertanyaan, mahasiswa merasa sangat yakin dan paham dengan jawaban yang dipilih akan tetapi yang dipahaminya adalah konsep yang keliru sehingga miskonsepsi terjadi pada mahasiswa.

Analisis miskonsepsi pada masing-masing mahasiswa yang mengerjakan soal 4 TMC berbasis web pada uji lapangan akhir juga dihitung.

Rekapitulasi hasil interpretasi miskonsepsi pada uji lapangan akhir disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rekapitulasi Miskonsepsi pada Setiap Mahasiswa

Mahasiswa yang tergolong paham sebanyak 81% pada kategori rendah, 15% pada kategori sedang, dan 4% pada kategori tinggi. Berdasarkan hasil uji keseluruhan soal, konsep pada materi Termodinamika yang dipahami mahasiswa hanya sebesar 4%. Pemahaman mahasiswa terhadap materi Termodinamika tergolong rendah.

Mahasiswa yang tergolong tidak paham sebanyak 7% pada kategori tinggi. Hal tersebut menandakan bahwa konsep materi Termodinamika

yang tidak dipahami oleh mahasiswa sebesar 7% dari keseluruhan soal. Selain itu, mahasiswa tergolong tidak memahami konsep sebanyak 72% pada kategori rendah dan 20% pada kategori sedang. Berdasarkan hasil tersebut, mahasiswa hanya memahami seperempat dari seluruh soal Termodinamika yang diujikan dan mahasiswa belum menguasai tiga per empat dari soal Termodinamika yang diujikan.

Mahasiswa yang tergolong miskonsepsi sebanyak 11% pada kategori rendah, 33% pada kategori sedang, dan 56% pada kategori tinggi. Hasil tersebut mengungkapkan bahwa miskonsepsi dialami seluruh mahasiswa dengan jumlah setengah dari seluruh soal Termodinamika yang diujikan. Miskonsepsi tingkat sedang juga dialami mahasiswa sebanyak satu per tiga dari seluruh soal Termodinamika yang diujikan.

Miskonsepsi yang didapatkan pada setiap indikator yaitu:

1) Indikator Menjelaskan Konsep Sistem Termodinamika

Indikator pertama diwakilkan dengan tiga soal yaitu soal nomor 2, 3, dan 5. Miskonsepsi paling tinggi terjadi pada soal nomor 3 dengan

persentase sebesar 94% kategori sangat tinggi sedangkan untuk soal nomor 2 dan 5 persentase miskonsepsi masing-masing sebesar 35% dan 61%. Jika dibandingkan dengan keseluruhan soal, miskonsepsi paling tinggi di antara soal yang lain ada pada soal nomor 3. Pada soal nomor 3 mahasiswa beranggapan bahwa susu panas yang berada di dalam termos yang tertutup rapat ketika diguncang-guncangkan suhu dan energi dalam susu tidak berubah atau tetap dan aktivitas apapun yang dilakukan termasuk saat mengguncangkan termos tidak akan memberikan pengaruh apapun karena sistem tertutup rapat. Dasar yang diungkapkan tersebut merupakan *reasoning* yang salah karena mahasiswa menganggap tidak terjadi perubahan suhu dan energi dalam pada sistem terisolasi.

Konsep yang benar yaitu pada termos tidak memungkinkan terjadi transfer kalor ( $Q=0$ ) dan materi dari lingkungan menuju sistem ataupun sebaliknya karena terdapat proses adiabatik. Besar energi dalam sistem ditunjukkan Persamaan 4.1.

$$\Delta U = -W \quad (4.1)$$

Besarnya usaha yang dilakukan sistem sebanding dengan perubahan energi dalam. Tanda minus menunjukkan bahwa kerja harus dilakukan kepada gas untuk menaikkan energi dalam dan sebaliknya (Daryus, 2019). Oleh karena itu, adanya usaha yang dilakukan lingkungan pada sistem dapat mengubah kuantitas energi dalam.

Termos pada dasarnya hanya berfungsi memperlambat laju transfer kalor. Jumlah partikel dalam sistem termos tidak mengalami penambahan atau pengurangan. Ketika termos dikenai kerja dengan cara diguncangkan molekul-molekul penyusun susu mengalami pergerakan yang cukup cepat terjadi peningkatan energi kinetik yang berpengaruh dengan suhu dan energi dalam susu yang ikut meningkat bukan menurun. Hal itu sebanding dengan persamaan persamaan energi kinetik  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT$  (Halliday, 2005).

Temuan ini selaras dengan hasil penelitian Gonen (2014) yang menyebutkan bahwa opini mahasiswa calon guru fisika terhadap materi termodinamika masih banyak yang salah konsep terutama pada konsep proses adiabatik.



Mahasiswa memberikan penjelasan yang tidak fungsional terhadap konsep proses adiabatik.

## 2) Indikator Menjelaskan Konsep Hukum Ke Nol Termodinamika

Indikator ke dua diwakilkan dengan soal nomor 1, 4, dan 8. Berdasarkan pedoman interpretasi miskonsepsi, terjadi miskonsepsi pada soal nomor 1 dengan jumlah 39 mahasiswa yang menjawab salah, alasan jawaban salah, dan tingkat keyakinan tinggi. Soal nomor 1 mengharuskan mahasiswa memilih pernyataan yang benar di antara (1) gas tidak melakukan usaha pada proses isokhorik, (2) gas menerima atau mengerjakan usaha pada proses isobarik, (3) gas mengalami perubahan energi dalam pada proses isotermik dan (4) gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik. Alasan mahasiswa yang sesuai dengan konsep fisika yang benar yaitu pada pernyataan pertama dan ke dua.

Secara umum, pernyataan pertama telah dipahami oleh mahasiswa yang mana gas tidak melakukan usaha pada proses isokhorik karena pada proses ini volume dijaga konstan  $W = P(\Delta V)$  atau tidak terjadi perubahan volume sehingga  $W=0$  atau gas tidak melakukan atau dilakukan

usaha (Adila, 2018). Begitu juga pada pernyataan kedua sudah dipahami dengan baik. Mahasiswa beranggapan jika volumenya berubah maka gas menerima atau melakukan usaha. Pada proses isobarik terjadi perubahan volume  $v_1$  dan  $v_2$  dan kuantitas  $\Delta U$ ,  $Q$ , dan  $W$  tidak bernilai nol karena dalam proses ini tekanan dijaga agar tetap konstan, kalor tidak bernilai nol  $W = P(V_f - V_i)$  (Giancoli, 2001).

Pernyataan ke tiga merupakan pernyataan yang salah. Terdapat mahasiswa yang menjawab dengan *reasoning* yang salah berupa anggapan bahwa pada proses isotermik kalau suhunya tetap energi dalamnya masih dapat berubah. Padahal pada proses isotermik suhu dijaga konstan akibatnya energi dalam juga bernilai konstan ( $\Delta U = 0$ ). Oleh karena itu, kalor yang masuk harus keluar sebagai kerja ( $Q = W$ ) dan gas tidak mengalami perubahan energi dalam pada proses isotermik (Jewett, 2010).

Pernyataan ke empat adalah pernyataan yang kurang tepat tentang proses adiabatik, namun mahasiswa beranggapan bahwa pernyataan ke empat adalah benar. Alasan yang

diberikan kurang tepat dengan anggapan bahwa gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik, bahkan ada mahasiswa yang beranggapan terjadi perpindahan kalor. Konsep yang benar yaitu proses adiabatik terjadi pada sistem terisolasi dengan baik dalam waktu yang singkat sehingga tidak terdapat perpindahan energi panas antara sistem dengan lingkungannya. Kalor dalam proses adiabatik dianggap nol ( $Q=0$ ) sehingga besarnya perubahan energi dalam sebanding dengan  $\Delta U = -W$  (Halliday, 2005). Hal itu menunjukkan bahwa nilai usaha berlawanan dengan perubahan energi dalam. Oleh karena itu, pernyataan bahwa terdapat perpindahan panas antara sistem dan lingkungannya serta gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik adalah kurang tepat.

Mahasiswa beranggapan bahwa pada proses adiabatik gas selalu memperoleh kerja, namun yang lebih tepatnya pada proses adiabatik gas dapat melakukan usaha atau memperoleh usaha. Hal tersebut juga didukung oleh hasil penelitian Gonen (2014) yang menunjukkan bahwa gagasan mahasiswa pada konsep proses

adiabatik tidak dikuasai dengan maksimal tetapi secara sistematis telah dipahami.

### 3) Indikator Menjelaskan Konsep Gas Ideal dan Persamaan Keadaan Gas Ideal

Indikator ke tiga diwakilkan dengan dua soal yaitu soal nomor 6 dan 7 dengan persentase miskonsepsi sama besar yaitu 59% dengan kategori sedang. Pertanyaan nomor 7 menentukan suhu akhir gas ideal yang mengalami perubahan tekanan empat kali lebih besar dari tekanan awal pada sistem tertutup dengan suhu awal 32°C. Mahasiswa dapat menjawab dengan benar tetapi alasan yang diberikan hanya sebatas logika dengan mengalikan nilai suhu dengan kenaikan tekan ( $32 \times 4 = 128$ ). Walaupun menjawab dengan benar mahasiswa menggunakan *reasoning* yang salah atau tidak menggunakan dasar fisika yang benar dalam menjawab. Alasan yang benar yaitu menggunakan dasar Hukum Gas Ideal yang merupakan gabungan dari hukum gas yang diungkapkan oleh Boyle, Charles, dan Gay-Lussac. Persamaan 4.2 menunjukkan formula Hukum Gas Ideal.

$$PV = nRT \quad (4.2)$$

Persamaan keadaan awal dan akhir gas dapat ditulis dengan Persamaan 4.3.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (4.3)$$

Sehingga

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1}{32} = \frac{4P_1}{T_2}$$

$$T_2 = 128^\circ\text{C}$$

Miskonsepsi pada konsep gas ideal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi (2016). Temuan miskonsepsi mahasiswa yang didapatkan bahkan masuk dalam kategori tinggi dengan persentase 70,36%. Hal itu menunjukkan konsep gas ideal yang dikuasai mahasiswa prodi pendidikan fisika teridentifikasi rendah.

#### 4) Indikator Menjelaskan Hukum Pertama dan Kedua Termodinamika

Indikator ke empat diwakilkan dengan tiga soal yaitu soal nomor 9, 10, dan 11. Miskonsepsi tertinggi terjadi pada soal nomor 9 dengan persentase sebesar 57% kategori sedang sedangkan untuk soal nomor 10 dan 11 persentase miskonsepsi masing-masing sebesar 50% dan 50%. Mahasiswa beranggapan bahwa usaha

terbesar suatu molekul dalam proses adiabatik yang mengalami perubahan suhu awal ( $T_1$ ) dan suhu akhir ( $T_2$ ) dihitung dengan mencari selisih suhu ( $T_2 - T_1$ ) yang paling rendah. Hal itu merupakan intuisi yang salah. Konsep yang benar adalah pada proses adiabatik  $Q = 0$ , sehingga perubahan energi dalam sistem menjadi seperti Persamaan 4.4.

$$\Delta U = W \quad (4.4)$$

Besaran  $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$  (suhu rendah) dan  $\Delta T$  merupakan selisih suhu sistem pada keadaan awal dan akhir ( $\Delta T = T_2 - T_1$ ).  $\Delta U$  berbanding lurus dengan  $\Delta T$  sehingga jika selisih suhu sistem meningkat maka perubahan energi dalam sistem juga meningkat. Oleh karena itu, jawaban yang tepat adalah untuk memperoleh kerja yang besar dibutuhkan suhu yang paling besar juga bukan yang paling rendah.

Soal nomor 11 berkaitan dengan besar perubahan energi dalam gas yang berada dalam ruang tertutup. Mahasiswa beranggapan dengan alasan yang keliru bahwa ketika sistem menyerap kalor bernilai positif dan sistem melakukan usaha bernilai negatif. Selain itu, dalam menentukan

perubahan energi dalam sistem apakah mengalami kenaikan atau penurunan energi dalam masih ragu-ragu atau tidak yakin. Hukum Pertama Termodinamika menjelaskan tentang prinsip kekekalan energi bahwa energi dalam suatu proses tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, namun hanya dapat diubah ke bentuk yang lain. Hukum Pertama Termodinamika yang benar dirumuskan Seperti Persamaan 4.5 dan Persamaan 4.6.

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W \quad (4.5)$$

atau

$$\Delta U = Q + W \quad (4.6)$$

Kerja apabila dilakukan oleh sistem maka  $W > 0$  (usaha bernilai positif), sedangkan jika kerja dilakukan kepada sistem maka  $W < 0$  (usaha bernilai negatif) (Giancoli, 2001).  $Q$  bernilai negatif apabila sistem menyerap kalor dan  $Q$  bernilai positif apabila sistem melepas kalor (Borgnakke & Sonntag, 2013). Mahasiswa sering tertukar dan tidak yakin dalam menentukan tanda positif atau negatif pada kalor yang diterima atau dilepas oleh sistem. Hal ini dikuatkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmi (2016) yang menunjukkan bahwa perjanjian tanda antara kerja

dan kalor telah dipahami oleh peserta didik tetapi masih tertukar dalam penerapannya.

#### 5) Indikator Menjelaskan Proses Carnot

Indikator ke lima diwakilkan dengan satu soal yaitu soal nomor 12. Persentase miskonsepsi yang terjadi sebesar 67% kategori tinggi. Mahasiswa menjawab dengan benar soal efisiensi mesin Carnot tetapi dengan dasar alasan yang kurang tepat. Mahasiswa beranggapan bahwa dalam rumus efisiensi mesin Carnot yang terpenting letak suhu tinggi ( $Q_H$ ) berada di bawah sebagai pembagi tanpa memperhatikan rumus yang seharusnya dipakai dan letak masing-masing komponen rumus dengan kurang tepat. Ada juga mahasiswa yang menjawab dengan spontan berdasarkan intuisinya saja tanpa mengetahui rumus efisiensi mesin Carnot yang benar.

Konsep efisiensi mesin Carnot yang benar adalah efisiensi mesin ( $e$ ) merupakan perbandingan kerja yang dilakukan mesin ( $W$ ) terhadap masukan kalor pada suhu tinggi ( $Q_H$ ) seperti Persamaan 4.7.

$$e = \frac{W}{Q_H} \quad (4.7)$$



Konsekuensi dari hukum pertama termodinamika tentang kekekalan energi maka kalor yang masuk harus sama dengan kerja ditambah kalor pada suhu rendah ( $Q_L$ ) yang tidak digunakan, ditunjukkan oleh Persamaan 4.8.

$$Q_H = W + Q_L \quad (4.8)$$

Kedua persamaan disubstitusikan menjadi Persamaan 4.9.

$$e = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \quad (4.9)$$

Besar  $Q_H$  dan  $Q_L$  pada mesin Carnot reversibel nilainya sebanding dengan  $T_H$  dan  $T_L$  sehingga efisiensi mesin Carnot dapat dirumuskan seperti Persamaan 4.10 (Suryantari, 2013).

$$e = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad (4.10)$$

Mahasiswa memahami bahwa pembagi pada rumus efisiensi selalu berupa suhu tinggi ( $Q_H$ ), namun perlu diperhatikan komponen rumus efisiensi yang lainnya agar hasilnya lebih tepat. Hal tersebut menunjukkan mahasiswa memiliki pemahaman terhadap konsep efisiensi mesin Carnot yang kurang mendalam. Temuan miskonsepsi pada konsep efisiensi mesin Carnot juga diperoleh dalam penelitian Handayani (2018). Miskonsepsi pada konsep efisiensi mesin

Carnot yang ditemukan tergolong miskonsepsi tingkat tinggi.

Hasil yang sama juga ditunjukkan dalam penelitian Suhartono (2015). Mahasiswa memahami konsep efisiensi pada mesin Carnot dengan pola minoritas karena jawaban mahasiswa menunjukkan konsepsi alternatif. Konsepsi alternatif berasal dari pemahaman yang kurang mendalam, konsepsi paralel atau interpretasi yang terpisah-pisah sehingga menimbulkan kekeliruan.

### **3. Sumber Miskonsepsi**

Sumber miskonsepsi menurut Suparno (2013) dapat berasal dari peserta didik, guru, buku, konteks dan metode mengajar. Berdasarkan hasil wawancara, data sumber miskonsepsi yang dimiliki mahasiswa dapat dapat diketahui. Sumber miskonsepsi yang pertama yaitu berasal dari dalam diri peserta didik. Penyebab miskonsepsi dari peserta didik atau mahasiswa yang dapat berupa *reasoning* yang kurang lengkap/salah, intuisi yang salah dsb.

Penafsiran mahasiswa terhadap konsep yang salah atau kurang lengkap dapat memicu terjadinya miskonsepsi. Ketika dihadapkan dengan konsep tersebut mahasiswa lebih condong menggunakan logika yang dianggapnya benar dalam menjawab soal.

Miskonsepsi yang timbul disebabkan karena kesimpulan yang diambil mahasiswa disesuaikan dengan logika yang belum tentu benar. Selain itu, mahasiswa juga mengungkapkan gagasannya terlalu cepat saat mengerjakan soal tanpa dicari tahu secara objektif dan rasional permasalahan yang ada. Mahasiswa menjawab soal hanya berdasarkan perasaan (intuisi) saja yang dianggap paling mendekati jawaban yang benar. Prawira (2018) juga mengungkapkan bahwa ketika peserta didik terindikasi memilih pilihan jawaban atau alasan yang salah hal itu menunjukkan konsep yang telah dipahaminya tidak lengkap. Kurangnya informasi tentang suatu konsep dapat memicu terjadinya miskonsepsi. Oleh karena itu, sumber miskonsepsi dapat berasal dari dalam diri peserta didik baik berupa intuisi yang salah, *reasoning* yang salah/tidak lengkap, maupun pemikiran asosiatif.

Suparno (2013) menyatakan usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi miskonsepsi yang bersumber dari peserta didik yakni pengalaman konflik. Pengalaman konflik yang diberikan tentu saja yang berlawanan dengan konsep yang dianggap mahasiswa benar sehingga kebenaran yang selama ini diyakini dipertanyakan dan ditantang

kebenarannya. Miskonsepsi dan sudut pandang mahasiswa terhadap konsep yang salah dapat dirubah dengan menyajikan data-data yang empiris secara perlahan.

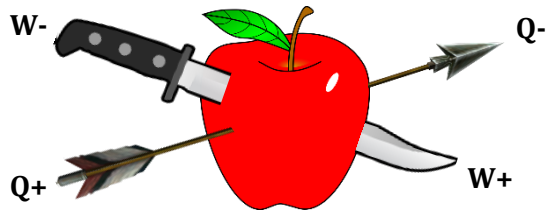
Upaya yang dapat dilakukan oleh peserta didik untuk meminimalisir miskonsepsi yaitu peserta didik lebih fokus memperhatikan konsep yang dijelaskan oleh guru dan konsep-konsep yang belum dipahami ditanyakan kepada guru. Ketika dihadapkan dengan soal yang sulit peserta didik diharapkan mencoba soal latihan dengan seksama terlebih dahulu (Handayani 2018).

Sumber yang ke dua dari miskonsepsi mahasiswa yang teridentifikasi yaitu guru. Miskonsepsi juga dapat dialami oleh guru sehingga jika guru mengalami miskonsepsi tanpa disadari, mahasiswa yang diajarnya dapat mengalami miskonsepsi yang sama (Fariyani *et al.*, 2015).

Salah satu contoh temuan miskonsepsi yang berasal dari guru yaitu mahasiswa ragu ketika ditanya apakah kalor bernilai positif saat sistem menyerap kalor, mahasiswa dapat menyebutkan rumus matematisnya tetapi ketika tidak yakin dalam menentukan tanda positif atau negatif pada kalor yang diterima atau dilepas oleh sistem. Selain dapat

bersumber dari *reasoning* yang salah, hal tersebut juga dapat menunjukkan bahwa guru atau dosen kurang menekankan bagaimana metode yang efektif dalam menentukan tanda tanda positif atau negatif kalor dalam menyelesaikan perhitungan kekekalan energi pada hukum pertama termodinamika. Apabila hal tersebut dibiarkan terus menerus, mungkin mahasiswa dapat menjawab perhitungan dengan benar, akan tetapi tidak yakin dalam mengambil kesimpulan apakah sistem mengalami kenaikan atau penurunan.

Pemberian tanda positif dan negatif pada kalor yang bekerja terhadap suatu sistem dapat disampaikan secara grafis agar tidak membingungkan mahasiswa dan mempermudah mahasiswa dalam mengambil kesimpulan. Salah satu contoh analogi yang dapat mempresentasikan tanda positif dan negatif kalor yang bekerja pada suatu sistem yaitu seperti Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Analogi Tanda Kalor pada Suatu Sistem

Penelitian Handayani (2018) juga menegaskan bahwa untuk memperkuat konsep termodinamika peserta didik, guru diharapkan dapat menghubungkan konsep dengan permasalahan sehari-hari. Hal tersebut bertujuan memudahkan peserta didik mencerna dan mengingat konsep fisika yang dipelajari. Guru juga dapat memanfaatkan media audio visual untuk memproyeksikan konsep termodinamika yang bersifat abstrak (Suwarna, 2013).

Sumber miskonsepsi lainnya berupa buku. Menurut Suparno (2013) sumber belajar berupa buku dapat menyebabkan miskonsepsi dikarenakan informasi yang terkandung dalam buku ajar kurang tepat atau susah dicerna. Ketika bahasanya sulit dipahami oleh mahasiswa maka akan ditafsirkan sendiri. Bukan tidak mungkin maksud yang

terkandung dalam penafsiran yang dibuat mahasiswa berbeda dengan buku ajar sehingga miskonsepsi dapat terjadi tanpa disadari. Sumber miskonsepsi dari buku juga ditemukan oleh Prawira (2018), Sulistiawarni (2018), dan Nugroho (2004) yang menyatakan miskonsepsi di dalam buku teks dapat dikarenakan penjelasan yang sulit dipahami, konsep dan definisi yang kurang akurat, hingga rumus, contoh, dan pengilustrasian yang kurang tepat.

Sumber miskonsepsi lainnya berupa internet. Mahasiswa terkadang tidak dapat menangkap inti materi yang tertulis di buku dikarenakan Bahasa yang digunakan tidak mudah dimengerti sehingga mahasiswa mencari penguatan atau tambahan informasi melalui internet. Materi yang disediakan di internet, aplikasi maupun di *platform* belajar online dianggap lebih mudah dicerna oleh mahasiswa, namun informasi yang tersedia tidak sepenuhnya lengkap. Hal tersebut yang terkadang membuat mahasiswa paham akan definisi atau rumus fisika akan tetapi tidak memahami konsep yang terkandung didalamnya. Oleh sebab itu, mahasiswa mengalami miskonsepsi karena *reasoning* yang salah atau tidak lengkap.

Sumber miskonsepsi berupa internet juga ditemukan pada penelitian Prawira (2018). Konsep termodinamika yang diperoleh dari internet secara instan akan mudah tertanam dalam benak peserta didik tetapi akan berbahaya jika konsep yang disajikan tidak lengkap, keliru, atau berasal dari sumber yang tidak kredibel. Apabila konsep yang kurang tepat tersebut diyakini oleh peserta didik maka dapat menimbulkan miskonsepsi. Rekapitulasi temuan miskonsepsi dapat dilihat pada Lampiran 45.

### **C. Keterbatasan Penelitian**

Keterbatasan yang ditemukan dalam pelaksanaan penelitian ini di antaranya sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan hanya pada satu universitas saja yaitu Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dengan sampel mahasiswa calon guru fisika semester 10, 8, 6, dan 4. Hasil data yang diperoleh dapat berbeda apabila penelitian dilakukan pada tempat dan objek penelitian yang berbeda.
2. Kajian materi yang menjadi fokus penelitian ini hanya mencakup materi Termodinamika sehingga temuan miskonsepsi tidak mencakup materi-materi lainnya, selain materi Termodinamika.



3. Semua sampel pada penelitian ini tidak dapat diwawancarai untuk mendalami miskonsepsi disebabkan oleh keterbatasan waktu. Meskipun demikian, miskonsepsi yang terjadi sudah dapat dipetakan dengan hasil tes diagnostik dan wawancara yang sudah dilakukan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Soal tes 4 TMC berbasis web dinyatakan valid oleh ahli materi dan ahli evaluasi dengan persentase masing-masing sebesar 84,21% dan 95,89% dan masuk dalam kriteria sangat baik. Soal tes juga dikatakan reliabel dengan nilai koefisien *Alpha Cronbach* sebesar 0,903 dengan kriteria sangat tinggi. Berdasarkan hasil uji tingkat kesukaran soal, terdapat dua soal mudah, 18 soal sedang, dan 21 soal sukar. Analisis daya beda soal menunjukkan 1 soal diterima, 3 soal diterima dengan perbaikan, 8 soal diperbaiki, dan 29 soal harus dibuang. Respons mahasiswa terhadap instrumen 4 TMC berbasis web tergolong sangat baik dengan persentase 85%.
2. Profil miskonsepsi yang teridentifikasi menggunakan tes 4 TMC berbasis web materi Termodinamika di antaranya: (1) mahasiswa menganggap tidak terjadi perubahan suhu dan energi dalam pada sistem terisolasi pada termos yang diguncangkan, (2) mahasiswa menganggap energi dalam sistem pada

proses isotermik masih dapat berubah, (3) mahasiswa menganggap terjadi perpindahan panas antara sistem dan lingkungan pada proses adiabatik, (4) mahasiswa menganggap gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik, (5) mahasiswa menganggap nilai suhu akhir gas ideal dapat dihitung dengan mengalikan nilai suhu dengan kenaikan tekan (6) mahasiswa menganggap usaha terbesar suatu molekul dalam proses adiabatik dapat dihitung dengan mencari selisih suhu ( $T_2 - T_1$ ) yang paling rendah, (7) mahasiswa menganggap sistem melakukan usaha bernilai negatif, dan (8) mahasiswa beranggapan bahwa untuk memperoleh kerja yang besar dibutuhkan (selisih) suhu yang paling rendah. Temuan miskonsepsi mahasiswa tertinggi terjadi pada konsep perubahan suhu dan perubahan energi dalam pada sebuah sistem terisolasi dengan persentase sebesar 94%. Pada konsep hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam pada gas ideal ditemukan miskonsepsi mahasiswa terendah sebesar 35%.

## **B. Saran**

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis menyarankan:

1. Tes 4 TMC berbasis web yang serupa perlu dikembangkan untuk menguji pemahaman konsep mahasiswa pada kajian lain agar mahasiswa lebih yakin dan percaya diri dalam menghadapi ujian ketika teridentifikasi terdapat miskonsepsi pada konsep materi yang diyakini.
2. Menu klasifikasi mahasiswa tergolong miskonsepsi atau tidak pada tes 4 TMC berbasis web perlu dikembangkan agar mahasiswa terdeteksi mengalami miskonsepsi dapat segera ditindaklanjuti.
3. Upaya pencegahan perlu dilakukan untuk meminimalisir terjadinya miskonsepsi dan mencegah penyebaran miskonsepsi yang lebih luas.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ansyah, Pathur Razi dan M Nizar Ramadhan. 2018. *Termodinamika Teknik I*. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.
- Arifin, Z. 2012. *Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta Pusat: Direktorat Jenderal Pendidikan Agama Islam RI.
- Arikunto, S. 2012. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ausubel, D. 1978. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, 1–4.
- Boles, M.A dan Y.A. Cengel. 2006. *Thermodynamics: An Engineering Approach*. (Edisi kelima). USA: McGraw-Hill.
- Borgnakke, Claus & Sonntag, Richard E. 2013. *Fundamentals of Thermodynamics 8th edition*. USA: University of Michigan.
- Burton, S. J., Sudweeks, R. R., & Merrill, P. F. (1991). *How to Prepare Better Multiple-Choice Test Items: Guidelines for University Faculty*.
- Cahyanta, Yosef Agung. 2007. *Termodinamika I*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. 2010. *Do Students Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the Nature of Students'*

- Alternative Conceptions. Research in Science Education* 313–337. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9122-4>.
- Castellan, Gilbert W. (1983). *Physical Chemistry (Edisi ke-3)*. California: Addison-Wesley Publishing Company.
- Daryus, Asy'ari. 2019. *Termodinamika Teknik Volume I* (edisi ebook). Jakarta: Universitas Darma Persada Jakarta.
- Depdiknas. 2007. *Tes Diagnostik*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Sekolah Menengah Pertama.
- Dewi, S. A., Susilaningsih, E., & Sulistyaningsih, T. 2018. Analisis Pemahaman Konsep Melalui Tes Diagnostik Model *Two-Tier* Pada Materi Asam-Basa *Conceptual Understanding Analysis Through Two-Tier Model Diagnostic Tests on Acid-Base Materials*. *JPKP (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 3(3), (2018), 160–170.
- Fadlan, A. 2012. *Analisis Miskonsepsi Guru Fisika di Madrasah Terhadap Konsep- Konsep Dasar Fisika*. Semarang: IAIN Walisongo Semarang.
- Fariyani, Q., A. Rusilowati & Sugianto. 2015. Pengembangan *Four-Tier Diagnostic Test* Untuk Mengungkap Miskonsepsi Fisika Siswa SMA Kelas X. *Journal of Innovative Science Educations*. 4 (2): 41- 49.
- Fitroh, Umami Nuzulul (2018). Pengembangan instrumen tes berbasis APOS untuk mengukur tingkat pemahaman mahasiswa pada materi termodinamika. Skripsi. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

- Giancoli, D.C. 2001. *Fisika Jilid I* (Edisi Kelima). Jakarta: Erlangga.
- Gonen, S. (2014). *Application of the First Law of Thermodynamics to the Adiabatic Processes of an Ideal Gas: Physics Teacher Candidates' Opinions*. Turki: Universitas Dokuz Eylul. 25(4), 372–395.
- Greiner, Walter, Ludwig Neise dan Horst Stöcker. 1987. *Thermodynamics and Statistical Mechanics*. New York: Springer.
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & Mcdermott, L. C. 2015. *A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>.
- Hamid, F. (2020). Profil Kompetensi Pedagogik dan Profesional Mahasiswa Calon Guru Fisika, *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v4i1.644>.
- Handayani, Nita Dwi. 2018. Identifikasi Miskonsepsi Siswa Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test pada Materi Hukum Termodinamika Di SMA Kabupaten Bondowoso. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Ismail, I. I., Samsudin, A., Suhendi, E., & Kaniawati, I. 2015. Diagnostik Miskonsepsi Melalui Listrik Dinamis Four Tier Test. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan*

- Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*, 381–384, ISBN: 978-602-19655-8-0.
- Jewertt, S. 2010. *Fisika untuk Sains dan Teknik (buku 3)*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Khariroh, D. 2017. Pengembangan *Four-Tier Diagnostic Test* Materi Suhu dan Kalor untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa SMA/MA. Skripsi. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Khoiriyah, A. F. 2018. Identifikasi Miskonsepsi Siswa dengan Menggunakan Metode *Certainty of Response Index* (CRI) Materi Gaya dan Gerak Kelas IV MI Nurul Huda Di Ponorogo. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nugroho, Y. I. 2018. Identifikasi Miskonsepsi dan Penyebabnya Pada Mata Pelajaran Fisika Materi Usaha dan Energi untuk Siswa Kelas XI Madrasah Aliyah Negeri 1 Bantul, Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Perwitasari, A. D. 2015. Pengembangan Tes Diagnostik Berbasis Web Pada Materi Termodinamika Untuk Mengidentifikasi Tingkat Pemahaman Konsep Siswa. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Pesman, Haki. 2005. *Development of a three-tier test to asses ninth grade Student misconceptions about simple electric circuits*. Tesis. Turki: Middle East Technical University.



- Pratiwi, H. Y. 2016. Pengembangan Instrumen Tes Pilihan Ganda untuk Mengidentifikasi Karakteristik Konsep Termodinamika Mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika Universitas Kanjuruhan Malang. *Inspirasi Pendidikan, Vol. 6 No. 2*, 842–850.
- Prawira, W. Y. 2018. Analisis Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika pada Konsep Kinematika Partikel Menggunakan Tes Diagnostik *Three Tier* Dan Wawancara Klinis. Skripsi. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Rahmi, Yessi Fauzia. 2016. Identifikasi Miskonsepsi Siswa Pada Konsep Termodinamika Menggunakan Tes Diagnostik *Two Tier Multiple Choice* (TTMC). Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Rasit, A., & Estidarsani, N. 2017. Pengembangan *Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Test* Pada Materi Dinding dan Lantai Bangunan Untuk Mengungkap Pemahaman Siswa. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan Vol. 3 No. 3/JKPTB/17* (2017), 27 - 31.
- Rusilowati, A. 2015. *Pengembangan Tes Diagnostik sebagai Alat Evaluasi Kesulitan Belajar Fisika*. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF). Semarang 2015.
- Salma, Vidya Matarani. 2015. Pengembangan *E-Diagnostic Test* Untuk Mengidentifikasi Pemahaman Konsep Fisika Siswa

- SMA pada Pokok Bahasan Fluida Statis. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Sari, D. M., Surantoro, & Ekawati, E. Y. 2013. Analisis Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal Materi Termodinamika pada Siswa SMA. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 3, 1–4. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Serway, Raymond A. dan John W. Jewett. 2010. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Terj. Dari *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Terj. Chriswan Sungkono. Jakarta: Salemba Teknika.
- Shofiani, Y. K. 2006. Penyusunan Tes Diagnostik Fisika Pokok Bahasan Kinematika Gerak Lurus Untuk Siswa Kelas X SMA Di Kota Semarang Tahun Pelajaran 2005/2006. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Skemp, Richard R. 1976. *Relational Understanding and Instrumental Understanding. Mathematics Teaching*, 77, 20–26. Department of Education, University of Warwick.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Dan Pengembangan*. Bandung: Alfabeta.
- Suhartono. 2015. Analisis Perubahan Konsepsi Mahasiswa Fisika pada Mata Kuliah Termodinamika Topik Efisiensi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

- Sukardjo. 2013. *Kimia Fisika*. Jakarta: Rineka Cipta,
- Sulistiyati, Ainie Khuriati Riza. 2010. *Termodinamika Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sulistiwarni, W. 2018. *Four-Tier Diagnostic Test Materi Suhu Dan Kalor Siswa SMA/MA*. Skripsi. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Suparno, P. 2013. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Suwarna, I.P. 2013. Analisis Miskonsepsi Siswa SMA Kelas X pada Mata Pelajaran Fisika Melalui CRI (*Certain Response Indeks*) Termodifikasi. *Jurnal Laporan Penelitian*. UIN Syarif Hidayatullah.
- Syafii, 2005. *Membangun Aplikasi Berbasis Web PHP dan MySQL*. Yogyakarta: Andi.
- Syahrlul, D. A., & Setyarsih, W. 2015. Identifikasi Miskonsepsi dan Penyebab Miskonsepsi Siswa dengan *Three-tier Diagnostic Test* Pada Materi Dinamika Rotasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 04(03), 67–70. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Taşlıdere, E. 2013. *Effect of Conceptual Change Oriented Instruction on Students' Conceptual Understanding and Decreasing Their Misconceptions in DC Electric Circuits*, 4(4), 273–282. <https://doi.org/10.4236/ce.2013.4404>. Turkey: Mehmet Akif Ersoy University.,

Treagust, D. F. 2007. *Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science, 0693 (June)*. Perth, Western Australia: Curtin University of Technology.

<https://doi.org/10.1080/0950069880100204>.

Wahyuningsih, S., Rusilowati, A., & Hindarto, N. 2017. *Analysis of Misconception to Science Literacy Using Three- Tier Multiple Choice Test In The Materials of Characteristic Of Light. Unnes Science Education Journal* 6(3), 1736–1743.

Widya, H. dan Supriyadi. 2015. Remediasi Miskonsepsi Siswa pada Mata Pelajaran Fisika. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

[www.fisikazone.com/proses-termodinamika/](http://www.fisikazone.com/proses-termodinamika/) diakses tanggal 3 Maret 2021 pukul 8:50 WIB.

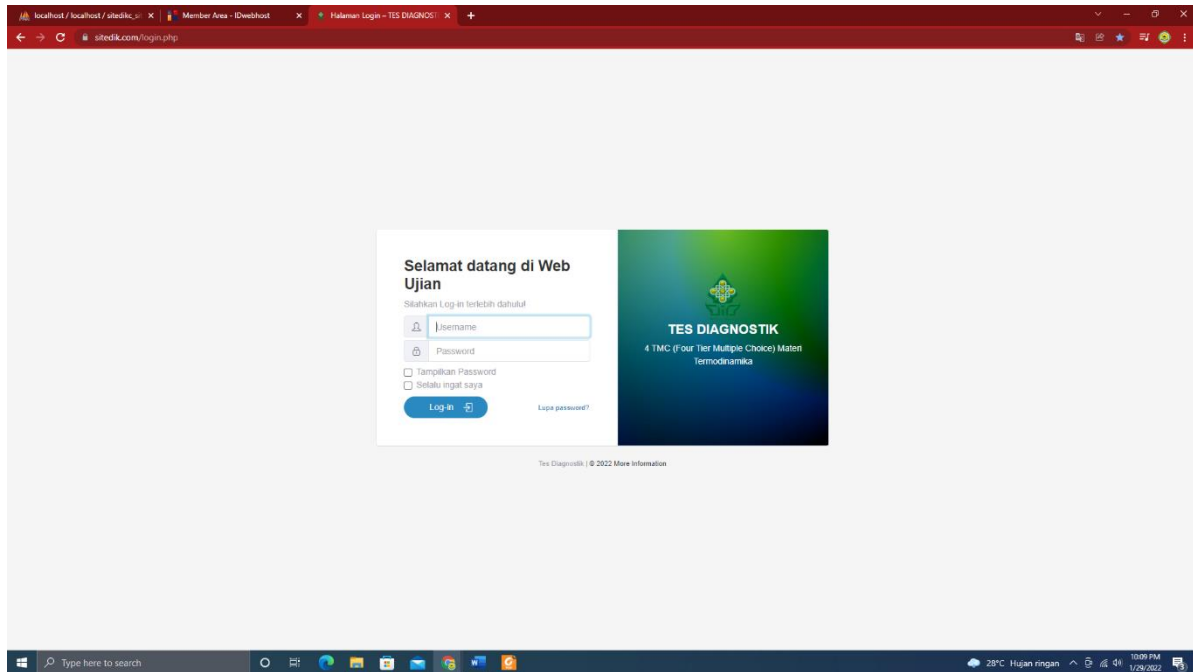
[www.fisikazone.com/siklus-carnot/bentuk-urutan-siklus-carnot/](http://www.fisikazone.com/siklus-carnot/bentuk-urutan-siklus-carnot/) diakses tanggal 3 Maret 2021 pukul 8:53 WIB.

# Lampiran- Lampiran

Lampiran 1 : Produk 4 TMC

## PRODUK 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA

➤ **Interface untuk login admin (guru) atau mahasiswa**



- **Interface untuk admin atau guru**
- ✓ **Mengelola data mahasiswa**

The screenshot displays the 'Daftar Peserta' (Participant List) page in the TES DIAGNOSTIK application. The interface includes a sidebar with navigation options and a main content area with a table of student records.

**Navigation Sidebar:**

- Beranda
- Peserta
- Daftar Peserta
- Group Peserta
- Foto Peserta
- Modul/Pelajaran
- Test
- Riwayat Token
- Reset Login Peserta
- Analisa, Bufr Soal
- Cetak Kartu

**Table: Daftar Peserta**

| ID  | Informasi Biodata Peserta   | Group          | Akses        | Aksi           |
|-----|---|----------------|--------------|----------------|
|     | (Ditemaan, Nama Lengkap - Jenis kelamin, Tgl dibuat)                                    | (Daftar group) | (1,2,3,5,16) | (Edit,Hapus)   |
| 121 | Nama lengkap: Rina Wahyu Lestari - Perempuan<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:11:02         | RI-7A          | User         | [Edit] [Hapus] |
| 122 | Nama lengkap: Rezaul Firdaus - Laki-laki<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:11:02             | RI-7A          | User         | [Edit] [Hapus] |
| 123 | Nama lengkap: Melikha Ruzmah - Perempuan<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:11:02             | RI-7A          | User         | [Edit] [Hapus] |
| 124 | Nama lengkap: Taufik Mirzaputra - Laki-laki<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:20:36          | RI-5A          | User         | [Edit] [Hapus] |
| 125 | Nama lengkap: Ayuni Dinda Perkuat - Perempuan<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:20:36        | RI-5A          | User         | [Edit] [Hapus] |
| 126 | Nama lengkap: Via Amalia Shamarita - Perempuan<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:20:37       | RI-5A          | User         | [Edit] [Hapus] |
| 127 | Nama lengkap: Ayuni Liza Putri Hastiawan - Perempuan<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:20:37 | RI-5A          | User         | [Edit] [Hapus] |
| 128 | Nama lengkap: Ine Hermawati - Laki-laki<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:20:37              | RI-5A          | User         | [Edit] [Hapus] |
| 129 | Nama lengkap: Safia Mahrosah - Perempuan<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:20:37             | RI-5A          | User         | [Edit] [Hapus] |
| 130 | Nama lengkap: Estia Milda Sedyasari - Perempuan<br>Tgl dibuat: 2022-01-07 07:20:37      | RI-5A          | User         | [Edit] [Hapus] |

## ✓ Mengelola data soal

The screenshot shows the 'Daftar Soal' (Question List) management page in the TES DIAGNOSTIK application. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Beranda', 'Pengumuman', 'Peserta', 'Modul/Pelajaran', 'Daftar Modul', 'Daftar KD', 'Daftar Topik', 'Soal & Jawaban', 'Test', 'Rilis Token', 'Reset Login Peserta', 'Analisis Butir Soal', 'Cetak Kartu', and 'Pengaturan'. The main content area shows a list of questions with the following details:

**Daftar Soal** — Tambah, Edit, Hapus dan Cari daftar soal

Nama Modul\* Fisika  
 Nama Topik\* Termodinamika

Pilih Refresh Data Tambah Soal Hapus Semua Impor Soal Pilih Soal

**No. 1** Deskripsi Soal:  Edit  Hapus  
 Perbaiki pernyataan berikut!  
 (1) Gas tidak melakukan usaha pada proses isokhorik  
 (2) Gas menerima atau mengerjakan usaha pada proses isobarik.  
 (3) Gas mengalami perubahan energi pada proses isotermik.  
 (4) Gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik.  
 Pernyataan-pernyataan di atas yang berkaitan dengan proses termodinamika yang benar adalah...  
 Daftar Jawaban:  Tambah  
 1, 2, dan 3  Edit  Hapus  
 1 dan 2  Edit  Hapus  
 1 dan 4  Edit  Hapus  
 2, 3, dan 4  Edit  Hapus

**No. 2** Deskripsi Soal:  Edit  Hapus  
 Tingkat keyakinan jawaban (1a)  
 Daftar Jawaban:  Tambah  
 menebak  Edit  Hapus  
 sangat tidak yakin  Edit  Hapus  
 tidak yakin  Edit  Hapus  
 yakin  Edit  Hapus  
 sangat yakin  Edit  Hapus  
 sangat amat yakin  Edit  Hapus



## ✓ Mengelola jadwal tes

The screenshot shows the 'Daftar Test' page in the TES DIAGNOSTIK application. The page title is 'Daftar Test - Tambah, Edit, Hapus dan Cari daftar Test'. The interface includes a sidebar menu with options like Beranda, Pengumuman, Peserta, Modul/Pelajaran, Test, Daftar Test, Monitoring Test, Jawaban Peserta, Hasil Test Peserta, Riis Token, Reset Login Peserta, Analisa Butir Soal, Cetak Kartu, and Pengaturan. The main content area features a search bar and a table of test entries. The table has columns for 'Informasi Test', 'Durasi', 'Token', and 'Aksi'. One entry is visible: 'Uji Coba Skala Kecil' with a duration of 90 Menit and a status of 'suaes egrses'. The page also includes a footer with the text 'TES DIAGNOSTIK | Copyright © 2022. More Information' and a system tray at the bottom showing the date and time as 10:13 PM on 1/26/2022.

## ✓ Memantau tes

The screenshot shows a web application interface for monitoring tests. The page title is "TES DIAGNOSTIK" and the main heading is "Daftar Test Yang Sedang Berlangsung". The interface includes a sidebar with navigation options like "Beranda", "Pengumuman", "Peserta", "Modul/Petajaran", "Test", "Daftar Test", "Monitoring Test", "Jawaban Peserta", "Hasil Test/ Peserta", "Rilis Token", "Reset Login Peserta", "Analisa Butir Soal", "Cetak Kartu", and "Pengaturan".

The main content area displays a table of test entries. The table has the following columns: "Informasi Test", "Nama Lengkap", "Group", "Skor", "Status", and "Aksi". The table contains several rows of test data, including scores and status indicators like "Selesai & Tersimpan" and "Ulang Test".

| Informasi Test       | Nama Lengkap              | Group | Skor  | Status              | Aksi       |
|----------------------|---------------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| Uji Coba Skala Kecil | Aurilia Raskita Yahya     | PF-7B | 49.49 | Selesai & tersimpan | Ulang Test |
| Uji Coba Skala Kecil | Agnes Fardatus Nisa       | PF-7B | 71.16 | Selesai & tersimpan | Ulang Test |
| Uji Coba Skala Kecil | Lulupi Istolah Nur Hikmah | PF-7B | 67.40 | Selesai & tersimpan | Ulang Test |
| Uji Coba Skala Kecil | Laeta Indriany            | PF-7B | 82.81 | Selesai & tersimpan | Ulang Test |
| Uji Coba Skala Kecil | Roy Hidayatun Muna        | PF-7B | 69.49 | Selesai & tersimpan | Ulang Test |
| Uji Coba Skala Kecil | Maudy Nur Achsani         | PF-7B | 62.25 | Selesai & tersimpan | Ulang Test |

## ✓ Mengelola hasil tes

The screenshot shows the 'Daftar Hasil Test' page in the TES DIAGNOSTIK application. The page title is 'Daftar Hasil Test — Hapus, Export, dan Can daftar hasil ujian peserta yang sudah selesai'. The page contains a search form at the top with fields for 'Nama Test\*', 'Nama Group\*', and 'Nama User\*'. Below the search form are buttons for 'Refresh Data', 'Hapus Semua', and 'Export Data'. A search bar is also present with the placeholder text 'Can Username, Nama Lengkap, Group, Jumlah benar, salah...'. The main content is a table with the following columns: 'Informasi Test', 'Nama Lengkap', 'Group', and 'Total Data' (which includes 'Soal', 'Jawab', 'Benar', 'Salah', and 'Skor').

| Informasi Test  | Nama Lengkap                      | Group  | Soal | Jawab | Benar | Salah | Skor   |
|---|-----------------------------------|--------|------|-------|-------|-------|--------|
| <input type="checkbox"/> <b>Uji Coba Skala Kecil</b><br>Uji coba ini dilakukan untuk menguji instrumen 4 TMC berbasis web ini yang akan saya gunakan untuk penelitian akhir. Oleh karena itu, mohon diisi dengan jujur dan penuh tanggung jawab.<br>2022-01-11 10:13:31 | Admin<br>@admin                   | Defusi | 164  | 6     | 125   | 39    | 125.00 |
| <input type="checkbox"/> <b>Uji Coba Skala Kecil</b><br>Uji coba ini dilakukan untuk menguji instrumen 4 TMC berbasis web ini yang akan saya gunakan untuk penelitian akhir. Oleh karena itu, mohon diisi dengan jujur dan penuh tanggung jawab.<br>2022-01-11 10:13:31 | Widyia Ningsih<br>@100000551      | PF-7B  | 164  | 6     | 114   | 50    | 114.00 |
| <input type="checkbox"/> <b>Uji Coba Skala Kecil</b><br>Uji coba ini dilakukan untuk menguji instrumen 4 TMC berbasis web ini yang akan saya gunakan untuk penelitian akhir. Oleh karena itu, mohon diisi dengan jujur dan penuh tanggung jawab.<br>2022-01-11 10:13:31 | Diane Luffia Rachma<br>@100000050 | PF-7B  | 164  | 6     | 101   | 63    | 101.00 |
| <input type="checkbox"/> <b>Uji Coba Skala Kecil</b><br>Uji coba ini dilakukan untuk menguji instrumen 4 TMC berbasis web ini yang akan saya gunakan untuk penelitian akhir. Oleh karena itu, mohon diisi dengan jujur dan penuh tanggung jawab.<br>2022-01-11 10:13:31 | Pudin Diah Pitaloka<br>@100000007 | PF-7A  | 164  | 6     | 94    | 70    | 94.00  |
| <input type="checkbox"/> <b>Uji Coba Skala Kecil</b><br>Uji coba ini dilakukan untuk menguji instrumen 4 TMC berbasis web ini yang akan saya gunakan untuk penelitian akhir. Oleh karena itu, mohon diisi dengan jujur dan penuh tanggung jawab.<br>2022-01-11 10:13:31 | Lado Indary<br>@100000041         | PF-7B  | 164  | 6     | 94    | 70    | 94.00  |
| <input type="checkbox"/> <b>Uji Coba Skala Kecil</b><br>Uji coba ini dilakukan untuk menguji instrumen 4 TMC berbasis web ini yang akan saya gunakan untuk penelitian akhir. Oleh karena itu, mohon diisi dengan jujur dan penuh tanggung jawab.<br>2022-01-11 10:13:31 | Ayu Wandra<br>@100000052          | PF-7B  | 164  | 6     | 93    | 71    | 93.00  |

## ✓ Mengelola hasil analisis butir soal tes

The screenshot shows a web application titled "TES DIAGNOSTIK" with a sidebar menu and a main content area. The main content area displays the results of a test analysis for a specific test group. The interface includes a search bar for the test name, a list of test items, and their respective statistics.

**Analisis Butir Soal** — Daftar Analisis Butir Soal Seluruh Test Group

Pilih Nama Test: Uji Coba Sikata Kecil — Uji coba ini dilakukan untuk menguji instrumen 4 TMC berbasis web ini yang akan saya gunakan untuk penelitian akhir. Oleh karena itu, mohon diisi dengan jujur dan p...

**Deskripsi Soal**

1. Perhatikan pernyataan berikut!

- (1) Gas tidak melakukan usaha pada proses isokhorik.
- (2) Gas menerima atau mengerjakan usaha pada proses isobarik.
- (3) Gas mengalami perubahan energi pada proses isotermik.
- (4) Gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik.

Pernyataan-pernyataan di atas yang berkaitan dengan proses termodinamika yang benar adalah...

Tingkat Kesukaran 55% (Sedang)  
 Daya Pembeda 0.65 (Butir Sangat Bagus)  
 Jumlah Benar 16 Peserta  
 Jumlah Salah 24 Peserta

2. Tingkat keyakinan jawaban (1a)

Tingkat Kesukaran 0% (Mudah)  
 Daya Pembeda 0 (Butir Harus diabaikan)  
 Jumlah Benar 28 Peserta  
 Jumlah Salah 1 Peserta

3. Alasan (1)

Tingkat Kesukaran 23% (Mudah)  
 Daya Pembeda -0.27 (Butir Harus diabaikan)  
 Jumlah Benar 28 Peserta  
 Jumlah Salah 12 Peserta

4. Tingkat keyakinan jawaban (1b)

Tingkat Kesukaran 0% (Mudah)

- Interface untuk mahasiswa
- ✓ Mengikuti tes diagnostik *online*

The screenshot displays the 'TES DIAGNOSTIK' web application interface. The browser address bar shows 'sitedik.com/cbt/index.php'. The page header includes the site name and a user ID '1710000089'. The main content area is titled 'Daftar tes yang tersedia' and features a card for 'Uji Coba Skala Kecil!'. This card includes buttons for 'Soal Baru', 'Jawab &', and 'Detail', along with test details: 'Mata: 29-01-2022 22:49:03', 'Durasi: 90 menit', and 'Total Skor: 100'. A 'Mulai Test' button is prominently displayed.

