

**IMPLEMENTASI MODEL *CASE BASED LEARNING*
BERBANTUAN LKPD UNTUK MENINGKATKAN
PEMAHAMAN KONSEP DAN KETERAMPILAN
KOMUNIKASI ILMIAH MATERI TERMODINAMIKA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Arifah Riana

NIM 2108066013

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

**IMPLEMENTASI MODEL *CASE BASED LEARNING*
BERBANTUAN LKPD UNTUK MENINGKATKAN
PEMAHAMAN KONSEP DAN KETERAMPILAN
KOMUNIKASI ILMIAH MATERI TERMODINAMIKA**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) dalam Ilmu
Pendidikan Fisika**

**ARIFAH RIANA
NIM 2108066013**

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

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arifah Riana

NIM : 2108066013

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Implementasi Model *Case Based Learning* Berbantuan LKPD
untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Keterampilan
Komunikasi Ilmiah Materi Termodinamika**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri,
kecuali bagian lain yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 24 Juni 2025

Pembuat Pernyataan



PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang Telp. 024-7601295

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Implementasi Model *Case Based Learning* Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah Materi Termodinamika
Nama : Arifah Riana
NIM : 2108066013
Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Pengaji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan dalam bidang pendidikan fisika.

Surabaya, 26 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Pengaji I

Pengaji II


Qisthi Fariyani, M.Pd.
NIP. 198912162019032017


Affa Ardhi Saputri, M.Pd.
NIP. 199004102019032018

Pengaji III

Pengaji IV


M. Izzatul Faqih, M.Pd.
NIP. 1992052020211620

Siti Tomah, M.Sc.
NIP. 199011262019032021

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Andi Fadlan, S.Si., M.Sc.
NIP. 198009152005011006


M. Ardhi Khalif, M. Sc.
NIP. 198210092011011010

NOTA PEMBIMBING I

NOTA PEMBIMBING I

Semarang, 24 Juni 2025

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

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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

Judul : Implementasi Model *Case Based Learning*
Berkatuan LKPD untuk Meningkatkan
Pemahaman Konsep dan Keterampilan
Komunikasi Ilmiah Materi Termodinamika

Nama : Arifah Riana

NIM : 2108066013

Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pembimbing I

Dr. Andi Faillan, M. Sc.

NIP. 19800918 200501 1 006

NOTA PEMBIMBING II

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 23 Juni 2025

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

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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

Judul : Implementasi Model *Case Based Learning*
Berkatuan LKPD untuk Meningkatkan
Pemahaman Konsep dan Keterampilan
Komunikasi Ilmiah Materi Termodinamika

Nama : Arifah Riana
NIM : 2108066013
Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pembimbing II



M. Ardhi Khalif, M. Sc.
NIP. 19821009 201101 1 010

MOTTO

Selalu bersyukur dan jadi orang yang berguna

– Andi Wrihatmoko

Compete against yourself

– Arcane

Ad astra per aspera

– Latin Phrase

Perhaps the misfortune that you don't like, leads you to a

beautiful destiny that you never dreamed of

– @unsalislam

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dengan model *Case Based Learning* (CBL) berbantuan LKPD lebih baik dibandingkan model *Problem Based Learning* (PBL) dan menganalisis peningkatan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik setelah implementasi model CBL berbantuan LKPD pada materi termodinamika. Penelitian dilakukan di SMA Negeri 3 Semarang menggunakan *Nonequivalent Control Group Design*. Kelas XI-5 sebagai kelas eksperimen menggunakan model CBL berbantuan LKPD dan kelas XI-4 sebagai kontrol menggunakan model PBL, yang dipilih dengan teknik *Cluster Random Sampling*. Instrumen yang digunakan yaitu instrumen tes, lembar observasi model CBL, dan lembar observasi keterampilan komunikasi ilmiah. Analisis data meliputi analisis instrumen tes yaitu uji validitas dan reliabilitas, analisis tahap awal yaitu uji normalitas dan uji homogenitas, serta analisis tahap akhir yaitu *paired samples t-test* dan uji N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dengan model CBL berbantuan LKPD tidak lebih baik dibandingkan model PBL pada materi termodinamika. Hal ini buktikan dengan hasil uji t pada pemahaman konsep dengan nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ ($1,2823 < 1,7139$) dan pada keterampilan komunikasi ilmiah menunjukkan nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ ($0,2837 < 1,7139$) yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan dari perlakuan pada kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Implementasi model CBL berbantuan LKPD dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada materi termodinamika. Nilai N-Gain kelas eksperimen untuk pemahaman konsep sebesar 0,7830 pada kategori tinggi dan untuk keterampilan komunikasi ilmiah sebesar 0,7532 pada kategori tinggi.

Kata Kunci: model CBL, LKPD, pemahaman konsep, keterampilan komunikasi ilmiah, dan termodinamika.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Model *Case Based Learning* berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah Materi Termodinamika” dengan lancar dan tepat waktu. Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa cahaya dalam hidup umat manusia.

Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih setulus-tulusnya dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Nizar Ali, M. Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang;
2. Prof. Dr. Musahadi, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang;
3. Edi Daenuri Anwar, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semrang.
4. Dr. Andi Fadllan, M.Sc., selaku dosen wali dan dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk

memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan kepada penulis selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi;

5. Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang juga telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan kepada penulis selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi;
6. Bapak dan Ibu dosen pendidikan fisika dan fisika yang telah memberikan banyak ilmu dan inspirasi kepada penulis selama duduk dibangku kuliah;
7. Drs. Yuwana, M.Kom. selaku kepala SMA Negeri 3 Semarang, Bapak Sarozi, M.Pd. selaku waka kurikulum, Drs. Joko Listiyanta, dan Bapak Ali Muhsin, S.Pd., selaku guru fisika SMA Negeri 3 Semarang yang telah memperkenankan penulis melakukan penelitian;
8. Kedua orang tua terkasih, Alm. Ayah Andi Wirhatmoko dan Ibu Iin Lestari yang selalu mendoakan penulis, serta adik-adik tersayang yaitu Syafri Indratmoko dan Wahyu Riani yang telah memberikan banyak semangat dan dukungan moril untuk penulis;
9. Sahabat penulis “*the Human Stars*” yang selalu menghangatkan hati penulis yaitu Maulida Safarina Ilannuur, Reinanda Pramudita, Nanda Nurul Aulia Tivani, dan Putri Amalia Zahro;

10. Teman-teman seperjuangan Salsa, Najah, Fauziah, Alya, Isna, Nadia, Aila, Ella yang telah memberi dukungan kepada penulis;
11. Peserta didik SMA Negeri 3 Semarang kelas XI-4 dan XI-5 Ganesha 26 yang telah berkenan menjadi subjek penelitian penulis;
12. Rekan-rekan Pendidikan Fisika angkatan 2021, PLP SMAGA, KKN-R 84 Posko 27, serta pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan untuk peneliti, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa penelitian skripsi ini masih terdapat kekurangan yang perlu disempurnakan, baik dari segi isi maupun metodologi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan guna memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan inspirasi bagi pembacanya. Aamiin.

Semarang, 20 Juni 2025

AP'ff
Penulis

Penulis

Arifah Riana

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian	ii
Pengesahan	iii
Nota Pembimbing I	iv
Nota Pembimbing II	v
Motto	vi
Abstrak	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Pembatasan Masalah	9
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian	10
F. Manfaat Penelitian	11
BAB II LANDASAN TEORI	14
A. Kajian Teori	14
B. Kajian Penelitian yang Relevan	46
C. Kerangka Berpikir	49
D. Hipotesis	51
BAB III METODE PENELITIAN	53
A. Jenis Penelitian	53
B. Tempat dan Waktu Penelitian	54
C. Subjek Penelitian dan Teknik Sampling	54
D. Variabel dan Indikator Penelitian	55

E. Metode Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian	56
F. Teknik Analisis Data	57
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	65
A. Hasil	65
B. Pembahasan.....	72
C. Keterbatasan Penelitian	89
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	91
A. Simpulan.....	91
B. Saran.....	92
Daftar Pustaka	94
Lampiran	109

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 <i>Nonequivalent Control Group Design</i>	53
Tabel 3. 2 Skor Penilaian Butir Instrumen	59
Tabel 3. 3 Kriteria Indeks Aiken.....	59
Tabel 3. 4 Kriteria Reliabilitas ICC	60
Tabel 3. 5 Kriteria N-Gain.....	64
Tabel 4. 1 Hasil Aiken's V Instrumen Tes.....	65
Tabel 4. 2 Hasil Uji ICC Instrumen Tes	67
Tabel 4. 3 Uji Normalitas Data Pemahaman Konsep (PK) dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah (KKI) Kelas Eksperimen	67
Tabel 4. 4 Uji Normalitas Data PK dan KKI.....	68
Tabel 4. 5 Uji Homogenitas Pretest Pemahaman Konsep	68
Tabel 4. 6 Uji Homogenitas Pretest Keterampilan Komunikasi Ilmiah	68
Tabel 4. 7 Uji Homogenitas Posttest Pemahaman Konsep.....	69
Tabel 4. 8 Uji Homogenitas Posttest Keterampilan Komunikasi Ilmiah	69
Tabel 4. 9 Hasil Uji T	71
Tabel 4. 10 Hasil Uji N-Gain Pemahaman Konsep	71
Tabel 4. 11 Hasil Uji N-Gain Keterampilan	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Keterampilan Komunikasi Ilmiah dan Contoh	27
Gambar 2. 2 Sistem, Lingkungan, dan Permukaan Batas	33
Gambar 2. 3 Sistem Termodinamika	34
Gambar 2. 4 Diagram p - V Proses Termodinamika.....	46
Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir Penelitian	50
Gambar 4. 1 Capaian PK per Indikator	70
Gambar 4. 2 Capaian KKI per Indikator	70
Gambar 4. 3 Hubungan Indikator KKI dan PK	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Validasi Instrumen Tes	109
Lampiran 2 Validasi LKPD	115
Lampiran 3 Modul Ajar	126
Lampiran 4 LKPD	143
Lampiran 5 Lembar Observasi Model CBL	164
Lampiran 6 Lembar Observasi Keterampilan Komunikasi Ilmiah (KKI).....	168
Lampiran 7 Kisi-Kisi Instrumen Tes	174
Lampiran 8 Kartu Soal	179
Lampiran 9 Pedoman Penskoran	190
Lampiran 10 Instrumen Tes	200
Lampiran 11 Analisis Uji Validitas Instrumen Tes	202
Lampiran 12 Analisis Uji Reliabilitas Instrumen Tes.....	203
Lampiran 13 Data Kelas Eksperimen	204
Lampiran 14 Data Kelas Kontrol	206
Lampiran 15 Nilai <i>Pretest</i> Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen	208
Lampiran 16 Nilai <i>Pretest</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Eksperimen	210
Lampiran 17 Skor <i>Pretest</i> Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen	212
Lampiran 18 Skor <i>Pretest</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Eksperimen	214
Lampiran 19 Nilai <i>Pretest</i> Pemahaman Konsep Kelas Kontrol	216
Lampiran 20 Nilai <i>Pretest</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Kontrol	218
Lampiran 21 Skor <i>Pretest</i> Pemahaman Konsep Kelas Kontrol.....	220
Lampiran 22 Skor <i>Pretest</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Kontrol	222
Lampiran 23 Nilai <i>Posttest</i> Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen	224

Lampiran 24 Nilai <i>Posttest</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Eksperimen	226
Lampiran 25 Skor <i>Posttest</i> Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen	228
Lampiran 26 Skor <i>Posttest</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Eksperimen	230
Lampiran 27 Nilai <i>Posttest</i> Pemahaman Konsep Kelas Kontrol....	232
Lampiran 28 Nilai <i>Posttest</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Kontrol	234
Lampiran 29 Skor <i>Posttest</i> Pemahaman Konsep Kelas Kontrol	236
Lampiran 30 Skor <i>Posttest</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Kontrol	238
Lampiran 31 Sampel Hasil <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	240
Lampiran 32 Sampel Hasil <i>Pretest</i> Kelas Kontrol.....	241
Lampiran 33 Sampel Hasil <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	242
Lampiran 34 Sampel Hasil <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	244
Lampiran 35 Hasil Uji Normalitas	246
Lampiran 36 Uji Homogenitas	262
Lampiran 37 Uji <i>Paired Samples T-Test</i> Pemahaman Konsep	264
Lampiran 38 Uji <i>Paired Samples T-Test</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah	266
Lampiran 39 Uji N-Gain Pemahaman Konsep.....	268
Lampiran 40 Uji N-Gain Keterampilan Komunikasi Ilmiah.....	269
Lampiran 41 Dokumentasi Penelitian	270
Lampiran 42 Surat Penunjukan Pembimbing.....	273
Lampiran 43 Surat Izin Prariset.....	274
Lampiran 44 Surat Penunjukkan Validator.....	275
Lampiran 45 Surat Izin Riset.....	276
Lampiran 46 Nota Dinas	277
Lampiran 47 Surat Keterangan Selesai Riset	278

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Manusia kini telah memasuki era globalisasi yang ditandai dengan perkembangan teknologi yang sangat cepat. Kondisi ini menuntut dunia pendidikan untuk mampu mencetak lulusan yang menguasai keterampilan abad 21. Kecakapan utama dalam abad 21 adalah sikap dan keterampilan berpikir kritis (*Critical Thinking*), kreativitas (*Creativity*), kemampuan bekerja sama (*Collaboration*), dan keterampilan komunikasi (*Communication*) yang disebut sebagai 4C (Lestari, 2021). Keempat keterampilan tersebut sangat esensial dalam mempersiapkan peserta didik agar siap menghadapi tantangan di masa yang akan datang.

Komunikasi menjadi keterampilan yang sangat diperlukan untuk menyampaikan informasi dengan tepat agar mudah dipahami. Menurut Nurlaelah *et al.* (2020) komunikasi merupakan sebuah proses untuk menghasilkan, mentransmisikan, dan menginterpretasikan pengetahuan. Pentingnya komunikasi untuk menyampaikan informasi ataupun pengetahuan juga telah disampaikan oleh Rasulullah SAW dalam hadits riwayat Bukhari No. 3461.

بِلَّغُوا عَنِّي وَلَوْ آيَةً

Artinya: “Sampaikanlah dariku, sekalipun satu ayat.”

Hadits tersebut menunjukkan keutamaan untuk menyampaikan perkataan, perbuatan, dan keputusan nabi agar dapat diketahui oleh sahabat lain yang tidak menyaksikan.

Keterampilan komunikasi ilmiah dalam ilmu sains merupakan salah satu aspek krusial yang perlu dimiliki. Komunikasi ilmiah memiliki fungsi dalam menyampaikan ide, pendapat, konsep, hasil pemikiran, simpulan, serta rekomendasi yang bersumber dari informasi tertentu kepada penerima, termasuk dalam menginterpretasikan grafik, ilustrasi, dan media visual lainnya (Sarwanto, 2016; Mayani *et al.*, 2023). Keterampilan ini juga berkaitan dengan kemampuan menyampaikan informasi ilmiah secara lisan maupun tertulis, serta merumuskan argumen berdasarkan data hasil observasi, hipotesis, maupun hasil eksperimen kepada orang lain (Isty & Fakhruddin, 2023).

Hasil survei PISA (*Program for International Student Assessment*) pada tahun 2022 menunjukkan bahwa Indonesia menempati peringkat ke-66 dari 81 negara. Meskipun peringkat ini menunjukkan kenaikan sekitar lima hingga enam posisi dibandingkan tahun 2018, skor hasil belajar pada tahun 2022 justru mengalami penurunan. Skor literasi sains Indonesia turun sebesar 13 poin. Literasi sains mencakup beberapa kompetensi penting yang meliputi, 1) menjelaskan fenomena secara ilmiah, 2) menyusun dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, 3) menginterpretasikan data dan bukti ilmiah menjadi representasi yang berbeda (OECD, 2023). Rendahnya skor literasi sains

menunjukkan pembelajaran sains di Indonesia masih belum mampu memberdayakan kompetensi-kompetensi tersebut, termasuk di dalamnya aspek keterampilan komunikasi ilmiah. Keterampilan ini sangat penting, terutama dalam mata pelajaran fisika yang mengharuskan peserta didik untuk memahami fenomena alam melalui konsep-konsep ilmiah yang kompleks dan mampu mengkomunikasinya dengan tepat.