On the right side, the 'Profil Saya' section identifies the user as 'M Rofudin' (Laki-laki) with ID '1710006009'. Below this, the 'Pengumuman Terbaru' section contains 'Petunjuk Pengerjaan Soal' with the following instructions:

1. Beribadah sebelum mengerjakan
2. Bacalah soal dengan teliti
3. Berilah tanda (X) pada SALAH SATU jawaban yang Anda pilih
4. Setiap soal terdiri atas empat langkah pengerjaan:
  - a) Pilihlah jawaban yang lebih sederhana.
  - b) Berikanlah tingkat keyakinan dalam memilih jawaban tersebut
  - c) Pilihlah penalaran alasan dari jawaban yang anda pilih, dan
  - d) Berikanlah tingkat keyakinan dalam memilih alasan tersebut
5. Kerjakan semua soal dengan jujur dan tulus
6. Periksalah jawaban anda sebelum difinalisasi
7. Akhiri waktu mengerjakan soal 90 menit

The footer of the application states 'TES DIAGNOSTIK | Copyright © 2022. More Information'. The Windows taskbar at the bottom shows the system time as 10:31 PM on 1/29/2022, with a weather forecast of 28°C Hujan.

## ✓ Mengerjakan tes diagnostik online

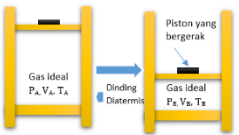
localhost / localhost / sitedik... Member Area - IDwebhost manage

sitedik.com/ctt/ly.php?testid=500

TES DIAGNOSTIK 1700000969

No. Soal 9 -00:09:43

Perhatikan gambar berikut ini!



Suatu proses gas ideal dalam tabung tertutup mengalami sebuah proses dari keadaan A ke keadaan B. Jika  $P$  = Tekanan,  $V$  = Volume, dan  $T$  = Temperatur, pernyataan berikut yang benar adalah...

A kerja yang berlangsung bernilai negatif karena gas melakukan kerja terhadap lingkungan

B kerja yang berlangsung bernilai positif karena lingkungan melakukan kerja terhadap gas

C kerja yang berlangsung bernilai negatif karena lingkungan melakukan kerjakan terhadap gas

D kerja yang berlangsung bernilai positif karena sistem melakukan kerja terhadap lingkungan

< Sebelumnya Selanjutnya >

Daftar Soal (klik untuk membuka)

NIM

No Soal

Atasan lainnya klik disini, dan  
Jika pilihan koyokiran Anda tidak muncul klik disini  
(ditandari, Mendebak, Sangat tidak yakin, Tidak yakin,  
yakin, Sangat yakin, Sangat amat yakin)

Tambahkan Alias Batal

TES DIAGNOSTIK | Copyright © 2022. More Information

Type here to search

20°C Hujan 10:56 PM 1/28/2022

Lampiran 2 : Kisi-Kisi Instrumen 4 TMC

**KISI-KISI INSTRUMEN 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

(Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada Materi Termodinamika berbasis Web)

Capaian Pembelajaran : 1) Program Studi (CPL Prodi)

- SU.1 : Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
- PU.4 : Memiliki pengetahuan terkait dengan pengembangan kemampuan berpikir kritis, logis, kreatif, inovatif dan sistematis serta memiliki keingintahuan intelektual untuk memecahkan masalah pada tingkat individu dan kelompok dalam komunitas akademik dan non akademik
- PK.1 : Menguasai konsep teoritis dan prinsip-prinsip pokok fisika klasik dan kuantum

Materi Pokok : Sistem termodinamika, gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal, hukum ke nol termodinamika, hukum pertama termodinamika, hukum kedua termodinamika dan mesin carnot

Instrumen Penilaian : Soal Tes Diagnostik Pilihan Ganda

| No | Kemampuan Akhir Tiap Pertemuan  | Bahan Kajian/Materi Pembelajaran | Indikator  | Level Kognitif | Nomor Soal | Jumlah Soal |
|----|---|----------------------------------|--|----------------|------------|-------------|
| 1. | Mahasiswa mampu memahami sistem termodinamika: jenis dan contoh-contohnya | Sistem termodinamika             | 1. Menganalisis usaha yang dilakukan selama proses isothermal dengan membaca diagram P-V.                              | C3             | 14         | 8           |
|    |   |                                  | 2. Menghubungkan syarat terjadinya keseimbangan termal   | C3             | 6          |             |
|    |   |                                  | 3. Menelaah perubahan suhu dan perubahan energi dalam pada sebuah sistem tertutup berdasarkan ilustrasi yang diberikan | C4             | 4          |             |
|    |   |                                  | 4. Menelaah suatu gas ideal yang mengalami perubahan tekanan pada proses isokhorik                                     | C4             | 19         |             |

|    |  |   |  |    |    |    |
|----|--|---|--|----|----|----|
|    |  |   | 5. Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam pada gas ideal dalam ruang tertutup yang mengalami proses isokhorik | C4 | 3  |    |
|    |  |   | 6. Merumuskan besar kerja berdasarkan grafik proses isothermal   | C5 | 20 |    |
|    |  |   | 7. Menganalisis hubungan usaha dan kalor dari diagram proses termodinamika   | C4 | 24 |    |
|    |  |   | 8. Menelaah Hukum I Termodinamika pada proses-proses termodinamika   | C4 | 10 |    |
| 2. | Mahasiswa mampu memahami hukum ke nol termodinamika                | Hukum ke nol termodinamika                | 1. Mengkonsepkan besaran tekanan, volume dan suhu dalam proses termodinamika   | C3 | 2  | 5  |
|    |  |   | 2. Menghubungkan konsep keseimbangan termal  | C3 | 5  |    |
|    |  |   | 3. Mengecek dan memilih faktor -faktor yang berkaitan dengan proses termodinamika  | C4 | 1  |    |
|    |  |   | 4. Membedakan suhu awal dan suhu akhir pada proses isobarik  | C4 | 26 |    |
|    |  |   | 5. Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam   | C4 | 27 |    |
| 3. | Mahasiswa mampu memahami gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal | Gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal | 1. Menganalisis proses ekspansi gas ideal pada sebuah tabung   | C4 | 7  | 14 |
|    |  |   | 2. Menganalisis proses pemampatan gas ideal pada sebuah tabung   | C4 | 8  |    |
|    |  |   | 3. Membuat grafik proses ekspansi gas ideal pada sebuah tabung   | C3 | 9  |    |
|    |  |   | 4. Menentukan konsep persamaan Boyle dan Gay-Lussac dengan $PV=nRT$  | C3 | 21 |    |
|    |  |   | 5. Membedakan besar volume pada tekanan tetap menjadi dua kali semula  | C4 | 18 |    |
|    |  |   | 6. Menganalisis hubungan antara tekanan dan volume terhadap suhu   | C4 | 12 |    |



|    |   |  |  |    |    |   |
|----|---|--|--|----|----|---|
|    |   |  | 7. Menelaah diagram P-V terkait Hukum I Termodinamika  | C4 | 17 |   |
|    |   |  | 8. Menelaah diagram P-V terkait Hukum I Termodinamika  | C4 | 16 |   |
|    |   |  | 9. Menghubungkan besaran dalam persamaan energi dalam  | C3 | 22 |   |
|    |   |  | 10. Menganalisis grafik isothermal dalam diagram $P-T$   | C4 | 23 |   |
|    |   |  | 11. Mengidentifikasi besar usaha pada proses isothermal dari grafik P-V                                    | C3 | 15 |   |
|    |   |  | 12. Menentukan besar tekanan pada diagram V-T  | C3 | 13 |   |
|    |   |  | 13. Membandingkan besar energi kinetik rata-rata dari grafik P-V   | C4 | 25 |   |
|    |   |  | 14. Menelaah suatu gas ideal yang mengalami perubahan tekanan pada proses isokhorik                        | C4 | 19 |   |
| 4. | Mahasiswa mampu memahami hukum pertama termodinamika        | Hukum pertama termodinamika            | 1. Menelaah hubungan volume dan tekanan terhadap usaha dari grafik P-V                                     | C4 | 11 | 5 |
|    |   |  | 2. Menyimpulkan besarnya usaha pada sebuah gas yang mengalami proses adiabatik berdasarkan data eksperimen | C5 | 28 |   |
|    |   |  | 3. Menginterpretasi diagram p-V terkait Hukum I Termodinamika  | C4 | 29 |   |
|    |   |  | 4. Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam   | C4 | 31 |   |
|    |   |  | 5. Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam   | C4 | 32 |   |
| 5. | Mahasiswa mampu memahami hukum kedua termodinamika: Entropi | Hukum kedua termodinamika: Entropi dan | 1. Menyimpulkan besarnya usaha pada mesin kalor yang memiliki kalor serap dan kalor                        | C5 | 33 | 4 |
|    |   |  | 2. Menentukan Koefisien performa sebuah mesin panas yang memiliki efisiensi tertentu                       | C4 | 34 |   |

|    |  |                          |  |    |    |   |
|----|--|--------------------------|--|----|----|---|
|    | dan prinsip entropi maksimum           | prinsip entropi maksimum | 3. Menyimpulkan efisiensi sebuah mesin kalor berdasarkan data percobaan  | C5 | 35 |   |
|    |  |                          | 4. Memberikan argumentasi tentang penerapan Hukum II Termodinamika pada sepeda motor   | C5 | 30 |   |
| 6. | Mahasiswa mampu memahami proses Carnot | Proses Carnot            | 1. Menginterpretasi grafik untuk Menentukan efisiensi mesin Carnot   | C5 | 36 | 6 |
|    |  |                          | 2. Menganalisis hubungan reservoir suhu tinggi dan reservoir suhu rendah terhadap efisiensi mesin Carnot                             | C4 | 37 |   |
|    |  |                          | 3. Menganalisis hubungan reservoir suhu tinggi dan reservoir suhu rendah terhadap efisiensi mesin Carnot untuk menentukan suhu akhir | C4 | 38 |   |
|    |  |                          | 4. Menginterpretasi grafik siklus Carnot untuk menentukan efisiensi mesin Carnot   | C5 | 39 |   |
|    |  |                          | 5. Menganalisis grafik siklus Carnot untuk menentukan efisiensi  | C4 | 40 |   |
|    |  |                          | 6. Menentukan persamaan efisiensi mesin pendingin  | C5 | 41 |   |

## Lampiran 3 : Kartu Soal Instrumen 4 TMC

**KARTU SOAL INSTRUMEN 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE)  
BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

(Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Pada Materi Termodinamika berbasis Web)

Jenjang Pendidikan : Perguruan Tinggi  
 Program Studi : Pendidikan Fisika  
 Mata Kuliah : Termodinamika  
 Materi Pokok : Sistem termodinamika, gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal, hukum ke nol termodinamika, hukum pertama termodinamika, hukum kedua termodinamika dan mesin Carnot  
 Instrumen Penilaian : Soal Tes Diagnostik Pilihan Ganda

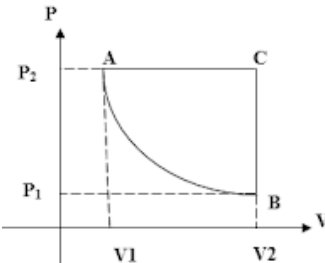
| <b>KARTU SOAL TES DIAGNOSTIK PILIHAN GANDA</b>   |   |  |
|--|---|--|
| Jenjang Pendidikan : Perguruan Tinggi<br>Program Studi : Pendidikan Fisika<br>Mata Kuliah : Termodinamika<br>Materi Pokok : Sistem termodinamika: jenis dan contoh-contohnya<br>Jenis Soal : Soal Tes Diagnostik Pilihan Ganda |   |  |
| <b>Kemampuan Akhir Tiap Pertemuan:</b><br>Mahasiswa mampu memahami sistem termodinamika: jenis dan contoh-contohnya  | <b>Nomor Soal: 14</b><br>1. Perhatikan grafik berikut!<br>  | <b>Aspek Kognitif: C3</b><br><b>Kunci Jawaban: C</b><br><b>Alasan: C</b> |
|  | Berdasarkan grafik diatas usaha yang paling besar dilakukan oleh sistem adalah...<br>A. sistem melakukan usaha sebanding dengan luasan di bawah kurva Q-R sebesar 8 satuan luas<br>B. sistem melakukan usaha sebanding dengan luasan di bawah kurva Q-R-P sebesar $8 + 8 = 16$ satuan luas<br>C. sistem melakukan usaha sebanding dengan luasan di bawah kurva O-P sebesar 24 satuan luas<br>D. sistem melakukan usaha sebanding dengan area P-R-Q ditambah area R-Q sebesar 36 satuan luas |  |
| <b>Bahan Kajian/Materi Pembelajaran:</b><br>Sistem termodinamika: jenis dan contoh-contohnya   | <b>Indikator:</b><br>menganalisis usaha yang dilakukan selama proses isothermal   |  |
| Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :  |   |  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| dengan membaca diagram P-V.   | <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. luas daerah dengan luasan di bawah kurva Q-R-P ditambah luasan di bawah kurva R-Q lebih besar daripada luasan di bawah kurva Q-R-P dan O-P</p> <p>B. luas daerah dengan area O-P lebih besar daripada luas area P-R-Q dan luas area R-Q</p> <p>C. usaha merupakan perkalian antara tekanan dan perubahan volume</p> <p>D. usaha sebanding dengan luasan di bawah kurva P-V</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/> Menghubungkan syarat terjadinya keseimbangan termal</p> | <p><b>Nomor Soal: 6</b></p> <p>2. Bayu sedang duduk bersantai sambil menikmati secangkir susu hangat di genggaman tangannya untuk menghangatkan badan dari musim dingin. Suhu Bayu menjadi hangat setelah beberapa saat menggenggam kopi tersebut. Selama peristiwa berlangsung proses-proses termodinamika yang mungkin terjadi adalah...</p> <p>1) keadaan setimbang mekanis<br/> 2) keadaan setimbang kimiawi<br/> 3) keadaan setimbang tekanan<br/> 4) keadaan setimbang volume<br/> 5) keadaan setimbang termal<br/> 6) keadaan setimbang termodinamik</p> <p>A. 1), 2), 3), dan 4)<br/> B. 1), 2), 4), dan 5)<br/> C. 1), 2), 5), dan 6)<br/> D. 2), 3), 5), dan 6)</p>  | <p><b>Aspek Kognitif: C3</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b></p> <p><b>Alasan: C</b></p> |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. sistem dikatakan dalam keadaan setimbang jika tekanan dan volume sistem tidak berubah walaupun kontak termal dengan lingkungan</li> <li>B. sistem dikatakan dalam keadaan setimbang jika terdapat perpindahan energi panas antara sistem dengan lingkungan</li> <li>C. sistem dikatakan dalam keadaan setimbang jika tidak ada lagi perpindahan energi panas antara sistem dengan lingkungan</li> <li>D. sistem dikatakan dalam keadaan setimbang jika suhu sistem meningkat hingga bernilai sama dengan suhu lingkungan</li> <li>E. ....</li> </ol> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> |  |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menafsirkan perubahan suhu dan perubahan energi dalam pada sebuah sistem terisolasi berdasarkan ilustrasi yang diberikan</p> | <p><b>Nomor Soal: 4</b></p> <p>3. Bayu mengayunkan susu panas yang berada di dalam termos yang tertutup rapat. Perubahan apa yang terjadi pada suhu dan energi dalam dari susu tersebut?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. suhu dan energi dalam susu meningkat.</li> <li>B. suhu dan energi dalam susu menurun.</li> <li>C. suhu dan energi dalam susu tidak berubah.</li> <li>D. suhu susu meningkat dan energi dalam susu menurun.</li> </ol> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> </ol>   | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: A</b><br/><b>Alasan: C</b></p> <p>Ketika susu digoyangkan Molekul-molekul penyusun susu mengalami pergerakan yang cukup cepat sehingga terjadi peningkatan energi kinetik yang berpengaruh</p> |

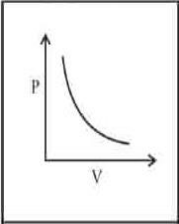
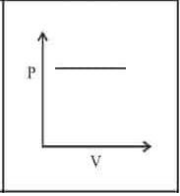
|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. susu panas berada dalam sistem tertutup yakni termos yang ditutup rapat</p> <p>B. jarak antar molekul-molekul penyusun susu semakin mendekat</p> <p>C. molekul-molekul penyusun susu mengalami peningkatan energi kinetik</p> <p>D. energi potensial molekul-molekul susu meningkat</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>  | <p>dengan Suhu dan energi dalam susu yang ikut meningkat.</p>   |
| <p><b>Indikator:</b></p> <p>Menelaah suatu gas ideal yang mengalami perubahan tekanan pada proses isokhorik</p> | <p><b>Nomor Soal: 19</b></p> <p>4. Suatu gas ideal dengan sistem tertutup mempunyai suhu awal 32°C. Jika tekanan gas menjadi empat kali lebih besar dari tekanan awal, berapakah besar suhu akhir gas tersebut....</p> <p>A. 32°C</p> <p>B. 96°C</p> <p>C. 128°C</p> <p>D. 160°C</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. pada volume tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan suhunya</p> <p>B. pada volume tetap, tekanan gas lebih besar dari suhunya</p> <p>C. pada volume tetap, tekanan gas sama dengan suhunya</p> <p>D. pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya</p> | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b></p> <p><b>Alasan: D</b></p> <p>Proses isokhorik merupakan perubahan keadaan gas pada volume tetap dan dinyatakan dalam persamaan keadaan:</p> $\frac{P}{T} = C$ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $\frac{P_1}{32} = \frac{4P_1}{T_2}$ $T_2 = 128^\circ\text{C}$ |

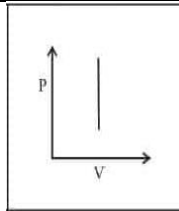
|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>   |   |
| <p><b>Indikator:</b></p> <p>Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam pada gas ideal dalam ruang tertutup yang mengalami proses isokhorik</p> | <p><b>Nomor Soal: 3</b></p> <p>5. Suatu gas ideal dalam ruang tertutup mengalami proses isokhorik, sehingga:</p> <p>(1) Suhnya tetap</p> <p>(2) Volumennya tetap</p> <p>(3) Tekanannya tetap</p> <p>(4) Usahnya nol</p> <p>(5) <math>Q = 0</math> maka <math>\Delta U = -W</math></p> <p>(6) <math>\Delta U = 0</math> maka <math>Q = W</math></p> <p>(7) <math>Q - \Delta U = W</math></p> <p>(8) <math>W = 0</math> maka <math>\Delta U = Q</math></p> <p>Pernyataan yang benar adalah....</p> <p>A. 2 dan 5</p> <p>B. 2 dan 8</p> <p>C. 3 dan 6</p> <p>D. 3 dan 7</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. proses isokhorik merupakan proses pada volume tetap dan suhunya berubah</p> <p>B. proses isokhorik merupakan proses pada tekanan tetap dan usahnya nol</p> <p>C. proses isokhorik adalah proses pada volume tetap</p> <p>D. proses isokhorik adalah proses pada tekanan tetap</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: B</b></p> <p><b>Alasan: C</b></p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | 2) : sangat tidak yakin<br>3) : tidak yakin<br>4) : yakin<br>5) : sangat yakin<br>6) : sangat amat yakin   |  |
| <b>Indikator:</b><br>Merumuskan besar kerja berdasarkan grafik proses isothermal | <b>Nomor Soal: 20</b><br>6. Perhatikan proses termodinamika berikut!<br> <p>Proses siklus A - B - C - A Suatu gas Ideal monoatomik sebanyak n mol mengalami proses termodinamika seperti ditunjukkan pada gambar. Proses AB adalah proses isotermik. Jika T adalah suhu gas ketika dalam keadaan A dan konstanta gas umum sama dengan R maka erja yang dilakukan gas pada proses C-A adalah....</p> <p>A. <math>nRT - P_1V_1</math><br/>         B. <math>-nRT - P_2V_1</math><br/>         C. <math>-nRT + P_2V_1</math><br/>         D. <math>nRT - P_2V_2</math></p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/>         2) : sangat tidak yakin<br/>         3) : tidak yakin<br/>         4) : yakin<br/>         5) : sangat yakin<br/>         6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. besar usaha selama proses tersebut dicari dengan <math>W = P \Delta V</math>, sehingga didapatkan <math>W = P_1V_2 - P_2V_1 = nRT - P_2V_1</math><br/>         B. besar usaha selama proses tersebut dicari dengan <math>W = P \Delta V</math>, sehingga didapatkan <math>W = P_1V_2 - P_2V_1 = -nRT - P_2V_1</math><br/>         C. besar usaha selama proses tersebut dicari dengan <math>W = P \Delta V</math>, sehingga didapatkan <math>W = P_2V_1 - P_2V_2 = nRT - P_2V_2</math></p> | <b>Aspek Kognitif: C5</b><br><b>Kunci Jawaban: D</b><br><b>Alasan: C</b><br>Besar usaha selama proses tersebut dicari dengan $W = P \Delta V$ , sehingga didapatkan<br>$W = P_2V_1 - P_2V_2$<br>$W = nRT - P_2V_2$ |

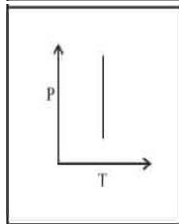


|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>D. besar usaha selama proses tersebut dicari dengan <math>W = P \Delta V</math>, sehingga didapatkan <math>W = P_2V_1 - P_2V_2 = nRT - P_2V_1</math></p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol>   |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/>memahami usaha</p> | <p><b>Nomor Soal: 24</b></p> <p>7. Perhatikan grafik berikut!</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Diagram P-V di samping menunjukkan nilai tekanan dan volume gas berdasarkan eksperimen, dimulai pada keadaan A, dilanjutkan ke keadaan B, C dan D dan kembali ke keadaan A. Pernyataan yang benar dalam satu siklus <math>A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A</math> adalah ....</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. besarnya usaha total adalah nol karena keadaan</li> <li>B. kalor total yang ditransfer ke sistem adalah nol karena keadaan awal dan keadaan akhir sistem sama yaitu keadaan A</li> <li>C. secara keseluruhan, gas melakukan kerja mekanik ke lingkungan</li> <li>D. secara keseluruhan, gas mengeluarkan kalor ke lingkungan</li> </ol> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: A</b><br/><b>Alasan: C</b></p> <p>Besarnya usaha total adalah nol karena keadaan. Pada proses tersebut proses siklus kembali ke keadaan semula (reversibel), sehingga jumlah usaha total bernilai nol karena</p> $W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$ $W_{total} = ncv\Delta T + ncv\Delta T + (-ncv\Delta T - ncv\Delta T) = 0$ <p>Jadi, usaha total bernilai nol</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>Alasan:</p> <p>A. pada proses tersebut siklus persis kembali ke titik awal, sehingga usaha total bernilai nol karena usaha bergantung pada keadaan awal dan akhir.</p> <p>B. pada proses tersebut kalor total bernilai nol karena besarnya kalor yang masuk saat proses DA dan AB dan keluar saat proses BC dan CD sistem sama besar dengan <math>Q_{DA} = (-)</math>; <math>Q_{AB} = (-)</math>; <math>Q_{BC} = (+)</math>; <math>Q_{CD} = (+)</math> sehingga <math>Q</math> total = 0</p> <p>C. pada proses tersebut proses siklus kembali ke keadaan semula, sehingga jumlah usaha total bernilai nol karena <math>W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 0</math></p> <p>D. pada proses tersebut besar usaha kalor total tidak bernilai nol karena besar usaha sama dengan luas bangun di bawah kurva</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/> Menelaah Hukum I Termodinamika pada proses-proses termodinamika</p> | <p><b>Nomor Soal: 10</b></p> <p>8. Diagram P-V yang tepat untuk menggambarkan proses isothermal adalah...</p> <p>A. </p> <p>B. </p>   | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: A</b><br/> <b>Alasan: B</b></p> |



C.



D.

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

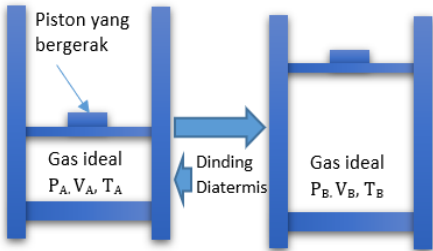
Alasan:

- A. proses isothermal merupakan proses di mana tekanan gas dipertahankan tetap, ketika gaya luar dikurangi, maka volume gas akan memampat secara statis
- B. proses isothermal merupakan proses di mana suhu gas dipertahankan tetap, ketika gaya luar dikurangi, maka volume gas akan memuai secara statis
- C. proses isothermal merupakan proses di mana volume gas dipertahankan tetap, ketika tekanan meningkat, suhu gas juga meningkat
- D. proses isothermal merupakan proses di mana tekanan gas dipertahankan tetap, ketika suhu meningkat, volume gas juga menurun
- E. ....

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

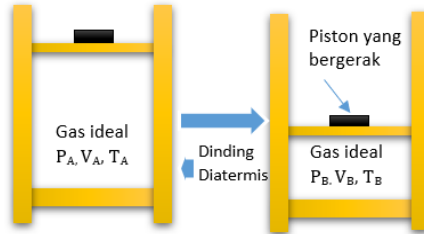
- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | 4) : yakin<br>5) : sangat yakin<br>6) : sangat amat yakin |  |
|--|---|--|

| <b>KARTU SOAL TES DIAGNOSTIK PILIHAN GANDA</b>  |  |   |
|---|--|---|
| Jenjang Pendidikan : Perguruan Tinggi<br>Program Studi : Pendidikan Fisika<br>Mata Kuliah : Termodinamika<br>Materi Pokok : Gas Ideal<br>Jenis Soal : Soal Tes Diagnostik Pilihan Ganda |  |   |
| <b>Kemampuan Akhir Tiap Pertemuan:</b><br>Mahasiswa mampu memahami gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal  | <b>Nomor Soal: 7</b><br><b>Rumusan Soal:</b><br>9. Perhatikan gambar berikut ini!<br>   | <b>Aspek Kognitif: C4</b><br><b>Kunci Jawaban: B</b><br><b>Alasan: A</b><br><br>Kerja positif, gas melakukan kerja terhadap lingkungan.<br><br>Sistem berekspansi atau memuai, sehingga W positif di mana kerja dilakukan oleh gas pada lingkungan. |
| <b>Bahan Kajian/Materi Pembelajaran:</b><br>Gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal   | Suatu proses gas ideal dalam tabung tertutup mengalami sebuah proses dari keadaan A ke keadaan B. Temperatur tabung selama proses berlangsung dari keadaan A berbeda dengan temperatur di keadaan B ( $T_A \neq T_B$ ). Jika $P =$ Tekanan, $V =$ Volume, dan $T =$ Temperatur, pernyataan berikut yang benar adalah...  |   |
| <b>Indikator:</b><br>Menganalisis proses ekspansi gas ideal pada sebuah tabung  | A. kerja yang berlangsung bernilai positif karena lingkungan melakukan kerjakan terhadap gas.<br>B. kerja yang berlangsung bernilai positif karena gas melakukan kerja terhadap lingkungan<br>C. kerja yang berlangsung bernilai negatif karena gas melakukan kerja terhadap lingkungan.<br>D. kerja yang berlangsung bernilai negatif karena lingkungan melakukan kerja terhadap gas. |   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. sistem berekspansi atau memuai, sehingga <math>W</math> positif di mana kerja dilakukan oleh gas pada lingkungan</li> <li>B. sistem berekspansi atau memuai, sehingga <math>W</math> positif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas</li> <li>C. sistem berekspansi atau memuai, sehingga <math>W</math> negatif di mana kerja dilakukan oleh gas pada lingkungan</li> <li>D. sistem berekspansi atau memuai, sehingga <math>W</math> negatif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas</li> <li>E. ....</li> </ol> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menganalisis proses pemampatan</p> | <p><b>Nomor Soal: 8</b><br/>Rumusan Soal:<br/>10. Perhatikan gambar berikut ini!</p>   | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b><br/><b>Kunci Jawaban: B</b><br/><b>Alasan: A</b></p> |

gas ideal pada sebuah tabung



Suatu proses gas ideal menjalani proses dari keadaan A ke keadaan B. Jika  $P$  = Tekanan,  $V$  = Volume, dan  $T$  = Temperatur, pernyataan berikut yang benar adalah...

- A. kerja yang berlangsung bernilai negatif karena gas melakukan kerja terhadap lingkungan.
- B. kerja yang berlangsung bernilai negatif karena lingkungan melakukan kerjakan terhadap gas.
- C. kerja yang berlangsung bernilai positif karena sistem melakukan kerja terhadap lingkungan.
- D. kerja yang berlangsung bernilai positif karena lingkungan melakukan kerja terhadap gas.

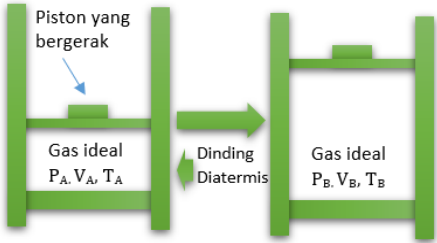
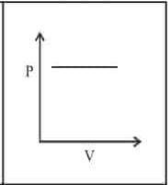
Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

Alasan:

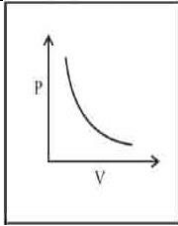
- A. sistem mengalami pemampatan, sehingga  $W$  negatif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas.

Kerja negatif, lingkungan melakukan kerja terhadap gas. Sistem mengalami pemampatan, sehingga  $W$  negatif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas

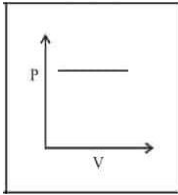
|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>B. sistem mengalami pemampatan, sehingga <math>W</math> negatif di mana kerja dilakukan oleh gas pada lingkungan.</p> <p>C. sistem mengalami pemampatan, sehingga <math>W</math> positif di mana kerja dilakukan oleh gas pada lingkungan.</p> <p>D. sistem mengalami pemampatan, sehingga <math>W</math> positif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas.</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> |  |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Membuat grafik proses ekspansi gas ideal pada sebuah tabung</p> | <p><b>Nomor Soal: 9</b></p> <p>11. Perhatikan gambar berikut ini!</p>  <p>Jika selama proses berlangsung <math>P_A = P_B</math>, gambarkan proses tersebut dalam diagram P-V?</p>   | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b></p> <p><b>Alasan: B</b></p>  <p>Proses isobarik terjadi pada tekanan konstan.</p> |



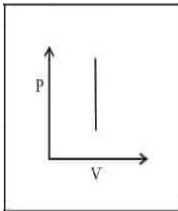
A.



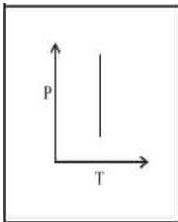
B.



C.



D.



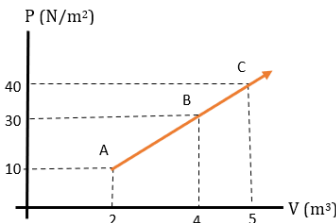
Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

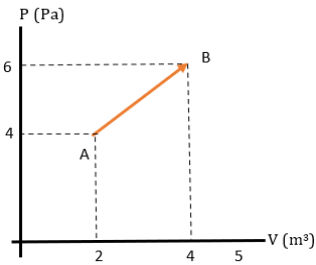
- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>Alasan:</p> <p>A. proses Isotermik terjadi pada suhu konstan</p> <p>B. proses isobarik terjadi pada tekanan konstan</p> <p>C. proses isobarik terjadi pada tekanan tetap dan usahanya nol</p> <p>D. proses Isokhorik terjadi pada volume konstan.</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>   |  |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menentukan konsep persamaan Boyle dan Gay-Lussac dengan <math>PV=nRT</math>.</p> | <p><b>Nomor Soal: 21</b></p> <p>12. Besaran suhu, tekanan, dan volume dapat digunakan untuk mendeskripsikan keadaan suatu gas, seperti gas yang ada di udara; oksigen, nitrogen dan argon. Besaran keadaan ini dinyatakan oleh Boyle dan Gay-Lussac dengan persamaan <math>PV=nRT</math>. Persamaan ini mempunyai beberapa syarat yang harus dipenuhi jika hendak diterapkan di antaranya:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ukuran partikel sangat kecil dan lebih kecil dari jarak antar partikel.</li> <li>2) Molekul bergerak dengan percepatan tetap</li> <li>3) Tumbukan partikel dengan dinding terjadi secara sempurna.</li> <li>4) Bergerak lurus dalam satu arah saja.</li> </ol> | <p><b>Aspek Kognitif: C3</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: A</b><br/><b>Alasan: B</b></p> |

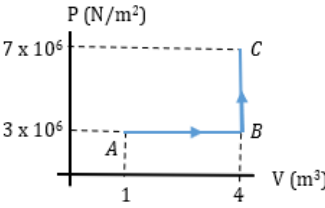
|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>Prasyarat yang tepat sesuai pernyataan diatas adalah...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>A. 1 dan 3</li><li>B. 1, 2, dan 3</li><li>C. 1, 2, dan 4</li><li>D. semua pernyataan</li></ul> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1) : menebak</li><li>2) : sangat tidak yakin</li><li>3) : tidak yakin</li><li>4) : yakin</li><li>5) : sangat yakin</li><li>6) : sangat amat yakin</li></ul> <p>Alasan:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>A. berdasarkan persamaan <math>PV=nRT</math>, molekul (<math>n</math>) mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil dibandingkan jarak antar partikel, bergerak dengan percepatan tetap dan menumbuk dinding secara lenting sempurna.</li><li>B. berdasarkan persamaan <math>PV=nRT</math>, molekul (<math>n</math>) mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil dibandingkan jarak antar partikel dan menumbuk dinding secara lenting sempurna.</li><li>C. berdasarkan persamaan <math>PV=nRT</math>, molekul (<math>n</math>) mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil dibandingkan jarak antar partikel, bergerak dengan percepatan tetap dan bergerak dalam satu arah.</li><li>D. berdasarkan persamaan <math>PV=nRT</math>, molekul (<math>n</math>) mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil dibandingkan jarak antar partikel, bergerak dengan percepatan tetap, menumbuk dinding</li></ul> |  |
|--|---|--|

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>secara lenting sempurna dan bergerak dalam satu arah.</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>   |   |
| <p><b>Indikator:</b></p> <p>Membedakan besar volume pada tekanan tetap menjadi 2x semula</p> | <p><b>Nomor Soal: 18</b></p> <p>13. Sejumlah gas ideal menjalani proses isotermik, sehingga tekanan menjadi 2 kali tekanan semula, maka volumenya menjadi ...</p> <p>A. <math>\frac{1}{4}</math> kali semula</p> <p>B. <math>\frac{1}{2}</math> kali semula</p> <p>C. 2 kali semula</p> <p>D. 4 kali semula</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding terbalik dengan volume.</p> <p>B. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan suhu berbanding lurus volume.</p> | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: B</b></p> <p><b>Alasan: A</b></p> <p>Penyelesaian:</p> $P_1V_1 = P_2V_2$ $P_1V_1 = 2P_1V_2$ $V_1 = 2V_2$ $V_2 = \frac{1}{2}V_1$ <p><b>Alasan: A</b></p> <p>Isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding terbalik dengan volume.</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>C. isothermik adalah proses pada tekanan tetap dan suhu berbanding lurus volume.</p> <p>D. isothermik adalah proses pada volume tetap dan tekanan berbanding lurus dengan suhu</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>   |  |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menganalisis hubungan antara tekanan dan volume terhadap suhu</p> | <p><b>Nomor Soal: 12</b></p> <p>14. Perhatikan grafik P-V berikut!</p>  <p>Suhu pada proses diatas adalah...</p> <p>A. <math>T_A &gt; T_B &gt; T_C</math></p> <p>B. <math>T_A = T_B = T_C</math></p> <p>C. <math>T_A &lt; T_B &lt; T_C</math></p> <p>D. <math>T_A &lt; T_C &lt; T_B</math></p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: A</b><br/><b>Alasan: B</b></p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>5) : sangat yakin<br/>         6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. <math>P</math> berbanding terbalik dengan <math>T</math>, sehingga tekanan <math>P</math> berbanding terbalik dengan suhu <math>T</math>, sehingga jika nilai <math>P</math> besar maka <math>T</math> kecil</p> <p>B. <math>PV</math> sebanding dengan <math>T</math>, sehingga jika nilai <math>PV</math> besar maka <math>T</math> besar</p> <p>C. tekanan <math>P</math> berbanding lurus dengan suhu <math>T</math>, sehingga jika nilai <math>P</math> besar maka <math>T</math> besar</p> <p>D. tekanan <math>P</math> dan suhu <math>T</math> bernilai tetap.</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/>         2) : sangat tidak yakin<br/>         3) : tidak yakin<br/>         4) : yakin<br/>         5) : sangat yakin<br/>         6) : sangat amat yakin</p> |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/>         Menganalisis diagram P-V terkait Hukum I Termodinamika</p> | <p><b>Nomor Soal: 17</b></p> <p>15. Perhatikan gambar berikut ini!</p>  <p>Gas ideal melakukan proses perubahan tekanan (<math>P</math>) terhadap volume (<math>V</math>). Usaha yang dilakukan oleh gas pada proses tersebut adalah...</p>  | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b></p> <p><b>Alasan: A</b></p> <p>Penyelesaian:<br/> <math>P_a = 4 \text{ Pa}</math><br/> <math>P_b = 6 \text{ Pa}</math><br/> <math>V_a = 2 \text{ m}^3</math><br/> <math>V_b = 4 \text{ m}^3</math></p> <p><math>W = \text{Luas}</math><br/>         Trapesium di bawah garis a-b<br/> <math>W = \frac{1}{2} (a+b)</math><br/> <math>W = \frac{1}{2} (4-2) (4+6)</math><br/> <math>W = 10 \text{ joule}</math></p> |

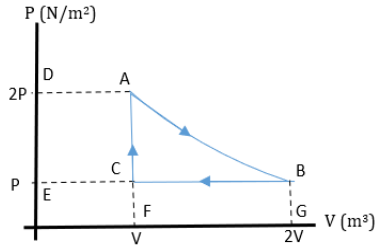
|                   |   |                        |
|-------------------|---|------------------------|
|                   | <p>A. 3 Joule<br/> B. 8 Joule<br/> C. 10 Joule<br/> D. 15 Joule</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. besar usaha yang dilakukan gas sama dengan luasan di bawah kurva A-B<br/> B. besar usaha yang dilakukan gas sama dengan luasan di atas kurva A-B<br/> C. besar usaha yang dilakukan gas sama dengan luasan di bawah kurva A-B ditambah luasan di atas kurva A-B<br/> D. besar usaha yang dilakukan gas sama dengan luasan di bawah kurva A-B dikurangi luasan di atas kurva A-B<br/> E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> |                        |
| <b>Indikator:</b> | <b>Nomor Soal: 16</b>   | <b>Aspek Kognitif:</b> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>Menelaah diagram P-V terkait Hukum I Termodinamika</p> | <p>16. Proses pemanasan suatu gas ideal digambarkan seperti grafik P-V berikut ini!</p>  <p>Besar usaha yang dilakukan gas pada siklus A-B-C adalah....</p> <p>A. 28,0 Joule<br/>         B. 12, 0 Joule<br/>         C. 9, 0 Joule<br/>         D. 6, 0 Joule</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/>         2) : sangat tidak yakin<br/>         3) : tidak yakin<br/>         4) : yakin<br/>         5) : sangat yakin<br/>         6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. pada proses A-B tekanan tetap disebut proses isobarik, di mana <math>W = P \Delta V</math> sedangkan pada proses B-C tekanan tetap disebut proses isothermal, di mana <math>W = 0</math></p> <p>B. pada proses A-B tekanan tetap disebut proses isobarik, di mana <math>W = P \Delta V</math> sedangkan pada proses B-C volume tetap disebut proses isokhorik, di mana <math>W = 0</math></p> <p>C. pada proses A-B tekanan tetap disebut proses isokhorik, di mana <math>W = P \Delta V</math></p> | <p><b>Kunci Jawaban: C</b><br/> <b>Alasan: B</b><br/>         Penyelesaian:<br/> <math>P_1 = 3 \times 10^6 \text{ N/m}^2</math><br/> <math>P_2 = 7 \times 10^6 \text{ N/m}^2</math><br/> <math>V_1 = 1 \text{ m}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3</math><br/> <math>V_2 = 4 \text{ m}^3 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^3</math><br/>         Dit: <math>W \dots?</math><br/> <math>W = W_{AB} + W_{BC}</math><br/> <b>Menghitung <math>W_{AB}</math></b><br/> <math>W = P_1 (V_2 - V_1)</math><br/> <math>W = 3 \times 10^6 (4 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-6})</math><br/> <math>W = 9 \text{ Joule}</math><br/> <b>Menghitung <math>W_{BC}</math></b><br/> <math>W_{BC} = 0 \text{ J}</math> (karena proses isokhorik)<br/> <b>Menghitung <math>W</math></b><br/> <math>W = W_{AB} + W_{BC}</math><br/> <math>W = 9 \text{ J} + 0 \text{ J}</math><br/> <math>W = 9 \text{ J}</math></p> |
|---|--|---|

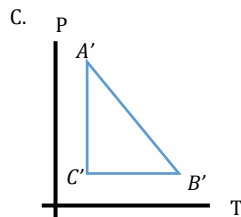
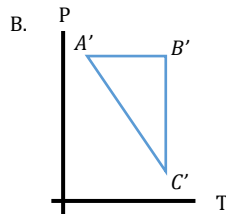
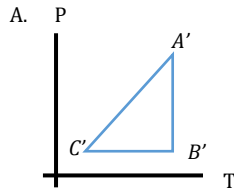


|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>sedangkan pada proses B-C tekanan tetap disebut proses isobarik, di mana <math>W=0</math></p> <p>D. pada proses A-B tekanan tetap disebut proses isokhorik, di mana <math>W= P \Delta V</math> sedangkan pada proses B-C tekanan tetap disebut proses isotermik, di mana <math>W=0</math></p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol>  |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menghubungkan besaran dalam persamaan energi dalam</p> | <p><b>Nomor Soal: 22</b></p> <p>17. Energi dalam pada gas ideal merupakan jumlah seluruh energi kinetik total dari seluruh molekul gas dalam suatu ruangan. Besar energi dalam bergantung pada jumlah molekul gas. Energi dalam diformulasikan dengan <math>EK = \frac{3}{2} NkT</math>. E menyatakan energi kinetik rata-rata molekul, N menyatakan jumlah molekul, dan T menyatakan suhu mutlak. Pernyataan yang benar menurut pernyataan di atas adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. semakin tinggi suhu suatu gas, semakin kecil energi kinetiknya</li> <li>B. semakin tinggi suhu suatu gas, gerak partikel gas semakin lambat</li> <li>C. suhu suatu gas tidak mempengaruhi gerak partikel gas</li> </ol> | <p><b>Aspek Kognitif: C3</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: D</b><br/><b>Alasan: D</b></p> $EK = \frac{3}{2} NkT$ <p>Suhu berbanding lurus dengan energi kinetik dan gerak partikel. Hal itu berarti semakin tinggi suhu gas, semakin besar energi kinetiknya dan semakin tinggi suhu gas, semakin cepat gerak partikel</p> |

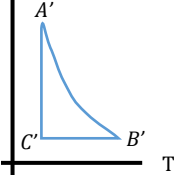
|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>D. semakin tinggi suhu suatu gas, semakin cepat gerak partikel</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. suhu tidak mempengaruhi energi kinetik<br/> B. suhu berbanding lurus dengan energi kinetik<br/> C. suhu tidak mempengaruhi gerak partikel<br/> D. suhu berbanding lurus dengan gerak partikel<br/> E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/> Menganalisis grafik isothermal dalam diagram <math>P-T</math></p> | <p><b>Nomor Soal: 23</b></p> <p>18. Hasil pada suatu percobaan satu mol gas menunjukkan grafik <math>P-V</math> sebagai berikut!</p>  | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: A</b><br/> <b>Alasan: B</b></p> $P = \frac{nRT}{V}$ <p><math>P</math> berbanding lurus dengan <math>T</math>, serta</p> |



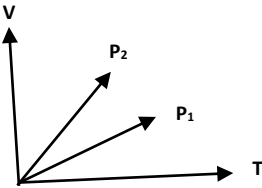
Berdasarkan analisis grafik tersebut, Jika proses isothermal terjadi pada grafik  $A-B$  maka diagram  $P-T$  yang disebut dengan diagram fase adalah...