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mengkaji berbagai fenomena dan gejala alam dengan menitikberatkan pada proses, hasil, dan sikap sains (Nurhaniah *et al.*, 2022). Ruang lingkup fisika sangat luas dan peserta didik perlu memahami dengan baik konsep yang terkandung di dalamnya. Pemahaman awal tentang konsep sangat penting untuk mencapai tujuan pembelajaran fisika (Maulida *et al.*, 2024). Pembelajaran fisika memerlukan keterampilan untuk menghubungkan fenomena alam dalam konsep-konsep dan menemukan bukti-bukti ilmiah untuk menemukan solusi dari suatu permasalahan (Afkarina *et al.*, 2024).

Fisika kerap kali dinilai sebagai mata pelajaran yang sulit untuk sebagian besar pelajar. Kesulitan ini dikarenakan banyaknya konsep yang bersifat abstrak, penggunaan rumus-rumus matematis, dan perhitungan yang memerlukan pemahaman sekaligus penghafalan (Nurhaniah *et al.*, 2022; Ady & Warliani, 2022; Vuztasari & Diyana, 2024). Salah satu topik dalam fisika

yang memuat banyak konsep abstrak dan rumus adalah termodinamika.

Termodinamika merupakan materi yang dikembangkan berdasarkan hasil eksperimen dan pengamatan empiris terhadap hubungan kalor, suhu, dan kerja. Karakteristik materi termodinamika memuat konsep yang abstrak dan berbagai macam representasi (Permadi, 2021). Materi fundamental ini merupakan kombinasi antara teori dan perhitungan, sehingga menuntut penguasaan konsep yang mendalam untuk memahaminya secara menyeluruh (Maulida *et al.*, 2024). Untuk menguasai materi termodinamika secara komprehensif diperlukan keterampilan di antaranya, pemahaman konseptual, kemampuan matematis, keterampilan ilmiah seperti mengamati, menginterpretasi data, dan menganalisis, keterampilan berpikir kritis untuk menyelesaikan masalah, dan keterampilan komunikasi ilmiah untuk menjelaskan hasil eksperimen.

Peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari materi termodinamika dikarenakan konsepnya terkesan abstrak dan sulit dipahami, kemampuan literasi yang rendah turut menyebabkan terjadinya miskonsepsi dan argumentasi yang keliru (Deke *et al.*, 2022; Pandiangan, 2024). Peserta didik sering kali kesulitan dalam menerapkan konsep fisika baik dalam penyelesaian soal maupun dalam kehidupan sehari-hari (Zainuddin *et al.*, 2021; Sari *et al.*, 2024; Yanti *et al.*, 2024). Pemahaman konsep yang kurang memadai turut mempengaruhi kemampuan dalam komunikasi

ilmiah. (Kadang, 2017; Paramita *et al.*, 2021). Kesulitan pada materi Termodinamika ditemukan dalam memahami konsep dasar seperti energi, perbedaan panas, suhu, dan kalor (Deke *et al.*, 2022), konsep tekanan, volume, pemahaman grafik dan hubungan antara variabel termodinamika, proses termodinamika, dan hukum termodinamika serta penerapannya dalam pemecahan masalah (Irmina & Hau, 2021; Maulida *et al.*, 2024; Safitri *et al.*, 2024). Oleh karena itu, materi termodinamika memerlukan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah yang baik agar konsep di dalamnya dapat disampaikan dengan baik secara lisan maupun tertulis.

Informasi yang diperoleh dari guru fisika SMA Negeri 3 Semarang diketahui bahwa sebagian besar peserta didik dalam mata pelajaran peminatan fisika masih menunjukkan pemahaman konsep yang belum optimal. Metode mengajar yang dominan digunakan oleh guru yaitu latihan soal dan ceramah, dengan aktivitas diskusi maupun praktikum yang hanya sesekali dilakukan. Situasi ini menyebabkan keterlibatan peserta didik dalam proses berpikir kritis dan konstruksi pemahaman menjadi terbatas, sehingga berdampak pada kurang optimalnya pemahaman konsep. Sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menjawab soal dan belum mampu menuliskan tahapan penyelesaian soal secara runtut. Peserta didik juga masih terkendala dalam menyajikan hasil data percobaan menjadi bentuk grafik. Kondisi ini mencerminkan rendahnya keterampilan

komunikasi ilmiah secara tertulis. Di sisi lain, beberapa peserta didik mampu menampilkan kemampuan komunikasi yang baik saat melakukan presentasi, misalnya dalam membuka dan mengikuti alur penyampaian materi. Namun, kemampuan dalam menyampaikan pengetahuan secara ilmiah masih memerlukan evaluasi lebih lanjut, seperti dalam aspek kejelasan konsep, penggunaan istilah fisika yang tepat, dan penyampaian gagasan secara logis dan sistematis.

Permasalahan dalam proses pembelajaran fisika menuntut penerapan strategi pembelajaran yang sesuai agar mampu mengoptimalkan kemampuan peserta didik (Husairi *et al.*, 2024). Salah satu strategi pembelajaran yang dapat digunakan yaitu model *Case Based Learning* (CBL). Model CBL merupakan pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik dan berbasis pada studi kasus nyata, di mana peserta didik terlibat aktif dalam menganalisis dan mendiskusikan permasalahan untuk menemukan solusi (Ayunda & Pratiwi, 2024). Melalui model ini, peserta didik didorong untuk belajar secara mandiri, berkolaborasi, berpikir kritis, mencari solusi berdasarkan data atau informasi yang ada, menyimpulkan, mengintegrasikan teori dengan praktik, dan mengkomunikasikan hasil pemikirannya dengan baik (Dewi *et al.*, 2022; Dewi & Rahayu, 2023). Pembelajaran yang demikian akan memicu semangat dan peran aktif peserta didik dalam pembelajaran.

Model CBL dipilih karena memiliki karakteristik pembelajaran yang berfokus pada analisis dan penerapan pengetahuan pada kasus-kasus nyata dalam konteks yang spesifik dan terstruktur. Model CBL mengarahkan peserta didik untuk menganalisis, menalar, dan membuat kesimpulan berdasarkan teori dan konsep yang dipelajari (Nababan & Sagala, 2023). CBL mengharuskan peserta didik memiliki pengetahuan awal untuk diaplikasikan dalam penyelesaian soal (Hopper, 2018). Sementara model *Problem Based Learning* (PBL) yang telah banyak digunakan, memiliki fokus pembelajaran dalam memecahkan masalah nyata yang kompleks dan terbuka, sehingga pembelajaran lebih fleksibel. Model PBL menekankan pada proses pemecahan masalah melalui investigatif, di mana peserta didik didorong untuk menemukan solusi secara mandiri tanpa harus memiliki pengetahuan awal terlebih dahulu. PBL bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan persoalan (Ardianti *et al.*, 2021). CBL bertujuan untuk memahami konsep dan menerapkannya, sehingga relevan untuk mengembangkan pemahaman konsep peserta didik (Dayu *et al.*, 2022). Model CBL juga memfasilitasi peserta didik untuk mempresentasikan hasil analisis kasus sehingga mampu mendukung pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik.

Pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered*) memerlukan adanya pengendalian yang tepat, salah

satunya melalui penggunaan bahan ajar yang mendukung. Salah satu bentuk bahan ajar yang efektif dan sistematis adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD yang disusun secara terstruktur dapat menunjang aktivitas peserta didik dalam memahami materi, meningkatkan keterlibatan aktif, serta membina kemampuan komunikasi yang baik selama proses pembelajaran. (Purnamasari *et al.*, 2020). Penggunaan LKPD dapat membantu peserta didik untuk menemukan kembali konsep dengan adanya materi dan kasus yang disajikan sehingga cocok untuk membangun pemahaman konsep (Rahmatin *et al.*, 2022).