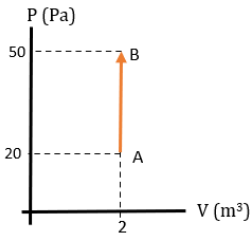


berbanding terbalik dengan  $V$ .

|                   |   |                           |
|-------------------|---|---------------------------|
|                   | <p>D. </p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. <math>P</math> berbanding lurus dengan <math>V</math> dan berbanding terbalik dengan <math>T</math>.</li> <li>B. <math>P</math> berbanding lurus dengan <math>T</math> dan berbanding terbalik dengan <math>V</math>.</li> <li>C. <math>P</math> berbanding lurus dengan <math>T</math> dan <math>V</math>.</li> <li>D. <math>P</math> berbanding terbalik dengan <math>T</math> dan <math>V</math>.</li> <li>E. ....</li> </ol> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> |                           |
| <b>Indikator:</b> | <b>Nomor Soal: 15</b>   | <b>Aspek Kognitif: C3</b> |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Mengidentifikasi besar usaha pada proses isothermal dari grafik P-V</p> | <p>19. Hasil pada suatu percobaan satu mol gas menunjukkan grafik <math>P</math>-<math>V</math> sebagai berikut!</p> <p>Usaha yang dilakukan selama proses isothermal adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>luasan di bawah kurva ABCA</li> <li>luasan di bawah kurva GFCBG</li> <li>luasan di bawah kurva FABGF</li> <li>luasan di bawah kurva EDABE</li> </ol> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>: menebak</li> <li>: sangat tidak yakin</li> <li>: tidak yakin</li> <li>: yakin</li> <li>: sangat yakin</li> <li>: sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>besar usaha suatu gas sama dengan luasan kurva ABC.</li> <li>besar usaha suatu gas sama dengan luasan di bawah kurva ABC.</li> <li>besar usaha suatu gas sama dengan luasan di bawah kurva ABC dikurangi luasan di bawah kurva ABC.</li> </ol> | <p><b>Kunci Jawaban: C</b><br/><b>Alasan: D</b></p> |
|--|---|---|

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>D. besar usaha suatu gas sama dengan luasan di bawah kurva ABC ditambah luas bangun di bawah garis proses ABC.</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>  |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menentukan besar tekanan pada diagram V-T</p> | <p><b>Nomor Soal: 13</b></p> <p>20. Perhatikan gambar di bawah ini</p>  <p>Grafik V-T untuk gas ideal adalah...</p> <p>A. <math>P_1 &gt; P_2</math></p> <p>B. <math>P_1 &lt; P_2</math></p> <p>C. <math>P_1 = P_2</math></p> <p>D. <math>P_1 \geq P_2</math></p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> | <p><b>Aspek Kognitif: C3</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: A</b></p> <p><b>Alasan: B</b></p> <p><math>PV = nRT</math></p> <p><math>V = \frac{nR}{P} T</math></p> <p>V adalah sumbu y, T adalah sumbu x sehingga</p> <p>gradien <math>m = \frac{nR}{P}</math></p> <p>Gradien itu <math>\frac{x}{y} = \frac{V}{T}</math></p> <p><math>m_1 &lt; m_2</math> jadi <math>P_1 &gt; P_2</math></p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>Alasan:</p> <p>A. gradien <math>m(T, V)</math> dapat dinyatakan dengan <math>m = \frac{nR}{P}</math> sehingga <math>m_2 &lt; m_1</math> jadi <math>P_2 &gt; P_1</math></p> <p>B. gradien <math>m(T, V)</math> dapat dinyatakan dengan <math>m = \frac{nR}{P}</math> sehingga <math>m_1 &lt; m_2</math> jadi <math>P_1 &gt; P_2</math></p> <p>C. gradien <math>m(T, V)</math> dapat dinyatakan dengan <math>m = \frac{nR}{P}</math> sehingga <math>m_2 &lt; m_1</math> jadi <math>P_2 = P_1</math></p> <p>D. gradien <math>m(T, V)</math> dapat dinyatakan dengan <math>m = \frac{P}{nR}</math> sehingga <math>m_2 &lt; m_1</math> jadi <math>P_2 &gt; P_1</math></p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Membandingkan besar energi kinetik rata-rata dari grafik P-V</p> | <p><b>Nomor Soal: 25</b></p> <p>21. Perbandingan energi kinetik rata-rata pada keadaan A dan B berdasarkan grafik berikut adalah...</p>   | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: D</b><br/><b>Alasan: A</b></p> <p>Besarnya energi kinetik rata-rata dapat dicari dengan <math>K = \frac{3}{2}PV</math> dengan kesebandingan</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>A. 5 : 2</p> <p>B. 3 : 4</p> <p>C. 4 : 3</p> <p>D. 2 : 5</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. besarnya energi kinetik rata-rata dapat dicari dengan <math>K = \frac{3}{2}PV</math> dengan kesebandingan <math>\frac{K_A}{K_B} = \frac{P_A V_A}{P_B V_B}</math> didapatkan <math>K_A : K_B = 2 : 5</math>.</p> <p>B. besarnya energi kinetik rata-rata dapat dicari dengan <math>K = \frac{2}{3}PV</math> dengan kesebandingan <math>\frac{K_A}{K_B} = \frac{P_A V_A}{P_B V_B}</math> didapatkan <math>K_A : K_B = 2 : 5</math>.</p> <p>C. besarnya energi kinetik rata-rata dapat dicari dengan <math>K = \frac{3}{2}kT</math> dengan kesebandingan <math>\frac{K_B}{K_A} = \frac{P_B V_B}{P_A V_A}</math> didapatkan <math>K_A : K_B = 5 : 2</math>.</p> <p>D. besarnya energi kinetik rata-rata dapat dicari dengan <math>K = \frac{2}{3}kT</math> dengan kesebandingan <math>\frac{K_B}{K_A} = \frac{P_B V_B}{P_A V_A}</math> didapatkan <math>K_A : K_B = 5 : 2</math>.</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> | $\frac{K_A}{K_B} = \frac{P_A V_A}{P_B V_B}$ $\frac{K_A}{K_B} = \frac{20 \times 2}{50 \times 2}$ $\frac{K_A}{K_B} = \frac{4}{10}$ $\frac{K_A}{K_B} = \frac{2}{5}$ <p>Sehingga,</p> $K_A : K_B = 2 : 5.$ |
|--|--|--|



|  |                        |  |
|--|------------------------|--|
|  | 4) : yakin             |  |
|  | 5) : sangat yakin      |  |
|  | 6) : sangat amat yakin |  |

| <b>KARTU SOAL TES DIAGNOSTIK PILIHAN GANDA</b>  |   |  |
|---|---|--|
| Jenjang Pendidikan : Perguruan Tinggi<br>Program Studi : Pendidikan Fisika<br>Mata Kuliah : Termodinamika<br>Materi Pokok : Hukum Kenol Termodinamika<br>Jenis Soal : Soal Tes Diagnostik Pilihan Ganda |   |  |
| <b>Kemampuan Akhir Tiap Pertemuan:</b><br>Mahasiswa mampu memahami hukum kenol termodinamika  | <b>Nomor Soal: 2</b>  | <b>Aspek Kognitif: C3</b>  |
| <b>Bahan Kajian/Materi Pembelajaran:</b><br>Hukum kenol termodinamika   | 22. Gas dengan suhu, tekanan, dan volume tertentu ditekan sehingga volumenya menjadi setengah dari volumenya semula. Pernyataan berikut yang benar adalah...<br>A. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal<br>B. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara adiabatik<br>C. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabatik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal<br>D. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabatik lebih kecil daripada jika proses berlangsung secara isothermal | <b>Kunci Jawaban: D</b><br><b>Alasan: B</b><br><br>Kasus ini, menunjukkan kerja dilakukan oleh lingkungan terhadap sistem (gas). Sehingga Hal itu berpengaruh terhadap Proses Termodinamika<br>1. Adiabatik, ( $Q = 0$ )<br>maka $\Delta U = -W$<br>2. Isotermik, ( $\Delta U = 0$ )<br>maka $Q = W$<br>3. Isobarik, $Q - \Delta U = W$<br>4. Isokhorik, ( $W = 0$ )<br>maka $\Delta U = Q$<br>Dan kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor bernilai positif |
| <b>Indikator:</b><br>Mengonsepan besaran tekanan, volume dan suhu dalam proses termodinamika  |   |  |

|                   |  |                           |
|-------------------|--|---------------------------|
|                   | <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> <p>A. kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem sehingga bernilai positif dan sistem mendapat kalor (bertanda positif)</p> <p>B. kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor (bertanda positif)</p> <p>C. kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor (bertanda negatif)</p> <p>D. kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai positif, dan sistem mendapat kalor (bertanda negatif)</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> |                           |
| <b>Indikator:</b> | <b>Nomor Soal: 5</b>   | <b>Aspek Kognitif: C3</b> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>Menghubungkan konsep keseimbangan termal</p> | <p>23. Terdapat sebuah benda P dan benda Q yang terpisah berada dalam keseimbangan termal dengan benda R. Jika benda P dan Q dalam keseimbangan termal, maka pernyataan berikut ini yang paling benar adalah...</p> <p>A. energi berpindah dari benda besar ke benda yang besar</p> <p>B. energi berpindah dari benda bermassa besar ke benda yang bermassa lebih kecil</p> <p>C. energi berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah</p> <p>D. energi berpindah jika salah satu benda berbeda ukuran dan massanya</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. ukuran benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal</p> <p>B. massa benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal</p> <p>C. ukuran dan massa benda menjadi salah satu sifat benda yang</p> | <p><b>Kunci Jawaban: C</b></p> <p><b>Alasan: D</b></p> <p>Ukuran, massa, dan suhu benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal. Akan tetapi, <b>suhu</b> menjadi sifat benda yang menentukan apakah benda tersebut berada dalam keseimbangan termal</p> |
|---|--|--|

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal</p> <p>D. suhu benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>  |  |
| <p><b>Indikator:</b></p> <p>Mengecek dan memilih faktor - faktor yang berkaitan dengan proses termodinamika</p> | <p><b>Nomor Soal: 1</b></p> <p>24. Perhatikan pernyataan berikut,</p> <p>(1) Gas tidak melakukan usaha pada proses isokhorik.</p> <p>(2) Gas menerima atau mengerjakan usaha pada proses isobarik.</p> <p>(3) Gas mengalami perubahan energi pada proses isotermik.</p> <p>(4) Gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik.</p> <p>Pernyataan-pernyataan di atas yang berkaitan dengan proses termodinamika yang benar adalah...</p> <p>A. 1, 2, dan 3</p> <p>B. 1 dan 2</p> <p>C. 1 dan 4</p> <p>D. 2, 3, dan 4</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: B</b></p> <p><b>Alasan: D</b></p> <p>Usaha yang dilakukan oleh gas dinyatakan dengan persamaan</p> $W = P \Delta V$ <p>Jika usaha dilakukan oleh lingkungan terhadap sistem, maka usaha menjadi bernilai negatif.</p> <p>Usaha merupakan perkalian antara perubahan volume dengan tekanan tetap.</p> |

|  | <p>3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. usaha hanya dapat dilakukan oleh sistem<br/> B. usaha tidak dapat dilakukan oleh lingkungan<br/> C. usaha sebanding dengan suhu<br/> D. usaha merupakan perkalian antara perubahan volume gas dengan tekanan tetap<br/> E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p>   |                        |                       |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
|--|---|------------------------|-----------------------|------------------------|---|---|------|---|---|------|---|----|------|---|----|------|--|----|-------|-------|-----------|---|---|------|-------|---|---|------|-------|---|----|------|-------|---|----|------|-------|
| <p><b>Indikator:</b><br/> Membedakan suhu awal dan suhu akhir pada proses isobarik</p> | <p><b>Nomor Soal: 26</b></p> <p>25. Pada suatu eksperimen, terdapat lima tabung yang mengalami proses isobarik. Terjadi penyusutan volume gas pada masing-masing tabung. Perubahan volume ditunjukkan pada tabel berikut,</p> <table border="1" data-bbox="364 1185 733 1412"> <thead> <tr> <th>Tabung</th> <th>Volume awal (<math>V_1</math>)</th> <th>Volume akhir (<math>V_2</math>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>V</td> <td>1/5V</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>V</td> <td>1/8V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3V</td> <td>1/2V</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3V</td> <td>1/3V</td> </tr> </tbody> </table> | Tabung                 | Volume awal ( $V_1$ ) | Volume akhir ( $V_2$ ) | 1 | V | 1/5V | 2 | V | 1/8V | 3 | 3V | 1/2V | 4 | 3V | 1/3V | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b><br/> <b>Alasan: C</b></p> <table border="1" data-bbox="789 1054 1055 1246"> <thead> <tr> <th>Tb</th> <th><math>V_1</math></th> <th><math>V_2</math></th> <th><math>T_1:T_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>V</td> <td>1/5V</td> <td>5 : 1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>V</td> <td>1/8V</td> <td>8 : 1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3V</td> <td>1/2V</td> <td>6 : 1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3V</td> <td>1/3V</td> <td>9 : 1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas</p> | Tb | $V_1$ | $V_2$ | $T_1:T_2$ | 1 | V | 1/5V | 5 : 1 | 2 | V | 1/8V | 8 : 1 | 3 | 3V | 1/2V | 6 : 1 | 4 | 3V | 1/3V | 9 : 1 |
| Tabung   | Volume awal ( $V_1$ )   | Volume akhir ( $V_2$ ) |                       |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
| 1  | V   | 1/5V                   |                       |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
| 2  | V   | 1/8V                   |                       |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
| 3  | 3V  | 1/2V                   |                       |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
| 4  | 3V  | 1/3V                   |                       |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
| Tb   | $V_1$   | $V_2$                  | $T_1:T_2$             |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
| 1  | V   | 1/5V                   | 5 : 1                 |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
| 2  | V   | 1/8V                   | 8 : 1                 |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
| 3  | 3V  | 1/2V                   | 6 : 1                 |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |
| 4  | 3V  | 1/3V                   | 9 : 1                 |                        |   |   |      |   |   |      |   |    |      |   |    |      |  |    |       |       |           |   |   |      |       |   |   |      |       |   |    |      |       |   |    |      |       |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>Berdasarkan data tersebut, maka perbandingan suhu <math>T_1:T_2</math> terbesar dan terkecil ada pada tabung ke...</p> <p>A. 1 dan 2<br/> B. 3 dan 2<br/> C. 4 dan 1<br/> D. 3 dan 1</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas sama dengan suhunya<br/> B. jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding terbalik dengan suhunya<br/> C. jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya<br/> D. jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas lebih besar dari suhunya<br/> E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin</p> | <p>berbanding lurus dengan suhunya.</p> |
|--|--|---|

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>  |  |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam</p> | <p><b>Nomor Soal: 27</b></p> <p>26. Suatu sistem menyerap kalor <math>Q</math> dari lingkungan sebesar 1200 joule dan melakukan usaha sebesar 2100 J pada lingkungannya. Dengan demikian, energi dalam sistem itu akan menjadi...</p> <p>A. energi dalam sistem turun sebesar 900 J</p> <p>B. energi dalam sistem naik sebesar 900 J</p> <p>C. energi dalam sistem turun sebesar 3300 J</p> <p>D. energi dalam sistem naik sebesar 3300 J</p> <p>Alasan:</p> <p>A. perubahan energi dalam merupakan jumlah antara kalor dan usaha</p> <p>B. perubahan energi dalam suatu sistem merupakan selisih antara kalor dengan usaha</p> <p>C. perubahan energi dalam merupakan hasil bagi antara usaha dengan kalor yang diserap.</p> <p>D. perubahan energi dalam sama besar dengan usaha yang dilakukan sistem</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: A</b></p> <p><b>Alasan: B</b></p> <p>Diketahui:<br/> <math>Q = + 1200 \text{ J}</math><br/> <math>W = + 2100 \text{ J}</math><br/> Ditanya energi dalam?<br/> <math>\Delta U = 1200 \text{ J} - 2100 \text{ J}</math><br/> <math>\Delta U = -900 \text{ J}</math></p> <p>Perubahan energi dalam suatu sistem merupakan selisih antara kalor dengan usaha</p> |

**KARTU SOAL TES DIAGNOSTIK PILIHAN GANDA**

Jenjang Pendidikan : Perguruan Tinggi  
 Program Studi : Pendidikan Fisika  
 Mata Kuliah : Termodinamika  
 Materi Pokok : Hukum Pertama Termodinamika.  
 Jenis Soal : Soal Tes Diagnostik Pilihan Ganda

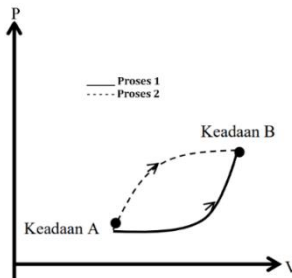
**Kemampuan Akhir Tiap Pertemuan:**  
 Mahasiswa mampu memahami hukum pertama termodinamika

**Bahan Kajian/Materi Pembelajaran:**  
 Hukum pertama termodinamika

**Indikator:**  
 menganalisis kerja yang disajikan dalam bentuk grafik

**Nomor Soal: 11**

27. Perhatikan gambar berikut!



Pernyataan yang benar adalah...

- A.  $W$  proses 1  $>$   $W$  proses 2.
- B.  $W$  proses 1 =  $W$  proses 2.
- C.  $W$  proses 1 =  $W$  proses 2 = 0.
- D.  $W$  proses 1  $<$   $W$  proses 2.

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. secara matematis,  $W = P \Delta V$  yang berarti  $W$  berbanding lurus dengan tekanan dan volume, sehingga jika tekanan dan volume tinggi, maka usaha yang dikerjakan juga besar.

**Aspek Kognitif: C4**

**Kunci Jawaban: D**

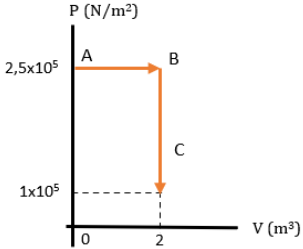
**Alasan: C**

Secara grafis, luasan  $W = P \Delta V$  proses 2 lebih besar, sehingga usaha yang dikerjakan juga besar



|  | <p>B. secara grafis, luasan <math>W = P \Delta V</math> proses 1 lebih tajam, sehingga usaha yang dikerjakan juga besar.</p> <p>C. secara grafis, luasan <math>W = P \Delta V</math> proses 2 lebih besar, sehingga usaha yang dikerjakan juga besar.</p> <p>D. secara grafis, luasan <math>W = P \Delta V</math> proses 1 dan 2 jika ditambahkan menjadi lebih besar, sehingga usaha yang dikerjakan juga besar.</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>              |            |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
|--|---|------------|------------|------------|---|----|----|---|----|----|---|----|----|---|----|----|--|-----------|-----------|------------|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menyimpulkan besarnya usaha pada sebuah gas yang mengalami proses adiabatik berdasarkan data eksperimen</p> | <p><b>Nomor Soal: 28</b></p> <p>28. Sebanyak 600 gram oksigen diproses dengan cara adiabatik mengalami perubahan suhu awal (<math>T_1</math>) menjadi suhu akhir (<math>T_2</math>). Perubahan diamati sebanyak lima kali, dirangkum dalam tabel berikut.</p> <table border="1" data-bbox="416 1099 742 1294"> <thead> <tr> <th>Adiabatik</th> <th><math>T_1</math> (°C)</th> <th><math>T_2</math> (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>26</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>26</td> <td>48</td> </tr> </tbody> </table> | Adiabatik  | $T_1$ (°C) | $T_2$ (°C) | 1 | 25 | 46 | 2 | 25 | 48 | 3 | 26 | 47 | 4 | 26 | 48 | <p><b>Aspek Kognitif: C5</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: B</b></p> <p><b>Alasan: C</b></p> <p>Proses adiabatik,<br/><math>Q = 0</math></p> <p>Di mana <math>\Delta U = W</math></p> <p><math>\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T</math> (suhu rendah)</p> <p>Usaha berbanding lurus dengan perubahan suhu</p> <table border="1" data-bbox="788 1174 1000 1364"> <thead> <tr> <th><math>T_1</math> (K)</th> <th><math>T_2</math> (K)</th> <th><math>\Delta T</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>298</td> <td>319</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>298</td> <td>321</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>299</td> <td>320</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>299</td> <td>321</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table> | $T_1$ (K) | $T_2$ (K) | $\Delta T$ | 298 | 319 | 21 | 298 | 321 | 23 | 299 | 320 | 21 | 299 | 321 | 22 |
| Adiabatik  | $T_1$ (°C)  | $T_2$ (°C) |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
| 1  | 25  | 46         |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
| 2  | 25  | 48         |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
| 3  | 26  | 47         |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
| 4  | 26  | 48         |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
| $T_1$ (K)  | $T_2$ (K)   | $\Delta T$ |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
| 298  | 319   | 21         |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
| 298  | 321   | 23         |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
| 299  | 320   | 21         |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
| 299  | 321   | 22         |            |            |   |    |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |  |           |           |            |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |

|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
|                   | <p>Berdasarkan hasil pengamatan di atas, maka usaha terbesar terjadi pada pengamatan ke...</p> <p>A. 1<br/>B. 2<br/>C. 3<br/>D. 4</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/>2) : sangat tidak yakin<br/>3) : tidak yakin<br/>4) : yakin<br/>5) : sangat yakin<br/>6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. usaha berbanding terbalik dengan perubahan suhu.<br/>B. usaha sama dengan perubahan suhu.<br/>C. usaha berbanding lurus dengan perubahan suhu<br/>D. usaha dalam proses adiabatik selalu nol<br/>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/>2) : sangat tidak yakin<br/>3) : tidak yakin<br/>4) : yakin<br/>5) : sangat yakin<br/>6) : sangat amat yakin</p> |   |
| <b>Indikator:</b> | <b>Nomor Soal: 29</b>   | <b>Aspek Kognitif: C4</b>                   |
|                   | 29. Perhatikan grafik berikut!  | <b>Kunci Jawaban: D</b><br><b>Alasan: C</b> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>Menginterpretasi diagram P-V terkait Hukum I Termodinamika</p> |  <p>Usaha yang dilakukan gas yang ditunjukkan pada pada proses A-B-C sebesar.....</p> <p>A. 75 kJ<br/>     B. 125 kJ<br/>     C. 300 kJ<br/>     D. 500 kJ</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/>     2) : sangat tidak yakin<br/>     3) : tidak yakin<br/>     4) : yakin<br/>     5) : sangat yakin<br/>     6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan tekanan bagi perubahan volume gas<br/>     B. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan perubahan tekanan dikali perubahan volume gas<br/>     C. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan tekanan dikali perubahan volume gas</p> | <p>Usaha pada sebuah proses termodinamika dinyatakan dengan persamaan:</p> $W = P \Delta V$ <p>Pada proses A-B, W sebesar:</p> $W = P \Delta V$ $= 2,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2 (2-0) \text{ m}^3$ $= 500 \text{ kJ}$ <p>Pada proses B-C, gas tidak melakukan usaha karena tidak terjadi perubahan volume.</p> <p>Usaha yang dilakukan oleh gas merupakan tekanan dikali perubahan volume gas</p> |
|---|--|--|

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>D. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan perubahan tekanan dikali volume gas</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p>  |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam</p> | <p><b>Nomor Soal: 31</b></p> <p>30. Didalam ruang tertutup terdapat gas yang memuai dengan menyerap kalor sebesar 450 J dan melakukan usaha sebesar 320 J. Berapa besar perubahan energi dalam yang dialami gas...</p> <p>A. energi dalam gas naik sebesar 770 J</p> <p>B. energi dalam gas turun sebesar 770 J</p> <p>C. energi dalam gas naik sebesar 130 J</p> <p>D. energi dalam gas turun sebesar 130 J</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. sistem melakukan kerja (+320 J) dan sistem menyerap kalor (+450 J), sehingga perubahan energi</p> | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b></p> <p><b>Alasan: A</b></p> <p>Sistem melakukan kerja (+) dan sistem menyerap kalor (+), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan</p> $\Delta U = Q - W$ $= 450 \text{ J} - 320 \text{ J}$ $= 130 \text{ J}$ |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>dalamnya mengalami kenaikan (<math>\Delta U = Q - W = 450 \text{ J} - 320 \text{ J} = 130 \text{ J}</math>)</p> <p>B. sistem melakukan kerja (-320 J) dan sistem menyerap kalor (-450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan (<math>\Delta U = Q - W = -450 \text{ J} - (-320 \text{ J}) = -130 \text{ J}</math>)</p> <p>C. sistem melakukan kerja (+320 J) dan sistem menyerap kalor (-450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan (<math>\Delta U = Q - W = -450 \text{ J} - 320 \text{ J} = -770 \text{ J}</math>)</p> <p>D. sistem melakukan kerja (-320 J) dan sistem menyerap kalor (+450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan (<math>\Delta U = Q - W = -450 \text{ J} - (-320 \text{ J}) = -130 \text{ J}</math>)</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam</p> | <p><b>Nomor Soal: 32</b></p> <p>31. Angga kedinginan ketika selesai mandi. Ia coba menghangatkan tubuhnya dengan meniup udara dengan mulut (terbuka sedikit) ke telapak tangan. Seketika telapak tangan angga terasa hangat. Bagaimana hal itu dapat terjadi...</p>  | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: B</b><br/><b>Alasan: C</b></p> <p>ketika kita meniup dengan mulut yang terbuka sedikit udara yang ditiup itu agak termampatkan. Udara</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>A. udara yang ditiupkan terasa lebih hangat dan mengalami kenaikan energi dalam</p> <p>B. udara yang ditiupkan terasa lebih hangat dan mengalami penurunan energi dalam</p> <p>C. volume udara mengecil dan mengalami penurunan energi dalam</p> <p>D. volume udara membesar dan mengalami kenaikan energi dalam</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> <p>A. ketika kita meniup dengan mulut yang terbuka sedikit udara yang ditiup itu agak termampatkan. Udara mengecil dan tidak menerima kalor sehingga terjadi penurunan energi dalam</p> <p>B. ketika kita meniup dengan mulut yang terbuka sedikit udara yang ditiup itu agak termampatkan. Udara mengecil dan tidak menerima kalor sehingga terjadi kenaikan energi dalam</p> <p>C. ketika kita meniup dengan mulut yang terbuka sedikit udara yang ditiup itu agak termampatkan. Udara</p> | <p>mengembang sehingga terjadi perubahan volume, maka udara melakukan usaha.</p> <p><math>\Delta U = Q - W</math></p> <p>udara tidak menerima kalor sehingga terjadi penurunan energi dalam</p> <p><math>\Delta U = - W</math></p> <p>Usaha yang dilakukan udara sebesar penurunan energi dalam yang terjadi</p> |
|--|--|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>mengembang dan tidak menerima kalor sehingga terjadi penurunan energi dalam</p> <p>D. ketika kita meniup dengan mulut yang terbuka sedikit udara yang ditiup itu agak termampatkan. Udara mengembang dan tidak menerima kalor sehingga terjadi kenaikan energi dalam</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) : menebak</li><li>2) : sangat tidak yakin</li><li>3) : tidak yakin</li><li>4) : yakin</li><li>5) : sangat yakin</li><li>6) : sangat amat yakin</li></ol> |  |
|--|--|--|

**KARTU SOAL TES DIAGNOSTIK PILIHAN GANDA**

Jenjang Pendidikan : Perguruan Tinggi  
 Program Studi : Pendidikan Fisika  
 Mata Kuliah : Termodinamika  
 Materi Pokok : Hukum Kedua Termodinamika  
 Jenis Soal : Soal Tes Diagnostik Pilihan Ganda

**Kemampuan Akhir Tiap Pertemuan:**

Mahasiswa mampu memahami hukum kedua termodinamika: Entropi dan prinsip entropi maksimum

**Bahan**

**Kajian/Materi Pembelajaran:**  
 Hukum kedua termodinamika: Entropi dan prinsip entropi maksimum

**Indikator:**

Menyimpulkan besarnya usaha pada mesin kalor yang memiliki kalor serap dan kalor

**Nomor Soal: 33**

32. Empat buah mesin kalor beroperasi secara bersama-sama. Kalor yang diserap dari reservoir panas ( $Q_1$ ) dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin ( $Q_2$ ) dari setiap mesin berbeda-beda. Perbedaan kalor tersebut ditunjukkan dalam tabel berikut,

| Mesin Kalor | $Q_1$<br>(Joule) | $Q_2$<br>(Joule) |
|-------------|------------------|------------------|
| 1           | 1100             | 920              |
| 2           | 960              | 830              |
| 3           | 870              | 785              |
| 4           | 845              | 770              |

Berdasarkan data diatas, maka usaha terbesar dan terkecil dioperasikan oleh mesin kalor bernomor ....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 1 dan 4
- D. 4 dan 1

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

**Aspek Kognitif: C5****Kunci Jawaban: C****Alasan: A**

$$\Delta W = Q_1 - Q_2$$

| M<br>K | $Q_1$ (J) | $Q_2$<br>(J) | W (J) |
|--------|-----------|--------------|-------|
| 1      | 1100      | 920          | 180   |
| 2      | 960       | 830          | 130   |
| 3      | 870       | 785          | 85    |
| 4      | 845       | 770          | 75    |

Usaha merupakan selisih antara kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin



|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>Alasan:</p> <p>A. usaha merupakan selisih antara kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin</p> <p>B. usaha merupakan jumlah dari kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin</p> <p>C. usaha merupakan pembagian antara kalor yang diserap dari reservoir panas dengan kalor yang dibuang ke reservoir dingin</p> <p>D. usaha sama dengan jumlah kalor yang diserap dari reservoir panas</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> |  |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menentukan Koefisien performa sebuah mesin panas yang memiliki efisiensi tertentu</p> | <p><b>Nomor Soal: 34</b></p> <p>33. Sebuah mesin kalor memiliki efisiensi sebesar 40%. Jika arah proses dalam mesin tersebut dibalik sehingga menjadi pompa panas, maka koefisien performa pompa panas tersebut adalah ....</p> <p>A. 4,0</p> <p>B. 3,5</p> <p>C. 2,5</p> <p>D. 0,4</p>  | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b></p> <p><b>Alasan: B</b></p> <p>Efisiensi dimiliki oleh mesin kalor, sedang koefisien performa dimiliki oleh mesin pendingin. Keduanya memiliki proses yang</p> |

|   | <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> <p>Alasan:</p> <p>A. koefisien performa berbanding lurus dengan efisiensi<br/> B. koefisien performa berbanding terbalik dengan efisiensi<br/> C. koefisien performa dan efisiensi sama besar<br/> D. koefisien performa lebih besar dari efisiensi<br/> E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak<br/> 2) : sangat tidak yakin<br/> 3) : tidak yakin<br/> 4) : yakin<br/> 5) : sangat yakin<br/> 6) : sangat amat yakin</p> | <p>berkebalikan, dinyatakan dengan persamaan</p> $K = \frac{1}{\varepsilon}$ <p>Sehingga diperoleh <math>K = \frac{1}{0,4} = 2,5</math></p> <p>Koefisien performa berbanding terbalik dengan efisiensi</p> |            |            |   |     |     |   |
|---|--|--|------------|------------|---|-----|-----|---|
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menyimpulkan efisiensi sebuah mesin kalor berdasarkan data percobaan</p> | <p><b>Nomor Soal: 35</b></p> <p>34. Sebuah mesin Carnot dilakukan uji coba, dengan suhu pada reservoir tinggi (<math>T_1</math>) dan suhu pada reservoir rendah (<math>T_2</math>) yang berbeda-beda. Suhu pada kedua reservoir seperti pada tabel di bawah ini:</p> <table border="1" data-bbox="376 1299 751 1418"> <thead> <tr> <th>Uji Coba<br/>Carnot Ke</th> <th><math>T_1</math> (°C)</th> <th><math>T_2</math> (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>300</td> <td>120</td> </tr> </tbody> </table>  | Uji Coba<br>Carnot Ke  | $T_1$ (°C) | $T_2$ (°C) | 1 | 300 | 120 | <p><b>Aspek Kognitif: C5</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b><br/> <b>Alasan: B</b></p> $\varepsilon = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ <p>Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh efisiensi mesin untuk berbagai suhu reservoir tinggi dan reservoir rendah adalah:</p> |
| Uji Coba<br>Carnot Ke   | $T_1$ (°C)   | $T_2$ (°C)   |            |            |   |     |     |   |
| 1   | 300  | 120  |            |            |   |     |     |   |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| 2 | 640 | 320 |
| 3 | 425 | 200 |
| 4 | 620 | 280 |

Berdasarkan data di atas, efisiensi terbesar dan terkecil diperoleh ketika uji coba ke...

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 4 dan 1
- D. 2 dan 3

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan jumlah suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas
- B. efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas
- C. efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan suhu

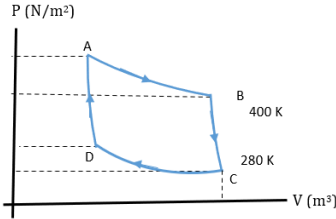
| Uji | T <sub>1</sub><br>(K) | T <sub>2</sub><br>(K) | $\epsilon$ |
|-----|-----------------------|-----------------------|------------|
| 1   | 573                   | 393                   | 0.315      |
| 2   | 913                   | 593                   | 0.351      |
| 3   | 698                   | 473                   | 0.323      |
| 4   | 893                   | 553                   | 0.381      |

Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>pada reservoir panas, serta berbanding terbalik dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin</p> <p>D. efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan suhu pada reservoir panas, serta berbanding terbalik dengan jumlah suhu pada reservoir panas dan dingin</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> |  |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Memberikan argumentasi tentang penerapan Hukum II termodinamika pada sepeda motor</p> | <p><b>Nomor Soal: 30</b></p> <p>35. Sepeda motor merupakan benda yang sering dijumpai dikehidupan sehari-hari. Mulai dari berangkat sekolah, ke kantor ke pasar tidak begitu sulit untuk menjumpai masyarakat menggunakan sepeda motor. Bagaimanakah cara kerja mesin sepeda motor berdasarkan Hukum Termodinamika?</p> <p>A. hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas yang melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; kalor dibuang ke lingkungan melalui radiator</p>   | <p><b>Aspek Kognitif: C5</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: B</b><br/><b>Alasan: C</b></p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>B. hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas yang melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; kalor dibuang ke lingkungan melalui knalpot</p> <p>C. hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas. Gas panas hasil pembakaran digunakan untuk melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; tidak ada kalor yang dibuang</p> <p>D. hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas yang melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; kalor dibuang ke lingkungan melalui radiator dan knalpot</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) : menebak</li><li>2) : sangat tidak yakin</li><li>3) : tidak yakin</li><li>4) : yakin</li><li>5) : sangat yakin</li><li>6) : sangat amat yakin</li></ol> <p>Alasan:</p> <p>A. menurut Planck tidak mungkin untuk membuat mesin kalor yang bekerja dalam suatu siklus yang mengubah energi panas dari suatu sumber menjadi energi mekanik seutuhnya</p> <p>B. menurut Planck tidak mungkin untuk membuat sebuah mesin kalor</p> |  |
|--|---|--|

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>yang bekerja dalam suatu siklus yang hanya memindahkan energi panas dari suatu benda panas ke benda dingin</p> <p>C. apabila prinsip kekekalan energi diterapkan mesin kalor dapat dirancang sedemikian rupa sehingga semua energi panas dari sumber bersuhu tinggi digunakan untuk menggerakkan motor tanpa ada panas yang dibuang melalui radiator</p> <p>D. apabila prinsip kekekalan energi diterapkan mesin kalor dapat dirancang sedemikian rupa sehingga semua energi panas dari sumber bersuhu tinggi digunakan untuk menggerakkan motor tanpa ada panas yang dibuang melalui knalpot</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) : menebak</li><li>2) : sangat tidak yakin</li><li>3) : tidak yakin</li><li>4) : yakin</li><li>5) : sangat yakin</li><li>6) : sangat amat yakin</li></ol> |  |
|--|---|--|

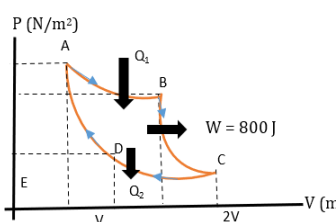
| <b>KARTU SOAL TES DIAGNOSTIK PILIHAN GANDA</b>  |  |   |
|---|--|---|
| Jenjang Pendidikan : Perguruan Tinggi<br>Program Studi : Pendidikan Fisika<br>Mata Kuliah : Termodinamika<br>Materi Pokok : Proses Carnot<br>Jenis Soal : Soal Tes Diagnostik Pilihan Ganda |  |   |
| <b>Kemampuan Akhir Tiap Pertemuan:</b><br>Mampu memahami proses Carnot  | <b>Nomor Soal: 36</b>  | <b>Aspek Kognitif: C5</b>   |
|   | 36. Berdasarkan data pada grafik, efisiensi mesin Carnot adalah....<br>   | <b>Kunci Jawaban: D</b><br><b>Alasan: A</b><br>Penyelesaian:<br>$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$ $\eta = \left(1 - \frac{280}{400}\right) \times 100\%$ $\eta = \left(\frac{400}{400} - \frac{280}{400}\right) \times 100\%$ $\eta = \left(\frac{120}{400}\right) \times 100\%$ $\eta = 30\%$ |
| <b>Bahan Kajian/Materi Pembelajaran:</b><br>Proses Carnot   | A. 10 %<br>B. 20 %<br>C. 25 %<br>D. 30 %   |   |
| <b>Indikator:</b><br>Menginterpretasi grafik untuk menentukan efisiensi mesin Carnot  | Tingkat keyakinan jawaban (CRI):<br>1) : menebak<br>2) : sangat tidak yakin<br>3) : tidak yakin<br>4) : yakin<br>5) : sangat yakin<br>6) : sangat amat yakin<br>Alasan:<br>A. mesin Carnot adalah mesin efisien yang bekerja dalam suhu reservoir tinggi dan suhu reservoir rendah, di mana sistem mengambil kalor $Q_1$ dari reservoir suhu tinggi $T_1$ dan melepaskan kalor $Q_2$ pada reservoir suhu rendah $T_2$ dan sistem melakukan usaha sebesar $W$ . |   |

|                   |  |                           |
|-------------------|--|---------------------------|
|                   | <p>B. mesin Carnot adalah mesin efisien yang bekerja dalam suhu reservoir tinggi dan suhu reservoir rendah, di mana sistem mengambil kalor <math>Q_2</math> dari reservoir suhu rendah <math>T_2</math> dan melepaskan kalor <math>Q_1</math> pada reservoir suhu tinggi <math>T_1</math> dan sistem melakukan usaha sebesar <math>W</math>.</p> <p>C. mesin Carnot adalah mesin efisien yang bekerja dalam suhu reservoir tinggi dan suhu reservoir rendah, di mana sistem mengambil kalor <math>Q_1</math> dari reservoir suhu tinggi <math>T_1</math> dan melepaskan kalor <math>Q_2</math> pada reservoir suhu rendah <math>T_2</math> dan sistem tidak melakukan usaha sebesar <math>W</math>.</p> <p>D. mesin Carnot adalah mesin efisien yang bekerja dalam suhu reservoir tinggi dan suhu reservoir rendah, di mana sistem mengambil kalor <math>Q_2</math> dari reservoir suhu rendah <math>T_2</math> dan melepaskan kalor <math>Q_1</math> pada reservoir suhu tinggi <math>T_1</math> dan sistem tidak melakukan usaha sebesar <math>W</math>.</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> |                           |
| <b>Indikator:</b> | <b>Nomor Soal: 37</b>  | <b>Aspek Kognitif: C4</b> |

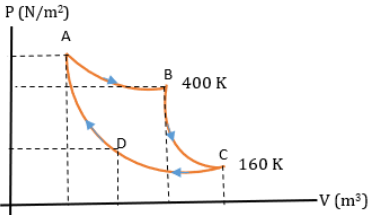


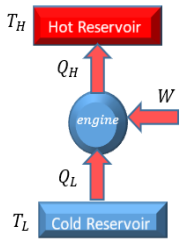
|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Menganalisis hubungan reservoir suhu tinggi dan reservoir suhu rendah terhadap efisiensi mesin Carnot</p> | <p>37. Efisiensi mesin Carnot bergantung pada temperatur reservoir suhu tinggi (<math>T_H</math>) dan reservoir suhu rendah (<math>T_C</math>). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi mesin Carnot adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>efisiensi mesin Carnot akan naik pada saat <math>T_H</math> tetap dan <math>T_C</math> dinaikkan.</li> <li>efisiensi mesin Carnot akan naik pada saat <math>T_H</math> diturunkan dan <math>T_C</math> dinaikkan</li> <li>efisiensi mesin Carnot akan naik pada saat <math>T_H</math> diturunkan dan <math>T_C</math> tetap.</li> <li>efisiensi mesin Carnot akan naik pada saat <math>T_H</math> dinaikkan dan <math>T_C</math> diturunkan.</li> </ol> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>: menebak</li> <li>: sangat tidak yakin</li> <li>: tidak yakin</li> <li>: yakin</li> <li>: sangat yakin</li> <li>: sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li> jika <math>T_H</math> berbanding terbalik dengan <math>T_C</math> (<math>\eta = 1 - \frac{T_H}{T_C}</math>) dan nilai <math>T_H</math> tetap dan <math>T_C</math> dinaikkan maka efisiensi akan bertambah.</li> <li> jika <math>T_H</math> berbanding terbalik dengan <math>T_C</math> (<math>\eta = 1 - \frac{T_H}{T_C}</math>) dan nilai <math>T_H</math> diturunkan dan <math>T_C</math> dinaikkan maka efisiensi akan bertambah.</li> <li> jika <math>T_C</math> berbanding terbalik dengan <math>T_H</math> (<math>\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}</math>) dan nilai <math>T_C</math> tetap</li> </ol> | <p><b>Kunci Jawaban: D</b><br/><b>Alasan: D</b></p> <p>Pada efisiensi mesin Carnot <math>T_C</math> berbanding terbalik dengan <math>T_H</math>.</p> $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ <p>Efisiensi akan naik pada saat <math>T_H</math> dinaikkan dan <math>T_C</math> diturunkan.</p> |
|--|---|--|

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>dan <math>T_H</math> dinaikkan maka efisiensi akan bertambah.</p> <p>D. jika <math>T_c</math> berbanding terbalik dengan <math>T_H</math> (<math>\eta = 1 - \frac{T_c}{T_H}</math>) dan nilai <math>T_c</math> diturunkan dan <math>T_H</math> dinaikkan maka efisiensi akan bertambah</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol>  |   |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menganalisis hubungan reservoir suhu tinggi dan reservoir suhu rendah terhadap efisiensi mesin Carnot untuk menentukan suhu akhir</p> | <p><b>Nomor Soal: 38</b></p> <p>38. Sebuah mesin Carnot menggunakan reservoir suhu tinggi <math>227^\circ\text{C}</math>, mempunyai efisiensi 60%. Agar efisiensi mesin Carnot naik menjadi 80% dengan suhu rendahnya tetap maka suhu tinggi mesin Carnot harus diubah menjadi...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 300 K</li> <li>B. 480 K</li> <li>C. 1000 K</li> <li>D. 1200 K</li> </ol> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> | <p><b>Aspek Kognitif: C4</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b><br/><b>Alasan: A</b></p> <p>Penyelesaian:<br/>Diketahui<br/><math>T_1 = 227^\circ\text{C} = 500\text{ K}</math><br/><math>\eta_1 = 60\%</math><br/><math>\eta_2 = 80\%</math><br/>Ditanya:<br/><math>T_1</math> pada <math>\eta_2 = 80\%..?</math><br/>Jawab:<br/><math>\eta_1 = (1 - \frac{T_2}{T_1}) \times 100\%</math><br/><math>60\% = (1 - \frac{T_2}{500}) \times 100\%</math><br/><math>0,6 = 1 - \frac{T_2}{500}</math><br/><math>0,4 = \frac{T_2}{500}</math><br/><math>T_2 = 200\text{ K}</math></p> <p>Efisiensi 2<br/><math>T_1</math> pada <math>\eta_2 = 80\%..?</math><br/>Jawab<br/><math>\eta_1 = (1 - \frac{T_2}{T_1}) \times 100\%</math><br/><math>80\% = (1 - \frac{200}{T_1}) \times 100\%</math><br/><math>0,8 = 1 - \frac{200}{T_1}</math></p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>A. jika efisiensi dinaikkan saat suhu rendahnya tetap maka suhu tingginya harus dinaikkan</p> <p>B. jika efisiensi dinaikkan saat suhu tingginya tetap maka suhu rendahnya harus dinaikkan</p> <p>C. jika efisiensi dinaikkan saat suhu rendahnya tetap maka suhu tingginya harus diturunkan</p> <p>D. jika efisiensi dinaikkan saat suhu tingginya tetap maka suhu rendahnya harus diturunkan</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> | $0,2 = \frac{200}{T_1}$ $T_1 = 1000 \text{ K}$  |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menginterpretasi grafik siklus Carnot untuk menentukan efisiensi mesin Carnot</p> | <p><b>Nomor Soal: 40</b></p> <p>39. Gambar berikut menunjukkan grafik <math>P</math>-<math>V</math> pada mesin Carnot.</p>  <p>Jika kalor yang lepas sebesar <math>1/4W</math>, maka efisiensi mesin Carnot adalah...</p> <p>A. 1,33</p>  | <p><b>Aspek Kognitif: C5</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b><br/><b>Alasan: B</b></p> <p>Berdasarkan grafik ditunjukkan bahwa:<br/>Usaha <math>W = 800 \text{ J}</math><br/>Kalor yang dilepas pada reservoir suhu rendah:<br/><math>Q_2 = 1/4 (800 \text{ J})</math><br/><math>= 200 \text{ J}</math></p> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>B. 1,25<br/>C. 0,8<br/>D. 0,75</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> <p>A. efisiensi mesin Carnot merupakan nilai perbandingan antara usaha yang dilakukan dan kalor yang dilepas ke sumber suhu rendah selama satu siklus.</p> <p>B. efisiensi mesin Carnot merupakan nilai perbandingan antara usaha yang dilakukan dan kalor yang diserap dari sumber suhu tinggi selama satu siklus</p> <p>C. efisiensi mesin Carnot merupakan nilai perbandingan antara kalor yang diserap dari sumber suhu tinggi selama satu siklus dan usaha yang dilakukan</p> <p>D. efisiensi mesin Carnot merupakan nilai perbandingan antara kalor yang dilepas ke sumber suhu rendah selama satu siklus dan antara usaha yang dilakukan.</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> | <p>Kalor yang diserap dari reservoir suhu tinggi:</p> $W = Q_1 - Q_2 = 1000 \text{ J}$ $\eta = \frac{W}{Q_2}$ $\eta = \frac{800}{1000}$ $\eta = 0,8$ <p>Efisiensi mesin Carnot merupakan nilai perbandingan antara usaha yang dilakukan dan kalor yang diserap dari sumber suhu tinggi selama satu siklus</p> |
|--|---|---|

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | 1) : menebak<br>2) : sangat tidak yakin<br>3) : tidak yakin<br>4) : yakin<br>5) : sangat yakin<br>6) : sangat amat yakin  |   |
| <b>Indikator:</b><br>Menganalisis grafik siklus Carnot untuk menentukan efisiensi | <b>Nomor Soal: 39</b><br>40. Gambar berikut menunjukkan grafik P-V sebagai berikut!<br><br>Berdasarkan grafik di atas efisiensi mesin Carnot adalah...<br>A. 40%<br>B. 50%<br>C. 60%<br>D. 80%<br>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):<br>1) : menebak<br>2) : sangat tidak yakin<br>3) : tidak yakin<br>4) : yakin<br>5) : sangat yakin<br>6) : sangat amat yakin<br>Alasan:<br>A. efisiensi mesin Carnot merupakan satu dikurang perbandingan suhu reservoir tinggi dengan suhu reservoir rendah | <b>Aspek Kognitif: C4</b><br><b>Kunci Jawaban: C</b><br><b>Alasan: B</b><br>Diketahui bahwa:<br>$T_1 = 400 \text{ K}$<br>$T_2 = 160 \text{ K}$<br>Efisiensi mesin Carnot?<br>$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $\eta = 1 - \frac{160}{400}$ $\eta = 1 - 0,4$ $\eta = 0,6$ Jadi efisiensi mesin Carnot adalah 60%<br>Efisiensi mesin Carnot merupakan perbandingan antara usaha dengan kalor pada reservoir suhu tinggi |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>B. efisiensi mesin Carnot Carnot merupakan perbandingan antara usaha dengan suhu reservoir tinggi</p> <p>C. efisiensi mesin Carnot merupakan satu dikurangi perbandingan antara usaha dengan suhu reservoir rendah</p> <p>D. efisiensi mesin Carnot merupakan perbandingan antara usaha dengan suhu reservoir tinggi</p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <p>1) : menebak</p> <p>2) : sangat tidak yakin</p> <p>3) : tidak yakin</p> <p>4) : yakin</p> <p>5) : sangat yakin</p> <p>6) : sangat amat yakin</p> |  |
| <p><b>Indikator:</b><br/>Menentukan persamaan efisiensi mesin pendingin</p> | <p><b>Nomor Soal: 41</b></p> <p>41. Seorang ahli mekanik hendak membuat sebuah mesin pendingin dengan rancangan proses kinerja berdasarkan konsep mesin Carnot. Jika digambarkan dalam bentuk diagram proses seperti berikut ini, maka efisiensi mesin yang dirancang dapat ditentukan dengan cara...</p>   | <p><b>Aspek Kognitif: C5</b></p> <p><b>Kunci Jawaban: C</b><br/><b>Alasan: D</b></p> <p>Efisiensi mesin pendingin adalah</p> $\eta = \frac{Q_L}{W}$ $\eta = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L}$ $\eta = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$ $\eta = 1 - \frac{Q_H}{Q_L}$ |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>A. nilai koefisiensinya didapatkan dengan</p> $\eta = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H}$ <p>B. nilai koefisiensinya didapatkan dengan</p> $\eta = \frac{Q_L}{Q_L - Q_H}$ <p>C. nilai koefisiensinya didapatkan dengan</p> $\eta = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$ <p>D. nilai koefisiensinya didapatkan dengan</p> $\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$ <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) : menebak</li> <li>2) : sangat tidak yakin</li> <li>3) : tidak yakin</li> <li>4) : yakin</li> <li>5) : sangat yakin</li> <li>6) : sangat amat yakin</li> </ol> <p>Alasan:</p> <p>A. kalor mengalir dari tempat dingin ke tempat panas membutuhkan suatu usaha luar sebesar <math>W</math> sehingga efisiensinya <math>\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H}</math></p> <p>B. kalor mengalir dari tempat dingin ke tempat panas membutuhkan suatu usaha sebesar <math>W</math> sehingga efisiensinya <math>\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}</math></p> <p>C. kalor mengalir dari tempat dingin ke tempat panas tanpa membutuhkan suatu usaha luar sebesar <math>W</math> sehingga efisiensinya <math>\eta = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}</math></p> <p>D. kalor mengalir dari tempat dingin ke tempat panas membutuhkan suatu</p> |  |
|--|--|--|

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>usaha luar sebesar <math>W</math> sehingga<br/>efisiensinya <math>\eta = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_L - Q_H}</math></p> <p>E. ....</p> <p>Tingkat keyakinan jawaban (CRI):</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) : menebak</li><li>2) : sangat tidak yakin</li><li>3) : tidak yakin</li><li>4) : yakin</li><li>5) : sangat yakin</li><li>6) : sangat amat yakin</li></ol> |  |
|--|---|--|



Lampiran 4 : Petunjuk Pengerjaan Soal 4 TMC

**PETUNJUK Pengerjaan SOAL 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE)  
BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

---

**PETUNJUK UMUM:**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan.
  2. Bacalah soal dengan teliti.
  3. Berilah tanda silang (O) pada salah satu jawaban yang Anda pilih.
  4. Setiap soal terdiri atas empat langkah pengerjaan.
    - a) Pilihlah **jawaban** yang telah disediakan.
    - b) Berikanlah **tingkat keyakinan** dalam memilih jawaban tersebut.
    - c) Pilihlah pernyataan **alasan** dari jawaban yang anda pilih, dan
    - d) Berikanlah **tingkat keyakinan** dalam memilih **alasan** tersebut.
- Keterangan skala tingkat keyakinan (**CRI**):
- (1) Menebak, (2) sangat tidak yakin, (3) tidak yakin,  
(4) yakin, (5) sangat yakin, dan (6) sangat amat yakin.
5. Kerjakanlah soal dengan jujur dan teliti.
  6. Periksa kembali jawaban Anda sebelum difinalisasi.
  7. Alokasi waktu mengerjakan soal 90 menit.

--- SELAMAT MENERJAKAN ---

## Lampiran 5 : Lembar Soal 4 TMC

**LEMBAR SOAL**  
**4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI**  
**TERMODINAMIKA**

---

1. Perhatikan pernyataan berikut,

- (1) Gas tidak melakukan usaha pada proses isokhorik.
- (2) Gas menerima atau mengerjakan usaha pada proses isobarik.
- (3) Gas mengalami perubahan energi pada proses isotermik.
- (4) Gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik.

Pernyataan-pernyataan di atas yang berkaitan dengan proses termodinamika yang benar adalah...

- A. 1, 2, dan 3
- B. B. 1 dan 2
- C. C. 1 dan 4
- D. D. 2, 3, dan 4

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. usaha hanya dapat dilakukan oleh sistem
- B. usaha tidak dapat dilakukan oleh lingkungan
- C. usaha sebanding dengan suhu
- D. usaha merupakan perkalian antara perubahan volume gas dengan tekanan tetap
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

2. Gas dengan suhu, tekanan, dan volume tertentu ditekan sehingga volumenya menjadi setengah dari volumenya semula. Pernyataan berikut yang benar adalah...

- A. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal

- B. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara adiabatik
- C. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabatik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal
- D. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabatik lebih kecil daripada jika proses berlangsung secara isothermal

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai positif dan sistem mendapat kalor bernilai positif
- B. kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor bernilai positif
- C. kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor bernilai negatif
- D. kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai positif, dan sistem mendapat kalor bernilai negatif
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

3. Suatu gas ideal dalam ruang tertutup mengalami proses isokhorik, sehingga:

- (1) Suhunya tetap
- (2) Volumennya tetap
- (3) Tekanannya tetap
- (4) Usahnya nol
- (5)  $Q = 0$  maka  $\Delta U = -W$
- (6)  $\Delta U = 0$  maka  $Q = W$
- (7)  $Q - \Delta U = W$
- (8)  $W = 0$  maka  $\Delta U = Q$

Pernyataan yang benar adalah...

- A. 2 dan 5
- B. 2 dan 8
- C. 3 dan 6
- D. 3 dan 7

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. proses isokhorik merupakan proses pada volume tetap dan suhunya berubah
- B. proses isokhorik merupakan proses pada tekanan tetap dan usahanya nol
- C. proses isokhorik adalah proses pada volume tetap
- D. proses isokhorik adalah proses pada tekanan tetap
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

4. Bayu mengayunkan susu panas yang berada di dalam termos yang tertutup rapat. Perubahan apa yang terjadi pada suhu dan energi dalam dari susu tersebut...

- A. suhu dan energi dalam susu meningkat.
- B. suhu dan energi dalam susu menurun.
- C. suhu dan energi dalam susu tidak berubah.
- D. suhu susu meningkat dan energi dalam susu menurun.

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. susu panas berada dalam sistem tertutup yakni termos yang ditutup rapat
- B. jarak antar molekul-molekul penyusun susu semakin mendekat
- C. molekul-molekul penyusun susu mengalami peningkatan energi kinetik

- D. energi potensial molekul-molekul susu meningkat
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

5. Terdapat sebuah benda P dan benda Q yang terpisah berada dalam keseimbangan termal dengan benda R. Jika benda P dan Q dalam keseimbangan termal, maka pernyataan berikut ini yang paling benar adalah...

- A. energi berpindah benda besar ke benda yang besar
- B. energi berpindah benda besar ke benda yang besar
- C. energi berpindah dari benda bermassa besar ke benda yang bermassa lebih kecil
- D. energi berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah
- E. energi berpindah jika salah satu benda berbeda ukuran dan massanya

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. ukuran benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal
- B. massa benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal
- C. ukuran dan massa benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal
- D. suhu benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |              |            |
|--------------|------------|
| 1) : menebak | 4) : yakin |
|--------------|------------|

- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

6. Bayu sedang duduk bersantai sambil menikmati secangkir susu hangat di genggaman tangannya untuk menghangatkan badan dari musim dingin. Suhu Bayu menjadi hangat setelah beberapa saat menggenggam kopi tersebut. Selama peristiwa berlangsung proses-proses termodinamika yang mungkin terjadi adalah...

- 1) keadaan setimbang mekanis
- 2) keadaan setimbang kimia
- 3) Keadaan setimbang tekanan
- 4) Keadaan setimbang volume
- 5) keadaan setimbang termal
- 6) keadaan setimbang termodinamik

A. 1), 2), 3), dan 4)

B. 1), 2), 4), dan 5)

C. 1), 2), 5), dan 6)

D. 2), 3), 5), dan 6)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

1) : menebak                      4) : yakin

2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin

3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. sistem dikatakan setimbang jika resultan gayanya nol, berada dalam keadaan semula, tekanan dan volume sistem tidak berubah walaupun kontak termal dengan lingkungan
- B. sistem berada dalam keadaan semula, tidak berubah walaupun kontak termal dengan lingkungan, koordinat sistem atau lingkungan cenderung tidak berubah sepanjang masa.
- C. sistem dikatakan setimbang jika resultan gayanya nol, berada dalam keadaan semula, tidak berubah walaupun kontak termal dengan lingkungan, koordinat sistem atau lingkungan cenderung tidak berubah sepanjang masa.
- D. sistem dikatakan setimbang jika berada dalam keadaan semula, tekanan tetap, tidak berubah walaupun kontak

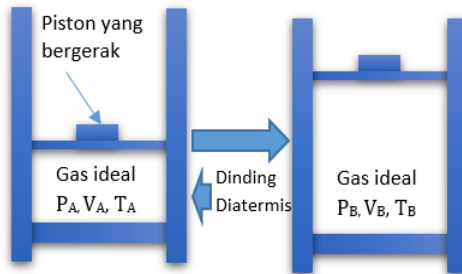
termal dengan lingkungan, koordinat sistem atau lingkungan cenderung tidak berubah sepanjang masa.