Implementasi Model CBL berbantuan LKPD selain bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika, juga ditujukan untuk menumbuhkan keterampilan peserta didik dalam menyampaikan gagasan ilmiah secara runtut dan logis. Pembelajaran ini dirancang untuk mengatasi berbagai kendala dalam pembelajaran, khususnya rendahnya pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah. Lebih dari itu, model ini dinilai mampu menjadi alternatif yang efektif dalam meningkatkan peran aktif peserta didik dalam proses belajar, penguasaan konsep, dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, implementasi model CBL berbantuan LKPD dapat menjadi solusi yang tepat dalam mengembangkan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah serta menciptakan pembelajaran fisika yang lebih bermakna dan berfokus pada peserta didik.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, peneliti mengidentifikasi beberapa masalah yang ditemukan dalam proses pembelajaran fisika, di antaranya sebagai berikut.

1. Pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada mata pelajaran fisika masih belum optimal.
2. Metode pembelajaran yang telah digunakan belum sepenuhnya mengatasi masalah rendahnya pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik.
3. Salah satu materi fisika yang dinilai sulit karena mengandung banyak konsep abstrak dan perhitungan yaitu materi termodinamika.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, peneliti memberikan batasan masalah untuk memfokuskan arah penelitian. Pembatasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Keterampilan komunikasi ilmiah yang dikaji yaitu pada aspek penyampaian informasi meliputi *scientific writing, information representation, dan knowledge presentation*.
2. Materi termodinamika yang dikaji pada subbab konsep dasar Termodinamika, hukum-hukum tentang gas, gas nyata dan gas ideal, serta proses-proses Termodinamika.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Apakah pemahaman konsep peserta didik dengan model *Case Based Learning* berbantuan LKPD lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model *Problem Based Learning* pada materi Termodinamika?
2. Apakah keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dengan model *Case Based Learning* berbantuan LKPD lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model *Problem Based Learning* pada materi Termodinamika?
3. Apakah implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi Termodinamika?
4. Apakah implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD mampu meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada materi Termodinamika?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengidentifikasi apakah pemahaman konsep peserta didik dengan model *Case Based Learning* berbantuan LKPD lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model *Problem Based Learning* pada materi Termodinamika.
2. Untuk mengidentifikasi apakah keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dengan model *Case Based Learning*

berbantuan LKPD lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model *Problem Based Learning* pada materi Termodinamika.

3. Untuk menganalisis peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD pada materi Termodinamika.
4. Untuk menganalisis peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik setelah implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD pada materi Termodinamika.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat dirasakan semua pihak, di antaranya sebagai berikut.

1. Bagi Peneliti
 - a. Memberikan pengalaman dalam merancang dan mengimplementasikan model CBL berbantuan LKPD untuk mendukung pemahaman konsep fisika serta penerapannya.
 - b. Menambah pengetahuan dan wawasan dalam melaksanakan penelitian terkait implementasi model CBL berbantuan LKPD dalam mengoptimalkan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik.

- c. Mengidentifikasi tantangan dan peluang dalam penerapan model CBL berbantuan LKPD dalam proses pembelajaran.

2. Bagi Guru

- a. Menjadi pedoman dalam penerapan model pembelajaran yang bertujuan meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik.
- b. Mendorong guru untuk mengembangkan pendekatan pembelajaran yang lebih kreatif, inovatif, dan interaktif.
- c. Memberikan pemahaman mengenai cara mengevaluasi peningkatan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi melalui instrumen yang sesuai.
- d. Menjadi sumber inspirasi dalam pengembangan model pembelajaran serupa pada topik atau materi lain.

3. Bagi Peserta Didik

- a. Meningkatkan partisipasi aktif peserta didik dalam kegiatan pembelajaran fisika.
- b. Membantu dalam memperkuat pemahaman konsep serta kemampuan menyampaikan gagasan ilmiah secara efektif.
- c. Memberikan panduan melalui LKPD untuk mengorganisasi informasi dan menyelesaikan permasalahan berbasis kasus yang diberikan selama pembelajaran.

4. Bagi Peneliti Lain

- a. Menyediakan referensi bagi peneliti lainnya di masa mendatang berkaitan dengan model CBL berbantuan LKPD.
- b. Dapat dijadikan dasar untuk menguji efektivitas model serupa di mata pelajaran lain atau jenjang pendidikan yang berbeda, sehingga memperluas jangkauan kajian dalam bidang pendidikan.
- c. Memperkaya pengetahuan dan pemahaman terkait objek kajian yang diteliti.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Model *Case Based Learning* (CBL)

Case Based Learning (CBL) disebut juga sebagai *Case Study Teaching* (Pengajaran Studi Kasus) dan *Case Method Learning* (Pembelajaran Metode Kasus). Model ini pertama kali diperkenalkan oleh James Lorrain Smith, Profesor Patologi di Universitas Edinburgh dalam pengajaran patologi pada tahun 1912 (Thistlethwaite *et al.*, 2012). *Case Method* ini kemudian diadopsi pertama kali di Harvard Business School (HBS) pada tahun 1920 hingga sekarang.

Case Based Learning (CBL) merupakan salah satu model pembelajaran yang menerapkan pendekatan *Student Centered Learning* (SCL). Pembelajaran ini mendorong partisipasi aktif, minat belajar, dan memotivasi peserta didik untuk meningkatkan keterampilan belajar mandiri (Simbolon, 2022). CBL adalah pembelajaran berbasis kasus yang mengarahkan peserta didik untuk menyelidiki dan menyelesaikan masalah berdasarkan kasus-kasus yang disajikan (Agustin *et al.*, 2024). Menurut Ertmer & Russel dalam Stanley (2019) dalam Nababan & Sagala (2023), *Case Based Learning* didefinisikan sebagai model pembelajaran yang mengharuskan peserta didik berperan aktif dalam

penyelesaian kasus nyata, merefleksikan beberapa pengalaman yang ditemui dalam disiplin ilmu yang dipelajari.

CBL mengharuskan peserta didik untuk memecahkan kasus, menyusun kesimpulan atau keputusan tentang kasus yang relevan dengan kehidupan nyata. CBL mensyaratkan peserta didik untuk memiliki pengetahuan tentang materi yang akan berguna untuk menganalisis kasus. Model pembelajaran ini mampu mendorong peserta didik untuk aktif berpendapat karena peserta didik dilibatkan secara intens dalam diskusi dengan sesama.

Peserta didik diberikan kasus spesifik dalam pembelajaran CBL yang mengharuskan mereka terlibat secara langsung dalam menganalisis kasus sesuai sudut pandang dan pengetahuan yang dimilikinya (Nababan & Sagala, 2023; Wijnia *et al.*, 2024). Kasus-kasus yang diangkat dalam CBL sering melibatkan masalah realistik dalam kehidupan sehari-hari yang memerlukan solusi atau penjelasan (Wijnia *et al.*, 2024). Guru akan berperan sebagai fasilitator dan moderator selama proses pembelajaran agar peserta didik lebih leluasa mengembangkan kemampuannya dan memaksimalkan pemahaman konsep terhadap materi pembelajaran yang terkandung dalam kasus (Agustin *et al.*, 2024).

Baeten *et al.* (2013) menuliskan CBL dicirikan dengan empat fitur yaitu, 1) keterlibatan aktif siswa untuk membangun pengetahuan mereka sendiri dengan memilih,

menafsirkan, dan menerapkan informasi untuk memecahkan atau menjelaskan kasus; 2) guru adalah fasilitator pembelajaran; 3) penggunaan tugas otentik; dan 4) pembelajaran dalam bentuk diskusi kasus kolaboratif. Adapun menurut Wijnia *et al.*, (2024) karakteristik CBL meliputi siswa mempersiapkan kasus sebelumnya, siswa menerapkan pengetahuan yang dimiliki untuk memecahkan atau menjelaskan kasus, guru berperan sebagai fasilitator, diskusi kasus kolaboratif, dan biasanya tidak ada belajar mandiri setelah sesi berakhir.

Indikator yang terdapat pada pembelajaran CBL yaitu 1) konsep dasar; 2) penetapan kasus; 3) pembelajaran mandiri; 4) kolaborasi pengetahuan; 5) penguasaan (Simbolon, 2022). Berikut langkah-langkah dalam model *Case Based Learning* (Afifah, 2020; Azzahra, 2017):

- 1) Membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok kecil.
- 2) Menetapkan kasus, yaitu memilih kasus yang relevan dengan materi dan tujuan pembelajaran.
- 3) Menganalisis kasus, yaitu peserta didik menganalisis kasus dengan mendiskusikan kasus secara berkelompok.
- 4) Menemukan informasi secara mandiri, di mana peserta didik mengumpulkan informasi dan literatur yang sesuai dengan kasus.

- 5) Menyelesaikan kasus, di mana peserta didik menentukan penyelesaian yang tepat untuk kasus.
- 6) Membuat kesimpulan, yaitu peserta didik menyusun kesimpulan berdasarkan jawaban yang telah didiskusikan bersama.
- 7) Presentasi, yaitu kelompok menyampaikan hasil diskusi yang telah disepakati.
- 8) Perbaikan, yaitu dengan pemberian evaluasi dan konfirmasi jawaban oleh guru.

Keunggulan dari *Case Based Learning* yaitu sebagai berikut (Nababan & Sagala, 2023; Dharmayanthi, 2023):

- a. dapat mengembangkan kemampuan analitis;
- b. mengembangkan kemampuan berpikir kritis tentang situasi kompleks dan mengambil keputusan yang tepat untuk dilakukan;
- c. mengembangkan kemampuan mengaplikasikan teori dengan kenyataan di lapangan;
- d. mengembangkan pengetahuan diri;
- e. kemandirian dalam pencarian informasi dan penyelesaian masalah;
- f. meningkatkan kepercayaan diri, antusiasme, dan kerja sama dalam kelompok;
- g. mengembangkan kemampuan komunikasi (presentasi);
- h. membandingkan dan mengevaluasi pandangan milik pribadi dengan milik orang lain;

- i. membantu proses *knowledge transmission*, dan;
- j. menjadi jembatan penghubung antara teori dan praktik atau konsep dengan realitas.

Beberapa kekurangan dari model *Case Based Learning* yaitu tidak semua materi atau informasi dapat disampaikan kepada peserta didik, bila dibandingkan dengan pembelajaran dengan metode ceramah. CBL tidak efektif untuk menyampaikan materi yang terlalu banyak, karena fokus pembelajaran adalah pada kasus-kasus yang relevan dengan materi. Pembelajaran ini menyajikan struktur masalah atau kasus dan peran guru akan sangat berpengaruh pada kemampuan siswa (Azzahra, 2017). Penyusunan kasus yang baik dan peran guru yang tepat sangat diperlukan untuk keberhasilan pembelajaran CBL.

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah bahan ajar yang berupa lembaran-lembaran terdiri atas panduan tugas untuk dikerjakan oleh peserta didik agar tercipta proses pembelajaran yang diharapkan (Armanda & Putra, 2023). LKPD berisi tahapan sistematis dalam menyelesaikan tugas sesuai dengan hasil belajar yang hendak dicapai (Makiyah & Septiana, 2024). Menurut Depdiknas (2008) LKPD adalah lembaran-lembaran yang di dalamnya berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik sesuai dengan target kompetensi yang akan dicapai. Maka dapat disimpulkan bahwa LKPD

merupakan bahan ajar berupa lembaran yang berisi tugas dengan langkah-langkah pengerjaan untuk mencapai kompetensi tertentu.

LKPD tidak hanya berisi tugas-tugas, namun juga dilengkapi dengan petunjuk, ringkasan materi, dan tahapan-tahapan penyelesaian tugas. Berikut komponen yang harus ada pada LKPD menurut Daryanto dan Dwicahyono dalam Izzah *et al.* (2024).

- a. Judul, mata pelajaran, semester, dan komponen identitas lainnya yang diperlukan
- b. Petunjuk penggunaan LKPD
- c. Komponen capaian dalam pembelajaran
- d. Informasi yang relevan atau materi pendukung
- e. Tugas-tugas dan langkah kerja
- f. Penilaian

LKPD berfungsi sebagai bahan ajar yang menuntun peserta didik mendalami materi pembelajaran, mengemukakan pendapat, dan membuat kesimpulan. LKPD berperan dalam memfasilitasi peserta didik untuk memahami dan mengonstruksi suatu konsep, prinsip, maupun prosedur tertentu (Kosasih, 2021). Beberapa fungsi lainnya dari LKPD dalam pembelajaran meliputi (Armanda & Putra, 2023; Izzah *et al.*, 2024):

- a. meningkatkan keaktifan siswa dalam pembelajaran;
- b. membantu mengembangkan konsep;

- c. berfungsi sebagai panduan bagi guru dan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung;
- d. alat bantu untuk mendapatkan tambahan informasi dan catatan materi dalam pembelajaran; dan
- e. mengasah keterampilan peserta didik dalam berkomunikasi secara verbal dan tertulis.

Adanya LKPD berperan dalam mendorong pembelajaran yang lebih aktif dan berfokus pada peserta didik (*student centered*). Penggunaan LKPD memberikan beberapa manfaat, baik bagi guru maupun peserta didik, yaitu sebagai berikut (Kosasih, 2021).

- a. Meningkatkan partisipasi aktif dan motivasi belajar peserta didik dengan mengarahkan mereka belajar secara mandiri sesuai kemampuan dan minat.
- b. Memperjelas penyampaian informasi dalam pembelajaran guna kelancaran proses belajar dan mendorong peningkatan hasil belajar.
- c. Mengatasi keterbatasan jangkauan oleh indra, ruang, dan waktu saat proses pembelajaran.
- d. Mempermudah guru dalam menyusun dan mengelola pembelajaran.
- e. Membantu peserta didik mencapai kompetensi pembelajaran.

3. Pemahaman Konsep

Memahami berarti mengerti atau mengetahui dengan benar akan sesuatu hal. Anderson & Krathwohl, (2001) menuliskan bahwa peserta didik digolongkan memahami yaitu ketika mereka dapat mengonstruksi makna dari informasi instruksional, termasuk komunikasi tulisan, lisan, dan grafis. Peserta didik juga dikatakan telah memahami apabila mereka mampu menciptakan hubungan antara pengetahuan yang baru didapatkan dengan pengetahuan yang akan diperoleh serta pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Pengetahuan baru tersebut diintegrasikan dengan kerangka berpikir dan skema kognitif yang sudah terbentuk.

Istilah konsep menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) ialah rancangan, gagasan atau pengertian yang diabstrakkan dari peristiwa nyata, gambaran mental suatu objek, proses, atau segala apa yang di luar bahasa dan digunakan oleh akal pikiran untuk memahami berbagai macam hal. Konsep adalah bagian bangunan untuk kerangka kerja kognitif, sehingga pengetahuan konseptual menyumbangkan dasar untuk terbentuknya pemahaman (Anderson & Krathwohl, 2001). Berbagai konsep yang ada dalam pembelajaran disusun secara sistematis. Konsep pertama yang diajarkan akan menjadi landasan untuk memahami konsep-konsep berikutnya (Riwanto *et al.*, 2019). Beberapa karakteristik konsep menurut Dahar (1996) dalam

Maknun, (2020) yaitu, 1) merupakan pemikiran milik individu atau sekelompok orang, 2) hadir sebagai produk dari pengalaman manusia yang berasal lebih dari satu kejadian atau fakta, 3) menggambarkan hasil dari pemikiran abstrak manusia yang mengikhtisarkan berbagai pengalaman, 4) konsep merupakan penghubung atau pola fakta, 5) dianggap tidak tepat apabila muncul fakta terbaru sehingga konsep yang relevan perlu mengalami perkembangan.