E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

7. Perhatikan gambar berikut ini!



Suatu proses gas ideal dalam tabung tertutup mengalami sebuah proses dari keadaan A ke keadaan B. Temperatur tabung selama proses berlangsung dari keadaan A berbeda dengan temperatur di keadaan B ( $T_A \neq T_B$ ). Jika  $P$  = Tekanan,  $V$  = Volume, dan  $T$  = Temperatur, pernyataan berikut yang benar adalah...

- kerja yang berlangsung bernilai positif karena lingkungan melakukan kerjakan terhadap gas.
- kerja yang berlangsung bernilai positif karena gas melakukan kerja terhadap lingkungan
- kerja yang berlangsung bernilai negatif karena gas melakukan kerja terhadap lingkungan.
- kerja yang berlangsung bernilai negatif karena lingkungan melakukan kerja terhadap gas.

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

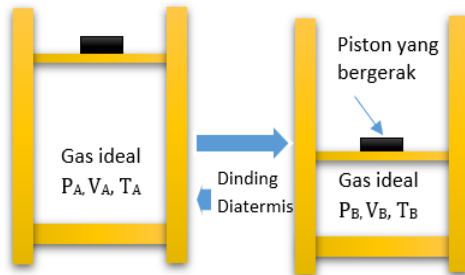
- sistem berekspansi atau memuai, sehingga  $W$  positif di mana kerja dilakukan oleh gas pada lingkungan.

- B. sistem berekspansi atau memuai, sehingga  $W$  positif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas.
- C. sistem berekspansi atau memuai, sehingga  $W$  negatif di mana kerja dilakukan oleh gas pada lingkungan.
- D. sistem berekspansi atau memuai, sehingga  $W$  negatif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas.
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

8. Perhatikan gambar berikut ini!



Suatu proses gas ideal dalam tabung tertutup mengalami sebuah proses dari keadaan A ke keadaan B. Jika  $P$  = Tekanan,  $V$  = Volume, dan  $T$  = Temperatur, pernyataan berikut yang benar adalah...

- A. kerja yang berlangsung bernilai negatif karena gas melakukan kerja terhadap lingkungan.
- B. kerja yang berlangsung bernilai negatif karena lingkungan melakukan kerjakan terhadap gas.
- C. kerja yang berlangsung bernilai positif karena sistem melakukan kerja terhadap lingkungan.
- D. kerja yang berlangsung bernilai positif karena lingkungan melakukan kerja terhadap gas.

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin        |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin |



3) : tidak yakin                      6) : sangat amat yakin

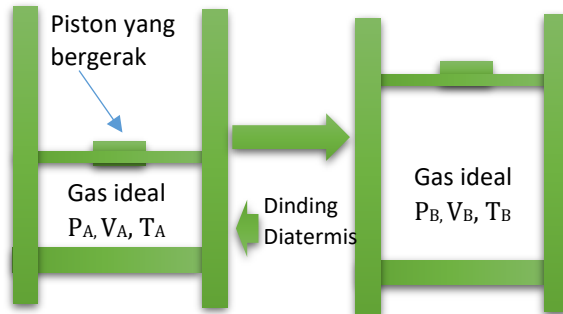
Alasan:

- sistem mengalami pemampatan, sehingga  $W$  negatif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas.
- sistem berekspansi atau memuai, sehingga  $W$  negatif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas.
- sistem mengalami pemampatan, sehingga  $W$  positif di mana kerja dilakukan oleh gas pada lingkungan.
- sistem mengalami pemampatan, sehingga  $W$  positif di mana kerja dilakukan oleh lingkungan pada gas.
- lainnya (isi di kolom alasan)

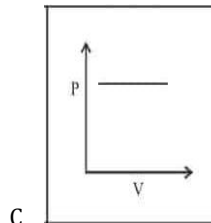
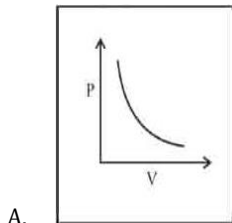
Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

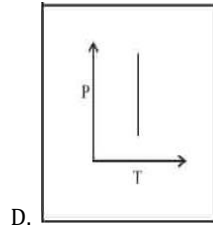
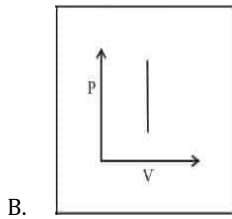
- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

9. Perhatikan gambar berikut ini!



Jika selama proses berlangsung  $P_A = P_B$ , gambarkan proses tersebut dalam diagram P-V?





Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

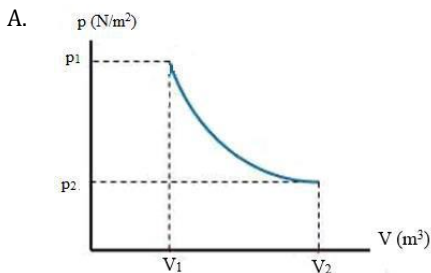
Alasan:

- A. proses Isotermik terjadi pada suhu konstan
- B. proses isobarik terjadi pada tekanan konstan
- C. proses isobarik terjadi pada tekanan tetap dan usahanya nol
- D. proses Isokhorik terjadi pada volume konstan
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

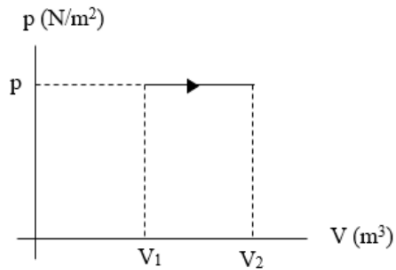
Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

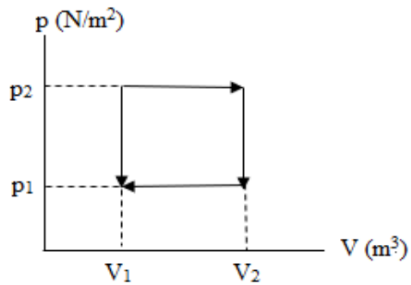
10. Diagram P-V yang tepat untuk menggambarkan proses isotermal adalah...



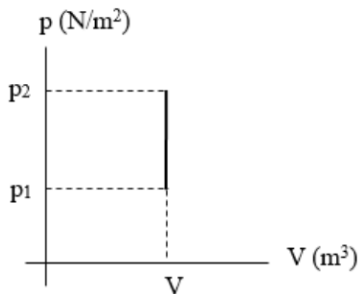
B.



C.



D.



Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

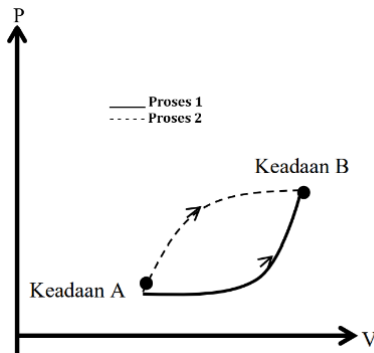
- A. proses isothermal merupakan proses di mana tekanan gas dipertahankan tetap, ketika gaya luar dikurangi, maka volume gas akan memampat secara statis

- B. proses isoterml merupakan proses di mana suhu gas dipertahankan tetap, ketika gaya luar dikurangi, maka volume gas akan memuai secara statis
- C. proses isoterml merupakan proses di mana volume gas dipertahankan tetap, ketika tekanan meningkat, suhu gas juga meningkat
- D. proses isoterml merupakan proses di mana tekanan gas dipertahankan tetap, ketika suhu meningkat, volume gas juga menurun
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

11. Perhatikan gambar berikut!



Pernyataan yang benar adalah...

- A.  $W$  proses 1  $>$   $W$  proses 2.
- B.  $W$  proses 1 =  $W$  proses 2.
- C.  $W$  proses 1 =  $W$  proses 2 = 0.
- D.  $W$  proses 1  $<$   $W$  proses 2.

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

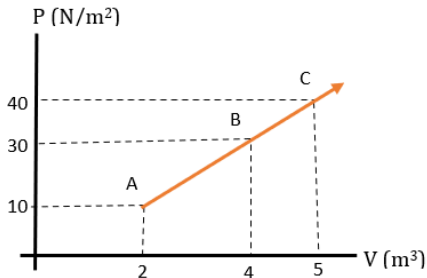
Alasan:

- A. secara matematis,  $W = P \Delta V$  yang berarti  $W$  berbanding lurus dengan tekanan dan volume, sehingga jika tekanan dan volume tinggi, maka usaha yang dikerjakan juga besar.
- B. secara grafis, luasan  $W = P \Delta V$  proses 1 lebih tajam, sehingga usaha yang dikerjakan juga besar.
- C. Secara grafis, luasan  $W = P \Delta V$  proses 2 lebih besar, sehingga usaha yang dikerjakan juga besar.
- D. secara grafis, luasan  $W = P \Delta V$  proses 1 dan 2 jika ditambahkan menjadi lebih besar, sehingga usaha yang dikerjakan juga besar.
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

12. Perhatikan grafik PV berikut!



Suhu pada proses diatas adalah...

- A.  $T_A > T_B > T_C$
- B.  $T_A = T_B = T_C$
- C.  $T_A < T_B < T_C$
- D.  $T_A < T_C < T_B$

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

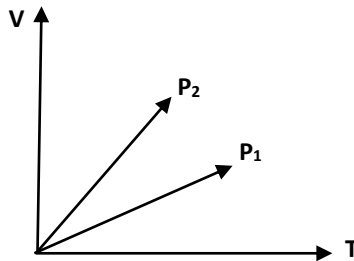
- A. tekanan  $P$  berbanding terbalik dengan suhu  $T$ , sehingga jika nilai  $P$  semakin besar maka  $T$  semakin kecil.

- B. tekanan  $P$  berbanding terbalik dengan suhu  $T$ , sehingga jika nilai  $P$  semakin besar maka  $T$  semakin besar juga.
- C. tekanan  $P$  berbanding lurus dengan suhu  $T$ , sehingga jika nilai  $P$  semakin besar maka  $T$  juga semakin besar.
- D. tekanan  $P$  dan suhu  $T$  bernilai tetap
- E. lainnya (isi dikolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

13. Perhatikan gambar di bawah ini!



Grafik V-T untuk gas ideal adalah...

- A.  $P_1 > P_2$
- B.  $P_1 < P_2$
- C.  $P_1 = P_2$
- D.  $P_1 \geq P_2$

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

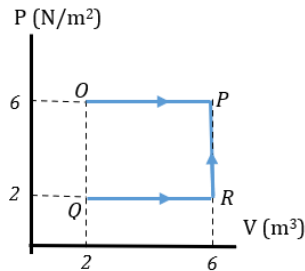
Alasan:

- A.  $P$  berbanding lurus dengan  $V$ , serta berbanding terbalik dengan  $T$ .
- B.  $P$  berbanding lurus dengan  $T$ , serta berbanding terbalik dengan  $V$ .
- C.  $P$  berbanding lurus dengan  $T$  dan  $V$ .
- D.  $P$  berbanding terbalik dengan  $T$  dan  $V$ .
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

14. Perhatikan grafik berikut!



Berdasarkan grafik diatas usaha yang paling besar dilakukan oleh sistem adalah...

- sistem melakukan usaha sebanding dengan area Q-R sebesar 8 satuan luas
- sistem melakukan usaha sebanding dengan area Q-R-P sebesar  $8 + 8 = 16$  satuan luas
- sistem melakukan usaha sebanding dengan area O-P sebesar 24 satuan luas
- sistem melakukan usaha sebanding dengan area Q-R-P ditambah area Q-R sebesar 36 satuan luas

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

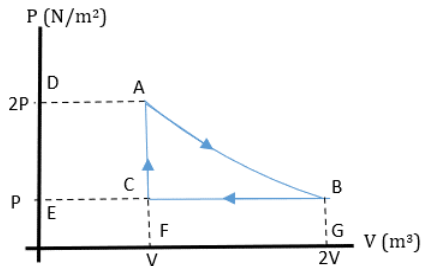
Alasan:

- luas daerah dengan area Q-R-P ditambah area Q-R lebih besar daripada luas area Q-R-P dan luas area O-P.
- luas daerah dengan area O-P lebih besar daripada luas area Q-R-P dan luas area Q-R
- tekanan dari Q ke R, lalu ke P bertambah besar.
- tekanan dari O-P lebih besar.
- lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

15. Hasil pada suatu percobaan satu mol gas menunjukkan grafik  $P$ - $V$  sebagai berikut!



Usaha yang dilakukan selama proses isothermal adalah...

- luas area ABCA
- luas area GFCBG
- luas area FABGF
- luas area EDABE

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

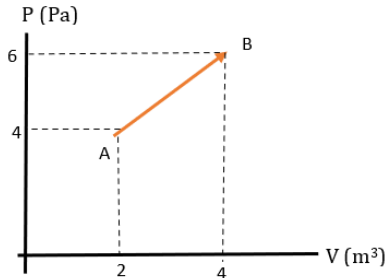
- besar usaha suatu gas sama dengan luas bangun garis proses ABC.
- besar usaha suatu gas sama dengan luas bangun di bawah garis proses ABC.
- besar usaha suatu gas sama dengan luas bangun garis proses ABC dikurangi luas bangun di bawah garis proses ABC.
- besar usaha suatu gas sama dengan luas bangun garis proses ABC ditambah luas bangun di bawah garis proses ABC.
- lainnya (isi di kolom alasan)



Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

16. Perhatikan gambar berikut ini!



Gas ideal melakukan proses perubahan tekanan ( $P$ ) terhadap volume ( $V$ ). Usaha yang dilakukan oleh gas pada proses tersebut adalah...

- 3 Joule
- 5 Joule
- 8 Joule
- 15 Joule

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

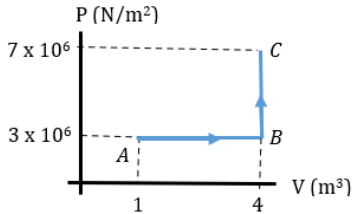
Alasan:

- besar usaha yang dilakukan gas sama dengan luas bangun di bawah garis a-b
- besar usaha yang dilakukan gas sama dengan luas bangun di atas garis a-b
- besar usaha yang dilakukan gas sama dengan luas bangun di bawah garis a-b ditambah proses di atas garis a-b
- besar usaha yang dilakukan gas sama dengan luas bangun di bawah garis a-b dikurangi di atas garis a-b
- lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

17. Proses pemanasan suatu gas ideal digambarkan seperti grafik P-V berikut ini!



Besar usaha yang dilakukan gas pada siklus A-B-C adalah...

- 28,0 Joule
- 12,0 Joule
- 9,0 Joule
- 6,0 Joule

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- pada proses A-B tekanan tetap disebut proses isobarik, di mana  $W = P \Delta V$  sedangkan pada proses B-C tekanan tetap disebut proses isokhorik, di mana  $W = 0$
- pada proses A-B tekanan tetap disebut proses isobarik, di mana  $W = P \Delta V$  sedangkan pada proses B-C tekanan tetap disebut proses isokhorik, di mana  $W = 0$
- pada proses A-B tekanan tetap disebut proses isokhorik, di mana  $W = P \Delta V$  sedangkan pada proses B-C tekanan tetap disebut proses isobarik, di mana  $W = 0$
- pada proses A-B tekanan tetap disebut proses isokhorik, di mana  $W = P \Delta V$  sedangkan pada proses B-C tekanan tetap disebut proses isotermik, di mana  $W = 0$
- lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

18. Sejumlah gas ideal menjalani proses isotermik, sehingga tekanan menjadi 2 kali tekanan semula, maka volumenya menjadi...

- A.  $\frac{1}{4}$  kali semula
- B.  $\frac{1}{2}$  kali semula
- C. 2 kali semula
- D. 4 kali semula

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding terbalik dengan volume.
- B. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan suhu berbanding lurus volume.
- C. isotermik adalah proses pada tekanan tetap dan suhu berbanding lurus volume.
- D. isotermik adalah proses pada volume tetap dan tekanan berbanding lurus dengan suhu
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan Alasan (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

19. Suatu gas ideal dengan sistem tertutup mempunyai suhu awal  $32^{\circ}\text{C}$ . Jika tekanan gas menjadi empat kali lebih besar dari tekanan awal, berapakah besar suhu akhir gas tersebut...

- A.  $32^{\circ}\text{C}$
- B.  $96^{\circ}\text{C}$
- C.  $128^{\circ}\text{C}$
- D.  $160^{\circ}\text{C}$

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

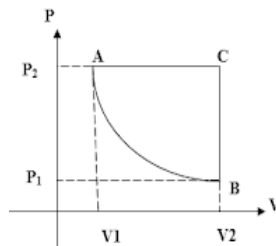
Alasan:

- pada volume tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan suhunya
- pada volume tetap, tekanan gas lebih besar dari suhunya
- pada volume tetap, tekanan gas sama dengan suhunya
- pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya
- lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

20. Perhatikan proses termodinamika berikut!



Proses siklus A - B - C - A Suatu gas Ideal monoatomik sebanyak  $n$  mol mengalami proses termodinamika seperti ditunjukkan pada gambar. proses AB adalah proses isotermik. jika  $T$  adalah suhu gas ketika dalam keadaan A dan konstanta gas umum sama dengan  $R$ . kerja yang dilakukan gas pada proses C-A adalah...

- $nRT - P_1V_1$
- $-nRT - P_2V_1$
- $-nRT + P_2V_1$
- $nRT - P_2V_1$

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. besar usaha selama proses tersebut dicari dengan  $W = P \Delta V$ , sehingga didapatkan  $W = P_1V_2 - P_2V_1 = nRT - P_2V_1$
- B. besar usaha selama proses tersebut dicari dengan  $W = P \Delta V$ , sehingga didapatkan  $W = P_1V_2 - P_2V_1 = - nRT - P_2V_1$
- C. besar usaha selama proses tersebut dicari dengan  $W = P \Delta V$ , sehingga didapatkan  $W = P_2V_1 - P_2V_2 = nRT - P_2V_2$
- D. besar usaha selama proses tersebut dicari dengan  $W = P \Delta V$ , sehingga didapatkan  $W = P_2V_1 - P_2V_2 = nRT - P_2V_1$
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

21. Besaran suhu, tekanan, dan volume dapat digunakan untuk mendeskripsikan keadaan suatu gas, seperti gas yang ada di udara; oksigen, nitrogen dan argon. Besaran keadaan ini dinyatakan oleh Boyle dan Gay-Lussac dengan persamaan  $PV=nRT$ . Persamaan ini mempunyai beberapa syarat yang harus dipenuhi jika hendak diterapkan di antaranya:

- (1) Ukuran partikel sangat kecil dan lebih kecil dari jarak antar partikel.
- (2) Molekul bergerak dengan percepatan tetap
- (3) Tumbukan partikel dengan dinding terjadi secara sempurna.
- (4) Bergerak lurus dalam satu arah saja.

Prasyarat yang tepat sesuai pernyataan diatas adalah...

- A. 1 dan 3
- B. 1, 2, dan 3
- C. 1, 2, dan 4

D. 1, 2, 3, dan 4

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. berdasarkan persamaan  $PV=nRT$ , molekul ( $n$ ) mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil dibandingkan jarak antar partikel, bergerak dengan percepatan tetap dan menumbuk dinding secara lenting sempurna.
- B. berdasarkan persamaan  $PV=nRT$ , molekul ( $n$ ) mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil dibandingkan jarak antar partikel dan menumbuk dinding secara lenting sempurna.
- C. berdasarkan persamaan  $PV=nRT$ , molekul ( $n$ ) mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil dibandingkan jarak antar partikel, bergerak dengan percepatan tetap dan bergerak dalam satu arah.
- D. berdasarkan persamaan  $PV=nRT$ , molekul ( $n$ ) mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil dibandingkan jarak antar partikel, bergerak dengan percepatan tetap, menumbuk dinding secara lenting sempurna dan bergerak dalam satu arah.
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

22. Energi dalam pada gas ideal merupakan jumlah seluruh energi kinetic total dari seluruh molekul gas dalam suatu ruangan. Besar energi dalam bergantung pada jumlah molekul gas. Energi dalam diformulasikan dengan  $EK = \frac{3}{2} NkT$ . E menyatakan energi kinetic rata-rata molekul, N menyatakan jumlah molekul, dan T menyatakan suhu mutlak. Pernyataan yang benar menurut pernyataan di atas adalah...

- A. semakin tinggi suhu suatu gas, semakin kecil energi kinetiknya
- B. semakin tinggi suhu suatu gas, gerak partikel gas semakin lambat

- C. suhu suatu gas tidak mempengaruhi gerak partikel gas  
 D. semakin tinggi suhu suatu gas, semakin cepat gerak partikel

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

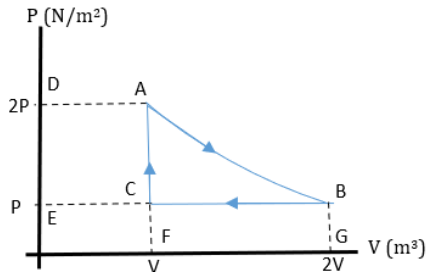
Alasan:

- A. suhu tidak mempengaruhi energi kinetik  
 B. suhu berbanding lurus dengan energi kinetik  
 C. suhu tidak mempengaruhi gerak partikel  
 D. suhu berbanding lurus dengan gerak partikel  
 E. lainnya (isi di kolom alasan)

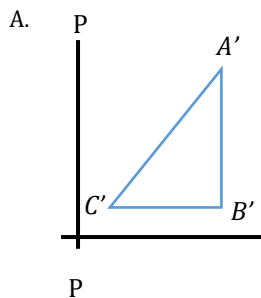
Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

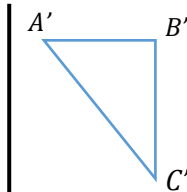
23. Hasil pada suatu percobaan satu mol gas menunjukkan grafik  $P$ - $V$  sebagai berikut!



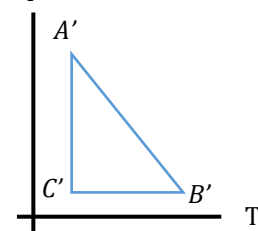
Berdasarkan analisis grafik tersebut, jika proses isothermal terjadi pada grafik  $A$ - $B$  maka diagram  $P$ - $T$  yang disebut dengan diagram fase adalah...



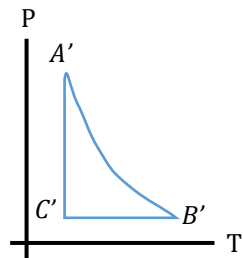
B.



C.



D.



Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- $P$  berbanding lurus dengan  $V$  dan berbanding terbalik dengan  $T$ .
- $P$  berbanding lurus dengan  $T$  dan berbanding terbalik dengan  $V$ .
- $P$  berbanding lurus dengan  $T$  dan  $V$ .
- $P$  berbanding terbalik dengan  $T$  dan  $V$ .
- lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |



24. Diagram P-V di samping menunjukkan nilai tekanan dan volume gas berdasarkan eksperimen, dimulai pada keadaan A, dilanjutkan ke keadaan B, C dan D dan kembali ke keadaan A. Pernyataan yang benar dalam satu siklus  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  adalah ...

- A. besarnya usaha total adalah nol karena keadaan
- B. kalor total yang ditransfer ke sistem adalah nol karena keadaan awal dan keadaan akhir sistem sama yaitu keadaan A
- C. secara keseluruhan, gas melakukan kerja mekanik ke lingkungan
- D. secara keseluruhan, gas mengeluarkan kalor ke lingkungan

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

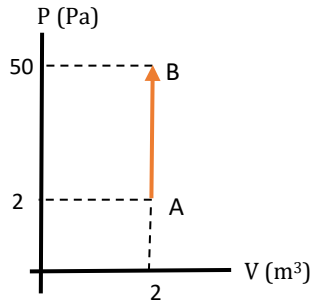
Alasan:

- A. pada proses tersebut siklus persis kembali ke titik awal, sehingga usaha total bernilai nol karena usaha bergantung pada keadaan awal dan akhir.
- B. pada proses tersebut kalor total bernilai nol karena besarnya kalor yang masuk saat proses DA dan AB dan keluar saat proses BC dan CD sistem sama besar dengan  $Q_{DA} = (-)$ ;  $Q_{AB} = (-)$ ;  $Q_{BC} = (+)$ ;  $Q_{CD} = (+)$  sehingga  $Q \text{ total} = 0$
- C. pada proses tersebut proses siklus kembali ke keadaan semula, sehingga jumlah usaha total bernilai nol karena  $W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 0$
- D. pada proses tersebut besar usaha kalor total tidak bernilai nol karena besar usaha sama dengan luas bangun di bawah kurva
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

25. Perbandingan energi kinetik rata-rata pada keadaan A dan B berdasarkan grafik berikut adalah...



- A. 5 : 2  
 B. 3 : 4  
 C. 4 : 3  
 D. 2 : 5

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin        5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. besarnya energi kinetik rata-rata dapat dicari dengan  $K = \frac{3}{2} PV$  dengan kesebandingan  $\frac{K_A}{K_B} = \frac{P_A V_A}{P_B V_B}$  didapatkan  $K_A : K_B = 2 : 5$ .
- B. besarnya energi kinetik rata-rata dapat dicari dengan  $K = \frac{2}{3} PV$  dengan kesebandingan  $\frac{K_A}{K_B} = \frac{P_A V_A}{P_B V_B}$  didapatkan  $K_A : K_B = 2 : 5$ .
- C. besarnya energi kinetik rata-rata dapat dicari dengan  $K = \frac{3}{2} kT$  dengan kesebandingan  $\frac{K_B}{K_A} = \frac{P_B V_B}{P_A V_A}$  didapatkan  $K_A : K_B = 5 : 2$ .
- D. besarnya energi kinetik rata-rata dapat dicari dengan  $K = \frac{2}{3} kT$  dengan kesebandingan  $\frac{K_B}{K_A} = \frac{P_B V_B}{P_A V_A}$  didapatkan  $K_A : K_B = 5 : 2$ .
- E. ....

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin        5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

26. Pada suatu eksperimen, terdapat lima tabung yang mengalami proses isobarik. Terjadi penyusutan volume gas pada masing-masing tabung. Perubahan volume ditunjukkan pada tabel berikut.

| Tabung | Volume awal ( $V_1$ ) | Volume akhir ( $V_2$ ) |
|--------|-----------------------|------------------------|
| 1      | $V$                   | $1/5V$                 |
| 2      | $V$                   | $1/8V$                 |
| 3      | $3V$                  | $1/2V$                 |
| 4      | $3V$                  | $1/3V$                 |

Berdasarkan data tersebut, maka perbandingan suhu  $T_1:T_2$  terbesar dan terkecil ada pada tabung ke...

- A. 1 dan 2
- B. 3 dan 2
- C. 4 dan 1
- D. 3 dan 1

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas sama dengan suhunya
- B. jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding terbalik dengan suhunya
- C. jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya
- D. jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas lebih besar dari suhunya
- E. lainnya (isi dikolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

27. Suatu sistem menyerap kalor  $Q$  dari lingkungan sebesar 1200 joule dan melakukan usaha sebesar 2100 J pada lingkungannya. Dengan demikian, energi dalam sistem itu akan menjadi...

- A. energi dalam sistem turun sebesar 900 J
- B. energi dalam sistem naik sebesar 900 J
- C. energi dalam sistem turun sebesar 3300 J
- D. energi dalam sistem naik sebesar 3300 J

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. perubahan energi dalam merupakan jumlah antara kalor dan usaha
- B. perubahan energi dalam suatu sistem merupakan selisih antara kalor dengan usaha
- C. perubahan energi dalam merupakan hasil bagi antara usaha dengan kalor yang diserap.
- D. perubahan energi dalam sama besar dengan usaha yang dilakukan sistem
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

28. Sebanyak 600 gram oksigen diproses dengan cara adiabatik mengalami perubahan suhu awal ( $T_1$ ) menjadi suhu akhir ( $T_2$ ). Perubahan diamati sebanyak lima kali, dirangkum dalam tabel berikut.

| Adiabatik | $T_1$ (°C) | $T_2$ (°C) |
|-----------|------------|------------|
| 1         | 25         | 46         |
| 2         | 25         | 48         |
| 3         | 26         | 47         |
| 4         | 26         | 48         |

Berdasarkan hasil pengamatan di atas, maka usaha terbesar terjadi pada pengamatan ke...

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin    5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

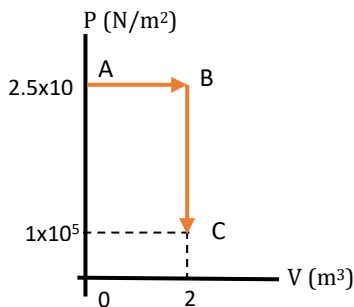
Alasan:

- A. usaha berbanding terbalik dengan perubahan suhu.  
 B. usaha sama dengan perubahan suhu.  
 C. usaha berbanding lurus dengan perubahan suhu  
 D. usaha dalam proses adiabatik selalu nol  
 E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin    5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

29. Perhatikan grafik P-V berikut!



Usaha yang dilakukan gas yang ditunjukkan pada pada proses ABC sebesar...

- A. 75 kJ  
 B. 125 kJ  
 C. 300 kJ  
 D. 500 kJ

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin    5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan tekanan bagi perubahan volume gas

- B. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan perubahan tekanan dikali perubahan volume gas
- C. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan tekanan dikali perubahan volume gas
- D. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan perubahan tekanan dikali volume gas
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

30. Sepeda motor merupakan benda yang sering dijumpai di kehidupan sehari-hari. Mulai dari berangkat sekolah, ke kantor ke pasar tidak begitu sulit untuk menjumpai masyarakat menggunakan sepeda motor. Bagaimanakah cara kerja mesin sepeda motor berdasarkan Hukum Termodinamika...

- A. hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas yang melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; kalor dibuang ke lingkungan melalui radiator
- B. hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas yang melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; kalor dibuang ke lingkungan melalui knalpot
- C. hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas. Gas panas hasil pembakaran digunakan untuk melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; tidak ada kalor yang dibuang
- D. hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas yang melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; kalor dibuang ke lingkungan melalui radiator dan knalpot

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. menurut Planck tidak mungkin untuk membuat mesin kalor yang bekerja dalam suatu siklus yang mengubah energi panas dari suatu sumber menjadi energi mekanik seluruhnya

- B. menurut Planck tidak mungkin untuk membuat sebuah mesin kalor yang bekerja dalam suatu siklus yang hanya memindahkan energi panas dari suatu benda panas ke benda dingin
- C. apabila prinsip kekekalan energi diterapkan mesin kalor dapat dirancang sedemikian rupa sehingga semua energi panas dari sumber bersuhu tinggi digunakan untuk menggerakkan motor tanpa ada panas yang dibuang melalui radiator
- D. apabila prinsip kekekalan energi diterapkan mesin kalor dapat dirancang sedemikian rupa sehingga semua energi panas dari sumber bersuhu tinggi digunakan untuk menggerakkan motor tanpa ada panas yang dibuang melalui knalpot
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

31. Pada suatu ruangan tertutup terdapat gas yang memuai dengan menyerap kalor sebesar 450 J dan melakukan usaha sebesar 320 J. Berapa besar perubahan energi dalam yang dialami gas...

- A. energi dalam gas naik sebesar 770 J
- B. energi dalam gas turun sebesar 770 J
- C. energi dalam gas naik sebesar 130 J
- D. energi dalam gas turun sebesar 130 J

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. sistem melakukan kerja (+320 J) dan sistem menyerap kalor (+450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan ( $\Delta U = Q - W = 450 \text{ J} - 320 \text{ J} = 130 \text{ J}$ )
- B. sistem melakukan kerja (-320 J) dan sistem menyerap kalor (-450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan ( $\Delta U = Q - W = -450 \text{ J} - (-320 \text{ J}) = -130 \text{ J}$ )

- C. sistem melakukan kerja (+320 J) dan sistem menyerap kalor (- 450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan ( $\Delta U = Q - W = -450 \text{ J} - 320 \text{ J} = -770 \text{ J}$ )
- D. sistem melakukan kerja (-320 J) dan sistem menyerap kalor (+450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan ( $\Delta U = Q - W = - 450 \text{ J} - (-320 \text{ J}) = 770 \text{ J}$ )
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

32. Angga kedinginan ketika selesai mandi. Ia coba menghangatkan tubuhnya dengan meniup udara dengan mulut (terbuka sedikit) ke telapak tangan. Seketika telapak tangan angga terasa hangat. Bagaimana hal itu dapat terjadi...

- A. udara yang ditiupkan terasa lebih dingin dan mengalami kenaikan energi dalam
- B. udara yang ditiupkan terasa lebih dingin dan mengalami penurunan energi dalam
- C. volume udara mengecil dan mengalami penurunan energi dalam
- D. volume udara membesar dan mengalami kenaikan energi dalam

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. ketika kita meniup dengan mulut yang terbuka sedikit, udara yang ditiup itu agak termampatkan. Udara mengecil dan tidak menerima kalor sehingga terjadi penurunan energi dalam
- B. ketika kita meniup dengan mulut yang terbuka sedikit, udara yang ditiup itu agak termampatkan. Udara mengecil dan tidak menerima kalor sehingga terjadi kenaikan energi dalam



- C. ketika kita meniup dengan mulut yang terbuka sedikit, udara yang ditiup itu agak termampatkan. Udara mengembang dan tidak menerima kalor sehingga terjadi penurunan energi dalam
- D. ketika kita meniup dengan mulut yang terbuka sedikit, udara yang ditiup itu agak termampatkan. Udara mengembang dan tidak menerima kalor sehingga terjadi kenaikan energi dalam
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

33. Empat buah mesin kalor beroperasi secara bersama-sama. Kalor yang diserap dari reservoir panas ( $Q_1$ ) dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin ( $Q_2$ ) dari setiap mesin berbeda-beda. Perbedaan kalor tersebut ditunjukkan dalam tabel berikut.

| Mesin Kalor | $Q_1$ (Joule) | $Q_2$ (Joule) |
|-------------|---------------|---------------|
| 1           | 1000          | 800           |
| 2           | 960           | 830           |
| 3           | 880           | 780           |
| 4           | 860           | 740           |

Berdasarkan data diatas, maka usaha terbesar dan terkecil dioperasikan oleh mesin kalor bernomor...

- A. 1 dan 2  
 B. 1 dan 3  
 C. 1 dan 4  
 D. 4 dan 1

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. Usaha merupakan selisih antara kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin

- B. Usaha merupakan jumlah dari kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin
- C. Usaha merupakan pembagian antara kalor yang diserap dari reservoir panas dengan kalor yang dibuang ke reservoir dingin
- D. Usaha sama dengan jumlah kalor yang diserap dari reservoir panas
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

34. Sebuah mesin kalor memiliki efisiensi sebesar 40%. Jika arah proses dalam mesin tersebut dibalik sehingga menjadi pompa panas, maka koefisien performa pompa panas tersebut adalah ...

- A. 4,0
- B. 3,5
- C. 2,5
- D. 0,4

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. koefisien performa berbanding lurus dengan efisiensi
- B. koefisien performa berbanding terbalik dengan efisiensi
- C. koefisien performa dan efisiensi sama besar
- D. koefisien performa lebih besar dari efisiensi
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

35. Sebuah mesin Carnot dilakukan uji coba, dengan suhu pada reservoir tinggi ( $T_1$ ) dan suhu pada reservoir rendah ( $T_2$ ) yang berbeda-beda. Suhu pada kedua reservoir seperti pada tabel di bawah ini.

| Uji Carnot Ke | Coba | $T_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|---------------|------|------------------------------|------------------------------|
| 1             |      | 300                          | 120                          |
| 2             |      | 640                          | 320                          |
| 3             |      | 425                          | 200                          |
| 4             |      | 620                          | 280                          |

Berdasarkan data di atas, efisiensi terbesar dan terkecil diperoleh ketika uji coba ke...

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 1
- D. 2 dan 3

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

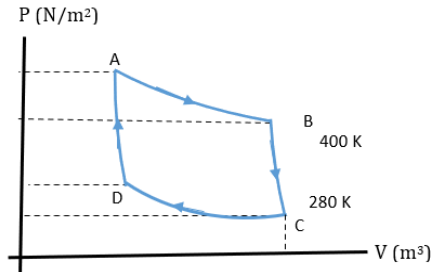
Alasan:

- A. efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan jumlah suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas
- B. efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas
- C. efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan suhu pada reservoir panas, serta berbanding terbalik dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin
- D. efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan suhu pada reservoir panas, serta berbanding terbalik dengan jumlah suhu pada reservoir panas dan dingin
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

36. Berdasarkan data pada grafik, efisiensi mesin Carnot adalah....



- A. 10 %
- B. 20 %
- C. 25 %
- D. 30 %

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. mesin Carnot adalah mesin efisien yang bekerja dalam suhu reservoir tinggi dan suhu reservoir rendah, di mana sistem mengambil kalor  $Q_1$  dari reservoir suhu tinggi  $T_1$  dan melepaskan kalor  $Q_2$  pada reservoir suhu rendah  $T_2$  dan sistem melakukan usaha sebesar  $W$ .
- B. mesin Carnot adalah mesin efisien yang bekerja dalam suhu reservoir tinggi dan suhu reservoir rendah, di mana sistem mengambil kalor  $Q_2$  dari reservoir suhu rendah  $T_2$  dan melepaskan kalor  $Q_1$  pada reservoir suhu tinggi  $T_1$  dan sistem melakukan usaha sebesar  $W$ .
- C. mesin Carnot adalah mesin efisien yang bekerja dalam suhu reservoir tinggi dan suhu reservoir rendah, di mana sistem mengambil kalor  $Q_1$  dari reservoir suhu tinggi  $T_1$  dan melepaskan kalor  $Q_2$  pada reservoir suhu rendah  $T_2$  dan sistem tidak melakukan usaha sebesar  $W$ .
- D. mesin Carnot adalah mesin efisien yang bekerja dalam suhu reservoir tinggi dan suhu reservoir rendah, di mana sistem mengambil kalor  $Q_2$  dari reservoir suhu rendah  $T_2$  dan melepaskan kalor  $Q_1$  pada reservoir suhu tinggi  $T_1$  dan sistem tidak melakukan usaha sebesar  $W$ .

E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

37. Efisiensi mesin Carnot bergantung pada temperatur reservoir suhu tinggi ( $T_H$ ) dan reservoir suhu rendah ( $T_C$ ). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi mesin Carnot adalah....

- efisiensi akan naik pada saat  $T_H$  tetap dan  $T_C$  dinaikkan
- efisiensi akan naik pada saat  $T_H$  diturunkan dan  $T_C$  dinaikkan
- efisiensi akan naik pada saat  $T_H$  diturunkan dan  $T_C$  tetap
- efisiensi akan naik pada saat  $T_H$  dinaikkan dan  $T_C$  diturunkan

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- jika  $T_H$  berbanding terbalik dengan  $T_C$  ( $\eta = 1 - \frac{T_H}{T_C}$ ) dan nilai  $T_H$  tetap dan  $T_C$  dinaikkan maka efisiensi akan bertambah.
- jika  $T_H$  berbanding terbalik dengan  $T_C$  ( $\eta = 1 - \frac{T_H}{T_C}$ ) dan nilai  $T_H$  diturunkan dan  $T_C$  dinaikkan maka efisiensi akan bertambah.
- jika  $T_C$  berbanding terbalik dengan  $T_H$  ( $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ ) dan nilai  $T_C$  tetap dan  $T_H$  dinaikkan maka efisiensi akan bertambah.
- jika  $T_C$  berbanding terbalik dengan  $T_H$  ( $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ ) dan nilai  $T_C$  diturunkan dan  $T_H$  dinaikkan maka efisiensi akan bertambah.

E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

38. Sebuah mesin Carnot menggunakan reservoir suhu tinggi  $227\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mempunyai efisiensi 60%. Agar efisiensi mesin Carnot naik menjadi 80% dengan suhu rendahnya tetap maka suhu tinggi mesin Carnot harus diubah menjadi...

- A. 300 K
- B. 480 K
- C. 1000 K
- D. 1200 K

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

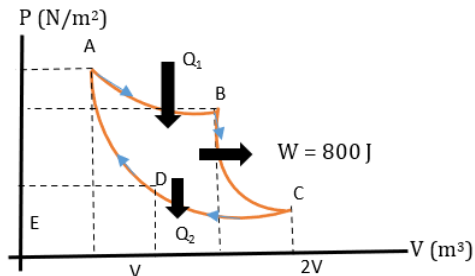
Alasan:

- A. jika efisiensi dinaikkan saat suhu rendahnya tetap maka suhu tingginya harus dinaikkan
- B. jika efisiensi dinaikkan saat suhu tingginya tetap maka suhu rendahnya harus dinaikkan
- C. jika efisiensi dinaikkan saat suhu rendahnya tetap maka suhu tingginya harus diturunkan
- D. jika efisiensi dinaikkan saat suhu tingginya tetap maka suhu rendahnya harus diturunkan
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

39. Gambar berikut menunjukkan grafik  $P$ - $V$  pada mesin Carnot!



Jika kalor yang lepas sebesar  $1/4W$ , maka efisiensi mesin Carnot adalah...

- A. 1,33
- B. 1,25
- C. 0,8
- D. 0,75

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

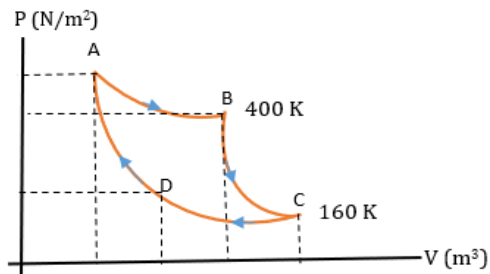
Alasan:

- A. efisiensi mesin Carnot merupakan nilai perbandingan antara usaha yang dilakukan dan kalor yang dilepas ke sumber suhu rendah selama satu siklus.
- B. efisiensi mesin Carnot merupakan nilai perbandingan antara usaha yang dilakukan dan kalor yang diserap dari sumber suhu tinggi selama satu siklus
- C. efisiensi mesin Carnot merupakan nilai perbandingan antara kalor yang diserap dari sumber suhu tinggi selama satu siklus dan usaha yang dilakukan
- D. efisiensi mesin Carnot merupakan nilai perbandingan antara kalor yang dilepas ke sumber suhu rendah selama satu siklus dan antara usaha yang dilakukan
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

40. Gambar berikut menunjukkan grafik  $P$ - $V$  pada mesin Carnot!



Berdasarkan grafik di atas efisiensi mesin Carnot adalah...

- A. 40%
- B. 50%
- C. 60%
- D. 80%

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

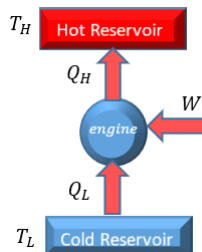
Alasan:

- A. efisiensi mesin Carnot merupakan satu dikurang perbandingan suhu reservoir tinggi dengan suhu reservoir rendah
- B. efisiensi mesin Carnot merupakan perbandingan antara usaha dengan suhu reservoir tinggi
- C. efisiensi mesin Carnot merupakan satu dikurangi perbandingan antara usaha dengan suhu reservoir rendah
- D. efisiensi mesin Carnot merupakan perbandingan antara usaha
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

41. Seorang ahli mekanik hendak membuat sebuah mesin pendingin dengan rancangan proses kinerja berdasarkan konsep mesin Carnot. Jika digambarkan dalam bentuk diagram proses seperti berikut ini, maka efisiensi mesin yang dirancang dapat ditentukan dengan cara...





- A. nilai koefisiensinya didapatkan dengan  $\eta = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H}$
- B. nilai koefisiensinya didapatkan dengan  $\eta = \frac{Q_L}{Q_L - Q_H}$
- C. nilai koefisiensinya didapatkan dengan  $\eta = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$
- D. nilai koefisiensinya didapatkan dengan  $\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin        5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. kalor mengalir dari tempat dingin ke tempat panas membutuhkan suatu usaha luar sebesar  $W$  sehingga efisiensinya  $\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H}$
- B. kalor mengalir dari tempat dingin ke tempat panas membutuhkan suatu usaha sebesar  $W$  sehingga efisiensinya  $\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$
- C. kalor mengalir dari tempat dingin ke tempat panas tanpa membutuhkan suatu usaha luar sebesar  $W$  sehingga efisiensinya  $\eta = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$
- D. kalor mengalir dari tempat dingin ke tempat panas membutuhkan suatu usaha luar sebesar  $W$  sehingga efisiensinya  $\eta = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_L - Q_H}$
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin        5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Lampiran 6 : Kunci Jawaban Soal 4 TMC

**KUNCI JAWABAN SOAL 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE)  
BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| No | JAWABAN | ALASAN | No | JAWABAN | ALASAN |
|----|---------|--------|----|---------|--------|
| 1  | B       | D      | 22 | D       | D      |
| 2  | D       | B      | 23 | A       | B      |
| 3  | B       | C      | 24 | A       | C      |
| 4  | A       | C      | 25 | D       | A      |
| 5  | C       | D      | 26 | C       | C      |
| 6  | C       | C      | 27 | A       | B      |
| 7  | B       | A      | 28 | B       | C      |
| 8  | B       | A      | 29 | D       | C      |
| 9  | C       | B      | 30 | B       | C      |
| 10 | A       | B      | 31 | C       | A      |
| 11 | D       | C      | 32 | B       | C      |
| 12 | A       | B      | 33 | D       | A      |
| 13 | A       | B      | 34 | C       | B      |
| 14 | C       | C      | 35 | C       | B      |
| 15 | C       | C      | 36 | D       | A      |
| 16 | C       | A      | 37 | D       | A      |
| 17 | C       | B      | 38 | C       | A      |
| 18 | B       | A      | 39 | C       | B      |
| 19 | C       | D      | 40 | C       | B      |
| 20 | D       | C      | 41 | C       | D      |
| 21 | A       | B      |    |         |        |

*Lampiran 7* : Pedoman Penskoran 4 TMC

**PEDOMAN PENSKORAN 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE)  
BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

Pedoman penskoran 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) digunakan untuk menentukan hasil tes yang dikerjakan oleh mahasiswa. Penskoran yang digunakan yaitu penskoran untuk soal pilihan ganda dengan rumus:

$$S = R$$

Keterangan:

S = Skor yang diperoleh

R = jawaban atau alasan yang benar

- Skor 1 apabila jawaban atau alasan yang dipilih benar
- Skor 0 apabila jawaban atau alasan yang dipilih salah atau tidak memberikan jawaban maupun alasan.

Lampiran 8 : Pedoman Interpretasi Hasil 4 TMC

**PEDOMAN INTERPRETASI HASIL TES 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

Pedoman penskoran 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) digunakan untuk mengelompokkan hasil tes yang dikerjakan oleh mahasiswa. Mahasiswa dikelompokkan ke dalam kriteria paham, tidak paham, dan miskonsepsi.

| No | Tipe Jawaban       |             |                   |        |                  |
|----|--------------------|-------------|-------------------|--------|------------------|
|    | Kategori           | Jawaban     | Keyakinan Jawaban | Alasan | Keyakinan Alasan |
| 1  | Paham              | Benar       | Tinggi            | Benar  | Tinggi           |
| 2  | Tidak Paham Konsep | Benar       | Rendah            | Benar  | Rendah           |
| 3  |                    | Benar       | Tinggi            | Benar  | Rendah           |
| 4  |                    | Benar       | Rendah            | Benar  | Tinggi           |
| 5  |                    | Benar       | Rendah            | Salah  | Rendah           |
| 6  |                    | Salah       | Rendah            | Benar  | Rendah           |
| 7  |                    | Salah       | Rendah            | Salah  | Rendah           |
| 8  |                    | Benar       | Tinggi            | Salah  | Rendah           |
| 9  |                    | Salah       | Rendah            | Benar  | Tinggi           |
| 10 |                    | Miskonsepsi | Benar             | Rendah | Salah            |
| 11 | Benar              |             | Tinggi            | Salah  | Tinggi           |
| 12 | Salah              |             | Tinggi            | Benar  | Rendah           |
| 13 | Salah              |             | Tinggi            | Benar  | Tinggi           |
| 14 | Salah              |             | Tinggi            | Salah  | Rendah           |
| 15 | Salah              |             | Rendah            | Salah  | Tinggi           |
| 16 | Salah              |             | Tinggi            | Salah  | Tinggi           |

Keterangan:

- Tingkat keyakinan tergolong tinggi apabila dipilih dengan skala 4, 5, dan 6.
- Tingkat keyakinan tergolong rendah apabila dipilih dengan skala 1, 2, dan 3.