Pemahaman konsep adalah kemampuan peserta didik untuk menjelaskan definisi, karakteristik, esensi, inti, dan konten menggunakan kalimat mereka, tanpa mengubah maknanya (Maknun, 2020). Pemahaman konsep menjadi dasar dalam memahami materi pelajaran sehingga dapat mendorong perkembangan aspek keterampilan lainnya. Proses kognitif yang termasuk dalam kategori memahami mencakup menafsirkan, menjelaskan, mencontohkan, mengklasifikasikan, membandingkan, meringkas, dan menyimpulkan (Anderson & Krathwohl, 2001).

Pemahaman konsep menurut Bloom (1956) yaitu kemampuan menangkap pesan harfiah yang terkandung dalam komunikasi dan mengubah komunikasi dalam pikirannya ke beberapa bentuk yang lebih bermakna. Terdapat tiga indikator pemahaman konsep yang dirumuskan oleh Bloom yaitu translasi, interpretasi, dan ekstrapolasi.

- a. *Translation* (Translasi) yaitu kemampuan menempatkan komunikasi dalam istilah lain atau dalam bentuk komunikasi lain. Hal ini melibatkan pemberian makna pada berbagai bagian dari komunikasi. Translasi merupakan kemampuan menerjemahkan konsep abstrak menjadi suatu yang konkret, dan kemampuan mengubah hubungan yang diekspresikan dalam simbol, gambar, tabel, diagram, atau grafik ke dalam bentuk verbal. Kata kerja operasional yang digunakan yaitu menerjemahkan, mengubah, mengilustrasikan, memberikan definisi, dan menjelaskan kembali (Asyhari & Haryanti, 2020).
- b. *Interpretation* (Interpretasi) yaitu menyusun ulang ide-ide menjadi konfigurasi baru, termasuk mengenali hal-hal penting, perbedaannya, keterkaitan, dan generalisasi. Interpretasi mencakup kemampuan mengidentifikasi ide utama dan memahami hubungan timbal baliknya, kemudian menyusun ulang sehingga memperoleh ide yang lebih besar dan umum. Kata kerja operasional yang digunakan yaitu menjelaskan, menggambarkan, dan menginterpretasikan (Puspitasari & Febrinita, 2020).
- c. *Extrapolation* (Ekstrapolasi) yaitu membuat estimasi atau prediksi berdasarkan pengetahuan, kecenderungan, atau kondisi yang dijelaskan. Ekstrapolasi berarti menyimpulkan berdasarkan sesuatu yang telah diperoleh. Kata kerja yang dapat dipergunakan di antaranya

memperhitungkan, menentukan, menyimpulkan, memprediksi, menduga, membedakan, dan mengisi (Asyhari & Hariyanti, 2020).

4. Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Manusia dihadapkan pada kemajuan dan inovasi teknologi yang pesat dalam semua aspek kehidupan masa kini. Era *society 5.0* perlu dihadapi dengan mempersiapkan sumber daya manusia yang adaptif dengan tuntutan zaman. Keterampilan 4C (*Critical Thinking, Communication, Creative Thinking, dan Collaboration*) abad 21 merupakan *softskill* yang implementasi kesehariannya sangat bermanfaat bagi manusia, salah satunya adalah keterampilan komunikasi (Arnyana, 2019). Tujuan utama komunikasi yaitu memberikan informasi agar dapat dimengerti oleh penerima. Keterampilan komunikasi meliputi pemahaman terhadap informasi yang disampaikan dan kemampuan mengekspresikan gagasan, ide, atau konsep secara jelas dan efektif, menggunakan bahasa lisan atau tertulis (Zubaidah, 2018).

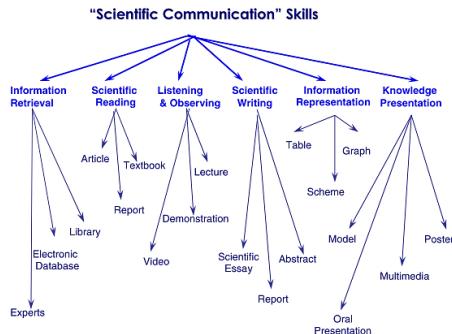
Komunikasi dalam sains akan memudahkan ilmuwan membagikan pengetahuan dalam memahami sifat dan fenomena alam (Pratiwi *et al.*, 2020). Adanya komunikasi ilmiah menjadi cara untuk menghubungkan sains dengan sosial dan memudahkan akses sains kepada masyarakat umum. Komunikasi ilmiah merupakan proses dalam

mentransmisi ide, informasi, emosi, dan keterampilan dalam menerjemahkan simbol sehingga terbentuk proses interaksi sosial yang berhubungan dengan berbagai kegiatan penyelidikan atau penelitian, khususnya dalam kegiatan pembelajaran (Pramesti, 2020). Keterampilan komunikasi ilmiah memiliki sejumlah aspek, mengacu pada keterampilan proses sains aspek tersebut di antaranya yaitu kemampuan memahami dan mempresentasikan informasi dalam bentuk lain berupa tabel, grafik, atau diagram, menjelaskan hasil eksperimen, memberikan laporan secara jelas dan runtut, melakukan interpretasi terhadap data dan informasi, mengkorelasikan hasil observasi guna memperoleh kesimpulan, dan memahami pola dari fenomena alam (Nurlaelah *et al.*, 2020).

Keterampilan komunikasi ilmiah sangat berhubungan dengan aktivitas penelitian terhadap suatu peristiwa melalui metode ilmiah untuk mengolah informasi dalam rangka memahami suatu konsep (Pramesti *et al.*, 2020). Komunikasi ilmiah memiliki beberapa fungsi antara lain, 1) untuk mengomunikasikan hasil penelitian, 2) membantu dalam penelitian, pengajaran, dan pengambilan keputusan, dan 3) menyampaikan perasaan (Pratiwi *et al.*, 2020). Komunikasi ilmiah yang efektif juga dapat membantu menghindari kesalahpahaman dan miskomunikasi dalam pembelajaran (Putri *et al.*, 2022). Komunikasi ilmiah pada pembelajaran

fisika akan memberikan ruang kepada siswa untuk bertukar pengetahuan sehingga menyadarkan mereka bahwa materi fisika yang abstrak dapat mudah dipahami (Pratiwi *et al.*, 2020). Oleh sebab itu keterampilan komunikasi ilmiah menjadi sangat krusial untuk dimiliki oleh peserta didik.

Levy *et al.* (2009) menjelaskan bahwa komunikasi ilmiah merupakan serangkaian proses untuk memperoleh keterampilan belajar tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*) yang mencakup *information retrieval, scientific reading, listening and observation, scientific writing, information representation, dan knowledge presentation*. Keenam indikator tersebut dapat diamati pada Gambar 2. 1. Tiga indikator berfungsi untuk memperoleh informasi melalui sumber ilmiah yaitu *information retrieval, scientific reading, dan listening and observing*. Tiga indikator lainnya berfungsi untuk memberikan informasi secara ilmiah yaitu *scientific writing, information representation, dan knowledge presentation*.