Lampiran 9 : Kisi-kisi Lembar Validasi 4 TMC

**KISI-KISI LEMBAR VALIDASI 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE)  
BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| <b>No</b>          | <b>Aspek Penilaian</b>              | <b>Nomor Soal</b> | <b>Jumlah Soal</b> |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1.                 | Kesesuaian dengan materi            | 1, 2              | 2                  |
| 2.                 | Kesesuaian soal dengan jawaban      | 3, 15             | 2                  |
| 3.                 | Keberfungsian pengecoh              | 4, 13             | 2                  |
| 4.                 | Kesesuaian waktu pengerjaan         | 5                 | 1                  |
| 5.                 | Keterbacaan soal                    | 6, 7              | 3                  |
| 6.                 | Perumusan pokok soal                | 8, 9, 10          | 3                  |
| 7.                 | Kalimat pada soal tes               | 11, 14            | 2                  |
| 8.                 | Kesesuaian panjang rumusan jawaban  | 12                | 1                  |
| 9.                 | Bahasa yang digunakan pada soal tes | 16, 17, 18, 19    | 4                  |
| <b>Jumlah Soal</b> |                                     |                   | <b>19</b>          |

*Lampiran 10* : Petunjuk Pengisian Lembar Validasi 4 TMC

**PETUNJUK PENGISIAN LEMBAR VALIDASI 4 TMC (FOUR-TIER  
MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

1. Bapak/ibu diharapkan dapat memberikan penilaian terhadap setiap butir soal untuk semua kriteria
2. Bapak/ibu diharapkan memberikan tanda pada kolom yang Bapak/Ibu pilih.  
Pilihan Y menyatakan bahwa soal sesuai dengan kriteria yang ditentukan  
Pilihan T menyatakan bahwa soal tidak sesuai dengan kriteria yang ditentukan
3. Skor 1 diberikan untuk pilihan Y
4. Skor 0 diberikan untuk pilihan T
5. Kriteria penilaian butir soal:

| Jumlah skor (J)  | Nilai | Kategori    | Keterangan                                       |
|------------------|-------|-------------|--|
| $14 \leq J < 19$ | A     | Sangat Baik | Butir soal dapat digunakan tanpa revisi          |
| $9 \leq J < 14$  | B     | Baik        | Butir soal dapat digunakan dengan sedikit revisi |
| $4 \leq J < 9$   | C     | Kurang Baik | Butir soal dapat digunakan banyak revisi         |
| $0 \leq J < 4$   | D     | Tidak Baik  | Butir soal tidak dapat digunakan                 |



|               |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.            | Soal jelas terbaca   |   | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 7.            | Jenis huruf, ukuran dan spasi yang digunakan pas/sesuai                                      |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |   | 0 | 0 |
| 8.            | Pokok soal tidak mengandung pernyataan negatif   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9.            | Pokok soal dirumuskan dengan jelas   |   | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |   | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10.           | Pokok soal tidak mengarahkan pada jawaban benar  | 1 |   | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11.           | Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan tafsir ganda  | 1 |   | 0 | 1 | 1 | 1 |   | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12.           | Panjang rumusan soal relatif sama  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13.           | Pilihan jawaban homogen dan logis  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14.           | Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan “semua jawaban benar” atau “Semua jawaban salah” | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15.           | Butir soal tidak bergantung pada jawaban butir soal sebelumnya                               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <b>Bahasa</b> |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16.           | Bahasa yang digunakan komunikatif  |   | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |   | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17.           | Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku                     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18.           | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat                                     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19.           | Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik                                      | 1 |   | 0 | 1 | 1 | 1 |   | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |





|                                |  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------------------------|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 8.                             | Pokok soal tidak mengandung pernyataan negatif   | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 9.                             | Pokok soal dirumuskan dengan jelas   | 1          | 1         | 1         |           | 0         | 0         | 1         |           | 0         | 1         |           | 0         | 1         |           |           | 0         |
| 10.                            | Pokok soal tidak mengarahkan pada jawaban benar  | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 11.                            | Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan tafsir ganda  | 1          | 1         |           | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         |           | 0         | 1         |           |           | 0         |
| 12.                            | Panjang rumusan soal relatif sama  | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 13.                            | Pilihan jawaban homogen dan logis  | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 14.                            | Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan “semua jawaban benar” atau “Semua jawaban salah” |            | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 15.                            | Butir soal tidak bergantung pada jawaban butir soal sebelumnya                               | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <b>Bahasa</b>                  |  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 16.                            | Bahasa yang digunakan komunikatif  | 1          | 1         | 1         |           | 0         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         |           | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 17.                            | Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku                     | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 18.                            | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat                                     | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 19.                            | Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik                                      | 1          | 1         | 1         |           | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <b>Jumlah Skor</b>             |  | <b>17</b>  | <b>18</b> | <b>17</b> | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>18</b> | <b>16</b> | <b>19</b> | <b>15</b> | <b>18</b> | <b>15</b> | <b>18</b> | <b>15</b> | <b>18</b> | <b>15</b> | <b>15</b> |
| <b>Nilai Setiap Butir Soal</b> |  | <b>A</b>   | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>B</b>  | <b>B</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  |
| <b>Total Nilai</b>             |  | <b>178</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |



|                                |  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |   |
|--------------------------------|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| 11.                            | Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan tafsir ganda  | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 1 |
| 12.                            | Panjang rumusan soal relatif sama  | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 13.                            | Pilihan jawaban homogen dan logis  | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 14.                            | Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "Semua jawaban salah" | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 15.                            | Butir soal tidak bergantung pada jawaban butir soal sebelumnya                               | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| <b>Bahasa</b>                  |  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |   |
| 16.                            | Bahasa yang digunakan komunikatif  | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         |   |
| 17.                            | Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku                     | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 18.                            | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat                                     | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 19.                            | Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik                                      | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| <b>Jumlah Skor</b>             |  | <b>18</b>  | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>12</b> | <b>12</b> | <b>18</b> | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>13</b> | <b>18</b> | <b>18</b> |   |
| <b>Nilai Setiap Butir Soal</b> |  | <b>A</b>   | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>B</b>  | <b>B</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>B</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  |   |
| <b>Total Nilai</b>             |  | <b>174</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |   |



|                                |  |            |  |           |  |           |           |   |           |   |           |   |           |           |  |   |  |
|--------------------------------|--|------------|--|-----------|--|-----------|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|-----------|--|---|--|
| 15.                            | Butir soal tidak bergantung pada jawaban butir soal sebelumnya           | 1          |  | 1         |  | 1         |           | 1 |           | 1 |           | 1 |           | 1         |  | 1 |  |
| <b>Bahasa</b>                  |  |            |  |           |  |           |           |   |           |   |           |   |           |           |  |   |  |
| 16.                            | Bahasa yang digunakan komunikatif  | 1          |  | 1         |  | 0         | 1         |   | 1         |   | 0         |   | 0         | 1         |  |   |  |
| 17.                            | Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku | 1          |  | 1         |  | 1         | 1         |   | 1         |   | 1         |   | 1         | 1         |  |   |  |
| 18.                            | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat                 | 1          |  | 1         |  | 1         | 1         |   | 1         |   | 1         |   | 1         | 1         |  |   |  |
| 19.                            | Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik                  | 1          |  | 1         |  | 1         | 1         |   | 1         |   | 1         |   | 1         | 1         |  |   |  |
| <b>Jumlah Skor</b>             |  | <b>18</b>  |  | <b>18</b> |  | <b>13</b> | <b>18</b> |   | <b>18</b> |   | <b>13</b> |   | <b>13</b> | <b>18</b> |  |   |  |
| <b>Nilai Setiap Butir Soal</b> |  | <b>A</b>   |  | <b>A</b>  |  | <b>B</b>  | <b>A</b>  |   | <b>A</b>  |   | <b>B</b>  |   | <b>B</b>  | <b>A</b>  |  |   |  |
| <b>Total Nilai</b>             |  | <b>129</b> |  |           |  |           |           |   |           |   |           |   |           |           |  |   |  |
| <b>Nilai Keseluruhan</b>       |  | <b>656</b> |  |           |  |           |           |   |           |   |           |   |           |           |  |   |  |
| <b>Nilai Maksimal</b>          |  | <b>779</b> |  |           |  |           |           |   |           |   |           |   |           |           |  |   |  |

#### Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan memberikani hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan

Tabel Pengkategorian Tiap Butir Soal

| Jumlah skor (J)  | Nilai | Kategori    | Keterangan                                       |
|------------------|-------|-------------|--|
| $14 \leq J < 19$ | A     | Sangat Baik | Butir soal dapat digunakan tanpa revisi          |
| $9 \leq J < 14$  | B     | Baik        | Butir soal dapat digunakan dengan sedikit revisi |
| $4 \leq J < 9$   | C     | Kurang Baik | Butir soal dapat digunakan banyak revisi         |
| $0 \leq J < 4$   | D     | Tidak Baik  | Butir soal tidak dapat digunakan                 |

## Hasil Penilaian Kelayakan

$$p = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase kelayakan

f = jumlah skor aspek penilaian

n = jumlah skor maksimal aspek penilaian

| Rentang Persentase     | Kategori    |
|------------------------|-------------|
| 81,25% < skor ≤ 100%   | Sangat Baik |
| 62,50% < skor ≤ 81,25% | Baik        |
| 43,75% < skor ≤ 62,50% | Cukup Baik  |
| 25,00% < skor ≤ 43,75% | Tidak Baik  |

$$p = \frac{656}{779} \times 100\% = 84,21\%$$

## Komentar, Saran atau Tanggapan

1. Semua soal sebaiknya di atur rata kanan-kiri
2. Semua gambar diperjelas, dirapikan dan dilengkapi arah proses
3. Alasan jawaban sebaiknya terkait langsung dengan pertanyaan
4. Penulisan "kepala tabel" harus di halaman yang sama dengan badan tabelnya
5. Komentar lebih lengkap ada di lampiran

Semarang, 22 Desember 2021

Validator



Istikomah, M.Sc





|                    |  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 6.                 | Soal jelas terbaca   | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 7.                 | Jenis huruf, ukuran dan spasi yang digunakan pas/sesuai                                      | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 8.                 | Pokok soal tidak mengandung pernyataan negatif   | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 9.                 | Pokok soal dirumuskan dengan jelas   | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 10.                | Pokok soal tidak mengarahkan pada jawaban benar  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 11.                | Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan tafsir ganda  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 12.                | Panjang rumusan soal relatif sama  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 13.                | Pilihan jawaban homogen dan logis  | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 14.                | Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan "semua jawaban benar" atau "Semua jawaban salah" | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 15.                | Butir soal tidak bergantung pada jawaban butir soal sebelumnya                               | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <b>Bahasa</b>      |  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 16.                | Bahasa yang digunakan komunikatif  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 17.                | Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku                     | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 18.                | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat                                     | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 19.                | Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik                                      | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <b>Jumlah Skor</b> |  | <b>17</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>13</b> | <b>16</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>19</b> |

|                                |            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------------------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Nilai Setiap Butir Soal</b> | <b>A</b>   | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>A</b> |
| <b>Total Nilai</b>             | <b>198</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

| No               | KRITERIA PENILAIAN                                      | NOMOR SOAL |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |
|------------------|---|------------|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|
|                  |   | 12         |   | 13 |   | 14 |   | 15 |   | 16 |   | 17 |   | 18 |   | 19 |   | 20 |   | 21 |   | 22 |   |
|                  |   | Y          | T | Y  | T | Y  | T | Y  | T | Y  | T | Y  | T | Y  | T | Y  | T | Y  | T | Y  | T | Y  | T |
| <b>Materi</b>    |   |            |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 1.               | Soal Sesuai dengan Indikator pembelajaran               | 1          | 1 |    |   | 0  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  |   |    | 0 | 1  | 1 |    |   |    |   |
| 2.               | Soal Sesuai dengan materi Termodinamika mahasiswa       | 1          | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  |   |    | 0 | 1  | 1 |    |   |    |   |
| 3.               | Soal mempunyai satu jawaban benar                       | 1          | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  |   |    | 0 | 1  | 1 |    |   |    |   |
| 4.               | Pengecoh berfungsi                                      | 1          | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 |    |   |    |   |
| 5.               | Waktu yang disediakan cukup untuk menyelesaikan soal    | 1          | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 |    |   |    |   |
| <b>Kontruksi</b> |   |            |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 6.               | Soal jelas terbaca                                      | 1          | 1 |    |   | 0  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  |   |    | 0 | 1  | 1 |    |   |    |   |
| 7.               | Jenis huruf, ukuran dan spasi yang digunakan pas/sesuai | 1          | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 |    |   |    |   |
| 8.               | Pokok soal tidak mengandung pernyataan negatif          | 1          | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  |   |    | 0 | 1  | 1 |    |   |    |   |
| 9.               | Pokok soal dirumuskan dengan jelas                      | 1          | 1 |    |   | 0  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1  |   |    | 0 | 1  | 1 |    |   |    |   |

|                                |  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |   |
|--------------------------------|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| 10.                            | Pokok soal tidak mengarahkan pada jawaban benar  | 1          | 1         |           | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 1 |
| 11.                            | Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan tafsir ganda  | 1          | 1         |           | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 1 |
| 12.                            | Panjang rumusan soal relatif sama  | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 13.                            | Pilihan jawaban homogen dan logis  | 1          | 1         |           | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 1 |
| 14.                            | Pilihan jawaban tidak mengandung pernyataan “semua jawaban benar” atau “Semua jawaban salah” | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 15.                            | Butir soal tidak bergantung pada jawaban butir soal sebelumnya                               | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| <b>Bahasa</b>                  |  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |   |
| 16.                            | Bahasa yang digunakan komunikatif  | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 17.                            | Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku                     | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 18.                            | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat                                     | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| 19.                            | Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik                                      | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1 |
| <b>Jumlah Skor</b>             |  | <b>19</b>  | <b>19</b> | <b>13</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>19</b> | <b>10</b> | <b>19</b> | <b>19</b> |   |
| <b>Nilai Setiap Butir Soal</b> |  | <b>A</b>   | <b>A</b>  | <b>B</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  | <b>B</b>  | <b>A</b>  | <b>A</b>  |   |
| <b>Total Nilai</b>             |  | <b>194</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |   |







|                                |  |            |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |
|--------------------------------|--|------------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|--|
| 15.                            | Butir soal tidak bergantung pada jawaban butir soal sebelumnya           | 1          |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  |
| <b>Bahasa</b>                  |  |            |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |
| 16.                            | Bahasa yang digunakan komunikatif  | 1          |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  |
| 17.                            | Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku | 1          |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  |
| 18.                            | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku di daerah setempat                 | 1          |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  |
| 19.                            | Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik                  | 1          |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  | 1         |  |
| <b>Jumlah Skor</b>             |  | <b>17</b>  |  | <b>16</b> |  | <b>19</b> |  | <b>19</b> |  | <b>19</b> |  | <b>19</b> |  | <b>19</b> |  | <b>19</b> |  | <b>19</b> |  | <b>19</b> |  |
| <b>Nilai Setiap Butir Soal</b> |  | <b>A</b>   |  | <b>A</b>  |  | <b>A</b>  |  | <b>A</b>  |  | <b>A</b>  |  | <b>A</b>  |  | <b>A</b>  |  | <b>A</b>  |  | <b>A</b>  |  | <b>A</b>  |  |
| <b>Total Nilai</b>             |  | <b>147</b> |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |
| <b>Nilai Keseluruhan</b>       |  | <b>747</b> |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |
| <b>Nilai Maksimal</b>          |  | <b>779</b> |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |           |  |

#### Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan memberikan hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan

Tabel Pengkategorian Tiap Butir Soal

| Jumlah skor (J)  | Nilai | Kategori    | Keterangan                                       |
|------------------|-------|-------------|--|
| $14 \leq J < 19$ | A     | Sangat Baik | Butir soal dapat digunakan tanpa revisi          |
| $9 \leq J < 14$  | B     | Baik        | Butir soal dapat digunakan dengan sedikit revisi |
| $4 \leq J < 9$   | C     | Kurang Baik | Butir soal dapat digunakan banyak revisi         |
| $0 \leq J < 4$   | D     | Tidak Baik  | Butir soal tidak dapat digunakan                 |

## Hasil Penilaian Kelayakan

$$p = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase kelayakan

f = jumlah skor aspek penilaian

n = jumlah skor maksimal aspek penilaian

| Rentang Persentase     | Kategori    |
|------------------------|-------------|
| 81,25% < skor ≤ 100%   | Sangat Baik |
| 62,50% < skor ≤ 81,25% | Baik        |
| 43,75% < skor ≤ 62,50% | Cukup Baik  |
| 25,00% < skor ≤ 43,75% | Tidak Baik  |

$$p = \frac{747}{779} \times 100\% = 95,89\%$$


Komentar, Saran atau Tanggapan:

Masih ada beberapa soal dan jawaban serta alasan yang kurang tepat dan tidak berhubungan

Masih ada grafik yang kurang sesuai

Semarang, 5 Januari 2022

Validator



Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si.



Lampiran 13 : Kisi-kisi Validasi Oleh Ahli Media

**KISI-KISI VALIDASI OLEH AHLI MEDIA TERHADAP 4 TMC (*FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE*) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| No | Aspek Kelayakan       | Nomor Soal          | Nomor Soal | Jumlah Soal |
|----|-----------------------|---------------------|------------|-------------|
| 1. | REKAYASA<br>PERANGKAT | <i>Maintainable</i> | 1          | 1           |
|    |                       | Usabilitas          | 2          | 1           |
|    |                       | Kompatibilitas      | 3          | 1           |
|    |                       | <i>Reusable</i>     | 4          | 1           |
| 2. | KOMUNIKASI<br>VISUAL  | Komunikatif         | 5          | 1           |
|    |                       | Ilustratif          | 6          | 1           |
|    |                       | Visual              | 7          | 1           |
|    |                       | Jumlah              |            | 7           |

Lampiran 14 : Rubrik Validasi Oleh Ahli Media

**RUBRIK VALIDASI OLEH AHLI MEDIA TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| Aspek Penilaian  | Kriteria   | Skor |
|--|--|------|
| <b>A. Aspek Perangkat Lunak</b>  |  |      |
| 1. <i>Maintainable</i><br>(dapat dipelihara/dikelola dengan mudah)                             | Perawatan tidak membutuhkan cara yang khusus;<br>Perawatan tidak membutuhkan biaya yang tinggi;<br>Perawatan tidak membutuhkan spesialis/tenaga ahli.                        | 4    |
|  | Bila dua aspek terpenuhi   | 3    |
|  | Bila satu aspek terpenuhi  | 2    |
|  | Bila semua aspek tidak terpenuhi   | 1    |
| 2. Usabilitas (mudah digunakan dan sederhana pengoperasiannya)                                 | Program/player mudah dioperasikan;<br>Program/player mudah didapat; Tidak membutuhkan ahli/spesialis dalam pengoperasiannya.   | 4    |
|  | Bila dua aspek terpenuhi   | 3    |
|  | Bila satu aspek terpenuhi  | 2    |
|  | Bila semua aspek tidak terpenuhi   | 1    |
| 3. Kompatibilitas (dapat di instalasi / dijalankan di berbagai hardware dan software yang ada) | Tidak memerlukan player khusus untuk pengoperasian;<br>Hardware dan software support dengan perangkat komputer standar;<br>Apabila menggunakan player khusus mudah ditemukan | 3    |
|  | Bila dua aspek terpenuhi   | 2    |
|  | Bila satu aspek terpenuhi  | 1    |
|  | Bila semua aspek tidak terpenuhi   |      |
| 4. Kemudahan untuk dipahami pengguna <i>Reusable</i> (sebagian / seluruh produk                | Seluruh produk dapat dimanfaatkan kembali;<br>Produk dapat diedit dengan cara yang sederhana untuk disesuaikan dengan kondisi;   | 3    |

|   |   |   |
|---|---|---|
| dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan soal lain                    | Sebagian produk dapat dimanfaatkan kembali.   |   |
|   | Bila dua aspek terpenuhi  | 2 |
|   | Bila satu aspek terpenuhi   | 1 |
|   | Bila semua aspek tidak terpenuhi  |   |
| <b>B. Aspek Komunikasi Visual</b>   |   |   |
| 5. Komunikatif (sesuai sasaran dan dapat diterima dengan keinginan sasaran) | Menggunakan susunan kalimat yang sesuai tingkat pengetahuan pengguna; Terdapat petunjuk yang jelas pada menu pengoperasian; Respons menu sesuai dengan yang seharusnya. | 4 |
|   | Bila dua aspek terpenuhi  | 3 |
|   | Bila satu aspek terpenuhi   | 2 |
|   | Bila semua aspek tidak terpenuhi  | 1 |
| 6. Pengilustrasian  | Ilustrasi sesuai dengan materi; Ilustrasi jelas dan tidak ambigu; Ilustrasi yang disajikan merupakan dokumen pribadi.   | 4 |
|   | Bila dua aspek terpenuhi  | 3 |
|   | Bila satu aspek terpenuhi   | 2 |
|   | Bila semua aspek tidak terpenuhi  | 1 |
| 7. Visual   | <i>Font</i> mudah dibaca; Pemilihan warna yang pas bagi kenyamanan mata pengguna; Ikon navigasi jelas.  | 4 |
|   | Bila dua aspek terpenuhi  | 3 |
|   | Bila satu aspek terpenuhi   | 2 |
|   | Bila semua aspek tidak terpenuhi  | 1 |

Penskoran:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase kelayakan 4 TMC berbasis web

f = jumlah skor rata-rata aspek penilaian

n = jumlah skor maksimal aspek penilaian

Lampiran 15 : Hasil Validasi Oleh Ahli Media

**HASIL VALIDASI OLEH AHLI MEDIA TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

Validator : Ahmad Minanur Rohim, M.Pd.

Jabatan : Dosen Pendidikan Fisika

Petunjuk Pengisian:

1. Sebelum memberikan penilaian, terlebih dahulu Bapak/Ibu diharapkan membaca rubrik validasi instrumen 4 TMC.
2. Bapak/ibu diharapkan memberikan penilaian pada semua aspek dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai skor yang diberikan.
3. Bapak.Ibu diharapkan dapat memberikan komentar, saran atau tanggapan pada lembar yang telah disediakan.

| No                                       | Aspek Penilaian   | Skor        |   |   |   |
|--|---|-------------|---|---|---|
|  |   | 1           | 2 | 3 | 4 |
| <b>B. Aspek Rekayasa Perangkat Lunak</b> |   |             |   |   |   |
| 1.                                       | Maintainable (dapat dipelihara/dikelola dengan mudah)   |             |   | ✓ |   |
| 2.                                       | Usabilitas (mudah digunakan dan sederhana pengoperasiannya)                                   |             |   | ✓ |   |
| 3.                                       | Kompatibilitas (dapat di instalasi / dijalankan di berbagai hardware dan software yang ada)   |             |   |   | ✓ |
| 4.                                       | Reusable (sebagian / seluruh produk dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan soal lain) |             |   | ✓ |   |
| <b>C. Aspek Komunikasi Visual</b>        |   |             |   |   |   |
| 5.                                       | Komunikatif (sesuai sasaran dan dapat diterima dengan keinginan sasaran)                      |             |   |   | ✓ |
| 6.                                       | Pengilustrasian   |             |   | ✓ |   |
| 7.                                       | Kualitas soal   |             |   |   | ✓ |
| Jumlah Skor                              |   | 24          |   |   |   |
| Kriteria                                 |   | Sangat Baik |   |   |   |

Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan melingkari hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan.

| Jumlah Skor (J) | Nilai | Kriteria    | Keterangan                                   |
|-----------------|-------|-------------|--|
| 85% - 100%      | A     | Sangat Baik | Pedoman dapat digunakan tanpa revisi         |
| 70% - 84%       | B     | Baik        | Pedoman dapat digunakan dengan revisi        |
| 55% - 69%       | C     | Cukup Baik  | Pedoman dapat digunakan dengan banyak revisi |
| 40% - 54%       | D     | Tidak Baik  | Pedoman tidak dapat digunakan                |

#### Komentar, Saran atau Tanggapan

1. Saat penginputan alasan di bawah menu Daftar Soal pada saat mengerjakan soal, admin/operator belum dapat melihat tulisan alasan yang diinput user. Jadinya tidak berguna kolom alasan tersebut.
2. Sistem belum dapat menganalisis miskonsepsi secara langsung saat user selesai mengerjakan soal di menu admin.
3. Sistem saat dibuka dengan HP masih keluar notif kesalahan. Jadi sistem hanya dapat dibuka dengan ukuran layer selain dari ukuran HP.
4. Sistem masih dapat membuka aplikasi lain atau website lain. Jadinya sistem belum dapat meminimalisir kecurangan pada user saat pengerjaan soal.

Semarang, 20 Desember 2021

Validator



minan

(Ahmad Minanur Rohim, M.Pd.)

Lampiran 16 : Hasil Validasi Oleh Ahli Media

**HASIL VALIDASI OLEH AHLI MEDIA TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

Validator : M. Iklil Musthofa, S. Kom, M. Kom

Jabatan : Dosen Teknologi Informasi

Petunjuk Pengisian:

1. Sebelum memberikan penilaian, terlebih dahulu Bapak/Ibu diharapkan membaca rubrik validasi instrumen 4 TMC.
2. Bapak/ibu diharapkan memberikan penilaian pada semua aspek dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai skor yang diberikan.
3. Bapak.Ibu diharapkan dapat memberikan komentar, saran atau tanggapan pada lembar yang telah disediakan.

| No                                       | Aspek Penilaian  | Skor |   |   |   |
|--|--|------|---|---|---|
|  |  | 1    | 2 | 3 | 4 |
| <b>A. Aspek Rekayasa Perangkat Lunak</b> |  |      |   |   |   |
| 1.                                       | <i>Maintainable</i> (dapat dipelihara/dikelola dengan mudah)   |      |   | ✓ |   |
| 2.                                       | Usabilitas (mudah digunakan dan sederhana pengoperasiannya)  |      |   |   | ✓ |
| 3.                                       | Kompatibilitas (dapat di instalasi / dijalankan di berbagai hardware dan software yang ada)          |      |   | ✓ |   |
| 4.                                       | <i>Reusable</i> (sebagian / seluruh produk dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan soal lain) |      |   |   | ✓ |
| <b>B. Aspek Komunikasi Visual</b>        |  |      |   |   |   |
| 5.                                       | Komunikatif (sesuai sasaran dan dapat diterima dengan keinginan sasaran)                             |      |   |   | ✓ |
| 6.                                       | Pengilustrasian  |      |   | ✓ |   |
| 7.                                       | Kualitas soal  |      |   |   | ✓ |
| Jumlah Skor                              |  | 25   |   |   |   |

|          |             |
|----------|-------------|
| Kriteria | Sangat Baik |
|----------|-------------|

#### Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan melingkari hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan.

| Jumlah Skor (J) | Nilai | Kriteria    | Keterangan                                   |
|-----------------|-------|-------------|--|
| 85% - 100%      | A     | Sangat Baik | Pedoman dapat digunakan tanpa revisi         |
| 70% - 84%       | B     | Baik        | Pedoman dapat digunakan dengan revisi        |
| 55% - 69%       | C     | Cukup Baik  | Pedoman dapat digunakan dengan banyak revisi |
| 40% - 54%       | D     | Tidak Baik  | Pedoman tidak dapat digunakan                |

#### Komentar, Saran atau Tanggapan

1. Seharusnya dapat diakses di mobile

Semarang, 21 Desember 2021

Validator



(M. Iklil Musthofa, S. Kom, M. Kom)

Lampiran 17 : Kisi-kisi Validasi Pedoman Wawancara Guru

**KISI-KISI VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA RESPONS GURU (PASCA-RISET) TERHADAP 4 TMC (*FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE*) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| No          | Aspek Penilaian   | Nomor Soal | Jumlah Soal |
|-------------|---|------------|-------------|
| 1.          | Pertanyaan pada pedoman wawancara respons guru            | 1, 2, 3    | 3           |
| 2.          | Bahasa yang digunakan pada pedoman wawancara respons guru | 4          | 1           |
| Jumlah Soal |   |            | 4           |



Lampiran 18 : Rubrik Validasi Pedoman Wawancara Guru

**RUBRIK VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA RESPONS GURU (PASCA-RISET) TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| No | Aspek Penilaian  | Skor | Kriteria   |
|----|--|------|--|
| 1. | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara untuk mengungkap respons guru                     | 1    | Pertanyaan yang digunakan tidak dapat digunakan untuk mengungkap respons guru  |
|    |  | 2    | Pertanyaan yang digunakan kurang dapat digunakan untuk mengungkap respons guru |
|    |  | 3    | Pertanyaan yang digunakan cukup dapat digunakan untuk mengungkap respons guru  |
|    |  | 4    | Pertanyaan yang digunakan dapat digunakan untuk mengungkap respons guru        |
| 2. | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara respons guru  | 1    | Jumlah pertanyaan sangat sedikit untuk mengungkap respons guru                 |
|    |  | 2    | Jumlah pertanyaan tergolong sedikit untuk mengungkap respons guru              |
|    |  | 3    | Jumlah pertanyaan cukup untuk mengungkap respons guru                          |
|    |  | 4    | Jumlah pertanyaan cukup banyak untuk mengungkap respons guru                   |
| 3. | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons guru: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif | 1    | Tidak memuat semua komponen  |
|    |  | 2    | Memuat satu komponen   |
|    |  | 3    | Memuat dua komponen  |
|    |  | 4    | Memuat tiga komponen   |
| 4. | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara respons guru  | 1    | Urutan pertanyaan tidak tepat  |
|    |  | 2    | Urutan pertanyaan kurang tepat   |
|    |  | 3    | Urutan pertanyaan cukup tepat  |
|    |  | 4    | Urutan pertanyaan tepat  |

Lampiran 19 : Hasil Validasi Pedoman Wawancara Guru

**HASIL VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA RESPONS GURU (PASCA-RISSET) TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

Validator : Susilawati M.Pd.

Jabatan : Dosen Pendidikan Fisika

Petunjuk Pengisian:

1. Sebelum memberikan penilaian, terlebih dahulu Bapak/Ibu diharapkan membaca rubrik validasi pedoman wawancara respons guru.
2. Bapak/ibu diharapkan memberikan penilaian pada semua aspek dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai skor yang diberikan.
3. Bapak.Ibu diharapkan dapat memberikan komentar, saran atau tanggapan pada lembar yang telah disediakan.

| No          | Aspek Penilaian  | Skor        |   |   |   |
|-------------|--|-------------|---|---|---|
|             |  | 1           | 2 | 3 | 4 |
| 1.          | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara respons guru                                      |             |   |   | ✓ |
| 2.          | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara respons guru  |             |   | ✓ |   |
| 3.          | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons guru: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif |             |   |   | ✓ |
| 4.          | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara respons guru  |             |   | ✓ |   |
| Jumlah Skor |  | 14          |   |   |   |
| Kriteria    |  | Sangat Baik |   |   |   |

Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan melingkari hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan.

| Jumlah Skor (J)     | Nilai | Kriteria    | Keterangan                                   |
|---------------------|-------|-------------|--|
| $13 \leq J \leq 16$ | (A)   | Sangat Baik | Pedoman dapat digunakan tanpa revisi         |
| $10 \leq J < 13$    | B     | Baik        | Pedoman dapat digunakan dengan revisi        |
| $7 \leq J < 10$     | C     | Cukup Baik  | Pedoman dapat digunakan dengan banyak revisi |
| $4 \leq J < 7$      | D     | Tidak Baik  | Pedoman tidak dapat digunakan                |

Komentar, Saran atau Tanggapan:

---

Pedoman wawancara respons guru pasca riset dapat digunakan dalam penelitian. Item pertanyaan dapat dibuat lebih jelas dan spesifik terkait dengan konten materi Termodinamika dan tujuan utama wawancara yaitu menggali temuan miskonsepsi pada materi.

Semarang, 17 Desember 2021  
Validator



(Susilawati, M.Pd.)

Lampiran 20 : Hasil Validasi Pedoman Wawancara Guru

**HASIL VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA RESPONS GURU (PASCA-RISSET) TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

Validator : Affa Ardhi Saputri, M.Pd.

Jabatan : Dosen Pendidikan Fisika

Petunjuk Pengisian:

1. Sebelum memberikan penilaian, terlebih dahulu Bapak/Ibu diharapkan membaca rubrik validasi pedoman wawancara respons guru.
2. Bapak/ibu diharapkan memberikan penilaian pada semua aspek dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai skor yang diberikan.
3. Bapak.Ibu diharapkan dapat memberikan komentar, saran atau tanggapan pada lembar yang telah disediakan.

| No          | Aspek Penilaian  | Skor        |   |   |   |
|-------------|--|-------------|---|---|---|
|             |  | 1           | 2 | 3 | 4 |
| 1.          | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara respons guru                                      |             |   |   | ✓ |
| 2.          | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara respons guru  |             |   | ✓ |   |
| 3.          | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons guru: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif |             |   | ✓ |   |
| 4.          | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara respons guru  |             |   | ✓ |   |
| Jumlah Skor |  | 15          |   |   |   |
| Kriteria    |  | Sangat Baik |   |   |   |

### Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan melingkari hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan.

| Jumlah Skor (J)     | Nilai | Kriteria    | Keterangan                                   |
|---------------------|-------|-------------|--|
| $13 \leq J \leq 16$ | (A)   | Sangat Baik | Pedoman dapat digunakan tanpa revisi         |
| $10 \leq J < 13$    | B     | Baik        | Pedoman dapat digunakan dengan revisi        |
| $7 \leq J < 10$     | C     | Cukup Baik  | Pedoman dapat digunakan dengan banyak revisi |
| $4 \leq J < 7$      | D     | Tidak Baik  | Pedoman tidak dapat digunakan                |

Komentar, Saran atau Tanggapan:

---

1. Perbaiki penulisan yang diberi tanda blok warna.
2. Secara keseluruhan pertanyaan dapat digunakan dalam penelitian dan dapat digunakan untuk memperdalam temuan miskonsepsi

Semarang, 7 Januari 2022

Validator/



(Affa Ardhi Saputri, M.Pd.)

Lampiran 21 : Kisi-kisi Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa

**KISI-KISI VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA RESPONS MAHASISWA  
TERHADAP 4 TMC (*FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE*) BERBASIS WEB  
MATERI TERMODINAMIKA**

| No          | Aspek Penilaian  | Nomor Soal | Jumlah Soal |
|-------------|--|------------|-------------|
| 1.          | Pertanyaan pada pedoman wawancara respons mahasiswa            | 1, 2, 3    | 3           |
| 2.          | Bahasa yang digunakan pada pedoman wawancara respons mahasiswa | 4          | 1           |
| Jumlah Soal |  |            | 4           |

Lampiran 22 : Rubrik Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa

**RUBRIK VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA RESPONS MAHASISWA  
TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB  
MATERI TERMODINAMIKA**

| No | Aspek Penilaian   | Skor | Kriteria  |
|----|---|------|---|
| 1. | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara untuk mengungkap respons mahasiswa                     | 1    | Pertanyaan yang digunakan tidak dapat digunakan untuk mengungkap respons mahasiswa  |
|    |   | 2    | Pertanyaan yang digunakan kurang dapat digunakan untuk mengungkap respons mahasiswa |
|    |   | 3    | Pertanyaan yang digunakan cukup dapat digunakan untuk mengungkap respons mahasiswa  |
|    |   | 4    | Pertanyaan yang digunakan dapat digunakan untuk mengungkap respons mahasiswa        |
| 2. | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara respons mahasiswa  | 1    | Jumlah pertanyaan sangat sedikit untuk mengungkap respons mahasiswa                 |
|    |   | 2    | Jumlah pertanyaan tergolong sedikit untuk mengungkap respons mahasiswa              |
|    |   | 3    | Jumlah pertanyaan cukup untuk mengungkap respons mahasiswa                          |
|    |   | 4    | Jumlah pertanyaan cukup banyak untuk mengungkap respons mahasiswa                   |
| 3. | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons mahasiswa: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif | 1    | Tidak memuat semua komponen   |
|    |   | 2    | Memuat satu komponen  |
|    |   | 3    | Memuat dua komponen   |
|    |   | 4    | Memuat tiga komponen  |
| 4. | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara respons mahasiswa  | 1    | Urutan pertanyaan tidak tepat   |
|    |   | 2    | Urutan pertanyaan kurang tepat  |
|    |   | 3    | Urutan pertanyaan cukup tepat   |
|    |   | 4    | Urutan pertanyaan tepat   |

Lampiran 23 : Hasil Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa

**HASIL VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA RESPONS MAHASISWA  
TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB  
MATERI TERMODINAMIKA**

Validator : Susilawati, M.Pd.

Jabatan : Dosen Pendidikan Fisika

Petunjuk Pengisian:

1. Sebelum memberikan penilaian, terlebih dahulu Bapak/Ibu diharapkan membaca rubrik validasi pedoman wawancara mahasiswa.
2. Bapak/ibu diharapkan memberikan penilaian pada semua aspek.
3. Bapak/Ibu diharapkan memberikan tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai skor yang diberikan.
4. Bapak.Ibu diharapkan dapat memberikan komentar, saran atau tanggapan pada lembar yang telah disediakan.

| No.         | Aspek Penilaian   | Skor        |   |   |   |
|-------------|---|-------------|---|---|---|
|             |   | 1           | 2 | 3 | 4 |
| 1.          | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   | ✓ |   |
| 2.          | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   |   | ✓ |
| 3.          | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons mahasiswa: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif |             |   |   | ✓ |
| 4.          | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   | ✓ |   |
| Jumlah Skor |   | 14          |   |   |   |
| Kriteria    |   | Sangat Baik |   |   |   |



### Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan melingkari hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan.

| Jumlah Skor (J)     | Nilai | Kriteria    | Keterangan                                   |
|---------------------|-------|-------------|--|
| $13 \leq J \leq 16$ | A     | Sangat Baik | Pedoman dapat digunakan tanpa revisi         |
| $10 \leq J < 13$    | B     | Baik        | Pedoman dapat digunakan dengan revisi        |
| $7 \leq J < 10$     | C     | Cukup Baik  | Pedoman dapat digunakan dengan banyak revisi |
| $4 \leq J < 7$      | D     | Tidak Baik  | Pedoman tidak dapat digunakan                |

Komentar, Saran atau Tanggapan:

---

Pedoman wawancara mahasiswa untuk memperdalam temuan miskonsepsi ini dapat digunakan dalam penelitian. Item pertanyaan wawancara dapat dibuat lebih rinci dan spesifik agar tujuan mendiagnosis temuan miskonsepsi dapat tergali sesuai yang diharapkan peneliti.

Semarang, 17 Desember 2021  
Validator



(Susilawati, M.Pd.)

Lampiran 24 : Hasil Validasi Pedoman Wawancara Mahasiswa

**HASIL VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA RESPONS MAHASISWA  
TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB  
MATERI TERMODINAMIKA**

Validator : Affa Ardhi Saputri, M.Pd.

Jabatan : Dosen Pendidikan Fisika

Petunjuk Pengisian:

1. Sebelum memberikan penilaian, terlebih dahulu Bapak/Ibu diharapkan membaca rubrik validasi pedoman wawancara mahasiswa.
2. Bapak/ibu diharapkan memberikan penilaian pada semua aspek.
3. Bapak/Ibu diharapkan memberikan tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai skor yang diberikan.
4. Bapak.Ibu diharapkan dapat memberikan komentar, saran atau tanggapan pada lembar yang telah disediakan.

| No.         | Aspek Penilaian   | Skor        |   |   |   |
|-------------|---|-------------|---|---|---|
|             |   | 1           | 2 | 3 | 4 |
| 1.          | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   |   | ✓ |
| 2.          | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   | ✓ |   |
| 3.          | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons mahasiswa: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif |             |   |   | ✓ |
| 4.          | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   |   | ✓ |
| Jumlah Skor |   | 15          |   |   |   |
| Kriteria    |   | Sangat Baik |   |   |   |

### Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan melingkari hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan.

| Jumlah Skor (J)     | Nilai | Kriteria    | Keterangan                                   |
|---------------------|-------|-------------|--|
| $13 \leq J \leq 16$ | A     | Sangat Baik | Pedoman dapat digunakan tanpa revisi         |
| $10 \leq J < 13$    | B     | Baik        | Pedoman dapat digunakan dengan revisi        |
| $7 \leq J < 10$     | C     | Cukup Baik  | Pedoman dapat digunakan dengan banyak revisi |
| $4 \leq J < 7$      | D     | Tidak Baik  | Pedoman tidak dapat digunakan                |

Komentar, Saran atau Tanggapan:

---

1. Perbaiki penulisan yang diberi tanda blok warna.
2. Secara keseluruhan pertanyaan dapat digunakan untuk memperdalam temuan miskonsepsi.

Semarang, 7 Januari 2022  
Validator



(Affa Ardhi Saputri, M.Pd.)

Lampiran 25 : Kisi-kisi Validasi Angket Respons Mahasiswa

**KISI-KISI VALIDASI ANGKET RESPONS MAHASISWA TERHADAP 4 TMC  
(FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI  
TERMODINAMIKA**

| <b>No.</b>  | <b>Aspek Penilaian</b>             | <b>Nomor Soal</b> | <b>Jumlah Soal</b> |
|-------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1.          | Tampilan 4 TMC berbasis web        | 1,2               | 2                  |
| 2.          | Tata bahasa dan penyusunan kalimat | 3                 | 1                  |
| 3.          | Isi                                | 4,9               | 2                  |
| 4.          | Pengoperasian                      | 5, 7, 8           | 3                  |
| 5.          | Fungsi                             | 6                 | 1                  |
| Jumlah Soal |                                    |                   | 9                  |

Lampiran 26 : Rubrik Validasi Angket Respons Mahasiswa

**RUBRIK VALIDASI ANGKET RESPONS MAHASISWA TERHADAP 4 TMC  
(FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI  
TERMODINAMIKA**

| No. | Aspek Penilaian  | Skor | Kriteria      |
|-----|--|------|---------------|
| 1.  | Menurut saya, penampilan 4 TMC berbasis web secara keseluruhan menarik | 1    | Tidak Setuju  |
|     |  | 2    | Kurang Setuju |
|     |  | 3    | Cukup Setuju  |
|     |  | 4    | Setuju        |
|     |  | 5    | Sangat Setuju |
| 2.  | Gambar pada soal tes diagnostik berbasis Web jelas dan mudah dipahami  | 1    | Tidak Setuju  |
|     |  | 2    | Kurang Setuju |
|     |  | 3    | Cukup Setuju  |
|     |  | 4    | Setuju        |
|     |  | 5    | Sangat Setuju |
| 3.  | Penggunaan bahasa pada soal tes diagnostik mudah dipahami              | 1    | Tidak Setuju  |
|     |  | 2    | Kurang Setuju |
|     |  | 3    | Cukup Setuju  |
|     |  | 4    | Setuju        |
|     |  | 5    | Sangat Setuju |
| 4.  | Materi pada soal tes diagnostik sesuai dengan materi Termodinamika     | 1    | Tidak Setuju  |
|     |  | 2    | Kurang Setuju |
|     |  | 3    | Cukup Setuju  |
|     |  | 4    | Setuju        |
|     |  | 5    | Sangat Setuju |
| 5.  | Pedoman penggunaan 4 TMC Berbasis Web disampaikan dengan jelas         | 1    | Tidak Setuju  |
|     |  | 2    | Kurang Setuju |
|     |  | 3    | Setuju        |
|     |  | 4    | Sangat Setuju |
| 6   | 4 TMC Berbasis Web lebih menyenangkan daripada tes tertulis            | 1    | Tidak Setuju  |
|     |  | 2    | Kurang Setuju |
|     |  | 3    | Cukup Setuju  |
|     |  | 4    | Setuju        |
|     |  | 5    | Sangat Setuju |
| 7   | 4 TMC Berbasis Web praktis digunakan                                   | 1    | Tidak Setuju  |
|     |  | 2    | Kurang Setuju |

|    |   |   |               |
|----|---|---|---------------|
|    |   | 3 | Cukup Setuju  |
|    |   | 4 | Setuju        |
|    |   | 5 | Sangat Setuju |
| 8. | 4 TMC Berbasis Web membantu mengetahui kemampuan dan kelemahan saya dalam penguasaan materi | 1 | Tidak Setuju  |
|    |   | 2 | Kurang Setuju |
|    |   | 3 | Cukup Setuju  |
|    |   | 4 | Setuju        |
|    |   | 5 | Sangat Setuju |
| 9. | Penugasan setelah tes membantu saya meluruskan dan menguatkan konsep yang kurang dikuasai   | 1 | Tidak Setuju  |
|    |   | 2 | Kurang Setuju |
|    |   | 3 | Cukup Setuju  |
|    |   | 4 | Setuju        |
|    |   | 5 | Sangat Setuju |

Penskoran:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

| Persentase | Kriteria    |
|------------|-------------|
| 85% - 100% | Sangat baik |
| 70% - 84%  | Baik        |
| 55% - 69%  | Cukup baik  |
| 40% - 54%  | Kurang baik |
| 25% - 39%  | Tidak baik  |

Lampiran 27 : Hasil Validasi Angket Respons Mahasiswa

**HASIL VALIDASI ANGKET RESPONS MAHASISWA TERHADAP 4 TMC  
(FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI  
TERMODINAMIKA**

Validator : Susilawati M.Pd.

Jabatan : Dosen Pendidikan Fisika

Petunjuk Pengisian:

1. Sebelum memberikan penilaian, terlebih dahulu Bapak/Ibu diharapkan membaca rubrik validasi pedoman wawancara mahasiswa.
2. Bapak/ibu diharapkan memberikan penilaian pada semua aspek.
3. Bapak/Ibu diharapkan memberikan tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai skor yang diberikan.
4. Bapak.Ibu diharapkan dapat memberikan komentar, saran atau tanggapan pada lembar yang telah disediakan.

| No.         | Aspek Penilaian   | Skor        |   |   |   |
|-------------|---|-------------|---|---|---|
|             |   | 1           | 2 | 3 | 4 |
| 1.          | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   | ✓ |   |
| 2.          | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   |   | ✓ |
| 3.          | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons mahasiswa: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif |             |   |   | ✓ |
| 4.          | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   | ✓ |   |
| Jumlah Skor |   | 14          |   |   |   |
| Kriteria    |   | Sangat Baik |   |   |   |

### Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan melingkari hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan.

| Jumlah Skor (J)     | Nilai | Kriteria    | Keterangan                                   |
|---------------------|-------|-------------|--|
| $13 \leq J \leq 16$ | A     | Sangat Baik | Pedoman dapat digunakan tanpa revisi         |
| $10 \leq J < 13$    | B     | Baik        | Pedoman dapat digunakan dengan revisi        |
| $7 \leq J < 10$     | C     | Cukup Baik  | Pedoman dapat digunakan dengan banyak revisi |
| $4 \leq J < 7$      | D     | Tidak Baik  | Pedoman tidak dapat digunakan                |

Komentar, Saran atau Tanggapan:

---

Pedoman wawancara mahasiswa untuk memperdalam temuan miskonsepsi ini dapat digunakan dalam penelitian. Item pertanyaan wawancara dapat dibuat lebih rinci dan spesifik agar tujuan mendiagnosis temuan miskonsepsi dapat tergalai sesuai yang diharapkan peneliti.

Semarang, 17 Desember 2021  
Validator



(Susilawati, M.Pd.)



Lampiran 28 : Hasil Validasi Angket Respons Mahasiswa

**HASIL VALIDASI ANGKET RESPONS MAHASISWA TERHADAP 4 TMC  
(FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI  
TERMODINAMIKA**

Validator : Affa Ardhi Saputri, M.Pd.

Jabatan : Dosen Pendidikan Fisika

Petunjuk Pengisian:

1. Sebelum memberikan penilaian, terlebih dahulu Bapak/Ibu diharapkan membaca rubrik validasi pedoman wawancara mahasiswa.
2. Bapak/ibu diharapkan memberikan penilaian pada semua aspek.
3. Bapak/Ibu diharapkan memberikan tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai skor yang diberikan.
4. Bapak.Ibu diharapkan dapat memberikan komentar, saran atau tanggapan pada lembar yang telah disediakan.

| No.         | Aspek Penilaian   | Skor        |   |   |   |
|-------------|---|-------------|---|---|---|
|             |   | 1           | 2 | 3 | 4 |
| 1.          | Penggunaan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   | ✓ |   |
| 2.          | Jumlah pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   |   | ✓ |
| 3.          | Bahasa yang digunakan pada wawancara respons mahasiswa: 1) jelas, 2) mudah dipahami, 3) komunikatif |             |   |   | ✓ |
| 4.          | Urutan pertanyaan pada pedoman wawancara mahasiswa  |             |   | ✓ |   |
| Jumlah Skor |   | 14          |   |   |   |
| Kriteria    |   | Sangat Baik |   |   |   |

### Hasil Penilaian

Bapak/Ibu diharapkan melingkari hasil penilaian (pada kolom Nilai) sesuai penilaian yang diberikan.

| Jumlah Skor (J)     | Nilai | Kriteria    | Keterangan                                   |
|---------------------|-------|-------------|--|
| $13 \leq J \leq 16$ | A     | Sangat Baik | Pedoman dapat digunakan tanpa revisi         |
| $10 \leq J < 13$    | B     | Baik        | Pedoman dapat digunakan dengan revisi        |
| $7 \leq J < 10$     | C     | Cukup Baik  | Pedoman dapat digunakan dengan banyak revisi |
| $4 \leq J < 7$      | D     | Tidak Baik  | Pedoman tidak dapat digunakan                |

### Komentar, Saran atau Tanggapan:

---

1. Perbaiki penulisan yang diberi tanda blok warna.
2. Secara keseluruhan pertanyaan dapat digunakan untuk memperdalam temuan miskonsepsi.
3. Tambahkan pertanyaan yang spesifik tertuju pada konsep fisika (berdasarkan pengetahuan mahasiswa) yang menjadi alasan kuat memilih jawaban.

Semarang, 7 Januari 2022

Validator



(Affa Ardhi Saputri, M.Pd.)