Gambar 2. 1 Keterampilan Komunikasi Ilmiah dan Contoh
(Levy *et al.*, 2009)

a. Pencarian Informasi (*Information Retrieval*)

Information retrieval adalah kemampuan untuk mencari dan menggunakan sumber informasi yang relevan dan reliabel. Sumber informasi yang valid dan terpercaya dapat diperoleh melalui buku ilmiah, jurnal, artikel ilmiah, wawancara dengan ahli, pangkalan data elektronik, dan perpustakaan (Riswandani & Safrina, 2024). Saat ini sumber informasi sangat banyak, sehingga peserta didik memerlukan kemampuan untuk dapat mengakses dan memilih sumber informasi yang tepat secara efektif (Rohmawati, 2022). Kegiatan mengakses sumber informasi melalui jurnal ilmiah membantu peserta didik mengenal bacaan ilmiah yang mendorong perkembangan pengetahuan mereka.

b. Membaca Ilmiah (*Scientific Reading*)

Membaca adalah suatu proses untuk memperoleh informasi yang hendak disampaikan penulis melalui tulisan. Kemampuan untuk memahami makna bacaan dengan cepat, akurat, efektif dan efisien disebut keterampilan membaca (Irhamna *et al.*, 2024). Membaca ilmiah atau *scientific reading* merupakan kemampuan dalam membaca bacaan ilmiah seperti artikel ilmiah, laporan, majalah, atau buku berbasis sains (Riswandani & Safrina, 2024). Keterampilan ini berfokus pada membaca artikel ilmiah dan memahami dengan baik struktur buku referensi, laporan ilmiah, dan berita (Levy *et al.*, 2008). Kegiatan membaca dibedakan menjadi dua tahapan pokok yaitu, membaca selektif (memindai artikel dengan cepat) dan membaca mendalam. Melalui teknik *first glance*, peserta didik dengan membaca sekilas secara cepat untuk menilai dan memilih sumber informasi yang sesuai dengan tujuan penulisan.

c. Mendengar dan Mengamati (*Listening and Observing*)

Listening and observing adalah keterampilan yang berguna dalam mendapatkan informasi dengan mengandalkan indra yaitu melalui pendengaran dan pengamatan. Aktivitas ini dapat dilakukan dengan metode pengamatan video, demonstrasi, dan proses pembelajaran (Riswandani & Safrina, 2024). Allah SWT telah

menganugerahkan manusia berupa pendengaran dan penglihatan sebagai perangkat untuk memperoleh pengetahuan, sebagaimana dijelaskan dalam kitab suci Al-Qur'an yaitu Surah An-Nahl ayat 78.

وَاللَّهُ أَخْرَجَكُمْ مِّنْ بُطُونِ أُمَّهَّتُكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ
وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْيَدَةَ لَا عَلَّمْتُمْ تَشْكُرُونَ ﴿٧٨﴾

Artinya: "Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun dan Dia menjadikan bagi kamu pendengaran, penglihatan, dan hati nurani agar kamu bersyukur."

Tafsir ayat ini adalah manusia tidak mengetahui sesuatu apa pun sebelum dikeluarkan dari perut Ibunya. Setelah dikeluarkan, Allah memberikan kemampuan pendengaran, penglihatan, dan hati (akal) untuk memperoleh ilmu. Maka Allah memberikan nikmat tadi agar manusia bersyukur kepada Allah (Amarodin, 2021). Keterampilan dalam mendengar dan mengamati penting dalam proses pengumpulan data dan pemahaman informasi atau konsep ilmiah selama proses pembelajaran. Keterampilan ini sangat diperlukan dalam menghadapi berbagai metode pembelajaran mulai dari ceramah, diskusi, demonstrasi, simulasi, hingga praktikum, serta metode lainnya.

d. Menulis Ilmiah (*Scientific Writing*)

Informasi dari berbagai sumber yang telah diperoleh dan dipahami, selanjutnya dituliskan agar dapat diterima dan

dipahami oleh orang lain. *Scientific writing* merupakan keterampilan menulis akademis dalam bentuk esai, laporan, abstrak, dan artikel ilmiah (Riswandani & Safrina, 2024). Menulis ilmiah adalah suatu gaya penulisan yang bertujuan untuk menyebarkan informasi ilmiah secara objektif, singkat, dan efektif (Bresch & Flaherty, 2020).

e. Representasi Informasi (*Information Representation*)

Information representation adalah keterampilan untuk merepresentasikan atau menyajikan kembali suatu informasi yang didapatkan ke dalam berbagai bentuk yang berbeda berupa gambar/ ilustrasi, tabel, bagan, maupun grafik (Riswandani & Safrina, 2024). Tujuan dari representasi informasi adalah untuk mempermudah audiens memahami hubungan antardata. Data yang telah diperoleh selanjutnya diolah dan disajikan dalam format yang tepat sehingga menjadi informasi yang bermakna dan relevan.

f. Presentasi Pengetahuan (*Knowledge Presentation*)

Knowledge presentation adalah keterampilan untuk mempresentasikan pengetahuan yang diperoleh dengan cara presentasi lisan, pembuatan poster ilmiah, presentasi berbasis multimedia, atau penggunaan model (Riswandani & Safrina, 2024). Tujuan dari presentasi pengetahuan yaitu untuk menyampaikan temuan ilmiah

secara jelas dan efisien. Kemampuan ini mencakup penggunaan teknik komunikasi yang tepat dan alat bantu presentasi untuk menjelaskan konsep ilmiah yang kompleks secara sederhana sehingga mudah dipahami.

5. Termodinamika

Termodinamika merupakan salah satu materi fundamental dalam mata pelajaran fisika. Capaian pembelajaran fisika fase F pada elemen pemahaman fisika untuk materi termodinamika adalah peserta didik mampu mengimplementasikan prinsip dan konsep termodinamika serta berbagai perubahannya dalam mesin kalor (Kemendikbudristek, 2022). Tujuan pembelajaran materi termodinamika menurut Radjawane *et al.*, (2022) yaitu peserta didik mampu menggunakan teori kinetik gas guna menganalisis besaran-besaran gas, menganalisis hukum-hukum gas yang menjadi dasar persamaan gas ideal, dan menganalisis berbagai proses termodinamika. Selanjutnya peserta didik diharapkan mampu mengaplikasikan Hukum I Termodinamika untuk menyelesaikan permasalahan dalam konteks kehidupan nyata, membedakan ketiga bentuk pernyataan Hukum II Termodinamika, serta memahami prinsip kerja dan efisiensi mesin kalor dan pompa kalor.

a. Konsep Dasar Termodinamika

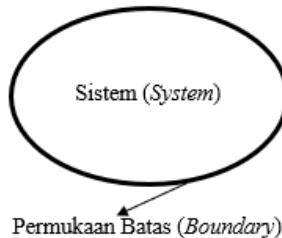
Termodinamika secara etimologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *therme* (kalor) dan *dynamics* (gaya atau

gerak). Termodinamika secara terminologi adalah ilmu yang mengkaji tentang energi dan perubahannya serta hubungannya dengan besaran-besaran fisis materi (Sulistiyati, 2009). Sistem termodinamika adalah suatu perangkat atau kombinasi perangkat yang mengandung kuantitas materi yang akan dipelajari (Borgnakke & Sonntag, 2013). Tugas termodinamika adalah menentukan besaran fisika yang sesuai untuk mencirikan sifat makroskopis suatu materi melalui cara yang jelas mungkin dan mengaitkan besaran-besaran tersebut melalui persamaan yang valid secara universal (Greiner *et al.*, 1995).

Sistem termodinamika dianalisis dengan menentukan sistem, lingkungan, dan permukaan batas. Pendefinisian yang akurat digunakan istilah volume kontrol (*control volume*) yang berisi materi dan perangkat yang berada di dalam permukaan kontrol (*control surface*). Volume kontrol kemudian digeneralisasi dengan istilah sistem (*system*) (Borgnakke & Sonntag, 2013). Sedangkan permukaan kontrol adalah permukaan yang membatasi sistem dengan lingkungan atau disebut juga sebagai permukaan batas (*boundary*). Permukaan batas dapat berwujud permukaan nyata atau imajinasi yang bergerak maupun diam (Haryanto, 2016). Kemudian lingkungan (*surrounding*) yaitu segala sesuatu

yang berada di luar sistem dan memiliki pengaruh langsung pada besaran di dalam sistem. Bagian-bagian dalam sistem termodinamika tersebut dapat diamati pada Gambar 2. 2.