Lampiran 29 : Hasil Uji Reliabilitas Soal 4 TMC

**HASIL UJI RELIABILITAS SOAL 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| No Soal        | 1     | 2             | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17 | 18  | 19  | 20  | 21  | 22 | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | Tot              | Tot <sup>2</sup> |       |
|----------------|-------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|------------------|-------|
| No             | Resp. | B             | D   | B   | C   | A   | C   | C   | C   | D   | C   | C   | B   | A   | B   | A   | C  | B   | A   | B   | D   | C  | A   | B   | A   | B   | C   | C   | C   | C   | A   | C   | B   | B   | A   | C   | D   | D   | C   | A   | Tot | Tot <sup>2</sup> |                  |       |
| 1              | R1    | 2             | 3   | 3   | 2   | 4   | 2   | 4   | 2   | 2   | 4   | 3   | 3   | 0   | 2   | 2   | 1  | 1   | 2   | 3   | 3   | 0  | 1   | 2   | 3   | 4   | 3   | 2   | 3   | 1   | 2   | 2   | 3   | 3   | 3   | 2   | 1   | 3   | 0   | 1   | 2   | 91               | 8281             |       |
| 2              | R2    | 4             | 3   | 3   | 2   | 4   | 4   | 3   | 3   | 4   | 3   | 3   | 3   | 2   | 0   | 2   | 4  | 2   | 3   | 3   | 3   | 3  | 2   | 2   | 2   | 3   | 2   | 3   | 3   | 3   | 1   | 2   | 3   | 0   | 2   | 3   | 2   | 2   | 3   | 3   | 108 | 11664            |                  |       |
| 3              | R3    | 0             | 2   | 2   | 1   | 3   | 1   | 0   | 0   | 1   | 3   | 0   | 2   | 2   | 3   | 4   | 1  | 1   | 3   | 3   | 3   | 1  | 1   | 3   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   | 3   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 2   | 3   | 72               | 5184             |       |
| 4              | R4    | 4             | 2   | 4   | 3   | 4   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   | 2   | 1   | 2   | 2   | 3  | 1   | 0   | 2   | 2   | 1  | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 2   | 3   | 3   | 1   | 1   | 3   | 1   | 1   | 83  | 6889             |                  |       |
| 5              | R5    | 2             | 3   | 4   | 1   | 1   | 0   | 0   | 2   | 1   | 2   | 1   | 3   | 0   | 2   | 1   | 0  | 0   | 1   | 2   | 1   | 0  | 1   | 0   | 2   | 4   | 2   | 2   | 2   | 0   | 1   | 1   | 3   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   | 1   | 51               | 2601             |       |
| 6              | R6    | 1             | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 2   | 1   | 3   | 2   | 0   | 0   | 2   | 2   | 0   | 2  | 0   | 2   | 1   | 1   | 2  | 2   | 2   | 2   | 1   | 3   | 1   | 2   | 1   | 1   | 3   | 3   | 2   | 1   | 1   | 3   | 0   | 1   | 1   | 2   | 64               | 4096             |       |
| 7              | R7    | 1             | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 0   | 1   | 2   | 1   | 0   | 1   | 1  | 1   | 3   | 3   | 2   | 0  | 3   | 1   | 3   | 2   | 0   | 1   | 1   | 2   | 0   | 0   | 2   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 2   | 46               | 2116             |       |
| 8              | R8    | 2             | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 1   | 3   | 3   | 4   | 2   | 3   | 1   | 1   | 3   | 2  | 1   | 2   | 3   | 2   | 0  | 2   | 2   | 2   | 4   | 0   | 2   | 0   | 2   | 2   | 0   | 1   | 2   | 0   | 1   | 0   | 0   | 2   | 1   | 0   | 2                | 66               | 4356  |
| 9              | R9    | 3             | 1   | 2   | 2   | 4   | 3   | 0   | 2   | 4   | 3   | 2   | 3   | 2   | 2   | 1   | 1  | 0   | 4   | 1   | 0   | 2  | 1   | 2   | 1   | 3   | 1   | 1   | 1   | 3   | 1   | 2   | 0   | 1   | 1   | 4   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0                | 68               | 4624  |
| 10             | R10   | 2             | 2   | 4   | 2   | 3   | 3   | 1   | 4   | 2   | 3   | 1   | 2   | 1   | 1   | 2   | 1  | 2   | 4   | 4   | 3   | 4  | 3   | 2   | 2   | 4   | 4   | 4   | 3   | 3   | 2   | 4   | 2   | 4   | 3   | 3   | 3   | 2   | 3   | 4   | 2   | 3                | 111              | 12321 |
| 11             | R11   | 4             | 4   | 3   | 2   | 4   | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   | 3   | 3   | 4   | 2   | 2   | 2  | 3   | 4   | 4   | 2   | 2  | 3   | 4   | 4   | 4   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 3   | 1   | 2   | 2   | 113              | 12769            |       |
| 12             | R12   | 1             | 3   | 4   | 2   | 4   | 1   | 2   | 2   | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   | 2   | 1   | 2  | 3   | 3   | 3   | 2   | 2  | 2   | 3   | 3   | 2   | 3   | 4   | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   | 3   | 2   | 2   | 4   | 0   | 2   | 1   | 2   | 2                | 101              | 10201 |
| 13             | R13   | 4             | 3   | 4   | 4   | 4   | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 3   | 2   | 1   | 2   | 2  | 1   | 3   | 2   | 3   | 2  | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 3   | 3   | 3   | 1   | 2   | 3   | 3   | 1   | 1   | 1   | 3   | 1   | 2   | 2                | 99               | 9801  |
| 14             | R14   | 4             | 3   | 4   | 4   | 4   | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 3   | 1   | 2   | 2   | 2  | 1   | 3   | 2   | 3   | 2  | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 3   | 3   | 1   | 2   | 3   | 4   | 1   | 1   | 2   | 3   | 1   | 2   | 2   | 101              | 10201            |       |
| 15             | R15   | 4             | 1   | 4   | 2   | 4   | 4   | 0   | 1   | 4   | 4   | 0   | 3   | 3   | 3   | 4   | 2  | 4   | 3   | 0   | 2   | 2  | 2   | 3   | 0   | 2   | 2   | 3   | 2   | 2   | 4   | 1   | 1   | 1   | 0   | 2   | 0   | 2   | 2   | 1   | 1   | 88               | 7744             |       |
| 16             | R16   | 4             | 2   | 4   | 2   | 0   | 2   | 2   | 2   | 4   | 2   | 3   | 4   | 2   | 2   | 2   | 2  | 4   | 4   | 0   | 2   | 3  | 3   | 1   | 2   | 2   | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   | 0   | 2   | 1   | 1   | 4   | 0   | 3                | 93               | 8649  |
| 17             | R17   | 3             | 2   | 3   | 1   | 4   | 2   | 1   | 3   | 3   | 4   | 2   | 2   | 0   | 2   | 3   | 2  | 3   | 3   | 2   | 2   | 3  | 2   | 4   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 3   | 1   | 2   | 1   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 3   | 3   | 0   | 95               | 9025             |       |
| 18             | R18   | 4             | 2   | 4   | 2   | 4   | 2   | 2   | 4   | 2   | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 2  | 3   | 2   | 4   | 0   | 1  | 3   | 1   | 4   | 4   | 2   | 4   | 4   | 2   | 3   | 1   | 2   | 3   | 0   | 2   | 2   | 3   | 0   | 1   | 1   | 94               | 8836             |       |
| 19             | R19   | 1             | 1   | 4   | 2   | 4   | 3   | 0   | 2   | 2   | 4   | 0   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1  | 4   | 2   | 2   | 0   | 3  | 1   | 3   | 4   | 3   | 0   | 4   | 3   | 1   | 3   | 3   | 3   | 2   | 4   | 4   | 1   | 2   | 2   | 3   | 94  | 8836             |                  |       |
| 20             | R20   | 4             | 1   | 4   | 2   | 2   | 0   | 2   | 1   | 4   | 2   | 1   | 3   | 0   | 1   | 2   | 0  | 1   | 2   | 2   | 2   | 2  | 4   | 1   | 2   | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 0   | 81  | 6561             |                  |       |
| 21             | R21   | 3             | 1   | 4   | 3   | 3   | 1   | 0   | 1   | 2   | 4   | 1   | 3   | 4   | 0   | 2   | 1  | 3   | 1   | 2   | 2   | 1  | 3   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 4   | 2   | 3   | 2   | 1   | 2   | 1   | 2   | 1   | 0   | 2   | 3   | 2   | 1                | 79               | 6241  |
| 22             | R22   | 2             | 1   | 1   | 1   | 2   | 0   | 3   | 2   | 2   | 4   | 3   | 2   | 0   | 3   | 2   | 2  | 1   | 2   | 1   | 3   | 0  | 2   | 1   | 1   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 2   | 2   | 0   | 2   | 1   | 2   | 3   | 1   | 2   | 4   | 2   | 76               | 5776             |       |
| 23             | R23   | 2             | 2   | 3   | 2   | 1   | 3   | 3   | 2   | 3   | 1   | 2   | 1   | 3   | 2   | 2   | 2  | 1   | 2   | 3   | 2   | 2  | 3   | 2   | 2   | 0   | 0   | 0   | 1   | 3   | 1   | 1   | 2   | 1   | 3   | 2   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 69               | 4761             |       |
| 24             | R24   | 2             | 2   | 4   | 2   | 3   | 2   | 0   | 2   | 2   | 4   | 4   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1  | 2   | 2   | 0   | 2   | 1  | 2   | 2   | 1   | 2   | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 1   | 1   | 2   | 72               | 5184             |       |
| 25             | R25   | 3             | 1   | 2   | 2   | 3   | 3   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 4   | 1   | 0   | 0  | 2   | 1   | 1   | 0   | 0  | 2   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 2   | 4   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 40  | 1600             |                  |       |
| 26             | R26   | 3             | 2   | 1   | 2   | 3   | 0   | 1   | 2   | 3   | 3   | 0   | 2   | 0   | 1   | 1   | 2  | 2   | 2   | 2   | 1   | 1  | 1   | 2   | 4   | 2   | 3   | 1   | 2   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 3   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2                | 64               | 4096  |
| $\sum X$       |       | 69            | 50  | 80  | 54  | 78  | 52  | 38  | 53  | 59  | 82  | 47  | 60  | 48  | 42  | 48  | 43 | 39  | 65  | 65  | 44  | 41 | 54  | 51  | 57  | 59  | 52  | 50  | 61  | 51  | 51  | 50  | 46  | 52  | 45  | 45  | 45  | 29  | 43  | 42  | 37  | 42               | 2119             | 2E+05 |
| $\sum X^2$     |       | 221           | 116 | 276 | 126 | 266 | 142 | 100 | 127 | 159 | 288 | 121 | 156 | 140 | 90  | 106 | 97 | 83  | 195 | 185 | 106 | 91 | 142 | 125 | 145 | 171 | 138 | 132 | 175 | 121 | 119 | 130 | 100 | 124 | 115 | 111 | 113 | 53  | 95  | 108 | 73  | 92               |                  |       |
| Varians        |       | 1.457         | 0.8 | 1.1 | 0.5 | 1.2 | 1.5 | 1.7 | 0.7 | 1   | 1.1 | 1.4 | 0.7 | 2   | 0.9 | 0.7 | 1  | 0.9 | 1.3 | 0.9 | 1.2 | 1  | 1.1 | 1   | 0.8 | 1.4 | 1.3 | 1.4 | 1.2 | 0.8 | 0.7 | 1.3 | 0.7 | 0.8 | 1.4 | 1.3 | 1.3 | 0.8 | 0.9 | 1.5 | 0.8 | 0.9              |                  |       |
| N Resp.        |       | 26            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |                  |       |
| $\sum$ Varians |       | 44.45         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |                  |       |
| Varians tot    |       | 373.6         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |                  |       |
| N Soal         |       | 41            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |                  |       |
| r11            |       | 0.903         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |                  |       |
| Kriteria       |       | Sangat Tinggi |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                  |                  |       |

| Reliability Statistics |            |
|------------------------|------------|
| Cronbach's Alpha       | N of Items |
| 0.903                  | 41         |

| Case Processing Summary |                       |    |       |
|-------------------------|-----------------------|----|-------|
|                         |                       | N  | %     |
| Cases                   | Valid                 | 26 | 100.0 |
|                         | Excluded <sup>a</sup> | 0  | .0    |
|                         | Total                 | 26 | 100.0 |

Lampiran 30 : Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal 4 TMC

**HASIL UJI TINGKAT KESUKARAN SOAL 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| No | Soal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | tot |    |    |    |
|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|
|    | Resp | B | D | B | A | C | C | B | B | C | A  | D  | A  | A  | C  | C  | C  | C  | B  | C  | D  | A  | D  | A  | A  | D  | C  | A  | B  | D  | B  | C  | B  | D  | C  | C  | D  | D  | C  | C  | C  | C  |     | C  |    |    |
| 1  | R1   | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 22  |    |    |    |
| 2  | R2   | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0   | 27 |    |    |
| 3  | R3   | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 0  | 1  | 2  | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1   | 21 |    |    |
| 4  | R4   | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0   | 25 |    |    |
| 5  | R5   | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1   | 27 |    |    |
| 6  | R6   | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 0  | 1   | 1  | 0  | 16 |
| 7  | R7   | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0   | 0  | 12 |    |
| 8  | R8   | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0   | 1  | 24 |    |
| 9  | R9   | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0   | 30 |    |    |
| 10 | R10  | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 0  | 0  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 0  | 2  | 0  | 2  | 2  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 1  | 1  | 42  |    |    |    |
| 11 | R11  | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2  | 1  | 1  | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 2  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0   | 32 |    |    |
| 12 | R12  | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0   | 35 |    |    |
| 13 | R13  | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1   | 0  | 26 |    |
| 14 | R14  | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 29  |    |    |    |
| 15 | R15  | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 0  | 2  | 0  | 2  | 0  | 2  | 0  | 0  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 42  |    |    |    |
| 16 | R16  | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0   | 24 |    |    |
| 17 | R17  | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1   | 0  | 25 |    |
| 18 | R18  | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2  | 0  | 1  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 2  | 2  | 0  | 2  | 2  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0   | 31 |    |    |
| 19 | R19  | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 2  | 2  | 0  | 1  | 1  | 2  | 1  | 35  |    |    |    |
| 20 | R20  | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2  | 0  | 1  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0  | 0  | 2  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0   | 23 |    |    |
| 21 | R21  | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 1  | 2  | 1  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 1  | 0  | 32  |    |    |    |
| 22 | R22  | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 2  | 1   | 0  | 22 |    |
| 23 | R23  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0  | 1  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0   | 0  | 25 |    |
| 24 | R24  | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   | 0  | 22 |    |
| 25 | R25  | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 21 |    |    |
| 26 | R26  | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0   | 1  | 18 |    |

|           |                          |    |    |    |             |    |    |    |    |          |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
|-----------|--------------------------|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----------|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
| Rata-rata | 1                        | 1  | 1  | 0  | 2           | 1  | 1  | 1  | 1  | 1        | 1  | 1  | 1  | 1           | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0 | 1 | 1 | 0 |
| skor max  | 2                        | 2  | 2  | 2  | 2           | 2  | 2  | 2  | 2  | 2        | 2  | 2  | 2  | 2           | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 |   |   |   |
| TK        | 1                        | 0  | 1  | 0  | 1           | 0  | 0  | 0  | 0  | 1        | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |   |   |
| Kriteria  | SD                       | SR | SD | SK | MD          | SK | SD | SD | SD | MD       | SK | SK | SD | SK          | SK | SK | SD | SD | SK | SK | SD | SK | SK | SD | SD | SK | SK | SK | SK | SK | SD | SD | SK | SK | SK | SK | SK | SD | SD | SK | SK | SK | SD | SK | SK | SD | SK | SK | SD | SK |   |   |   |   |
|           | Rentang Indeks Kesukaran |    |    |    |             |    |    |    |    | Kriteria |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
|           | SUKAR                    | 21 |    |    | 0,00 - 0,29 |    |    |    |    |          |    |    |    | Sukar (SK)  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
|           | SEDANG                   | 18 |    |    | 0,30 - 0,70 |    |    |    |    |          |    |    |    | Sedang (SD) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
|           | MUDAH                    | 2  |    |    | 0,71 - 1,00 |    |    |    |    |          |    |    |    | Mudah (MD)  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |

Lampiran 31 : Hasil Uji Daya Beda Soal 4 TMC

**HASIL UJI DAYA BEDA SOAL 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| No | Soal<br>Resp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | tot |    |    |
|----|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|
|    |              | B | D | B | A | C | C | B | B | C | A  | D  | A  | A  | C  | C  | C  | C  | B  | C  | D  | A  | D  | A  | A  | D  | C  | A  | B  | D  | B  | C  | B  | D  | C  | C  | D  | D  | C  | C  | C  | C  | C   |    |    |
| 1  | R10          | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 0  | 0  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 0  | 2  | 0  | 2  | 2  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 1  | 1  | 0   | 1  | 42 |
| 2  | R15          | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2  | 2  | 0  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 0  | 2  | 0  | 2  | 0  | 0  | 2  | 0  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1   | 42 |    |
| 3  | R2           | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1   | 37 |    |
| 4  | R12          | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 1  | 0   | 0  | 35 |
| 5  | R19          | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 2  | 2  | 0  | 1  | 1  | 2  | 1  | 35  |    |    |
| 6  | R11          | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2  | 1  | 1  | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 2  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 32  |    |    |
| 7  | R21          | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 1  | 2  | 1  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 1  | 0  | 32  |    |    |
| 8  | R18          | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2  | 0  | 1  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 2  | 2  | 0  | 2  | 2  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 31  |    |    |
| 9  | R9           | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 30  |    |    |
| 10 | R14          | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 29  |    |    |
| 11 | R5           | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1   | 27 |    |
| 12 | R13          | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1   | 0  | 26 |
| 13 | R4           | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0   | 25 |    |
| 14 | R17          | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1   | 0  | 25 |
| 15 | R23          | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0  | 1  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0   | 25 |    |
| 16 | R8           | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1   | 24 |    |
| 17 | R16          | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0  | 1   | 24 |    |
| 18 | R20          | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0  | 0  | 2  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0   | 23 |    |
| 19 | R1           | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 22 |     |    |    |
| 20 | R22          | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0   | 22 |    |
| 21 | R24          | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   | 22 |    |
| 22 | R3           | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 0  | 1  | 2  | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   | 21 |    |
| 23 | R25          | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 21 |    |
| 24 | R26          | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1   | 18 |    |
| 25 | R6           | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0   | 16 |    |
| 26 | R7           | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0   | 12 |    |

|                       |  |     |     |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |          |     |        |               |                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |
|-----------------------|--|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-----|--------|---------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| Rata-rata             | 1  | 0.6 | 1   | 0  | 2   | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1        | 0   | 0      | 0             | 0              | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1  | 0   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0  |    |    |
| skor max              | 2  | 2   | 2   | 2  | 2   | 2  | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2        | 2   | 2      | 2             | 2              | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2  | 2  | 2   | 2  | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2  | 2  |    |
| N*50%                 | 13   | 13  | 13  | 13 | 13  | 13 | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13       | 13  | 13     | 13            | 13             | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13 | 13 | 13  | 13 | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13 | 13 | 13 |
| $\bar{x}$ atas        | 1  | 0.6 | 2   | 1  | 2   | 1  | 1   | 1   | 1   | 2   | 0   | 1   | 1   | 1        | 1   | 1      | 1             | 1              | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0  |    |    |
| $\bar{x}$ bawah       | 1  | 0.5 | 1   | 0  | 1   | 0  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0        | 1   | 0      | 0             | 1              | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1  | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0  | 0  |    |
| DP                    | 0  | 0   | 1   | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | -0  | 0   | 0   | 0        | 0   | 0      | 0             | 0              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  |    |
| Kriteria              | SD   | STD | SDB | SD | SDP | SD | STD | STD | STD | STD | STD | STD | STD | STD      | STD | STD    | STD           | STD            | STD | STD | STD | STD | STD | STD | STD | STD | SDP | SD | SD | STD | SD | STD | STD | STD | STD | STD | STD | STD | STD | STD | SDP | STD |    |    |    |
| Rentang Daya Beda     | Kriteria                                     |     |     |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     | Kriteria |     | Jumlah | KELOMPOK ATAS |                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |
| $0,40 \leq DB < 1,00$ | Soal diterima dengan baik (SDB)              |     |     |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     | BA       | 13  | SDB    | 1             | KELOMPOK BAWAH |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |
| $0,30 \leq DB < 0,39$ | Soal diterima, tetapi perlu diperbaiki (SDP) |     |     |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     | BB       | 13  | SDP    | 3             |                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |
| $0,20 \leq DB < 0,29$ | Soal diperbaiki (SD)                         |     |     |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |          |     | SD     | 8             |                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |
| $0,00 \leq DB < 0,19$ | Soal tidak dipakai (STD)                     |     |     |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |          |     | STD    | 29            |                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |

Lampiran 32 : Hasil Uji Keberfungsian Pengecoh Soal 4 TMC

**HASIL UJI KEBERFUNGSIAN PENGECOH SOAL 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

| No | Soal       | 1     |   | 2 |   | 3 |   | 4 |   | 5 |   | 6 |   | 7 |   | 8 |   | 9 |   | 10 |   | 11 |   | 12 |   | 13 |   | 14 |   | 15 |   | 16 |   | 17 |   | 18 |   | 19 |   | 20 |   | 21 |   |   |   |
|----|------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|---|---|
|    |            | Ket   | J | A | J | A | J | A | J | A | J | A | J | A | J | A | J | A | J | A  | J | A  | J | A  | J | A  | J | A  | J | A  | J | A  | J | A  | J | A  | J | A  | J | A  | J | A  | J | A |   |
|    |            | Kunci | B | D | D | B | B | C | A | C | C | D | C | C | C | B | A | B | A | C  | B | A  | A | B  | D | C  | A | B  | A | B  | C | C  | C | C  | C | A  | C | B  | B | A  | C | D  | D | C | A |
| 1  | Farida     | A     | C | A | B | B | A | D | A | C | D | A | A | B | A | A | B | A | A | A  | B | D  | A | C  | B | B  | A | B  | A | B  | B | B  | C | A  | A | C  | B | B  | A | C  | B | B  | C | C | A |
| 2  | Putri      | B     | D | C | B | D | C | D | D | C | D | C | C | B | C | B | B | C | B | A  | D | D  | A | C  | B | B  | A | D  | B | A  | D | C  | A | C  | D | B  | D | C  | D | D  | B | A  | A |   |   |
| 3  | mustaqim   | A     | C | A | B | A | D | D | B | C | D | A | A | C | C | D | C | D | B | A  | D | C  | B | C  | C | B  | D | C  | A | C  | C | B  | C | C  | C | B  | A | C  | D | C  | C | C  | C |   |   |
| 4  | Rina       | B     | D | A | C | B | C | D | C | C | D | C | A | B | C | B | D | C | A | A  | C | D  | C | S  | A | B  | C | D  | A | A  | A | B  | A | A  | C | A  | C | B  | D | D  | D | C  | C |   |   |
| 5  | Rismanto   | C     | D | D | A | B | C | B | D | C | C | D | B | A | B | B | A | B | B | A  | B | A  | B | A  | C | A  | C | D  | A | A  | C | D  | C | D  | D | B  | A | A  | A | C  | D | A  | A | C |   |
| 6  | Fikoh      | D     | A | C | B | C | A | C | A | D | B | B | A | D | A | B | C | A | D | A  | D | D  | B | C  | A | D  | D | B  | D | B  | A | D  | D | D  | E | A  | D | A  | A | D  | D | B  | A |   |   |
| 7  | Lailiyatul | D     | D | C | A | A | A | C | A | B | C | D | A | A | B | A | B | A | B | A  | D | D  | C | C  | C | C  | D | D  | A | B  | D | D  | B | C  | B | B  | A | A  | C | C  | A | B  | B | D |   |
| 8  | Yahya      | D     | D | A | A | D | A | C | A | C | B | D | B | B | B | A | A | C | E | A  | B | A  | A | A  | C | B  | C | B  | A | C  | C | C  | C | C  | B | D  | C | E  | C | A  | A | B  | A | D |   |
| 9  | Intan      | A     | D | B | C | B | C | C | A | C | D | D | C | C | C | A | D | C | B | A  | B | C  | D | C  | B | B  | B | C  | B | A  | A | B  | A | A  | D | B  | A | C  | A | A  | A | C  | B |   |   |
| 10 | Widiya     | A     | A | E | D | B | C | C | A | C | D | C | D | A | B | A | B | A | B | A  | A | B  | D | C  | A | A  | B | B  | D | A  | B | B  | C | D  | B | B  | A | C  | D | D  | C | A  | B |   |   |
| 11 | Diane      | B     | D | D | B | A | C | C | A | C | D | D | C | A | A | B | C | C | A | B  | D | A  | C | B  | A | B  | D | D  | A | A  | B | B  | C | B  | B | B  | A | C  | D | C  | A | C  | D |   |   |
| 12 | Laela      | B     | C | D | B | B | C | C | C | C | D | E | D | B | B | B | D | C | A | A  | D | C  | C | C  | B | C  | C | C  | B | A  | B | D  | A | B  | B | D  | A | C  | D | A  | D | D  | A |   |   |
| 13 | Ayu W      | B     | D | C | B | B | C | A | C | C | D | C | D | B | A | A | C | A | D | A  | C | A  | B | C  | B | B  | D | D  | D | A  | A | A  | B | A  | D | B  | B | A  | E | A  | C | B  | A |   |   |
| 14 | Munawiroh  | B     | D | C | B | B | C | A | C | C | D | C | D | B | A | A | C | A | D | A  | C | A  | B | C  | B | B  | B | B  | A | A  | A | B  | A | D  | B | B  | B | A  | E | A  | C | B  | A |   |   |
| 15 | Risma      | B     | D | A | D | B | C | C | A | C | D | C | C | A | B | A | C | C | B | A  | B | A  | B | C  | B | A  | B | C  | C | C  | C | C  | A | B  | B | B  | A | C  | A | A  | A | A  | B |   |   |
| 16 | Khikayah   | B     | D | C | D | B | C | C | A | C | D | A | A | A | D | D | B | D | C | A  | B | B  | A | D  | B | C  | D | D  | A | A  | B | B  | B | B  | D | B  | A | C  | D | B  | A | D  | D |   |   |
| 17 | Aulia Hera | D     | D | A | C | B | A | B | D | C | D | D | A | A | B | C | A | C | D | A  | B | D  | A | C  | C | B  | B | A  | D | C  | A | D  | C | C  | C | A  | A | B  | D | B  | D | C  | B |   |   |
| 18 | Agnes      | B     | D | B | A | B | C | C | A | C | D | D | B | A | A | C | D | A | A | A  | B | B  | A | C  | B | A  | B | C  | D | A  | D | D  | B | B  | C | C  | B | C  | D | A  | E | C  | D |   |   |
| 19 | Salma      | D     | A | C | C | B | C | C | A | C | D | C | A | C | B | D | D | A | A | A  | B | C  | A | C  | C | A  | C | A  | C | A  | A | B  | B | A  | B | B  | A | C  | B | C  | A | B  | B |   |   |
| 20 | Risa       | B     | D | C | A | B | C | D | B | C | D | A | B | A | D | B | B | A | D | A  | B | A  | D | A  | C | A  | B | B  | D | C  | A | B  | C | C  | B | A  | C | B  | B | B  | A | A  | B | B |   |
| 21 | Roy        | A     | D | A | A | B | C | A | C | C | D | D | A | C | A | D | E | B | A | B  | C | A  | B | C  | D | D  | C | C  | D | A  | C | B  | B | D  | B | C  | B | C  | D | B  | C | B  | A |   |   |
| 22 | Maudy      | B     | A | C | B | D | D | B | A | B | C | A | B | A | A | D | C | D | E | A  | B | D  | E | A  | B | D  | E | C  | D | B  | B | C  | E | C  | B | D  | E | D  | E | C  | B | A  | C | D |   |
| 23 | Ilham A    | C     | C | A | A | B | A | C | C | D | B | C | B | B | A | B | B | A | B | B  | A | B  | A | D  | A | D  | D | A  | B | C  | B | A  | A | C  | B | B  | D | C  | B | A  | D | A  | C | B |   |
| 24 | Nisa A     | D     | D | D | A | B | C | C | A | C | D | C | B | A | C | D | A | B | A | B  | D | C  | C | A  | A | B  | D | A  | A | B  | B | B  | D | C  | B | C  | A | B  | D | C  | B | D  |   |   |   |
| 25 | Auralia    | D     | D | D | C | C | B | C | A | C | D | C | B | D | D | C | C | D | A | A  | C | C  | B | D  | A | D  | D | C  | A | D  | A | B  | C | B  | D | C  | D | A  | C | A  | D | C  | B | D |   |
| 26 | Shilvina   | A     | D | C | B | C | A | C | A | C | A | A | A | A | D | C | A | A | A | B  | A | A  | C | A  | B | C  | A | B  | D | B  | D | D  | B | C  | C | D  | A | A  | B | A  | C | B  | D | D |   |



| No | Soal       | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |   |   |
|----|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
|    | Ket        | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A |   |
|    | Kunci      | A  | B  | D  | D  | A  | B  | A  | C  | D  | A  | C  | C  | A  | B  | B  | C  | D  | A  | C  | B  | C  | B | D |
| 1  | Farida     | C  | A  | B  | C  | D  | A  | A  | B  | D  | A  | C  | B  | D  | A  | B  | C  | A  | D  | B  | C  | C  | A | A |
| 2  | Putri      | A  | A  | B  | D  | B  | A  | A  | B  | A  | A  | C  | B  | E  | C  | B  | B  | C  | C  | D  | A  | A  | D | C |
| 3  | mustaqim   | C  | C  | B  | D  | A  | C  | D  | B  | B  | B  | A  | B  | C  | C  | C  | D  | C  | B  | D  | A  | A  | A | A |
| 4  | Rina       | C  | C  | A  | B  | D  | A  | C  | A  | B  | B  | C  | D  | C  | B  | C  | C  | C  | D  | A  | D  | A  | A | C |
| 5  | Rismanto   | C  | A  | D  | B  | C  | D  | B  | B  | D  | A  | B  | D  | C  | C  | B  | A  | B  | A  | D  | A  | A  | D | A |
| 6  | Fikoh      | B  | A  | B  | E  | D  | B  | B  | C  | A  | B  | A  | A  | E  | A  | D  | 0  | S  | B  | C  | B  | C  | B | D |
| 7  | Lailiyatul | B  | D  | D  | B  | D  | A  | B  | C  | A  | D  | B  | A  | D  | D  | D  | A  | B  | C  | C  | B  | A  | D | A |
| 8  | Yahya      | A  | D  | B  | A  | E  | B  | B  | C  | D  | A  | B  | A  | A  | C  | D  | A  | D  | B  | D  | C  | B  | C | D |
| 9  | Intan      | C  | B  | B  | C  | B  | C  | C  | B  | D  | A  | A  | A  | A  | C  | D  | D  | C  | D  | A  | A  | A  | D | A |
| 10 | Widiya     | A  | B  | D  | B  | C  | A  | B  | D  | D  | A  | C  | C  | A  | B  | B  | B  | D  | D  | C  | C  | D  | C | A |
| 11 | Diane      | C  | D  | D  | B  | C  | B  | B  | B  | A  | D  | C  | C  | A  | B  | B  | B  | B  | B  | D  | B  | D  | A | A |
| 12 | Laela      | D  | A  | C  | D  | A  | A  | B  | C  | A  | D  | C  | D  | A  | B  | A  | C  | B  | C  | A  | B  | C  | C | B |
| 13 | Ayu W      | B  | A  | A  | D  | D  | B  | A  | A  | V  | D  | B  | B  | D  | A  | D  | C  | B  | C  | A  | C  | A  | D | A |
| 14 | Munawiroh  | B  | A  | A  | D  | D  | B  | A  | A  | B  | D  | B  | B  | D  | A  | D  | C  | B  | C  | A  | C  | A  | D | A |
| 15 | Risma      | A  | B  | E  | B  | E  | A  | A  | C  | A  | C  | D  | B  | A  | B  | B  | D  | C  | C  | B  | D  | C  | A | B |
| 16 | Khikayah   | D  | D  | D  | B  | D  | B  | B  | C  | A  | D  | D  | B  | B  | B  | B  | B  | C  | B  | D  | D  | D  | D | D |
| 17 | Aulia Hera | C  | B  | D  | D  | B  | C  | C  | C  | C  | B  | C  | D  | D  | C  | A  | A  | C  | C  | C  | B  | D  | C | A |
| 18 | Agnes      | C  | D  | D  | B  | A  | C  | A  | C  | D  | A  | B  | B  | A  | B  | A  | C  | C  | B  | B  | A  | A  | E | D |
| 19 | Salma      | B  | B  | A  | D  | A  | C  | B  | C  | D  | A  | C  | B  | D  | A  | B  | C  | A  | D  | C  | C  | B  | D | A |
| 20 | Risa       | B  | B  | A  | A  | A  | B  | E  | B  | B  | C  | C  | C  | A  | A  | D  | C  | B  | A  | C  | B  | D  | B | A |
| 21 | Roy        | B  | A  | D  | B  | A  | A  | D  | C  | D  | A  | D  | B  | A  | C  | B  | C  | D  | B  | C  | D  | B  | C | D |
| 22 | Maudy      | D  | C  | C  | A  | C  | C  | B  | B  | C  | A  | D  | B  | D  | C  | B  | C  | C  | C  | A  | B  | D  | D | C |
| 23 | Ilham A    | C  | B  | D  | B  | B  | C  | B  | C  | C  | D  | D  | B  | C  | C  | B  | D  | D  | A  | D  | B  | D  | C | D |
| 24 | Nisa A     | C  | B  | B  | B  | D  | A  | C  | D  | D  | A  | D  | C  | A  | D  | D  | D  | D  | D  | B  | C  | A  | A | A |
| 25 | Auralia    | B  | D  | A  | B  | C  | A  | A  | C  | C  | A  | A  | C  | A  | C  | A  | A  | B  | D  | B  | A  | A  | D | B |
| 26 | Shilvina   | D  | D  | B  | C  | C  | B  | A  | C  | C  | A  | C  | C  | B  | A  | A  | D  | C  | C  | A  | C  | B  | D | A |

| Jawaban yang dipilih |               |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Soal                 | 1             | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9             | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
| Ket                  | J             | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J             | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   |
| Kunci                | B             | D   | D   | B   | B   | C   | A   | C   | C             | D   | C   | C   | B   | A   | B   | D   | C   | A   | B   | A   |
| A                    | 6             | 4   | 8   | 8   | 3   | 7   | 3   | 15  | 0             | 1   | 6   | 9   | 12  | 8   | 8   | 6   | 10  | 7   | 24  | 2   |
| B                    | 11            | 0   | 2   | 10  | 17  | 1   | 3   | 2   | 2             | 3   | 1   | 7   | 8   | 9   | 10  | 6   | 3   | 9   | 1   | 14  |
| C                    | 2             | 4   | 10  | 5   | 3   | 16  | 15  | 6   | 22            | 4   | 10  | 5   | 3   | 6   | 4   | 7   | 8   | 2   | 0   | 6   |
| D                    | 7             | 18  | 5   | 3   | 3   | 2   | 5   | 3   | 2             | 18  | 8   | 5   | 3   | 3   | 4   | 7   | 4   | 6   | 1   | 4   |
| Tingkat Distraktor   |               |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Soal                 | 1             | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9             | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
| Ket                  | J             | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J             | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   |
| Kunci                | B             | D   | D   | B   | B   | C   | A   | C   | C             | D   | C   | C   | B   | A   | B   | A   | B   | A   | B   | C   |
| A                    | 23%           | 15% | 31% | 31% | 12% | 27% | 12% | 58% | 0%            | 4%  | 23% | 35% | 46% | 31% | 31% | 23% | 38% | 27% | 92% | 8%  |
| B                    | 42%           | 0%  | 8%  | 38% | 65% | 4%  | 12% | 8%  | 8%            | 12% | 4%  | 27% | 31% | 35% | 38% | 23% | 12% | 35% | 4%  | 54% |
| C                    | 8%            | 15% | 38% | 19% | 12% | 62% | 58% | 23% | 85%           | 15% | 38% | 19% | 12% | 23% | 15% | 27% | 31% | 8%  | 0%  | 23% |
| D                    | 27%           | 69% | 19% | 12% | 12% | 8%  | 19% | 12% | 8%            | 69% | 31% | 19% | 12% | 12% | 15% | 23% | 4%  | 15% | 35% | 19% |
| Keterangan           |               |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Soal                 | 1             | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9             | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
| Ket                  | J             | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J             | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   |
| Kunci                | B             | D   | D   | B   | B   | C   | A   | C   | C             | D   | C   | C   | B   | A   | B   | A   | B   | A   | B   | C   |
| A                    | TR            | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR            | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  |
| B                    | TR            | TL  | TR  | TR  | TR  | RV  | TR  | TR  | TR            | TR  | RV  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  |
| C                    | TR            | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR            | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  |
| D                    | TR            | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR            | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  | TR  |
|                      | TR = Diterima |     |     |     | 231 |     |     |     | J = Jawaban   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                      | RV = Revisi   |     |     |     | 10  |     |     |     | A = Alasan    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                      | TL = Ditolak  |     |     |     | 5   |     |     |     | Kunci Jawaban |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

| Jawaban yang dipilih |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |   |   |   |   |
|----------------------|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|---|----|---|----|----|----|----|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|----|---|----|---|----|----|---|---|---|---|
| Soal                 | 21 |   | 22 |    | 23 |    | 24 |    | 25 |    | 26 |    | 27 |   | 28 |    | 29 |   | 30 |   | 31 |    | 32 |    | 33 |   | 34 |   | 35 |   | 36 |   | 37 |   | 38 |    | 39 |   | 40 |   | 41 |    |   |   |   |   |
| Ket                  | J  | A | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A | J  | A  | J  | A | J  | A | J  | A  | J  | A  | J  | A | J  | A | J  | A | J  | A | J  | A | J  | A  | J  | A | J  | A | J  | A  | J | A | J | A |
| Kunci                | A  | B | D  | D  | A  | B  | A  | C  | D  | A  | C  | C  | A  | B | B  | C  | D  | C | B  | C | C  | A  | B  | C  | D  | A | C  | B | C  | B | D  | A | D  | A | C  | A  | C  | B | C  | B | C  | D  |   |   |   |   |
| A                    | 4  | 8 | 6  | 3  | 5  | 10 | 8  | 3  | 7  | 12 | 3  | 5  | 10 | 9 | 2  | 3  | 1  | 5 | 4  | 8 | 9  | 10 | 13 | 7  | 4  | 8 | 3  | 4 | 5  | 5 | 2  | 8 | 7  | 1 | 6  | 8  | 10 | 7 | 5  | 5 | 8  | 10 |   |   |   |   |
| B                    | 8  | 8 | 8  | 12 | 3  | 8  | 11 | 9  | 4  | 2  | 9  | 12 | 2  | 7 | 12 | 4  | 9  | 8 | 7  | 9 | 1  | 3  | 5  | 5  | 3  | 6 | 2  | 9 | 6  | 8 | 4  | 7 | 2  | 9 | 9  | 5  | 3  | 8 | 6  | 7 | 6  | 3  |   |   |   |   |
| C                    | 10 | 3 | 2  | 3  | 6  | 6  | 4  | 12 | 5  | 4  | 9  | 5  | 6  | 7 | 5  | 12 | 8  | 8 | 6  | 5 | 5  | 4  | 1  | 4  | 11 | 8 | 10 | 6 | 7  | 5 | 11 | 5 | 8  | 7 | 2  | 10 | 8  | 6 | 9  | 8 | 5  | 8  |   |   |   |   |
| D                    | 4  | 7 | 9  | 7  | 10 | 2  | 2  | 2  | 9  | 8  | 5  | 4  | 7  | 2 | 7  | 7  | 7  | 4 | 9  | 4 | 11 | 9  | 6  | 10 | 8  | 4 | 11 | 6 | 8  | 8 | 9  | 5 | 5  | 8 | 8  | 3  | 5  | 2 | 5  | 5 | 6  | 5  |   |   |   |   |

Tingkat Distraktor

| Soal  | 21  |     | 22  |     | 23  |     | 24  |     | 25  |     | 26  |     | 27  |     | 28  |     | 29  |     | 30  |     | 31  |     | 32  |     | 33  |     | 34  |     | 35  |     | 36  |     | 37  |     | 38  |     | 39  |     | 40  |     | 41  |     |   |   |   |   |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|
| Ket   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J   | A   | J | A | J | A |
| Kunci | A   | B   | D   | D   | A   | B   | A   | C   | D   | A   | C   | C   | A   | B   | B   | C   | D   | C   | B   | C   | C   | A   | B   | C   | D   | A   | C   | B   | C   | B   | D   | A   | D   | A   | C   | A   | C   | B   | C   | B   | C   | D   |   |   |   |   |
| A     | 15% | 31% | 23% | 12% | 19% | 38% | 31% | 12% | 27% | 46% | 12% | 19% | 38% | 35% | 8%  | 12% | 4%  | 19% | 15% | 31% | 35% | 38% | 50% | 27% | 15% | 31% | 12% | 15% | 19% | 19% | 8%  | 31% | 27% | 4%  | 23% | 31% | 38% | 27% | 19% | 19% | 31% | 38% |   |   |   |   |
| B     | 31% | 31% | 31% | 46% | 12% | 31% | 42% | 35% | 15% | 8%  | 35% | 46% | 8%  | 27% | 46% | 15% | 35% | 31% | 27% | 35% | 4%  | 12% | 19% | 19% | 12% | 23% | 8%  | 35% | 23% | 31% | 15% | 27% | 8%  | 35% | 35% | 19% | 12% | 31% | 23% | 27% | 23% | 12% |   |   |   |   |
| C     | 38% | 12% | 8%  | 12% | 23% | 23% | 15% | 46% | 19% | 15% | 35% | 19% | 23% | 27% | 19% | 46% | 31% | 31% | 23% | 19% | 19% | 15% | 4%  | 15% | 42% | 31% | 38% | 23% | 27% | 19% | 42% | 19% | 31% | 27% | 8%  | 38% | 31% | 23% | 35% | 31% | 19% | 31% |   |   |   |   |
| D     | 15% | 27% | 35% | 27% | 38% | 8%  | 8%  | 8%  | 35% | 31% | 19% | 15% | 27% | 8%  | 27% | 27% | 27% | 15% | 35% | 15% | 42% | 35% | 23% | 38% | 31% | 15% | 42% | 23% | 31% | 31% | 35% | 19% | 19% | 31% | 31% | 12% | 19% | 8%  | 19% | 19% | 23% | 19% |   |   |   |   |

Keterangan

| Soal  | 21 |    | 22 |    | 23 |    | 24 |    | 25 |    | 26 |    | 27 |    | 28 |    | 29 |    | 30 |    | 31 |    | 32 |    | 33 |    | 34 |    | 35 |    | 36 |    | 37 |    | 38 |    | 39 |    | 40 |    | 41 |    |    |    |   |   |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| Ket   | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J  | A  | J | A |
| Kunci |    |    | D  | D  | A  | B  | A  | C  | D  | A  | C  | C  | A  | B  | B  | C  | D  | C  | B  | C  | C  | A  | B  | C  | D  | A  | C  | B  | C  | B  | D  | A  | D  | A  | C  | A  | C  | B  | C  | B  | C  | D  |    |    |   |   |
| A     | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | RV | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR |    |    |   |   |
| B     | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | RV | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR |   |   |
| C     | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | RV | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR |   |   |
| D     | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR |   |   |

TR = Diterima 160      J = Jawaban  
 RV = Revisi 4      A = Alasan  
 TL = Ditolak 0

Lampiran 33 : Rekapitulasi Soal Layak Digunakan Pada Uji Skala Besar

**REKAPITULASI SOAL LAYAK DIGUNAKAN PADA UJI SKALA BESAR**

| No Soal | Analisis Butir Soal |          |                 |          |             |
|---------|---------------------|----------|-----------------|----------|-------------|
|         | Daya Pembeda        | Kategori | Taraf Kesukaran | Kategori | Keterangan  |
| 1       | 0.27                | SD       | 0.56            | SD       | Layak       |
| 2       | 0.04                | STD      | 0.29            | SK       | Tidak Layak |
| 3       | 0.58                | SDB      | 0.63            | SD       | Layak       |
| 4       | 0.27                | SD       | 0.17            | SK       | Layak       |
| 5       | 0.31                | SDP      | 0.77            | MD       | Layak       |
| 6       | 0.27                | SD       | 0.29            | SK       | Layak       |
| 7       | 0.08                | STD      | 0.31            | SD       | Tidak Layak |
| 8       | 0                   | STD      | 0.31            | SD       | Tidak Layak |
| 9       | 0.19                | STD      | 0.33            | SD       | Tidak Layak |
| 10      | 0.08                | STD      | 0.73            | MD       | Tidak Layak |
| 11      | -0.1                | STD      | 0.27            | SK       | Tidak Layak |
| 12      | 0.19                | STD      | 0.29            | SK       | Tidak Layak |
| 13      | 0.12                | STD      | 0.37            | SD       | Tidak Layak |
| 14      | 0.12                | STD      | 0.21            | SK       | Tidak Layak |
| 15      | -0.1                | STD      | 0.21            | SK       | Tidak Layak |
| 16      | 0.19                | STD      | 0.17            | SK       | Tidak Layak |
| 17      | 0.15                | STD      | 0.23            | SK       | Tidak Layak |
| 18      | 0.27                | SD       | 0.44            | SD       | Layak       |
| 19      | 0.23                | SD       | 0.58            | SD       | Layak       |
| 20      | 0.04                | STD      | 0.25            | SK       | Tidak Layak |
| 21      | 0.08                | STD      | 0.23            | SK       | Tidak Layak |

|    |      |     |      |    |             |
|----|------|-----|------|----|-------------|
| 22 | 0.15 | STD | 0.31 | SD | Tidak Layak |
| 23 | 0    | STD | 0.25 | SK | Tidak Layak |
| 24 | 0    | STD | 0.38 | SD | Tidak Layak |
| 25 | 0.19 | STD | 0.4  | SD | Tidak Layak |
| 26 | 0.08 | STD | 0.27 | SK | Tidak Layak |
| 27 | 0.35 | SDP | 0.33 | SD | Layak       |
| 28 | 0.23 | SD  | 0.46 | SD | Layak       |
| 29 | 0.27 | SD  | 0.29 | SK | Layak       |
| 30 | 0.08 | STD | 0.23 | SK | Tidak Layak |
| 31 | 0.27 | SD  | 0.29 | SK | Layak       |
| 32 | 0    | STD | 0.17 | SK | Tidak Layak |
| 33 | 0.15 | STD | 0.31 | SD | Tidak Layak |
| 34 | 0.04 | STD | 0.37 | SD | Tidak Layak |
| 35 | 0.12 | STD | 0.29 | SK | Tidak Layak |
| 36 | 0.04 | STD | 0.33 | SD | Tidak Layak |
| 37 | 0.08 | STD | 0.12 | SK | Tidak Layak |
| 38 | 0.15 | STD | 0.19 | SK | Tidak Layak |
| 39 | 0    | STD | 0.31 | SD | Tidak Layak |
| 40 | 0.31 | SDP | 0.31 | SD | Layak       |
| 41 | 0    | STD | 0.19 | SK | Tidak Layak |

**Keterangan**

- SDB** = Soal diterima dengan baik  
**SDP** = Soal diterima, tetapi perlu diperbaiki  
**SD** = Soal diperbaiki

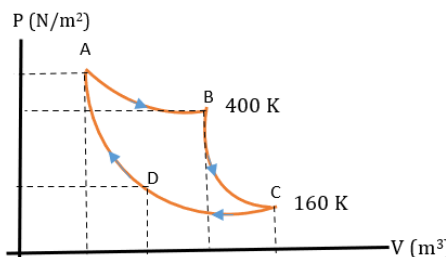
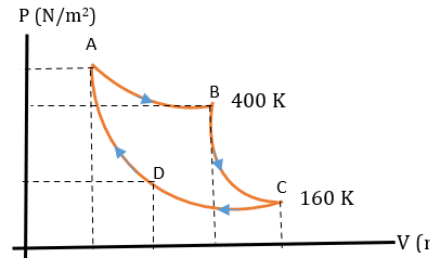
**Keterangan**

- SK** = Sukar  
**SD** = Sedang  
**MD** = Mudah

Lampiran 34 : Hasil Revisi Soal 4 TMC Setelah Uji Skala Kecil

**HASIL REVISI SOAL 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA SETELAH UJI SKALA KECIL**

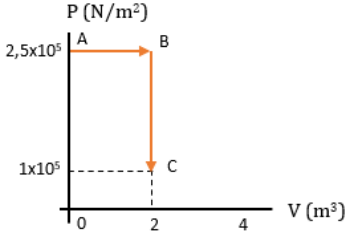
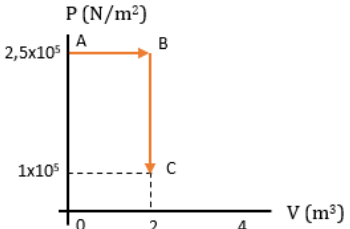
| No | Jenis Revisi               | Soal Sebelum Revisi   | Soal Setelah Revisi   |
|----|----------------------------|---|---|
| 1  | Pilihan Jawaban dan Alasan | <p>A. energi berpindah dari benda besar ke benda yang besar</p> <p>B. energi berpindah dari benda bermassa besar ke benda yang bermassa lebih kecil</p> <p>C. energi berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah</p> <p>D. energi berpindah jika salah satu benda berbeda ukuran dan massanya</p> <p>Alasan:</p> <p>A. ukuran benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal</p> <p>B. massa benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal</p> <p>C. ukuran dan massa benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal</p> <p>D. suhu benda menjadi salah satu sifat benda yang menentukan suatu benda berada dalam keseimbangan termal</p> | <p>A. energi berpindah dari benda bermassa besar ke benda yang bermassa lebih kecil</p> <p>B. energi berpindah dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi</p> <p>C. energi berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah</p> <p>D. energi berpindah jika salah satu benda berbeda ukuran dan massanya</p> <p>Alasan:</p> <p>A. jika P memiliki massa yang besar maka energi dalam benda P sama dengan benda disekilingnya akan memiliki energi yang sama sehingga berada dalam keseimbangan termal</p> <p>B. jika P memiliki massa dan ukuran yang besar maka benda kecil disekilingnya akan menyesuaikan energi dalamnya seperti benda P sehingga berada dalam keseimbangan termal</p> <p>C. jika P bersuhu tinggi maka akan menyerap kalor dari benda lain yang bersuhu rendah sehingga berada dalam keseimbangan termal</p> |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
|   |                                  |  | D. jika P bersuhu rendah maka akan menyerap kalor dari benda lain yang bersuhu tinggi sehingga berada dalam keseimbangan termal  |
| 2 | Pilihan Alasan                   | <p>Alasan:</p> <p>A. perubahan energi dalam merupakan jumlah antara kalor dan usaha</p> <p>B. perubahan energi dalam suatu sistem merupakan selisih antara kalor dengan usaha</p> <p>C. perubahan energi dalam merupakan hasil bagi antara usaha dengan kalor yang diserap.</p> <p>D. perubahan energi dalam sama besar dengan usaha yang dilakukan sistem</p> | <p>Alasan:</p> <p>A. perubahan energi dalam merupakan penjumlahan antara kalor dan usaha</p> <p>B. perubahan energi dalam merupakan penjumlahan dari energi kinetik</p> <p>C. perubahan energi dalam suatu sistem merupakan selisih antara kalor dengan usaha</p> <p>D. perubahan energi dalam merupakan hasil bagi antara usaha dengan kalor yang diserap</p> |
| 3 | Kalimat Soal dan Pilihan Jawaban | <p>Gambar berikut menunjukkan grafik P-V pada mesin Carnot.</p>  <p>Berdasarkan grafik di atas efisiensi mesin Carnot adalah...</p>   | <p>Perhatikan grafik P-V mesin Carnot berikut!</p>  <p>Berdasarkan grafik di atas, efisiensi mesin Carnot tersebut yaitu sebesar...</p> <p>A. 20%</p>   |

|   |                                 |   |   |
|---|---------------------------------|---|---|
|   |                                 | <p>A. 40%</p> <p>B. 50%</p> <p>C. 60%</p> <p>D. 80%</p>   | <p>B. 40%</p> <p>C. 60%</p> <p>D. 80%</p>   |
| 4 | Kalimat Soal dan Pilihan Alasan | <p>(3) Gas mengalami perubahan energi pada proses isotermik.</p> <p>Alasan:</p> <p>A. usaha hanya dapat dilakukan oleh sistem</p> <p>B. usaha tidak dapat dilakukan oleh lingkungan</p> <p>C. usaha sebanding dengan suhu</p> <p>D. usaha merupakan perkalian antara perubahan volume gas dengan tekanan tetap</p>  | <p>(3) Gas mengalami perubahan energi dalam pada proses isotermik.</p> <p>Alasan:</p> <p>A. usaha hanya dapat dilakukan oleh sistem</p> <p>B. usaha sebanding dengan kalor yang diterima oleh lingkungan</p> <p>C. usaha sebanding dengan suhu</p> <p>D. usaha merupakan perkalian antara perubahan volume gas dengan tekanan tetap</p>   |
| 5 | Pilihan Alasan                  | <p>Alasan:</p> <p>A. susu panas berada dalam sistem tertutup yakni termos yang ditutup rapat</p>  | <p>Alasan:</p> <p>A. susu panas berada dalam sistem terisolasi yakni termos yang ditutup rapat</p>  |
| 6 | Pilihan Jawaban                 | <p>Bayu sedang duduk bersantai sambil menikmati secangkir susu hangat di genggaman tangannya untuk menghangatkan badan dari musim dingin. Suhu Bayu menjadi hangat setelah beberapa saat menggenggam kopi tersebut. Selama peristiwa berlangsung proses-proses termodinamika yang mungkin terjadi adalah...</p> <p>(1) keadaan setimbang mekanis</p> <p>(2) keadaan setimbang kimiawi</p> | <p>Bayu sedang duduk bersantai sambil menikmati secangkir susu hangat di genggaman tangannya untuk menghangatkan badan dari musim dingin. Suhu Bayu menjadi hangat setelah beberapa saat menggenggam kopi tersebut. Selama peristiwa berlangsung proses-proses termodinamika yang mungkin terjadi adalah...</p> <p>(1) keadaan setimbang mekanis</p> <p>(2) keadaan setimbang kimiawi</p> |



|   |                    |   |  |
|---|--------------------|---|--|
|   |                    | <p>(3) keadaan setimbang tekanan<br/> (4) keadaan setimbang volume<br/> (5) keadaan setimbang termal<br/> (6) keadaan setimbang termodinamik<br/> A. 1), 2), 3), dan 4)<br/> B. 1), 2), 4), dan 5)<br/> C. 1), 2), 5), dan 6)<br/> D. 2), 3), 5), dan 6)</p>  | <p>(3) keadaan setimbang tekanan<br/> (4) keadaan setimbang volume<br/> (5) keadaan setimbang termal<br/> (6) keadaan setimbang termodinamik<br/> A. 1), 2), 3), dan 4)<br/> B. 1), 3), 4), dan 5)<br/> C. 1), 2), 5), dan 6)<br/> D. 2), 3), 5), dan 6)</p>   |
| 7 | Pilihan<br>Alasan  | <p>Alasan:<br/> A. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding terbalik dengan volume.<br/> B. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan suhu berbanding lurus volume.<br/> C. isotermik adalah proses pada tekanan tetap dan suhu berbanding lurus volume.<br/> D. isotermik adalah proses pada volume tetap dan tekanan berbanding lurus dengan suhu</p> | <p>Alasan:<br/> A. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding terbalik dengan volume<br/> B. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding lurus suhu<br/> C. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding terbalik suhu<br/> D. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding lurus dengan volume</p> |
| 8 | Pilihan<br>Jawaban | <p>Suatu gas ideal dengan sistem tertutup mempunyai suhu awal 32°C. Jika tekanan gas menjadi empat kali lebih besar dari tekanan awal, berapakah besar suhu akhir gas tersebut....<br/> A. 32°C<br/> B. 96°C<br/> C. 128°C<br/> D. 136°C</p>  | <p>Suatu gas ideal dengan sistem tertutup mempunyai suhu awal 32°C. Berapakah suhu akhir gas tersebut, jika tekanan gas menjadi empat kali lebih besar dari tekanan awal...<br/> A. 32°C<br/> B. 96°C<br/> C. 128°C<br/> D. 136°C</p>  |

|    |                 |  |  |
|----|-----------------|--|--|
| 9  | Kalimat Soal    | Sebanyak 600 gram oksigen diproses dengan cara adiabatic mengalami perubahan suhu awal ( $T_1$ ) menjadi suhu akhir ( $T_2$ ). Perubahan diamati sebanyak lima kali, dirangkum dalam tabel berikut   | Sebanyak 600 gram oksigen diproses dengan cara adiabatik mengalami perubahan suhu awal ( $T_1$ ) menjadi suhu akhir ( $T_2$ ). Perubahan yang diamati sebanyak lima kali dan dirangkum dalam tabel berikut.  |
| 10 | Pilihan Jawaban | <p>Perbandingan energi kinetik rata-rata pada keadaan A dan B berdasarkan grafik berikut adalah....</p>  <p>Usaha yang dilakukan gas yang ditunjukkan pada pada proses A-B-C sebesar.....</p> <p>A. 75 kJ<br/>B. 125 kJ<br/>C. 300 kJ<br/>D. 500 kJ</p> | <p>Perhatikan diagram P-V berikut!</p>  <p>Usaha yang dilakukan gas yang ditunjukkan pada pada proses A-B-C sebesar...</p> <p>A. 700 kJ<br/>B. 125 kJ<br/>C. 300 kJ<br/>D. 500 kJ</p> |
| 11 | Kalimat Soal    | Didalam ruang tertutup terdapat gas yang memuai dengan menyerap kalor sebesar 450 J dan melakukan usaha sebesar 320 J. Berapa besar perubahan energi dalam yang dialami gas...   | Pada suatu ruang tertutup terdapat gas yang memuai dengan menyerap kalor sebesar 450 J dan melakukan usaha sebesar 320 J. Berapakah besar perubahan energi dalam yang dialami gas...   |

Lampiran 35 : Kisi-Kisi Instrumen Akhir 4 TMC

**KISI-KISI INSTRUMEN 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

(Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada Materi Termodinamika berbasis Web)

Capaian Pembelajaran : 1) Program Studi (CPL Prodi)

- SU.1 : Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
- PU.4 : Memiliki pengetahuan terkait dengan pengembangan kemampuan berpikir kritis, logis, kreatif, inovatif dan sistematis serta memiliki keingintahuan intelektual untuk memecahkan masalah pada tingkat individu dan kelompok dalam komunitas akademik dan non akademik
- PK.1 : Menguasai konsep teoritis dan prinsip-prinsip pokok fisika klasik dan kuantum

Materi Pokok : Sistem termodinamika, gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal, hukum ke nol termodinamika, hukum pertama termodinamika, hukum kedua termodinamika dan mesin Carnot

Instrumen Penilaian : Soal Tes Diagnostik Pilihan Ganda

| No | Kemampuan Akhir Tiap Pertemuan  | Bahan Kajian/Materi Pembelajaran | Indikator  | Level Kognitif | Nomor Soal | Jumlah Soal |
|----|---|----------------------------------|--|----------------|------------|-------------|
| 1. | Mahasiswa mampu memahami sistem termodinamika: jenis dan contoh-contohnya | Sistem termodinamika             | 1. Menghubungkan syarat terjadinya keseimbangan termal   | C3             | 5          | 3           |
|    |   |                                  | 2. Menelaah perubahan suhu dan perubahan energi dalam pada sebuah sistem tertutup berdasarkan ilustrasi yang diberikan             | C4             | 3          |             |
|    |   |                                  | 3. Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam pada gas ideal dalam ruang tertutup yang mengalami proses isokhorik | C4             | 2          |             |

|    |  |   |  |    |    |   |
|----|--|---|--|----|----|---|
| 2. | Mahasiswa mampu memahami hukum ke nol termodinamika                | Hukum ke nol termodinamika                | 4. Menghubungkan konsep keseimbangan termal  | C3 | 4  | 3 |
|    |  |   | 5. Mengecek dan memilih faktor -faktor yang berkaitan dengan proses termodinamika                          | C4 | 1  |   |
|    |  |   | 6. Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam   | C4 | 8  |   |
| 3. | Mahasiswa mampu memahami gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal | Gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal | 7. Membedakan besar volume pada tekanan tetap menjadi dua kali semula                                      | C4 | 6  | 2 |
|    |  |   | 8. Menelaah suatu gas ideal yang mengalami perubahan tekanan pada proses isokhorik                         | C4 | 7  |   |
| 4. | Mahasiswa mampu memahami hukum pertama termodinamika               | Hukum pertama dan kedua termodinamika     | 9. Menyimpulkan besarnya usaha pada sebuah gas yang mengalami proses adiabatik berdasarkan data eksperimen | C5 | 9  | 3 |
|    |  |   | 10. Menginterpretasi diagram p-V terkait Hukum I Termodinamika   | C4 | 10 |   |
|    |  |   | 11. Menganalisis hubungan kalor dan usaha terhadap energi dalam  | C4 | 11 |   |
| 5. | Mahasiswa mampu memahami proses Carnot                             | Proses Carnot                             | 12. Menentukan persamaan efisiensi mesin pendingin   | C5 | 12 | 1 |

Lampiran 36 : Petunjuk Pengerjaan Soal 4 TMC

**PETUNJUK Pengerjaan SOAL 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE)  
BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA**

---

**PETUNJUK UMUM:**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan.
  2. Bacalah soal dengan teliti.
  3. Berilah tanda silang (O) pada salah satu jawaban yang Anda pilih.
  4. Setiap soal terdiri atas empat langkah pengerjaan.
    - a) Pilihlah **jawaban** yang telah disediakan.
    - b) Berikanlah **tingkat keyakinan** dalam memilih jawaban tersebut.
    - c) Pilihlah pernyataan **alasan** dari jawaban yang anda pilih, dan
    - d) Berikanlah **tingkat keyakinan** dalam memilih **alasan** tersebut.
- Keterangan skala tingkat keyakinan (**CRI**):
- (1) Menebak, (2) sangat tidak yakin, (3) tidak yakin,  
(4) yakin, (5) sangat yakin, dan (6) sangat amat yakin.
5. Kerjakanlah soal dengan jujur dan teliti.
  6. Periksalah kembali jawaban Anda sebelum difinalisasi.
  7. Alokasi waktu mengerjakan soal 90 menit.

--- SELAMAT MENGERJAKAN ---

Lampiran 37 : Lembar Soal 4 TMC

**LEMBAR SOAL**  
**4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB**  
**MATERI TERMODINAMIKA**

---

1. Perhatikan pernyataan berikut!

- (1) Gas tidak melakukan usaha pada proses isokhorik
- (2) Gas menerima atau mengerjakan usaha pada proses isobarik
- (3) Gas mengalami perubahan energi dalam pada proses isotermik
- (4) Gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik

Pernyataan-pernyataan di atas yang berkaitan dengan proses termodinamika yang benar adalah...

- A. 1, 2, dan 3
- B. 1 dan 2
- C. 1 dan 4
- D. 2, 3, dan 4

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. usaha hanya dapat dilakukan oleh sistem
- B. usaha sebanding dengan kalor yang terima oleh lingkungan
- C. usaha sebanding dengan suhu
- D. usaha merupakan perkalian antara perubahan volume gas dengan tekanan tetap
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

2. Suatu gas ideal dalam ruang tertutup mengalami proses isokhorik, sehingga:

- (1) Suhnya tetap
- (2) Volumanya tetap
- (3) Tekanannya tetap
- (4) Usahnya nol

(5)  $Q = 0$  maka  $\Delta U = -W$

(6)  $\Delta U = 0$  maka  $Q = W$

(7)  $Q - \Delta U = W$

(8)  $W = 0$  maka  $\Delta U = Q$

Pernyataan yang benar adalah...

- A. 2 dan 5
- B. 2 dan 8
- C. 3 dan 6
- D. 3 dan 7

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. proses isokhorik merupakan proses pada volume tetap dan suhunya berubah
- B. proses isokhorik merupakan proses pada tekanan tetap dan usahanya nol
- C. proses isokhorik adalah proses pada volume tetap
- D. proses isokhorik adalah proses pada tekanan tetap
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

3. Bayu mengayunkan susu panas yang berada di dalam termos yang tertutup rapat. Perubahan apa yang terjadi pada suhu dan energi dalam dari susu tersebut...

- A. suhu dan energi dalam susu meningkat
- B. suhu dan energi dalam susu menurun
- C. suhu dan energi dalam susu tidak berubah
- D. suhu susu meningkat dan energi dalam susu menurun

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. susu panas berada dalam sistem terisolasi yakni termos yang ditutup rapat
- B. jarak antar molekul-molekul penyusun susu semakin mendekat
- C. molekul-molekul penyusun susu mengalami peningkatan energi kinetik
- D. energi potensial molekul-molekul susu meningkat
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

4. Terdapat sebuah benda P dan benda Q yang terpisah berada dalam keseimbangan termal dengan benda R. Jika benda P dan Q dalam keseimbangan termal, maka pernyataan berikut ini yang paling benar adalah...

- A. energi berpindah dari benda bermassa besar ke benda yang bermassa lebih kecil
- B. energi berpindah dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi
- C. energi berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah
- D. energi berpindah jika salah satu benda berbeda ukuran dan massanya

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. jika P memiliki massa yang besar maka energi dalam benda P sama dengan benda disekilingnya akan memiliki energi yang sama sehingga berada dalam keseimbangan termal
- B. jika P memiliki massa dan ukuran yang besar maka benda kecil disekilingnya akan menyesuaikan energi dalamnya seperti benda P sehingga berada dalam keseimbangan termal



- C. jika P bersuhu tinggi maka akan menyerap kalor dari benda lain yang bersuhu rendah sehingga berada dalam keseimbangan termal
- D. jika P bersuhu rendah maka akan menyerap kalor dari benda lain yang bersuhu tinggi sehingga berada dalam keseimbangan termal
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

5. Bayu sedang duduk bersantai sambil menikmati secangkir susu hangat di genggam tangannya untuk menghangatkan badan dari musim dingin. Suhu Bayu menjadi hangat setelah beberapa saat menggenggam kopi tersebut. Selama peristiwa berlangsung proses-proses termodinamika yang mungkin terjadi adalah...

- 1) keadaan setimbang mekanis
- 2) keadaan setimbang kimia
- 3) Keadaan setimbang tekanan
- 4) Keadaan setimbang volume
- 5) keadaan setimbang termal
- 6) keadaan setimbang termodinamik

- A. 1), 2), 3), dan 4)
- B. 1), 3), 4), dan 5)
- C. 1), 2), 5), dan 6)
- D. 2), 3), 5), dan 6)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak
- 2) : sangat tidak yakin
- 3) : tidak yakin
- 4) : yakin
- 5) : sangat yakin
- 6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. sistem dikatakan setimbang jika resultan gayanya nol, berada dalam keadaan semula, tekanan dan volume sistem tidak berubah walaupun kontak termal dengan lingkungan
- B. sistem berada dalam keadaan semula, tidak berubah walaupun kontak termal dengan lingkungan, koordinat

sistem atau lingkungan cenderung tidak berubah sepanjang masa

- C. sistem dikatakan setimbang jika resultan gayanya nol, berada dalam keadaan semula, tidak berubah walaupun kontak termal dengan lingkungan, koordinat sistem atau lingkungan cenderung tidak berubah sepanjang masa
- D. sistem dikatakan setimbang jika berada dalam keadaan semula, tekanan tetap, tidak berubah walaupun kontak termal dengan lingkungan, koordinat sistem atau lingkungan cenderung tidak berubah sepanjang masa
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

6. Sejumlah gas ideal menjalani proses isotermik, sehingga tekanan menjadi 2 kali tekanan semula, maka volumenya menjadi...

- A.  $\frac{1}{4}$  kali semula
- B.  $\frac{1}{2}$  kali semula
- C. 2 kali semula
- D. 4 kali semula

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding terbalik dengan volume
- B. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding lurus suhu
- C. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding terbalik suhu
- D. isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding lurus dengan volume
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan Alasan (CRI):

- |              |            |
|--------------|------------|
| 1) : menebak | 4) : yakin |
|--------------|------------|

- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

7. Suatu gas ideal dengan sistem tertutup mempunyai suhu awal  $32^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhu akhir gas tersebut, jika tekanan gas menjadi empat kali lebih besar dari tekanan awal...

- A.  $32^{\circ}\text{C}$   
 B.  $96^{\circ}\text{C}$   
 C.  $128^{\circ}\text{C}$   
 D.  $136^{\circ}\text{C}$

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. pada volume tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan suhunya  
 B. pada volume tetap, tekanan gas lebih besar dari suhunya  
 C. pada volume tetap, tekanan gas sama dengan suhunya  
 D. pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya  
 E. lainnya (isi dikolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI) :

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

8. Suatu sistem menyerap kalor  $Q$  dari lingkungan sebesar 1200 joule dan melakukan usaha sebesar 2100 J pada lingkungannya. Dengan demikian, energi dalam sistem itu akan menjadi...

- A. energi dalam sistem turun sebesar 900 J  
 B. energi dalam sistem naik sebesar 900 J  
 C. energi dalam sistem turun sebesar 3300 J  
 D. energi dalam sistem naik sebesar 3300 J

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. perubahan energi dalam merupakan penjumlahan antara kalor dan usaha
- B. perubahan energi dalam merupakan penjumlahan dari energi kinetik
- C. perubahan energi dalam suatu sistem merupakan selisih antara kalor dengan usaha
- D. perubahan energi dalam merupakan hasil bagi antara usaha dengan kalor yang diserap
- E. lainnya (isi dikolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

9. Sebanyak 600 gram oksigen diproses dengan cara adiabatik mengalami perubahan suhu awal ( $T_1$ ) menjadi suhu akhir ( $T_2$ ). Perubahan diamati sebanyak lima kali dan dirangkum dalam tabel berikut.

| Adiabatik | $T_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|-----------|------------------------------|------------------------------|
| 1         | 25                           | 46                           |
| 2         | 25                           | 48                           |
| 3         | 26                           | 47                           |
| 4         | 26                           | 48                           |

Berdasarkan hasil pengamatan di atas, maka usaha terbesar terjadi pada pengamatan ke...

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin
- 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin
- 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

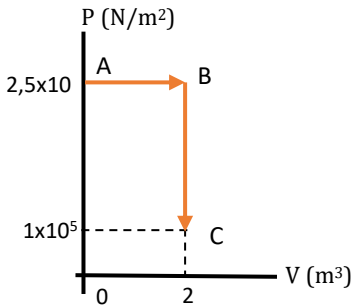
- A. usaha berbanding terbalik dengan perubahan suhu
- B. usaha sama dengan perubahan suhu
- C. usaha berbanding lurus dengan perubahan suhu
- D. usaha dalam proses adiabatik selalu nol

E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

10. Perhatikan grafik P-V berikut!



Usaha yang dilakukan gas yang ditunjukkan pada pada proses ABC sebesar...

- A. 700 kJ  
 B. 125 kJ  
 C. 300 kJ  
 D. 500 kJ

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin      5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

Alasan:

- A. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan tekanan bagi perubahan volume gas  
 B. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan perubahan tekanan dikali perubahan volume gas  
 C. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan tekanan dikali perubahan volume gas  
 D. usaha yang dilakukan oleh gas merupakan perubahan tekanan dikali volume gas  
 E. lainnya (isi dikolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                      4) : yakin

- 2) : sangat tidak yakin    5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin            6) : sangat amat yakin

11. Pada suatu ruang tertutup terdapat gas yang memuai dengan menyerap kalor sebesar 450 J dan melakukan usaha sebesar 320 J. Berapakah besar perubahan energi dalam yang dialami gas...

- A. energi dalam gas naik sebesar 770 J  
 B. energi dalam gas turun sebesar 770 J  
 C. energi dalam gas naik sebesar 130 J  
 D. energi dalam gas turun sebesar 130 J

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                    4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin    5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

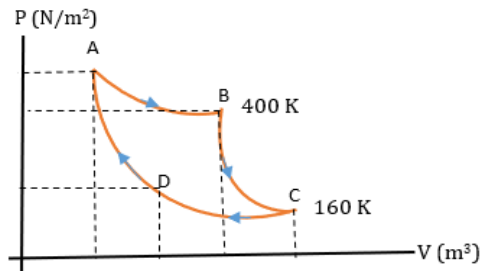
Alasan:

- A. sistem melakukan kerja (+320 J) dan sistem menyerap kalor (+450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan ( $\Delta U = Q - W = 450 \text{ J} - 320 \text{ J} = 130 \text{ J}$ )  
 B. sistem melakukan kerja (-320 J) dan sistem menyerap kalor (-450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan ( $\Delta U = Q - W = -450 \text{ J} - (-320 \text{ J}) = -130 \text{ J}$ )  
 C. sistem melakukan kerja (+320 J) dan sistem menyerap kalor (-450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan ( $\Delta U = Q - W = -450 \text{ J} - 320 \text{ J} = -770 \text{ J}$ )  
 D. sistem melakukan kerja (-320 J) dan sistem menyerap kalor (+450 J), sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan ( $\Delta U = Q - W = -450 \text{ J} - (-320 \text{ J}) = 770 \text{ J}$ )  
 E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- 1) : menebak                    4) : yakin  
 2) : sangat tidak yakin    5) : sangat yakin  
 3) : tidak yakin                6) : sangat amat yakin

12. Perhatikan grafik P-V mesin Carnot berikut!



Berdasarkan grafik di atas, efisiensi mesin Carnot tersebut yaitu sebesar...

- A. 20%
- B. 40%
- C. 60%
- D. 80%

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Alasan:

- A. efisiensi mesin Carnot merupakan satu dikurang perbandingan suhu reservoir tinggi dengan suhu reservoir rendah
- B. efisiensi mesin Carnot merupakan perbandingan antara usaha dengan suhu reservoir tinggi
- C. efisiensi mesin Carnot merupakan satu dikurangi perbandingan antara usaha dengan suhu reservoir rendah
- D. efisiensi mesin Carnot merupakan perbandingan antara usaha
- E. lainnya (isi di kolom alasan)

Tingkat keyakinan jawaban (CRI):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) : menebak            | 4) : yakin             |
| 2) : sangat tidak yakin | 5) : sangat yakin      |
| 3) : tidak yakin        | 6) : sangat amat yakin |

Lampiran 38 : Interpretasi Hasil Tes 4 TMC

INTERPRETASI HASIL 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA

| No | No Soal | 1 |    |   |    | 2  |    |   |    | 3 |    |   |    | 4 |    |    |    | 5 |    |   |    | 6 |    |   |    | 7  |    |   |    |   |    |   |   |   |   |    |
|----|---------|---|----|---|----|----|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|----|---|----|---|----|---|---|---|---|----|
|    |         | J | KJ | A | KR | J  | KJ | A | KR | J | KJ | A | KR | J | KJ | A  | KR | J | KJ | A | KR | J | KJ | A | KR | J  | KJ | A | KR |   |    |   |   |   |   |    |
| 1  | R1      | 0 | 2  | 0 | 4  | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0 | 4  | 1 | 2  | M  | 1  | 2 | 0  | 3 | M  | 0 | 1  | 1 | 2  | TP | 0  | 3 | 0  | 1 | M  | 0 | 6 | 0 | 1 | M  |
| 2  | R2      | 0 | 4  | 1 | 1  | M  | 1  | 6 | 1  | 4 | P  | 0 | 5  | 0 | 4  | M  | 1  | 5 | 0  | 4 | M  | 0 | 1  | 0 | 1  | TP | 1  | 6 | 1  | 6 | P  | 0 | 4 | 1 | 1 | M  |
| 3  | R3      | 0 | 3  | 1 | 1  | M  | 1  | 4 | 0  | 5 | M  | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 1  | 3 | 0  | 4 | M  | 0 | 1  | 1 | 1  | TP | 0  | 3 | 1  | 4 | M  | 0 | 1 | 0 | 1 | TP |
| 4  | R4      | 0 | 5  | 0 | 5  | M  | 0  | 5 | 0  | 5 | M  | 1 | 6  | 0 | 5  | M  | 0  | 5 | 0  | 6 | M  | 0 | 6  | 0 | 5  | M  | 1  | 5 | 1  | 6 | P  | 1 | 6 | 0 | 6 | M  |
| 5  | R5      | 0 | 4  | 1 | 4  | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 0  | 4 | 1  | 4 | M  | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 0  | 1 | 1  | 1 | TP | 1 | 4 | 1 | 4 | P  |
| 6  | R6      | 1 | 4  | 1 | 4  | P  | 1  | 5 | 0  | 4 | M  | 0 | 4  | 0 | 2  | M  | 0  | 4 | 0  | 4 | M  | 0 | 4  | 0 | 6  | M  | 1  | 6 | 1  | 3 | M  | 1 | 3 | 1 | 1 | M  |
| 7  | R7      | 1 | 4  | 0 | 1  | TP | 1  | 5 | 1  | 6 | P  | 0 | 1  | 0 | 1  | TP | 1  | 1 | 0  | 3 | M  | 0 | 1  | 1 | 1  | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 1 | 1 | 0 | 1 | TP |
| 8  | R8      | 1 | 5  | 0 | 4  | M  | 1  | 1 | 1  | 4 | TP | 0 | 3  | 1 | 1  | M  | 0  | 4 | 0  | 1 | M  | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 0  | 1 | 1  | 4 | TP | 1 | 1 | 1 | 1 | TP |
| 9  | R9      | 1 | 4  | 1 | 4  | P  | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 0 | 4  | 0 | 6  | M  | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 1 | 4  | 1 | 4  | P  | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 1 | 6 | 1 | 4 | P  |
| 10 | R10     | 0 | 6  | 1 | 4  | M  | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 0  | 4 | 0  | 4 | M  | 0 | 3  | 1 | 4  | M  | 0  | 4 | 0  | 4 | M  | 1 | 3 | 1 | 3 | M  |
| 11 | R11     | 1 | 1  | 0 | 1  | TP | 0  | 1 | 1  | 4 | TP | 0 | 1  | 0 | 1  | TP | 0  | 3 | 0  | 2 | M  | 1 | 1  | 1 | 1  | TP | 0  | 3 | 1  | 3 | M  | 1 | 2 | 1 | 1 | TP |
| 12 | R12     | 1 | 1  | 0 | 4  | M  | 1  | 1 | 1  | 4 | TP | 0 | 4  | 0 | 1  | M  | 0  | 4 | 0  | 1 | M  | 1 | 4  | 0 | 4  | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0 | 1 | 1 | 1 | TP |
| 13 | R13     | 1 | 4  | 0 | 1  | TP | 1  | 5 | 1  | 1 | TP | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 0  | 5 | 1  | 4 | M  | 1 | 4  | 0 | 4  | M  | 1  | 5 | 1  | 5 | P  | 0 | 3 | 1 | 3 | M  |
| 14 | R14     | 0 | 4  | 1 | 1  | M  | 1  | 6 | 0  | 5 | M  | 0 | 5  | 0 | 6  | M  | 0  | 6 | 0  | 1 | M  | 0 | 1  | 0 | 6  | M  | 0  | 3 | 0  | 4 | M  | 1 | 4 | 0 | 1 | TP |
| 15 | R15     | 0 | 4  | 1 | 1  | M  | 1  | 5 | 1  | 6 | P  | 0 | 6  | 0 | 6  | M  | 0  | 4 | 1  | 1 | M  | 1 | 4  | 0 | 4  | M  | 1  | 5 | 0  | 5 | M  | 1 | 4 | 0 | 4 | M  |
| 16 | R16     | 0 | 4  | 1 | 1  | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0 | 4  | 1 | 3  | M  | 0  | 3 | 0  | 1 | M  | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 1  | 6 | 0  | 3 | M  | 1 | 4 | 1 | 1 | TP |
| 17 | R17     | 0 | 1  | 0 | 1  | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 0 | 1  | 0 | 4  | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0 | 1  | 0 | 1  | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 1 | 1 | 0 | 1 | TP |
| 18 | R18     | 1 | 3  | 0 | 3  | M  | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 0 | 4  | 0 | 5  | M  | 1  | 4 | 1  | 1 | TP | 0 | 1  | 0 | 4  | M  | 1  | 5 | 1  | 5 | P  | 0 | 3 | 0 | 2 | M  |
| 19 | R19     | 0 | 1  | 0 | 3  | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 1  | 5 | 1  | 5 | P  | 0 | 1  | 0 | 1  | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 1 | 4 | 1 | 3 | M  |
| 20 | R20     | 1 | 4  | 0 | 1  | TP | 1  | 4 | 0  | 5 | M  | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 1  | 3 | 0  | 3 | M  | 1 | 4  | 0 | 3  | M  | 1  | 5 | 0  | 4 | M  | 1 | 5 | 0 | 3 | M  |
| 21 | R21     | 1 | 5  | 0 | 3  | M  | 1  | 5 | 1  | 6 | P  | 0 | 4  | 0 | 6  | M  | 1  | 4 | 0  | 4 | M  | 0 | 3  | 1 | 4  | M  | 1  | 4 | 0  | 6 | M  | 1 | 4 | 1 | 4 | P  |
| 22 | R22     | 0 | 4  | 0 | 5  | M  | 1  | 5 | 1  | 5 | P  | 0 | 4  | 1 | 1  | M  | 0  | 5 | 0  | 5 | M  | 0 | 4  | 0 | 1  | M  | 0  | 4 | 0  | 6 | M  | 1 | 3 | 1 | 1 | M  |
| 23 | R23     | 0 | 5  | 0 | 3  | M  | 1  | 5 | 1  | 4 | P  | 0 | 1  | 0 | 4  | M  | 1  | 6 | 1  | 6 | P  | 1 | 3  | 0 | 4  | M  | 1  | 6 | 0  | 4 | M  | 1 | 6 | 0 | 4 | M  |
| 24 | R24     | 0 | 1  | 0 | 3  | M  | 0  | 5 | 1  | 6 | M  | 0 | 6  | 0 | 6  | M  | 1  | 2 | 0  | 4 | M  | 1 | 4  | 0 | 4  | M  | 1  | 6 | 0  | 4 | M  | 1 | 4 | 0 | 1 | TP |
| 25 | R25     | 1 | 6  | 0 | 6  | M  | 1  | 6 | 0  | 6 | M  | 0 | 6  | 0 | 6  | M  | 1  | 6 | 1  | 6 | P  | 1 | 6  | 1 | 6  | P  | 1  | 6 | 1  | 6 | P  | 1 | 5 | 1 | 6 | P  |
| 26 | R26     | 1 | 6  | 0 | 4  | M  | 1  | 5 | 1  | 5 | P  | 0 | 4  | 0 | 4  | M  | 1  | 5 | 1  | 5 | P  | 1 | 4  | 1 | 5  | P  | 1  | 6 | 1  | 6 | P  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  |
| 27 | R27     | 0 | 1  | 0 | 1  | TP | 0  | 3 | 0  | 4 | M  | 0 | 1  | 0 | 4  | M  | 0  | 4 | 1  | 4 | M  | 0 | 4  | 0 | 1  | M  | 0  | 4 | 0  | 6 | M  | 1 | 5 | 0 | 6 | M  |



|    |       |    |     |    |     |    |    |     |    |     |    |    |     |    |     |    |    |     |    |     |    |    |     |    |     |    |    |     |    |     |    |    |     |    |     |    |
|----|-------|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----|
| 28 | R28   | 0  | 1   | 0  | 1   | TP | 0  | 4   | 0  | 2   | M  | 0  | 4   | 0  | 1   | M  | 0  | 4   | 1  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 5   | M  | 0  | 1   | 1  | 4   | TP | 0  | 5   | 0  | 4   | M  |
| 29 | R29   | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 4   | 1  | 4   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 1   | 1  | 4   | TP | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 4   | M  |
| 30 | R30   | 1  | 6   | 0  | 6   | M  | 1  | 6   | 0  | 5   | M  | 0  | 5   | 0  | 6   | M  | 1  | 6   | 1  | 6   | P  | 1  | 4   | 1  | 6   | P  | 1  | 6   | 1  | 6   | P  | 1  | 4   | 1  | 5   | P  |
| 31 | R31   | 0  | 3   | 1  | 4   | M  | 1  | 6   | 0  | 6   | M  | 0  | 4   | 1  | 4   | M  | 1  | 6   | 1  | 4   | P  | 1  | 1   | 0  | 3   | M  | 1  | 5   | 0  | 4   | M  | 0  | 1   | 0  | 4   | M  |
| 32 | R32   | 0  | 5   | 0  | 4   | M  | 1  | 5   | 1  | 4   | P  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 3   | M  | 1  | 4   | 0  | 1   | TP | 1  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 4   | M  |
| 33 | R33   | 1  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 5   | 1  | 6   | P  | 0  | 4   | 0  | 5   | M  | 1  | 1   | 1  | 4   | TP | 1  | 5   | 0  | 4   | M  | 0  | 6   | 0  | 6   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  |
| 34 | R34   | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 5   | 0  | 6   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 5   | 0  | 5   | M  | 1  | 3   | 1  | 5   | M  | 0  | 3   | 0  | 3   | M  |
| 35 | R35   | 0  | 5   | 0  | 4   | M  | 1  | 6   | 1  | 6   | P  | 0  | 2   | 0  | 1   | TP | 1  | 6   | 0  | 6   | M  | 0  | 3   | 1  | 1   | M  | 1  | 6   | 0  | 3   | M  | 0  | 1   | 0  | 1   | TP |
| 36 | R36   | 0  | 1   | 1  | 1   | TP | 1  | 1   | 1  | 1   | TP | 0  | 3   | 0  | 3   | M  | 0  | 3   | 1  | 3   | M  | 0  | 3   | 1  | 3   | M  | 1  | 3   | 0  | 3   | M  | 1  | 3   | 1  | 3   | M  |
| 37 | R37   | 0  | 4   | 1  | 1   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 5   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 1  | 4   | P  | 1  | 1   | 0  | 1   | TP | 1  | 4   | 1  | 1   | TP | 1  | 1   | 1  | 4   | TP |
| 38 | R38   | 1  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 1   | TP | 0  | 4   | 0  | 5   | M  | 1  | 4   | 1  | 1   | TP | 0  | 1   | 1  | 4   | TP | 1  | 5   | 1  | 1   | TP | 0  | 1   | 0  | 1   | TP |
| 39 | R39   | 1  | 3   | 1  | 4   | M  | 0  | 4   | 1  | 4   | M  | 0  | 4   | 0  | 1   | M  | 1  | 3   | 0  | 3   | M  | 1  | 4   | 1  | 4   | P  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 3   | 0  | 4   | M  |
| 40 | R40   | 0  | 1   | 1  | 4   | TP | 1  | 5   | 1  | 6   | P  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 1   | 0  | 1   | TP | 0  | 5   | 0  | 4   | M  | 0  | 5   | 0  | 5   | M  | 1  | 3   | 0  | 4   | M  |
| 41 | R41   | 1  | 6   | 0  | 4   | M  | 1  | 6   | 1  | 6   | P  | 0  | 6   | 0  | 4   | M  | 1  | 6   | 1  | 6   | P  | 1  | 5   | 1  | 6   | P  | 1  | 6   | 1  | 6   | P  | 1  | 6   | 1  | 6   | P  |
| 42 | R42   | 0  | 1   | 1  | 4   | TP | 1  | 4   | 1  | 4   | P  | 0  | 1   | 0  | 4   | M  | 0  | 4   | 1  | 1   | M  | 0  | 1   | 0  | 1   | TP | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 1   | 0  | 1   | TP |
| 43 | R43   | 1  | 6   | 0  | 5   | M  | 0  | 4   | 0  | 5   | M  | 0  | 5   | 0  | 4   | M  | 1  | 5   | 1  | 4   | P  | 0  | 4   | 0  | 6   | M  | 1  | 6   | 1  | 6   | P  | 1  | 4   | 0  | 5   | M  |
| 44 | R44   | 0  | 3   | 1  | 3   | M  | 0  | 4   | 1  | 3   | M  | 0  | 1   | 0  | 3   | M  | 1  | 3   | 1  | 3   | M  | 0  | 1   | 0  | 3   | M  | 1  | 3   | 0  | 5   | M  | 1  | 3   | 0  | 4   | M  |
| 45 | R45   | 1  | 6   | 0  | 3   | M  | 1  | 5   | 1  | 5   | P  | 0  | 5   | 0  | 1   | M  | 0  | 5   | 1  | 5   | M  | 1  | 4   | 1  | 5   | P  | 1  | 6   | 0  | 6   | M  | 1  | 6   | 0  | 6   | M  |
| 46 | R46   | 1  | 6   | 0  | 4   | M  | 1  | 6   | 1  | 6   | P  | 0  | 5   | 0  | 1   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 5   | 0  | 4   | M  | 1  | 5   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 6   | M  |
| 47 | R47   | 0  | 4   | 1  | 4   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 1   | 0  | 5   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 4   | M  |
| 48 | R48   | 1  | 3   | 0  | 3   | M  | 1  | 5   | 1  | 4   | P  | 0  | 3   | 0  | 5   | M  | 0  | 4   | 1  | 3   | M  | 0  | 1   | 0  | 4   | M  | 1  | 5   | 1  | 5   | P  | 0  | 3   | 0  | 2   | M  |
| 49 | R49   | 1  | 4   | 1  | 5   | P  | 1  | 5   | 1  | 6   | P  | 0  | 6   | 0  | 6   | M  | 1  | 2   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 6   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 1   | TP |
| 50 | R50   | 1  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 4   | 0  | 1   | TP | 0  | 4   | 0  | 5   | M  | 1  | 4   | 1  | 1   | TP | 0  | 1   | 1  | 4   | TP | 1  | 5   | 1  | 1   | TP | 0  | 1   | 0  | 1   | TP |
| 51 | R51   | 0  | 6   | 1  | 4   | M  | 1  | 4   | 1  | 4   | P  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 3   | 1  | 4   | M  | 0  | 3   | 1  | 4   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 3   | 1  | 3   | M  |
| 52 | R52   | 0  | 1   | 0  | 3   | M  | 0  | 2   | 0  | 1   | TP | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 0  | 5   | 1  | 5   | M  | 0  | 1   | 0  | 1   | TP | 1  | 1   | 0  | 1   | TP | 1  | 4   | 1  | 3   | M  |
| 53 | R53   | 0  | 1   | 1  | 1   | TP | 1  | 1   | 1  | 1   | TP | 0  | 3   | 0  | 3   | M  | 0  | 3   | 1  | 3   | M  | 0  | 3   | 1  | 3   | M  | 1  | 3   | 0  | 3   | M  | 1  | 3   | 1  | 3   | M  |
| 54 | R54   | 1  | 4   | 0  | 1   | TP | 1  | 4   | 0  | 5   | M  | 0  | 4   | 0  | 4   | M  | 1  | 3   | 0  | 3   | M  | 1  | 4   | 0  | 3   | M  | 1  | 5   | 0  | 4   | M  | 1  | 5   | 0  | 3   | M  |
|    | Benar | 24 | 103 | 20 | 56  |    | 37 | 163 | 31 | 137 |    | 1  | 6   | 5  | 11  |    | 29 | 112 | 26 | 97  |    | 22 | 79  | 20 | 72  |    | 37 | 169 | 21 | 88  |    | 38 | 146 | 22 | 67  |    |
|    | Salah | 30 | 93  | 34 | 111 |    | 17 | 53  | 23 | 79  |    | 53 | 202 | 49 | 189 |    | 25 | 97  | 28 | 92  |    | 32 | 85  | 34 | 114 |    | 17 | 55  | 33 | 123 |    | 16 | 41  | 32 | 97  |    |
|    | total | 54 | 196 | 54 | 167 |    | 54 | 216 | 54 | 216 |    | 54 | 208 | 54 | 200 |    | 54 | 209 | 54 | 189 |    | 54 | 164 | 54 | 186 |    | 54 | 224 | 54 | 211 |    | 54 | 187 | 54 | 164 |    |

| No | No Soal  | 1      |   |    |   |    | 2      |   |    |   |    | 3      |   |    |   |    | 4      |   |    |   |    | 5      |   |    |   |    | 6      |   |    |   |    | 7      |   |    |   |    |
|----|----------|--------|---|----|---|----|--------|---|----|---|----|--------|---|----|---|----|--------|---|----|---|----|--------|---|----|---|----|--------|---|----|---|----|--------|---|----|---|----|
|    |          | Resp.  | J | KJ | A | KA | KR     | J | KJ | A | KA | KR     | J | KJ | A | KA | KR     | J | KJ | A | KA | KR     | J | KJ | A | KA | KR     | J | KJ | A | KA | KR     | J | KJ | A | KA |
| 1  | %M       | 72%    |   |    |   |    | 35%    |   |    |   |    | 94%    |   |    |   |    | 70%    |   |    |   |    | 61%    |   |    |   |    | 59%    |   |    |   |    | 59%    |   |    |   |    |
|    | Kriteria | Tinggi |   |    |   |    | Sedang |   |    |   |    | Tinggi |   |    |   |    | Tinggi |   |    |   |    | Tinggi |   |    |   |    | Sedang |   |    |   |    | Sedang |   |    |   |    |
| 2  | %TP      | 22%    |   |    |   |    | 26%    |   |    |   |    | 6%     |   |    |   |    | 11%    |   |    |   |    | 26%    |   |    |   |    | 20%    |   |    |   |    | 28%    |   |    |   |    |
|    | Kriteria | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    |
| 3  | %P       | 6%     |   |    |   |    | 39%    |   |    |   |    | 0%     |   |    |   |    | 19%    |   |    |   |    | 13%    |   |    |   |    | 20%    |   |    |   |    | 13%    |   |    |   |    |
|    | Kriteria | Rendah |   |    |   |    | Sedang |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    | Rendah |   |    |   |    |

| No | No Soal | 8     |   |    |   |    | 9  |   |    |   |    | 10 |   |    |   |    | 11 |   |    |   |    | 12 |   |    |   |    | %M  | Kriteria | %TP | Kriteria | %P  | Kriteria |
|----|---------|-------|---|----|---|----|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
|    |         | Resp. | J | KJ | A | KA | KR | J | KJ | A | KA | KR | J | KJ | A | KA | KR | J | KJ | A | KA | KR | J | KJ | A | KA |     |          |     |          |     |          |
| 1  | R1      | 0     | 6 | 0  | 5 | M  | 1  | 5 | 1  | 1 | TP | 0  | 2 | 0  | 6 | M  | 1  | 2 | 1  | 6 | TP | 0  | 3 | 0  | 1 | M  | 67% | Tinggi   | 33% | Sedang   | 0%  | Rendah   |
| 2  | R2      | 1     | 5 | 0  | 4 | M  | 1  | 1 | 1  | 1 | TP | 1  | 5 | 0  | 5 | M  | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 1  | 1 | 0  | 4 | M  | 58% | Sedang   | 17% | Rendah   | 25% | Rendah   |
| 3  | R3      | 1     | 2 | 0  | 3 | M  | 1  | 4 | 0  | 4 | M  | 0  | 2 | 0  | 2 | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 0  | 2 | 0  | 2 | TP | 58% | Sedang   | 42% | Sedang   | 0%  | Rendah   |
| 4  | R4      | 1     | 5 | 1  | 6 | P  | 1  | 5 | 1  | 6 | P  | 1  | 6 | 0  | 5 | M  | 0  | 6 | 0  | 6 | M  | 0  | 6 | 1  | 6 | M  | 75% | Tinggi   | 0%  | Rendah   | 25% | Rendah   |
| 5  | R5      | 0     | 4 | 0  | 4 | M  | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 0  | 4 | 1  | 1 | M  | 0  | 4 | 1  | 4 | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 58% | Sedang   | 25% | Rendah   | 17% | Rendah   |
| 6  | R6      | 0     | 4 | 1  | 3 | M  | 1  | 6 | 0  | 4 | M  | 1  | 4 | 0  | 4 | M  | 0  | 5 | 1  | 4 | M  | 1  | 3 | 1  | 1 | M  | 92% | Tinggi   | 0%  | Rendah   | 8%  | Rendah   |
| 7  | R7      | 1     | 1 | 1  | 1 | TP | 0  | 1 | 1  | 1 | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 1 | 1  | 1 | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 8%  | Rendah   | 83% | Tinggi   | 8%  | Rendah   |
| 8  | R8      | 0     | 1 | 1  | 4 | TP | 0  | 1 | 1  | 4 | TP | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 0  | 4 | 0  | 1 | M  | 42% | Sedang   | 58% | Sedang   | 0%  | Rendah   |
| 9  | R9      | 1     | 4 | 1  | 4 | P  | 1  | 6 | 1  | 6 | P  | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 1  | 4 | 0  | 4 | M  | 17% | Rendah   | 0%  | Rendah   | 83% | Tinggi   |
| 10 | R10     | 0     | 4 | 0  | 3 | M  | 0  | 3 | 0  | 4 | M  | 0  | 1 | 0  | 3 | M  | 0  | 5 | 1  | 6 | M  | 0  | 4 | 0  | 4 | M  | 92% | Tinggi   | 0%  | Rendah   | 8%  | Rendah   |
| 11 | R11     | 0     | 1 | 0  | 2 | TP | 0  | 1 | 1  | 3 | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0  | 1 | 1  | 1 | TP | 0  | 2 | 0  | 2 | TP | 25% | Rendah   | 75% | Tinggi   | 0%  | Rendah   |
| 12 | R12     | 0     | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 33% | Sedang   | 58% | Sedang   | 8%  | Rendah   |
| 13 | R13     | 0     | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 3 | 1  | 1 | M  | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 4 | 0  | 4 | M  | 0  | 1 | 1  | 1 | TP | 50% | Sedang   | 42% | Sedang   | 8%  | Rendah   |
| 14 | R14     | 0     | 2 | 0  | 4 | M  | 1  | 5 | 1  | 6 | P  | 1  | 4 | 0  | 4 | M  | 0  | 4 | 0  | 4 | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 75% | Tinggi   | 17% | Rendah   | 8%  | Rendah   |
| 15 | R15     | 0     | 4 | 0  | 4 | M  | 1  | 1 | 1  | 1 | TP | 0  | 4 | 1  | 1 | M  | 0  | 4 | 0  | 1 | M  | 0  | 1 | 1  | 1 | TP | 75% | Tinggi   | 17% | Rendah   | 8%  | Rendah   |
| 16 | R16     | 0     | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 4 | 1  | 4 | P  | 0  | 3 | 0  | 1 | M  | 0  | 4 | 1  | 1 | M  | 0  | 4 | 0  | 1 | M  | 67% | Tinggi   | 25% | Rendah   | 8%  | Rendah   |
| 17 | R17     | 0     | 1 | 1  | 1 | TP | 1  | 1 | 1  | 1 | TP | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 1 | 1  | 1 | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 8%  | Rendah   | 92% | Tinggi   | 0%  | Rendah   |
| 18 | R18     | 1     | 4 | 1  | 4 | P  | 1  | 1 | 1  | 1 | TP | 1  | 1 | 1  | 4 | TP | 0  | 5 | 1  | 5 | M  | 1  | 1 | 1  | 1 | TP | 42% | Sedang   | 33% | Sedang   | 25% | Rendah   |
| 19 | R19     | 0     | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 1 | 1  | 1 | TP | 1  | 1 | 1  | 1 | TP | 25% | Rendah   | 67% | Tinggi   | 8%  | Rendah   |
| 20 | R20     | 0     | 5 | 1  | 4 | M  | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 0  | 1 | 0  | 1 | TP | 1  | 5 | 1  | 4 | P  | 1  | 3 | 0  | 2 | M  | 67% | Tinggi   | 25% | Rendah   | 8%  | Rendah   |
| 21 | R21     | 1     | 5 | 1  | 4 | P  | 1  | 3 | 1  | 1 | M  | 0  | 3 | 1  | 4 | M  | 1  | 4 | 1  | 5 | P  | 1  | 3 | 0  | 5 | M  | 67% | Tinggi   | 0%  | Rendah   | 33% | Sedang   |
| 22 | R22     | 1     | 5 | 1  | 6 | P  | 1  | 3 | 1  | 2 | M  | 1  | 6 | 1  | 6 | P  | 1  | 6 | 0  | 6 | M  | 1  | 6 | 0  | 5 | M  | 75% | Tinggi   | 0%  | Rendah   | 25% | Rendah   |

|    |     |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |     |        |     |        |     |        |
|----|-----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 22 | R22 | 1 | 5 | 1 | 6 | P  | 1 | 3 | 1 | 2 | M  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 6 | 0 | 6 | M  | 1 | 6 | 0 | 5 | M  | 75% | Tinggi | 0%  | Rendah | 25% | Rendah |
| 23 | R23 | 0 | 3 | 1 | 1 | M  | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 1 | 4 | 1 | 6 | P  | 1 | 4 | 1 | 1 | TP | 1 | 6 | 0 | 6 | M  | 58% | Sedang | 8%  | Rendah | 33% | Sedang |
| 24 | R24 | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 0 | 1 | 0 | 3 | M  | 1 | 4 | 0 | 1 | TP | 0 | 6 | 0 | 5 | M  | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 75% | Tinggi | 17% | Rendah | 8%  | Rendah |
| 25 | R25 | 0 | 6 | 1 | 6 | M  | 0 | 1 | 1 | 5 | TP | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 33% | Sedang | 8%  | Rendah | 58% | Sedang |
| 26 | R26 | 0 | 6 | 1 | 6 | M  | 0 | 4 | 1 | 4 | M  | 0 | 4 | 0 | 3 | M  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 6 | 1 | 4 | P  | 42% | Sedang | 0%  | Rendah | 58% | Sedang |
| 27 | R27 | 0 | 4 | 0 | 4 | M  | 0 | 4 | 0 | 4 | M  | 0 | 6 | 1 | 4 | M  | 0 | 3 | 1 | 3 | M  | 0 | 3 | 0 | 3 | M  | 92% | Tinggi | 8%  | Rendah | 0%  | Rendah |
| 28 | R28 | 0 | 1 | 1 | 4 | TP | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 0 | 5 | 1 | 4 | M  | 0 | 4 | 0 | 4 | M  | 75% | Tinggi | 25% | Rendah | 0%  | Rendah |
| 29 | R29 | 0 | 3 | 1 | 3 | M  | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 0 | 3 | 0 | 3 | M  | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 0 | 3 | 0 | 3 | M  | 75% | Tinggi | 8%  | Rendah | 17% | Rendah |
| 30 | R30 | 0 | 6 | 1 | 6 | M  | 1 | 5 | 0 | 5 | M  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 5 | 1 | 5 | P  | 42% | Sedang | 0%  | Rendah | 58% | Sedang |
| 31 | R31 | 0 | 4 | 1 | 6 | M  | 0 | 1 | 0 | 4 | M  | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 6 | 0 | 4 | M  | 75% | Tinggi | 0%  | Rendah | 25% | Rendah |
| 32 | R32 | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 1 | 4 | 1 | 5 | P  | 1 | 5 | 1 | 5 | P  | 1 | 6 | 0 | 6 | M  | 58% | Sedang | 8%  | Rendah | 33% | Sedang |
| 33 | R33 | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 6 | 0 | 3 | M  | 0 | 6 | 0 | 6 | M  | 1 | 5 | 0 | 6 | M  | 1 | 5 | 0 | 6 | M  | 75% | Tinggi | 8%  | Rendah | 17% | Rendah |
| 34 | R34 | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 0 | 3 | 0 | 5 | M  | 0 | 4 | 1 | 3 | M  | 0 | 4 | 1 | 1 | M  | 1 | 5 | 1 | 4 | P  | 92% | Tinggi | 0%  | Rendah | 8%  | Rendah |
| 35 | R35 | 0 | 3 | 1 | 3 | M  | 1 | 3 | 0 | 4 | M  | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 1 | 6 | 0 | 5 | M  | 67% | Tinggi | 17% | Rendah | 17% | Rendah |
| 36 | R36 | 0 | 3 | 0 | 3 | M  | 0 | 3 | 0 | 3 | M  | 0 | 3 | 1 | 3 | M  | 0 | 3 | 0 | 1 | M  | 0 | 3 | 0 | 3 | M  | 83% | Tinggi | 17% | Rendah | 0%  | Rendah |
| 37 | R37 | 0 | 1 | 0 | 3 | M  | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 1 | 4 | 0 | 1 | TP | 1 | 1 | 1 | 1 | TP | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 50% | Sedang | 42% | Sedang | 8%  | Rendah |
| 38 | R38 | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 1 | 1 | 0 | 4 | M  | 0 | 3 | 0 | 1 | M  | 0 | 4 | 0 | 4 | M  | 0 | 1 | 0 | 4 | M  | 50% | Sedang | 42% | Sedang | 8%  | Rendah |
| 39 | R39 | 0 | 3 | 1 | 4 | M  | 1 | 1 | 0 | 3 | M  | 1 | 3 | 0 | 4 | M  | 0 | 4 | 1 | 3 | M  | 1 | 3 | 0 | 4 | M  | 92% | Tinggi | 0%  | Rendah | 8%  | Rendah |
| 40 | R40 | 0 | 4 | 1 | 4 | M  | 1 | 4 | 0 | 5 | M  | 1 | 4 | 0 | 5 | M  | 0 | 5 | 0 | 4 | M  | 0 | 4 | 1 | 4 | M  | 75% | Tinggi | 17% | Rendah | 8%  | Rendah |
| 41 | R41 | 1 | 6 | 1 | 4 | P  | 0 | 1 | 1 | 4 | TP | 1 | 5 | 1 | 6 | P  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 17% | Rendah | 8%  | Rendah | 75% | Tinggi |
| 42 | R42 | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 1 | 1 | 0 | 1 | TP | 1 | 1 | 0 | 1 | TP | 1 | 1 | 0 | 1 | TP | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 33% | Sedang | 50% | Sedang | 17% | Rendah |
| 43 | R43 | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 0 | 4 | 1 | 4 | M  | 1 | 5 | 1 | 5 | P  | 1 | 5 | 1 | 5 | P  | 1 | 5 | 1 | 4 | P  | 50% | Sedang | 0%  | Rendah | 50% | Sedang |
| 44 | R44 | 0 | 4 | 1 | 4 | M  | 1 | 3 | 0 | 3 | M  | 1 | 4 | 0 | 1 | TP | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 0 | 4 | 1 | 4 | M  | 83% | Tinggi | 8%  | Rendah | 8%  | Rendah |
| 45 | R45 | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 1 | 4 | 0 | 5 | M  | 0 | 1 | 0 | 6 | M  | 1 | 6 | 1 | 4 | P  | 0 | 2 | 0 | 6 | M  | 67% | Tinggi | 0%  | Rendah | 33% | Sedang |
| 46 | R46 | 1 | 4 | 1 | 1 | TP | 1 | 6 | 1 | 4 | P  | 0 | 6 | 0 | 4 | M  | 0 | 1 | 0 | 4 | M  | 0 | 4 | 0 | 4 | M  | 75% | Tinggi | 8%  | Rendah | 17% | Rendah |
| 47 | R47 | 1 | 4 | 0 | 4 | M  | 0 | 4 | 0 | 1 | M  | 1 | 1 | 0 | 1 | TP | 0 | 4 | 0 | 4 | M  | 0 | 4 | 1 | 1 | M  | 92% | Tinggi | 8%  | Rendah | 0%  | Rendah |
| 48 | R48 | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 1 | 1 | 1 | 1 | TP | 1 | 3 | 1 | 4 | M  | 0 | 5 | 1 | 5 | M  | 1 | 3 | 1 | 3 | M  | 67% | Tinggi | 8%  | Rendah | 25% | Rendah |
| 49 | R49 | 1 | 6 | 1 | 6 | P  | 0 | 1 | 0 | 4 | M  | 0 | 3 | 0 | 3 | M  | 0 | 5 | 0 | 5 | M  | 0 | 3 | 0 | 4 | M  | 67% | Tinggi | 8%  | Rendah | 25% | Rendah |
| 50 | R50 | 1 | 4 | 1 | 4 | P  | 1 | 1 | 0 | 4 | M  | 0 | 3 | 0 | 1 | M  | 0 | 4 | 0 | 5 | M  | 0 | 4 | 0 | 4 | M  | 50% | Sedang | 42% | Sedang | 8%  | Rendah |
| 51 | R51 | 0 | 4 | 0 | 3 | M  | 0 | 3 | 0 | 4 | M  | 0 | 1 | 0 | 1 | TP | 0 | 5 | 1 | 6 | M  | 0 | 4 | 0 | 4 | M  | 83% | Tinggi | 8%  | Rendah | 8%  | Rendah |
| 52 | R52 | 0 | 1 | 0 | 1 | TP | 1 | 1 | 0 | 1 | TP | 1 | 1 | 0 | 1 | TP | 1 | 1 | 1 | 3 | M  | 1 | 1 | 1 | 3 | M  | 50% | Sedang | 50% | Sedang | 0%  | Rendah |
| 53 | R53 | 0 | 3 | 0 | 3 | M  | 0 | 3 | 0 | 3 | M  | 0 | 3 | 1 | 3 | M  | 0 | 3 | 0 | 5 | M  | 0 | 5 | 0 | 3 | M  | 83% | Tinggi | 17% | Rendah | 0%  | Rendah |
| 54 | R54 | 0 | 5 | 1 | 4 | M  | 0 | 4 | 0 | 1 | M  | 0 | 1 | 0 | 1 | TP | 1 | 5 | 1 | 4 | P  | 1 | 1 | 0 | 2 | TP | 67% | Tinggi | 25% | Rendah | 8%  | Rendah |



Lampiran 39 : Hasil Analisis Miskonsepsi

**HASIL ANALISIS MISKONSEPSI MENGGUNAKAN 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB  
MATERI TERMODINAMIKA**

| No | No Soal | Jawaban      |  |      |      | Alasan |      |      |      | Keduanya |      |      |      | CDQ Jawaban  |                                |     |
|----|---------|--------------|--|------|------|--------|------|------|------|----------|------|------|------|--------------|--------------------------------|-----|
|    |         | CFC          | CFW  | S    | CDQ  | CFC    | CFW  | S    | CDQ  | CFC      | CFW  | S    | CDQ  | Kategori     | Nomor Soal                     | %   |
| 1  | 1       | 4.29         | 3.1  | 1.7  | 0.7  | 2.8    | 3.26 | 1.51 | -0.3 | 3.61     | 3.19 | 1.62 | 0.26 | Miskonsepsi  | 1, 11                          | 17% |
| 2  | 2       | 4.41         | 3.12   | 1.65 | 0.78 | 4.42   | 3.43 | 1.77 | 0.56 | 4.41     | 3.3  | 1.7  | 0.65 | Lainnya      | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 | 83% |
| 3  | 3       | 6            | 3.81   | 1.38 | 1.59 | 2.2    | 3.86 | 1.6  | -1   | 2.83     | 3.83 | 1.49 | -0.7 |              |                                |     |
| 4  | 4       | 3.86         | 3.88   | 1.39 | -0   | 3.73   | 3.29 | 1.56 | 0.28 | 3.8      | 3.4  | 1.48 | 0.27 |              |                                |     |
| 5  | 5       | 3.59         | 2.66   | 1.58 | 0.59 | 3.6    | 3.35 | 1.62 | 0.15 | 3.6      | 3.02 | 1.61 | 0.36 |              |                                |     |
| 6  | 6       | 4.57         | 3.24   | 1.66 | 0.8  | 4.19   | 3.73 | 1.69 | 0.27 | 4.43     | 3.56 | 1.67 | 0.52 | Miskonsepsi  | 1, 3, 9, 12                    | 33% |
| 7  | 7       | 3.84         | 2.56   | 1.59 | 0.81 | 3.05   | 3.03 | 1.74 | 0.01 | 3.55     | 2.88 | 1.67 | 0.4  | Lainnya      | 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11       | 67% |
| 8  | 8       | 4.5          | 3.13   | 1.7  | 0.81 | 4.21   | 2.9  | 1.6  | 0.82 | 4.32     | 3.04 | 1.64 | 0.78 |              |                                |     |
| 9  | 9       | 3.26         | 2.32   | 1.67 | 0.56 | 3.08   | 3.31 | 1.56 | -0.1 | 3.18     | 2.92 | 1.61 | 0.17 |              |                                |     |
| 10 | 10      | 3.5          | 2.73   | 1.67 | 0.46 | 4.06   | 2.5  | 1.85 | 0.84 | 3.72     | 2.6  | 1.75 | 0.64 |              |                                |     |
| 11 | 11      | 3.79         | 4  | 1.72 | -0.1 | 3.83   | 3.58 | 1.83 | 0.14 | 3.81     | 3.82 | 1.77 | -0   | Miskonsepsi  | 3, 11                          | 17% |
| 12 | 12      | 3.79         | 3  | 1.74 | 0.45 | 3.24   | 3.32 | 1.83 | -0   | 3.58     | 3.19 | 1.71 | 0.23 | Lainnya      | 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 | 83% |
|    |         |              |  |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      | CDQ Alasan   |                                |     |
|    |         |              |  |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      | Kategori     | Nomor Soal                     | %   |
|    |         |              |  |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      | Miskonsepsi  |                                |     |
|    |         |              |  |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      | Lainnya      |                                |     |
|    |         |              |  |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      | CDQ Keduanya |                                |     |
|    |         |              |  |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      | Kategori     | Nomor Soal                     | %   |
|    |         |              |  |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      | Miskonsepsi  | 3, 11                          | 17% |
|    |         |              |  |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      | Lainnya      | 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 | 83% |
|    |         | <b>CFC :</b> | rata-rata tingkat keyakinan siswa yang menjawab dengan benar |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      |              |                                |     |
|    |         | <b>CFW :</b> | rata-rata tingkat keyakinan siswa yang menjawab dengan salah |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      |              |                                |     |
|    |         | <b>S :</b>   | standar deviasi tingkat keyakinan                            |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      |              |                                |     |
|    |         | <b>CDQ :</b> | Confidence Discrimination Quotient                           |      |      |        |      |      |      |          |      |      |      |              |                                |     |

Lampiran 40 : Hasil Analisis Respons Mahasiswa Terhadap 4 TMC Pada Uji Skala Kecil

**HASIL ANALISIS RESPONS MAHASISWA TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI TERMODINAMIKA PADA UJI SKALA KECIL**

| No | Kode Mahasiswa | Pertanyaan   |   |   |  |  |   |                                      |   |   | Jumlah Soal |
|----|----------------|--|---|---|--|--|---|--------------------------------------|---|---|-------------|
|    |                | Menurut saya, penampilan 4 TMC berbasis web secara keseluruhan menarik | Gambar pada soal tes diagnostik berbasis Web jelas dan mudah dipahami | Penggunaan bahasa pada soal tes diagnostik mudah dipahami | Materi pada soal tes diagnostik sesuai dengan materi Termodinamika | Pedoman penggunaan 4 TMC Berbasis Web disampaikan dengan jelas | 4 TMC Berbasis Web lebih menyenangkan daripada tes tertulis | 4 TMC Berbasis Web praktis digunakan | 4 TMC Berbasis Web membantu mengetahui kemampuan dan kelemahan saya dalam penguasaan materi | Penugasan setelah tes membantu saya meluruskan dan menguatkan konsep yang kurang dikuasai |             |
| 1  | R1             | 5  | 5   | 5   | 5  | 5  | 5   | 5                                    | 5   | 5   | 45          |
| 2  | R2             | 3  | 4   | 5   | 5  | 5  | 4   | 3                                    | 4   | 5   | 38          |
| 3  | R3             | 3  | 4   | 4   | 5  | 5  | 4   | 3                                    | 4   | 4   | 36          |
| 4  | R4             | 4  | 4   | 5   | 5  | 4  | 4   | 5                                    | 5   | 4   | 40          |
| 5  | R6             | 4  | 4   | 4   | 4  | 4  | 4   | 3                                    | 4   | 4   | 35          |
| 6  | R7             | 4  | 4   | 4   | 3  | 5  | 4   | 4                                    | 5   | 4   | 37          |
| 7  | R8             | 4  | 4   | 5   | 5  | 5  | 4   | 3                                    | 4   | 4   | 38          |
| 8  | R9             | 5  | 5   | 5   | 4  | 4  | 5   | 4                                    | 2   | 4   | 38          |
| 9  | R10            | 5  | 5   | 5   | 5  | 5  | 4   | 3                                    | 4   | 4   | 40          |

|               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 10            | R11 | 4   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 44  |
| 11            | R12 | 4   | 5   | 5   | 4   | 5   | 5   | 4   | 5   | 5   | 42  |
| 12            | R14 | 4   | 4   | 4   | 5   | 4   | 5   | 5   | 5   | 4   | 40  |
| 13            | R15 | 4   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 44  |
| 14            | R16 | 4   | 4   | 4   | 4   | 5   | 4   | 4   | 4   | 4   | 37  |
| 15            | R17 | 3   | 4   | 4   | 4   | 4   | 3   | 3   | 3   | 3   | 31  |
| 16            | R18 | 3   | 4   | 4   | 4   | 5   | 4   | 3   | 4   | 3   | 34  |
| 17            | R19 | 3   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 3   | 34  |
| 18            | R21 | 5   | 5   | 5   | 4   | 5   | 3   | 4   | 5   | 4   | 40  |
| 19            | R22 | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 5   | 4   | 4   | 37  |
| 20            | R23 | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 42  |
| 21            | R24 | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 36  |
| 22            | R25 | 3   | 5   | 4   | 5   | 5   | 4   | 5   | 4   | 5   | 40  |
| 23            | R26 | 3   | 4   | 4   | 5   | 4   | 2   | 4   | 4   | 4   | 34  |
| 24            | R27 | 5   | 5   | 4   | 4   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 43  |
| 25            | R29 | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 36  |
| 26            | R30 | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 36  |
| Skor total    |     | 102 | 113 | 114 | 115 | 119 | 108 | 106 | 111 | 109 | 997 |
| Skor Maksimal |     |     | 130 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Persentase    |     | 78% | 87% | 88% | 88% | 92% | 83% | 82% | 85% | 84% |     |

|            |             |      |      |             |      |      |      |      |      |
|------------|-------------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|
| Kriteria   | Sangat Baik | Baik | Baik | Sangat Baik | Baik | Baik | Baik | Baik | Baik |
| Rata-rata  | 85%         |      |      |             |      |      |      |      |      |
| Kesimpulan | Sangat Baik |      |      |             |      |      |      |      |      |



Lampiran 41 : Hasil Analisis Respons Mahasiswa Terhadap 4 TMC Pada Uji Skala Besar

**HASIL ANALISIS RESPONS MAHASISWA TERHADAP 4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB MATERI  
TERMODINAMIKA PADA UJI SKALA BESAR**

| No | Kode Mahasiswa | Pertanyaan   |   |   |  |  |   |                                      |   |   | Jumlah Soal |
|----|----------------|--|---|---|--|--|---|--------------------------------------|---|---|-------------|
|    |                | Menurut saya, penampilan 4 TMC berbasis web secara keseluruhan menarik | Gambar pada soal tes diagnostik berbasis Web jelas dan mudah dipahami | Penggunaan bahasa pada soal tes diagnostik mudah dipahami | Materi pada soal tes diagnostik sesuai dengan materi Termodinamika | Pedoman penggunaan 4 TMC Berbasis Web disampaikan dengan jelas | 4 TMC Berbasis Web lebih menyenangkan daripada tes tertulis | 4 TMC Berbasis Web praktis digunakan | 4 TMC Berbasis Web membantu mengetahui kemampuan dan kelemahan saya dalam penguasaan materi | Penugasan setelah tes membantu saya meluruskan dan menguatkan konsep yang kurang dikuasai |             |
| 1  | R1             | 4  | 4   | 4   | 5  | 5  | 4   | 4                                    | 4   | 4   | 38          |
| 2  | R2             | 5  | 5   | 5   | 5  | 5  | 4   | 5                                    | 5   | 4   | 43          |
| 3  | R3             | 5  | 5   | 4   | 4  | 4  | 4   | 5                                    | 3   | 4   | 38          |
| 4  | R4             | 4  | 4   | 4   | 5  | 5  | 4   | 4                                    | 4   | 4   | 38          |
| 5  | R6             | 4  | 4   | 3   | 4  | 3  | 4   | 4                                    | 3   | 3   | 32          |
| 6  | R7             | 5  | 4   | 4   | 4  | 5  | 5   | 5                                    | 5   | 4   | 41          |
| 7  | R8             | 4  | 4   | 4   | 4  | 4  | 3   | 4                                    | 4   | 4   | 35          |
| 8  | R9             | 5  | 4   | 5   | 5  | 5  | 5   | 5                                    | 5   | 4   | 43          |
| 9  | R10            | 4  | 4   | 4   | 4  | 4  | 3   | 4                                    | 5   | 4   | 36          |

|    |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 10 | R11 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 40 |
| 11 | R12 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 30 |
| 12 | R14 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 38 |
| 13 | R15 | 5 | 2 | 4 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 1 | 30 |
| 14 | R16 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 36 |
| 15 | R17 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 33 |
| 16 | R18 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 36 |
| 17 | R19 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 44 |
| 18 | R21 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 41 |
| 19 | R22 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 41 |
| 20 | R23 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 33 |
| 21 | R24 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 35 |
| 22 | R25 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 40 |
| 23 | R26 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 40 |
| 24 | R27 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 4 | 36 |
| 25 | R29 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 30 |
| 26 | R30 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 37 |
| 27 | R32 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 34 |
| 28 | R34 | 5 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 38 |
| 29 | R35 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 40 |

|               |     |             |      |      |             |      |      |      |      |      |      |
|---------------|-----|-------------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|
| 30            | R36 | 4           | 4    | 4    | 4           | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 36   |
| 31            | R37 | 3           | 5    | 4    | 5           | 5    | 3    | 3    | 5    | 4    | 37   |
| 32            | R38 | 3           | 5    | 3    | 5           | 4    | 5    | 3    | 5    | 4    | 37   |
| 33            | R40 | 5           | 5    | 4    | 4           | 4    | 4    | 5    | 5    | 4    | 40   |
| 34            | R41 | 4           | 4    | 4    | 4           | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 36   |
| 35            | R42 | 4           | 4    | 4    | 5           | 2    | 4    | 4    | 5    | 1    | 33   |
| 36            | R43 | 4           | 4    | 4    | 4           | 3    | 4    | 4    | 4    | 3    | 34   |
| 37            | R44 | 5           | 4    | 4    | 5           | 4    | 4    | 5    | 3    | 4    | 38   |
| 38            | R45 | 5           | 5    | 5    | 5           | 3    | 5    | 5    | 5    | 5    | 43   |
| 39            | R47 | 4           | 4    | 4    | 4           | 4    | 3    | 4    | 4    | 4    | 35   |
| 40            | R48 | 4           | 4    | 4    | 4           | 5    | 5    | 4    | 5    | 5    | 40   |
| 41            | R49 | 4           | 4    | 4    | 4           | 4    | 3    | 4    | 4    | 4    | 35   |
| 42            | R51 | 5           | 2    | 4    | 4           | 4    | 5    | 5    | 4    | 3    | 36   |
| 43            | R54 | 3           | 4    | 4    | 4           | 4    | 4    | 3    | 3    | 4    | 33   |
| Skor total    |     | 182         | 170  | 172  | 189         | 170  | 180  | 182  | 179  | 165  | 1589 |
| Skor Maksimal |     |             | 215  |      |             |      |      |      |      |      |      |
| Persentase    |     | 85%         | 79%  | 80%  | 88%         | 79%  | 84%  | 85%  | 83%  | 77%  |      |
| Kriteria      |     | Sangat Baik | Baik | Baik | Sangat Baik | Baik | Baik | Baik | Baik | Baik |      |
| Rata-rata     |     | 82%         |      |      |             |      |      |      |      |      |      |
| Kesimpulan    |     | Baik        |      |      |             |      |      |      |      |      |      |

*Lampiran 42 : Kisi-kisi Pedoman Wawancara Mahasiswa*

**KISI-KISI PEDOMAN WAWANCARA MAHASISWA UNTUK  
MEMPERDALAM TEMUAN MISKONSEPSI**

| No.         | Aspek Penilaian  | Nomor Soal | Jumlah Soal |
|-------------|--|------------|-------------|
| 1.          | Konfirmasi dan penjelasan miskonsepsi yang ditemukan                   | 1,2        | 2           |
| 2.          | Alasan mahasiswa terhadap jawaban yang jawaban                         | 5          | 1           |
| 3.          | Tingkat keyakinan mahasiswa terhadap jawaban dan alasan                | 3,6        | 2           |
| 4.          | Alasan mahasiswa yakin/tidak yakin terhadap jawaban dan alasan jawaban | 4,7        | 2           |
| 5.          | Sumber konsep yang salah   | 8          | 1           |
| Jumlah Soal |  |            | 8           |

*Lampiran 43* : Pedoman Wawancara Mahasiswa

**PEDOMAN WAWANCARA MAHASISWA UNTUK MEMPERDALAM  
TEMUAN MISKONSEPSI**

1. Setelah mengerjakan soal tes diagnostik, menurut Anda, apakah pernyataan berikut (temuan miskonsepsi) adalah pernyataan yang benar?
2. Mengapa Anda memilih jawaban itu?
3. Apakah Anda yakin dengan jawaban Anda?
4. Apa yang membuat Anda yakin/tidak yakin atas jawaban Anda?
5. Apa alasan Anda memilih jawaban itu?
6. Apakah Anda yakin dengan alasan dari jawaban Anda?
7. Apa yang membuat Anda yakin/tidak yakin atas alasan Anda?
8. Dari mana Anda mendapatkan konsep (pengetahuan/teori) tersebut?

Lampiran 44 : Hasil Wawancara Mahasiswa

### **HASIL WAWANCARA MAHASISWA UNTUK MEMPERDALAM TEMUAN MISKONSEPSI**

1. Wawancara terhadap responden R14

P : Coba lihat soal nomor 3 kalau boleh tau kemarin jawabannya apa yah?

M : Seinget saya sih jawab point C mas

P : Seberapa yakin mba?

M : Sangat yakin

P : Terus alasannya apa mba?

M : Secara logika sih mas, kan itu tertutup rapat kan, nah menurut saya sih tidak ada juga udah yang masuk karena tertutup rapat jadi air tersebut akan tetap panas seperti itu walaupun diayunkan.

P : Kalau boleh tau sumbernya dari mba?

M : Kalau materi ini itu awal sekali waktu SMA yaa mas, kalau tidak salah dulu guru SMA saya pernah menjelaskan seperti itu, dan dosen yang mengampu mata kuliah termodinamika pun pernah menjelaskan juga. Untuk buku dulu sih pernah baca juga di LKS tapi kurang ingat penerbitnya mana mas

P : Kalau yang nomor 11 apa mba jawabannya?

M : Kykny itu point B

P : Alasannya apa mba?

M : Karna

$$Q = \Delta u + W$$

$$\Delta u = Q - W$$

$$\Delta u = 450 - 320 = 130$$

Tapi kayaknya B kan awalnya menyerap 450 dan ada usaha 320 jadi mungkin menurun

P : Sistem menyerap kalor itu bernilai negatif atau positif?

M : Kalor menyerap berarti positif alasannya dalam termodinamika Q dinyatakan positif jika menyerap kalor dan sebaliknya jika Q dinyatakan Negatif jika melepas kalor.

- P : Seberapa yakin mba?  
 M : Sangat yakin  
 P : Sumbernya dari mba?  
 M : Kalau rumusnya dari buku kumpulan soal UN waktu SMA khusus Fisika, karena dulu ambil UN nya Fisika. Jadi agak ngafalin rumus juga

## 2. Wawancara terhadap responden R4

- P : Coba lihat soal nomor 1 kemarin kamu jawab apa?  
 M : Yang B, kalo tidak salah mas  
 P : Kenapa jawabannya B? kenapa tidak yang lain?  
 M : Proses gas dalam ruangan tertutup dengan volume tetap  
 P : Kalau proses adiabatik itu yang bagaimana?  
 M : Kalau tidak salah, proses perpindahan panas, dan massa. Jujur saya mngerjakan waktu itu mikir sendiri. Agak kurang teleti mas  
 P : Okok, seberapa yakin dengan jawaban kamu?  
 M : Cukup yakin  
 P : kalau yang nomor 4 itu jawabannya apa?  
 M : A, energi berpindah dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi  
 P : Jadi benda bersuhu rendah yang menyebabkan benda bersuhu tinggi mengalami perubahan suhu?  
 M : Karena proses kesetimbangan termal membutuhkan energi yang setimbang pula. Jadi energi kalor = kuadrat arus yang di berikan sistem/pun lingkungan  
 P : Apakah benda dengan berbeda massa dan ukurannya tidak memungkinkan menjadi penyebab kesetimbangan termal?  
 M : Iya bisa. Tetapi tidak berpengaruh pada kesetimbangan energi kalor. Berbeda dengan kesetimbangan termal. Aku jawabnya juga aslinnya sedikit bingung kak. Tapi ya sudahlah kak.  
 P : Seberapa yakin?  
 M : Sangat yakin  
 P : Alasannya bagaimana?

M : Jika P bersuhu rendah maka akan menyerap kalor. Sehingga kalor berpindah dari suhu yang tinggi ke yang rendah

P : Sumber jawabannya dari mana mba?

M : Aslinya saya mikir sendiri intinya begitu kak. Mohon maaf ya kak

P : Ok, kalau soal nomor 11 apa jawabannya mba?

M : B, energi dalam gas turun sebesar 130 J

P : Seberapa yakin kamu menjawab B?

M : Yakin kak

Karena  $\Delta U = Q - W$

$$320 = 450 - w$$

$$130 \text{ J} = w$$

P : Alasannya apa? Kenapa bisa seperti itu?

M : Karena salah di tanda negatif positif nya kak mohon maaf kurang teliti kak. Sistem melakukan kerja -320 J dan sistem menyerap kalor -450 J, sehingga perubahan energi dalamnya mengalami kenaikan  $\Delta U = Q - W = -450 \text{ J} - (-320 \text{ J}) = -130 \text{ J}$

P : Seberapa yakin mba??

M : Cukup yakin

P : Kalau boleh tau jawabannya aslinya dari mana?

M : Saya pikir sendiri kak. Ini tadi agak lupa rumusnya

P : Sekarang lihat nomor 5, itu kan pernah dipelajari paling awal waktu mata kuliah termodinamika, kira-kira jawabannya apa?

M : B

P : Apakah kesetimbangan volume tidak terjadi pada kasus diatas?

M : Tidak terjadi

P : Jadi pada kasus di atas setimbang termal menjadi sebab setimbang tekanan?

M : Iya kak

P : Seberapa yakin mba?

M : Sangat yakin



P : Sumbernya dari mana mba?

M : Diri sendiri kak

### 3. Wawancara terhadap R51

P : Coba soal nomor 3 ini kamu jawab apa?

M : Saya kurang ingat mas, sepertinya saya jawab C

P : Ok, kira-kira alasannya apa itu?

M : Karena termos itu tertutup dan rapat jadi terisolasi.

P : Seberapa yakin dengan jawabanmu?

M : Yakin mas

P : Kemudian untuk alasan jawaban yang sudah kamu jawab di nomor 3, apakah kamu yakin dengan jawaban tersebut?

M : Sangat yakin mas, karena susu berada dalam sistem terisolasi yakni termos yang tertutup rapat

P : Terus kamu jawab itu sumbernya dari mana coba?

M : Dari hasil pikiran saya sendiri

P : Kita ke soal selanjutnya yah, coba kalau yang nomor 11 itu jawabannya apa?

M : A

P : Coba alasannya bagaimana mas, apakah sistem menyerap kalor itu positif, negatif atau bagaimana?

M : ini alasan yang ada saja ya mas, kalau melakukan usaha, energi dalam kita akan turun...

P : kira-kira seberapa yakin jawabannya?

M : Sangat tidak yakin

P : Di soal alasan itu (nomor 11) kira-kira mana yang paling tepat menurut kamu?

M : B mungkin

P : Ok ok, kira-kira seberapa yakin jawabanmu?

M : Sangat tidak yakin

P : Sumbernya dari mana itu?

M : Gak ada sumber mas, jadi sumbernya dari pikiran saya sendiri

P : Oh, iya tidak apa-apa dari pikiran kamu, justru itu lebih bagus karena kamu mengerjakan sendiri

P : Coba kalau yang nomor 9 itu kemarin kamu jawaban apa?

M : D

P : Coba D itu bagaimana cara kamu jawabnya?

M : T2-T1

1. 21

2. 23

3. 21

4. 22

karena 21 ada 2, jadi saya jawabnya yang 23

P : Ok ok, kira-kira seberapa yakin jawabanmu, kalau memang betul T2- T1?

M : Sangat yakin

P : Menurutmu di soal alasan nomor 9, alasan yang paling tetap yang mana?

M : D

P : Seberapa yakin mas?

M : 100%

P : Oh ya, kira-kira itu sumbernya dari mana yah?

M : Dari pikiran saya mas

P : Ok terimakasih banyak mas semoga dilancarkan kuliahnya yah aminnn aminnn

#### 4. Wawancara terhadap responden R34

P : Masih inget kemarin soal nomor 5 kamu menjawab apa mba?

M : Kayaknya C

P : Kalau boleh tau keadaan setimbang mekanis itu yang seperti apa mba?

M : Keadaan yang terjadi apabila tidak ada gaya yang seimbang di bagian sistemnya. Seingat saya sih seperti itu

- P : Seberapa yakin dengan jawabanmu mba?  
M : Cukup yakin. Soalnya sudah sedikit lupa-lupa aku, hehe  
P : Kalau soal yang nomor 2 apa jawabannya mba?  
M : A  
P : Alasannya apa mba?  
M : Proses isokhorik merupakan proses yang berlangsung pada volume tetap  
P : Seberapa yakin mba?  
M : Yakin  
P : Sumbernya dari mana ndi?  
M : Catatan ku dulu waktu mata kuliah termodinamika, aku ingetnya seperti itu

5. Wawancara terhadap R49

- P : Saya mau tanya, kemarin kamu jawab apa soal nomor 3?  
M : Agak lupa kayaknya D, suhu susu meningkat dan energi dalam susu menurun  
P : Alasannya kenapa mas?  
M : Susu panas berada dalam sistem terisolasi yakni termos yang ditutup rapat  
P : Ini seberapa yakin mas?  
M : 75% yakin  
P : Kalau boleh tau sumbernya dari mana mas?  
M : My mind

6. Wawancara terhadap R24

- P : Sekarang coba lihat nomor 3 mba, kira-kira kemarin jawabannya apa mba?  
M : Kemarin aku jawab D  
P : Kenapa bisa seperti itu mba?  
M : Karena dia vakum dan tertutup rapat jadi suhunya tidak berubah

P : Ok, sekarang lihat ya, itu kan posisi susunya itu diayunkan atau dikocok kira-kira apa yang terjadi kalau susunya dikocok? Seberapa yakin?

M : Aku agak ragu, kayaknya A deh soalnya kalau dipikir-pikir kalo aku misalnya ngocok termos lama-lama airnya juga adem yah. Sebenarnya sih aku ragu antara A dan D, ya tidak tau juga yang bener mana. Jadi aku yakin dengan jawabanku tapi bukan yang sangat yakin loh ya hehe

P : Ok kalau boleh tau sumbernya dari mana mba?

M : Lebih ke pemikiran aku sendiri sih

#### 7. Wawancara terhadap R10

P : Ok kalau yang soal nomor 12 itu bagaimana mas?

M : 60% sepertinya  
10-4/10

P : Ok seberapa yakin?

M : Sangat yakin

P : Ok sumbernya dari mana tuh mas?

M : Saya sendiri, yang penting suhu tinggi di bawah itu jawabannya

P : Ok selanjutnya, kalau soal nomor 11 itu jawabannya apa mas?

M : Bentar mas

+ sama +

Naik

130j

P : Seberapa yakin itu mas?

M : Sangat yakin

P : Alasannya apa mas, sampai bisa sangat yakin?

M : Kan  $\Delta u = q - w$

Q dan w nya +

Ya sudah dikurangin

450-320

P : Sumbernya dari mana mas?

M : Pernah baca di Ruangguru yang paling gampang

8. Wawancara terhadap R15

P : Kalau yang nomor 8 itu mana yang paling tepat mas?

M : 1234

P : Coba alasannya bagaimana itu?

M : Karena. Kesetimbangan termal untuk suhu. Itu ada perubahan suhu

P : Seberapa yakin tuh?

M : Agak yakin. sistem dikatakan dalam keadaan setimbang jika terdapat perpindahan energi panas antara sistem dengan lingkungan

P : Seberapa yakin?

M : Yakin, tapi tidak nyambung dengan jawaban awal

P : Sumbernya dari mana?

M : Pikiran saya sendiri

P : Kalau yang itu nomor 6 bagaimana?

M : Isotermal kan T nya tetap.  $PV=nRT$ . Jadi, jawabannya  $\frac{1}{2}$  kali semula

P : Seberapa yakin tuh?

M : Sangat yakin deh

P : Alasannya seperti apa?

M : Yang isotermik adalah proses pada suhu tetap dan tekanan berbanding terbalik dengan volume, karena suhunya tetap.

P : Kenapa bisa seperti itu?

M : Yaa kan tekanan berubah tidak mungkin juga suhunya berubah. Kan isotermal suhunya tetap. Logikanya wkwk

P : Sumbernya dari mana tuh?

M : Aku pikir sendiri sama lihat buku

9. Wawancara terhadap R30

P : Soal yang nomor 3 ini kamu jawab apa coba?

M : C menurutku

P : Alasannya apa?

M : karena susu panas berada dalam termos yang tertutup rapat jadi menurutku aktivitas apapun yang dilakukan termasuk saat menggoyangkan susu tidak akan memberikan pengaruh apapun

P : Seberapa yakin?

M : Yakin

P : Pilihan alasan yang paling mungkin yang mana?

M : terakhir susu panas berada dalam sistem terisolasi yakni termos yang ditutup rapat

P : seberapa yakin?

M : Yakin

P : Sumbernya dari mana?

M : Gak ada sumbernya, ya logika aku sendiri sih

10. Wawancara terhadap R6

P : Kemarin yang nomor 1 jawabannya apa mas?

M : Kayaknya A deh

P : Alasannya apa mas?

M : Karena isokhorik itu kan volumenya selalu konstan dan suhunya berubah ehh gitu ga sih

P : Kalau pernyataan 4 itu bagaimana mas?

M : Pernyataan 4 itu karena tidak kalor yang masuk maka gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik

P : Lantas terjadi kerja atau tidak, kalau tidak ada kalor yang masuk?

M : Mungkin tidak mas

M : Sebarapa yakin mas?

M : Yakin saja mas

P : Sumbernya dari mana mas?

M : Seingat saya sih mas

11. Wawancara terhadap R22

P : Kalau yang nomor 1 itu bagaimana jawabannya mba?

M : kayaknya 2

P : Pilih yang mana kamu?

- M : Maksud saya yang D mas  
 P : Kalau boleh tau kenapa D  
 M : Karena itu yang menurut aku benar mas, kan kalau isokhorik karena volumenya tetap jadi yaa sistem tidak melakukan usaha dan menerima usaha. Kalau yang isobarik itu karena tekanan tetap jadi yaa masih ada hubungannya dengan usaha (W) sepertinya loh mas wkwk, aku ingat-ingat lupa  
 P : Seberapa yakin mba?  
 M : Yakin mas  
 P : Sumbernya dari mana mba?  
 M : Aku ingetnya seperti mas

12. Wawancara terhadap responden R33

- P : Nomor 1 itu jawaban yang benar apa mba?  
 M : C, 1 dan 2 mungkin, karena nomer 1 sudah pasti  
 P : Kenapa sudah pasti?  
 M :  $W=0$  kan,  
 P : Apakah pernyataan yang lain salah?  
 M : Aah susah banget yang ini wkwk  
 P : Coba kalau pernyataan yang ini "Gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik" apa yang terjadi?  
 M : Eehh yang benar, 3 yang salah, berarti 1 dan 4  
 P : Kenapa seperti itu?  
 M : Misalnya, bila suatu gas memuai secara adiabatik maka temperaturnya akan turun (karena ada kerja yang dilakukan terhadap dinding-dinding yang saling menjauhi), kemarin agak ngarang sih  
 P : Seberapa yakin ini mba?  
 M : Gak yakin  
 P : Sumbernya dari mana mba?  
 M : My mind campur buku sih  
  
 P : Kalau yang itu nomor 7 itu berapa mba?  
 M :  $32 \times 4 = 128$

P : Bagaimana rumusnya kalau begitu mba?

M : Yaa, sebanding wkwk

P : Sebanding pake rumus yang mana mba?

M : Yaa seinget saya berhubungan dengan konsepnya berkaitan sama hukum Boyle, iya gak sih, wkwk

P : Seberapa yakin kalau begitu mba?

M : Sangat yakin deh

P : Sumbernya dari mana mba?



## Lampiran 45 : Rekapitulasi Temuan Miskonsepsi Mahasiswa

**REKAPITULASI TEMUAN MISKONSEPSI MAHASISWA**

| No | Sub Indikator                             | Temuan Miskonsepsi   | Sumber   |
|----|---|--|--|
| 1  | Sistem termodinamika                      | Termos dikatakan tidak mengalami perubahan suhu dan energi dalam pada sistem terisolasi berupa termos yang diguncangkan  | <i>reasoning</i> yang salah  |
| 2  | Hukum ke nol termodinamika                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energi dalam sistem dapat berubah pada proses isotermik</li> <li>- Panas dapat berpindah antara sistem dan lingkungan pada proses adiabatik</li> <li>- Gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>reasoning</i> yang salah</li> <li>- mahasiswa (intuisi yang salah)</li> <li>- <i>reasoning</i> yang salah</li> </ul> |
| 3  | Gas ideal dan persamaan keadaan gas ideal | Nilai suhu akhir gas ideal dihitung dengan mengalikan nilai suhu dengan kenaikan tekan   | <i>reasoning</i> yang salah  |
| 4  | Hukum pertama dan kedua termodinamika     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nilai usaha terbesar suatu molekul dalam proses adiabatik dihitung dengan mencari selisih suhu (<math>T_2 - T_1</math>) yang paling rendah</li> <li>- Sistem melakukan usaha bernilai negatif</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- mahasiswa (intuisi yang salah)</li> <li>- <i>reasoning</i> yang salah</li> </ul>  |

|   |               |   |                               |
|---|---------------|---|-------------------------------|
| 5 | Proses Carnot | Agar kerja bernilai besar dibutuhkan (selisih) suhu yang paling rendah. | - <i>reasoning</i> yang salah |
|---|---------------|---|-------------------------------|

**HASIL WAWANCARA GURU/DOSEN PRA-RISET**

1. Bagaimana hasil belajar mahasiswa dalam pembelajaran termodinamika?

Berdasarkan pengalaman saya mengajar termodinamika di semester kemarin, hasil belajar yang didapatkan belum memuaskan. Hal itu disebabkan berbagai kendala terlebih di musim pandemi seperti sekarang ini, pembelajaran dilakukan secara daring keterbatasan belajar bertatap muka, walaupun menggunakan aplikasi *meeting online* dapat terjadi kendala sinyal. Di sisi lain materi termodinamika merupakan materi yang sarat akan konsep, sudah dilakukan kolaborasi pembelajaran mulai dari menggunakan whatsapp grup, google meet, dan zoom. Namun, hasil yang didapatkan belum memuaskan. Hal itu dapat dilihat dari pemahaman konsep yang terbilang kurang, belum begitu bagus.

2. Menurut ibu, apakah terjadi miskonsepsi yang dialami mahasiswa pendidikan fisika dalam pembelajaran termodinamika?

Iya. Menurut hasil pembelajaran dari bentuk ujian UTS dan UAS terdapat mahasiswa yang salah menjawab pertanyaan yang konseptual terbilang masih sangat dasar atau sederhana. Seperti pertanyaan terkait sifat termodinamika. Selain itu, tidak sedikit mahasiswa yang keliru dalam menjawab soal terkait siklus Carnot lebih tepatnya konsep yang tertukar dalam rumus efisiensi mesin Carnot  $\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$  antara  $Q_L$  dan  $Q_H$ . Hal yang

serupa terjadi pada persamaan efisiensi mesin pendingin atau refrigerator  $COP_R = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$ .

3. Pada materi Termodinamika konsep apa saja yang sulit dipahami oleh mahasiswa?

Ada beberapa materi yang bersifat dasar seperti materi sifat-sifat termodinamika, mesin Carnot, Hukum I Termodinamika dan Hukum II Termodinamika. Pada beberapa soal terkait sifat-sifat termodinamika, seharusnya jawaban yang diharapkan adalah sifat ekstensif dan intensif termodinamika bukan sistem-sistem termodinamika seperti sistem tertutup, sistem terbuka dan sistem terisolasi, sedangkan pada Hukum I Termodinamika mahasiswa masih kesulitan juga dalam menjawab pertanyaan. Kesulitan lain juga ditemukan saat mahasiswa menjawab pertanyaan Hukum II Termodinamika dimana mahasiswa dapat menjawab, tetapi salah konsep yang menjadikan jawabannya menjadi salah.

Pada materi mesin Carnot terjadi kesalahan dalam menganalisis penempatan tandon panas dan tandon dingin dalam persamaan sehingga seringkali tertukar. Materi ini yang paling banyak terjadi kesalahan dan seringkali tertukar ketika menggunakan persamaan mesin Carnot.

4. Menurut ibu, apa saja penyebab miskonsepsi yang dialami oleh mahasiswa?

Proses pembelajaran di musim pandemi terbilang kurang maksimal karena akses pembelajaran dilakukan secara daring. Ketika jaringan tidak stabil, seolah-olah terdapat materi yang

terputus yang menyebabkan ada materi yang terlewatkan bagi mahasiswa yang dapat memicu miskonsepsi. Penyebab lainnya juga dapat berasal dari dosen itu sendiri, seperti aspek pedagogik perlu dilatih dengan dilihat dari pengalaman jam terbang mengajar materi yang sama. Tentu akan berbeda keluwesan dosen yang sudah berkali-kali dengan dosen yang baru pertama kali mengajar termodinamika. Aspek perencanaan pembelajaran yang hendak dipakai oleh dosen juga perlu diperhatikan dimana untuk mengajar perlu menyiapkan materi dan menggunakan metode yang tepat.

5. Apakah sudah pernah dilakukan tes diagnostik untuk mengungkap miskonsepsi mahasiswa?

Kalau tes yang benar-benar dikhususkan untuk tes diagnostik belum dilakukan, meskipun dari hasil evaluasi berupa UAS dan UTS dapat diidentifikasi konsep mana saja yang masih banyak terjadi kesalahan. Namun, hal itu hanya mengetahui tingkat pemahaman (kognitif) saja tidak dengan alasan atau penyebab miskonsepsi yang dialami mahasiswa.

Semarang, 5 Februari 2021  
Narasumber/Guru/Dosen



Affa Ardi Saputri, M.Pd.

Lampiran 47 : Kisi-kisi Pedoman Wawancara Respons Guru/Dosen

**KISI-KISI PEDOMAN WAWANCARA RESPONS GURU TERHADAP  
TES DIAGNOSTIK BERBASIS WEB PADA MATERI  
TERMODINAMIKA**

| No.         | Aspek Penilaian  | Nomor Soal | Jumlah Soal |
|-------------|--|------------|-------------|
| 1.          | Kesesuaian terhadap kompetensi dasar dan indikator pembelajaran                  | 1          | 1           |
| 2.          | Kesesuaian materi yang diajarkan   | 2          | 1           |
| 3.          | Kesesuaian jenis huruf, ukuran dan spasi yang digunakan pada soal tes diagnostik | 3          | 1           |
| 4.          | Bahasa yang digunakan pada soal tes diagnostik                                   | 4, 5       | 1           |
| 5.          | Panjang kalimat pada soal tes  | 6          | 1           |
| 6.          | Kebebasan soal tes diagnostik untuk ditafsirkan siswa                            | 7          | 1           |
| 7.          | Kesesuaian jumlah soal dan waktu untuk mengerjakan soal                          | 8, 9       | 2           |
| 8.          | Tingkat kesulitan soal untuk dikerjakan siswa                                    | 10         | 1           |
| 9.          | Keefektifan soal tes diagnostik untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa         | 11         | 1           |
| 10.         | Penerapan tes diagnostik untuk instrumen evaluasi pembelajaran                   | 12, 13, 14 | 3           |
| 11.         | Minat guru terhadap tes diagnostik   | 15, 16, 17 | 3           |
| 12.         | Saran guru terhadap tes diagnostik   | 18         | 1           |
| Jumlah Soal |  |            | 18          |

Lampiran 48 : Pedoman Wawancara Respons Guru/Dosen

**PEDOMAN WAWANCARA RESPONS GURU TERHADAP 4 TMC  
(FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB PADA MATERI  
TERMODINAMIKA**

1. Apakah materi yang terdapat pada soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika sesuai dengan kompetensi dasar dan indikator pembelajaran yang digunakan?
2. Apakah materi yang terdapat pada 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika sesuai materi yang disampaikan pada mahasiswa?
3. Apakah jenis huruf, ukuran dan spasi yang digunakan pada soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika sudah sesuai?
4. Apakah bahasa yang digunakan pada soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika tergolong mudah dipahami mahasiswa? Mengapa?
5. Apakah Bahasa yang digunakan pada soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku?
6. Apakah soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika memiliki kalimat soal yang terlalu panjang?
7. Apakah soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika menimbulkan multitafsir oleh mahasiswa? Mengapa?

8. Apakah jumlah soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika terlalu banyak?
9. Apakah waktu yang diberikan cukup bagi mahasiswa untuk mengerjakan soal-soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika?
10. Apakah soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika sulit dikerjakan mahasiswa? Mengapa?
11. Apakah soal 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika efektif untuk mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa pada materi Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar?
12. Apakah tes diagnostik yang telah dikembangkan dapat digunakan sebagai instrumen evaluasi pada pembelajaran materi Termodinamika? Mengapa?
13. Apakah Bapak/Ibu mempunyai rencana untuk menerapkan 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika untuk digunakan sebagai instrumen evaluasi pada pembelajaran materi Termodinamika selanjutnya? Mengapa?
14. Apa saja manfaat yang dapat diambil dari penerapan 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika?
15. Apakah Bapak/Ibu berminat untuk membuat dan mengembangkan tes diagnostik untuk mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa pada materi Termodinamika? Mengapa?



16. Apakah 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika cukup mudah untuk dibuat oleh guru? Mengapa?
17. Apakah instrumen tes diagnostik yang dikembangkan dapat memotivasi mahasiswa untuk lebih dalam mempelajari konsep-konsep fisika?
18. Apa saran yang diberikan untuk instrumen 4 TMC (*Four-Tier Multiple Choice*) Berbasis Web Materi Termodinamika yang telah dikembangkan?

Lampiran 49 : Hasil Wawancara Respons Guru/Dosen

**HASIL WAWANCARA RESPONS GURU ATAU DOSEN TERHADAP  
4 TMC (FOUR-TIER MULTIPLE CHOICE) BERBASIS WEB PADA  
MATERI TERMODINAMIKA**

| No | Aspek Pertanyaan   | Tanggapan Guru/Dosen  |
|----|--|---|
| 1  | Apakah materi yang terdapat pada soal 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika sesuai dengan kompetensi dasar dan indikator pembelajaran yang digunakan? | Iya, soal yang dikembangkan sudah sesuai dengan KI dan KD   |
| 2  | Apakah materi yang terdapat pada 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika sesuai materi yang disampaikan pada mahasiswa?                                 | Iya, materi yang ada didalam soal 4 TMC semua hamper sudah masuk ke dalam materi yang disampaikan. Namun, beberapa soal masih ada yang salah di grafik sehingga kurang signifikan. Secara umum, keseluruhan materi sudah sesuai |
| 3  | Apakah jenis huruf, ukuran dan spasi yang digunakan pada soal 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika sudah sesuai?                                     | Kalau jenis huruf, ukuran dan spasi yang digunakan sudah sesuai semua   |
| 4  | Apakah bahasa yang digunakan pada soal 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika tergolong mudah dipahami mahasiswa? Mengapa?                             | Iya, cukup dan sudah mudah dipahami. Memang kemari ada sedikit revisi untuk bahasa yang mana kosa kata penjelasan terlalu banyak kata-kata sehingga susah dipahami tapi tidak terlalu banyak, hanya sedikit.                    |
| 5  | Apakah Bahasa yang digunakan pada soal 4 TMC ( <i>Four-Tier</i>  | Iya, mungkin ini hampir sama dengan yang sebelumnya,  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    | <i>Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku?   | hampir semuanya sudah baik, Cuma ada beberapa yang terlalu banyak kata-kata sehingga susah dipahami. Kalau ini tidak terlalu banyak yah dan masih bisa direvisi.                   |
| 6  | Apakah soal 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika memiliki kalimat soal yang terlalu panjang?                       | Relatif ya, tergantung kalau kalimat soal sudah bisa menjelaskan atau belum. Panjang pendek tergantung soal yang diberikan kalau butuh alasan yang panjang ya panjang seperti itu. |
| 7  | Apakah soal 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika menimbulkan multitafsir oleh mahasiswa? Mengapa?                  | Kalau ini tidak ada ya, soal sudah bisa dipahami semua   |
| 8  | Apakah jumlah soal 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika terlalu banyak?  | Saya rasa sudah cukup, 41 soal   |
| 9  | Apakah waktu yang diberikan cukup bagi mahasiswa untuk mengerjakan soal-soal 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika? | Ini saya rasa sudah cukup, bagi tingkat mahasiswa 41 soal dalam waktu 90 menit sudah sangat cukup  |
| 10 | Apakah soal 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika sulit dikerjakan mahasiswa? Mengapa?                              | Saya rasa sebenarnya tidak yah karena tingkatan soalnya kan ada yang mudah, sedang, dan sukar serta porsinya sudah cukup buat mahasiswa  |
| 11 | Apakah soal 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika efektif   | Iya bisa, sangat bisa untuk mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa karena ada alasan bagaimana mahasiswa menjawab. Dengan itu, itu kita  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    | untuk mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa?  | bisa identifikasi bahwa mereka miskonsepsi  |
| 12 | Apakah tes diagnostik yang telah dikembangkan dapat digunakan sebagai instrumen evaluasi pada pembelajaran materi Termodinamika? Mengapa?  | Iya, sangat bisa. Sebenarnya dikembangkan pada mata kuliah lain untuk mengidentifikasi apakah mahasiswa itu sudah paham atau miskonsepsi                                      |
| 13 | Apakah Bapak/Ibu mempunyai rencana untuk menerapkan 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika untuk digunakan sebagai instrumen evaluasi pada pembelajaran materi Termodinamika selanjutnya? Mengapa? | Iya, mungkin bisa jadi masukan sebagai bahan evaluasi bagi mata kuliah Termodinamika atau yang lain   |
| 14 | Apa saja manfaat yang dapat diambil dari penerapan 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika?   | Manfaatnya kita dapat mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa apakah sudah menguasai materi atau bahkan miskonsepsi dengan 4 TMC   |
| 15 | Apakah Bapak/Ibu berminat untuk membuat dan mengembangkan tes diagnostik untuk mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa pada materi Termodinamika? Mengapa?  | Iya minat ya, nanti sebagai bahan pertimbangan berikutnya karena butuh energi untuk membuat soal seperti itu yah  |
| 16 | Apakah 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika cukup mudah untuk dibuat oleh guru? Mengapa?   | Kalau ini bisa, sebenarnya membutuhkan waktu, energi dan <i>effort</i> yang besar untuk membuat 4 TMC karena butuh menyediakan soal dengan jawaban dan alasan yang tidak asal |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 17 | Apakah instrumen tes diagnostik yang dikembangkan dapat memotivasi mahasiswa untuk lebih dalam mempelajari konsep-konsep fisika?               | Iya itu sangat bisa. Mahasiswa menjadi lebih bisa belajar karena dengan mengerjakan seperti itu akhirnya dia tau bahwa selama ini saya tidak paham di konsepnya sehingga alasannya asal jawab. Mahasiswa bisa tau oh ini saya memang kurang paham konsepnya                                    |
| 18 | Apa saran yang diberikan untuk instrumen 4 TMC ( <i>Four-Tier Multiple Choice</i> ) Berbasis Web Materi Termodinamika yang telah dikembangkan? | Iya untuk saran kepada peneliti 4 TMC ini sangat bisa dikembangkan untuk semua materi kuliah sebenarnya. Dari segi soal, kan terdapat tingkatan mudah, sedang, dan susah yang mungkin porposinya harus seimbang sehingga mahasiswa dapat memilih jawaban yang tidak semuanya mudah atau sulit. |

Lampiran 50 : Riwayat Hidup

## RIWAYAT HIDUP

### Identitas Diri

1. Nama : M Rofiudin
2. TTL : Brebes, 22 Januari 1999
3. Alamat Rumah : Dk. Tengah RT 08 RW 05 Kel. Adisana  
Kec. Bumiayu Kab. Brebes Provinsi  
Jawa Tengah
4. HP : 081225003103
5. Email : [rofimuh69@gmail.com](mailto:rofimuh69@gmail.com)

### Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
  - a. MI Nurul Islam Sidamukti, Adisana, Brebes
  - b. SMP Assalafiyah Adisana, Bumiayu, Brebes
  - c. MA Al-Hikmah 2 Benda, Sirampog, Brebes
  - d. UIN Walisongo Semarang Fakultas Sains dan  
Teknologi Angkatan 2017
2. Pendidikan Non-Formal:
  - a. Pondok Pesantren Al-Qur'an Al-Masthuriyah,  
Ngaliyan Semarang

Semarang, 30 Juni 2022  
Saya yang bersangkutan,



**M Rofiudin, S.Pd**

NIM : 1708066069