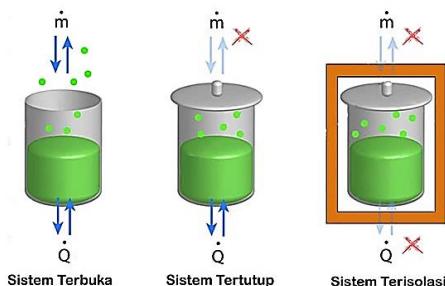
Lingkungan (*Surroundings*)



Gambar 2. 2 Sistem, Lingkungan, dan Permukaan Batas
(Haryanto, 2016)

Sistem dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan interaksi antara sistem dengan lingkungan, yaitu sistem terbuka, sistem tertutup, dan sistem terisolasi (Greiner *et al.*, 1995). Sistem terbuka (*open system*) adalah sistem di mana terjadi pertukaran partikel dan energi dengan lingkungan melalui permukaan batas. Sistem tertutup (*closed system*) adalah sistem di mana hanya terjadi pertukaran energi dengan lingkungan dan tidak terjadi pertukaran partikel. Sistem tertutup memiliki massa yang tetap sepanjang waktu yang juga diistilahkan dengan massa kontrol (*control mass*) (Borgnakke & Sonntag, 2013). Sistem terisolasi (*isolated system*) adalah sistem di mana tidak terjadi perpindahan

partikel maupun energi antara sistem dengan lingkungan. Ilustrasi ketiga jenis sistem termodinamika tersebut ditunjukkan pada Gambar 2. 3.



Gambar 2. 3 Sistem Termodinamika (Pratama, 2023)

Sistem termodinamika mempunyai besaran-besaran makroskopis yang dapat dijelaskan secara mikroskopis. Pengukuran terhadap besaran-besaran tersebut dapat dilakukan secara langsung atau pun tidak langsung pada saat kondisi sistem berada dalam kondisi kesetimbangan dengan lingkungan. Kondisi ketika sistem berada dalam kesetimbangan mengenai semua kemungkinan perubahan maka sistem disebut berada dalam kesetimbangan termodinamika (Borgnakke & Sonntag, 2013). Besaran sistem merupakan ciri umum dari sistem yang memiliki nilai. Beberapa besaran sistem yang telah dikenal seperti tekanan, suhu, volume, dan massa.

Besaran termodinamika dapat diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu intensif dan ekstensif (Greiner

et al., 1995). Besaran intensif adalah besaran yang tidak bergantung pada massa. Contoh besaran intensif yaitu suhu, tekanan, dan massa jenis. Sedangkan besaran ekstensif bervariasi menurut ukuran sistem atau bergantung pada massa. Contohnya massa, volume, energi dalam, dan energi total. Jika sejumlah materi berada dalam keadaan tertentu kemudian dibagi menjadi dua bagian yang sama, maka masing-masing bagian akan memiliki nilai besaran intensif yang sama dengan aslinya dan memiliki setengah dari nilai besaran ekstensif. Besaran ekstensif per satuan massa adalah besaran intensif atau disebut besaran spesifik. Contohnya volume spesifik, energi dalam spesifik, dan energi total spesifik (Haryanto, 2016).

b. Hukum-Hukum Gas

Gas adalah salah satu dari tiga jenis wujud zat yang dapat dengan cepat menempati ruang dan memuoi. Perilaku gas sebagai molekul tunggal memberikan informasi sifat makroskopis dalam struktur mikroskopis. Perilaku gas dalam keadaan tertentu dijelaskan melalui hukum-hukum tentang gas.

1) Hukum Boyle

Hukum Boyle terkadang disebut juga hukum Boyle-Mariotte) ditemukan secara eksperimental oleh Robert Boyle (1627–1691) fisikawan Irlandia pada

tahun 1662 dan secara independen oleh Edme Mariotte (1620-1684) fisikawan Prancis pada tahun 1676 (Blundell & Blundell, 2006). Hukum Boyle mempelajari hubungan antara tekanan (p) dengan volume (V) dari gas ideal dalam sistem tertutup. Hasil eksperimen Boyle menunjukkan bahwa ketika suhu gas konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya (Riana & Anggini, 2024). Artinya tekanan suatu gas akan meningkat apabila volumenya berkurang, begitu pun sebaliknya. Persamaan Hukum Boyle dituliskan seperti pada Persamaan (2.1) dan (2.2).

$$p \propto \frac{1}{V} \quad (2.1)$$

$$pV = \text{konstan} \quad (2.2)$$

Dengan,

p = tekanan gas mula-mula (atm, cmHg, N/m², Pa),

V = volume gas mula-mula (m³, cm³)

2) Hukum Charles

Jacques Alexandre César Charles (1746 – 1823), ilmuwan asal Prancis yang mengkaji tentang hubungan volume (V) dengan suhu (T) pada gas ideal dan dalam sistem tertutup. Eksperimen Charles pada tahun 1787 mengungkapkan bahwa pada tekanan dan jumlah mol tetap, maka volume gas berbanding lurus

dengan suhu mutlak (Riana & Anggini, 2024). Secara matematis hukum Charles dapat dituliskan pada Persamaan (2.3) dan (2.4)

$$V \propto T \quad (2.3)$$

$$\frac{V}{T} = \text{konstan} \quad (2.4)$$

3) Hukum Gay-Lussac

Joseph Louis Gay-Lussac (1778 – 1850), seorang fisikawan Prancis yang mengkaji hubungan antara tekanan (p) dengan suhu (T) dari gas ideal dalam bejana tertutup. Pada tahun 1809 Gay-Lussac menemukan apabila volume gas ideal dengan massa tertentu dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu absolutnya (Riana & Anggini, 2024). Secara matematis hukum Gay-Lussac dapat dituliskan pada Persamaan (2.5) dan (2.6).

$$p \propto T \quad (2.5)$$

$$\frac{p}{T} = \text{konstan} \quad (2.6)$$

4) Hukum Avogadro

Amedeo Carlo Avogadro (1776-1856), ilmuwan Italia yang melakukan eksperimen untuk menemukan hubungan antara volume gas (V) dengan jumlah mol zat (n) gas ideal pada keadaan tertentu. Hukum Avogadro menjelaskan bahwa pada kondisi suhu dan

tekanan sama suatu gas ideal yang memiliki volume yang sama juga akan mempunyai jumlah molekul yang sama. Secara matematis hukum Avogadro diberikan oleh Persamaan (2.7).

$$\frac{V}{n} = \text{konstan} \quad (2.7)$$

c. Gas Nyata dan Gas Ideal

Gas yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari merupakan gas nyata sedangkan gas ideal adalah gas yang bersifat teoritis. Model gas ideal dikembangkan untuk mengkaji perilaku gas sehingga membantu dalam penentuan besaran-besaran gas sebagai sistem dalam kondisi tertentu. Persamaan keadaan yang mewakili hubungan antara p , V , T dan n pada setiap waktu untuk gas nyata secara akurat dapat digunakan persamaan Van der Waals yang dituliskan pada Persamaan (2.8),

$$\left[p + \frac{an^2}{V^2} \right] (V - nb) = nRT \quad (2.8)$$

(Schroeder, 2000)

di mana a dan b merupakan konstanta yang bergantung pada jenis gas. Faktor a menunjukkan pengaruh rata-rata dari gaya tarik-menarik antarmolekul gas dan faktor b menunjukkan pengaruh volume molekul gas terhadap keadaan gas. Gas nyata berlaku seperti gas ideal pada tekanan rendah dan suhu tinggi.

Gas ideal adalah sistem dari sekelompok partikel gas tidak terjadi interaksi antarpartikelnya (Satriawan, 2013). Jarak antarpartikel pada gas ideal sangat renggang dan partikel bergerak secara acak atau tidak teratur. Kenyataannya sistem semacam itu tidak ada, namun sistem gas nyata yang kerapatannya sangat rendah dapat mendekati sifat-sifat yang mencirikan gas ideal. Sifat-sifat gas ideal yaitu sebagai berikut (Blundell & Blundell, 2006; Schroeder, 2000).

- a) Tidak terdapat gaya tarik menarik antar partikel sehingga tidak terjadi interaksi antar partikel.
- b) Molekul seperti titik jika dibandingkan dengan ukuran ruangan sehingga ukuran partikel gas ideal dapat diabaikan.
- c) Antara partikel gas dengan dinding ruangan terjadi tumbukan lenting sempurna.
- d) Partikel gas tersebar menyeluruh di dalam ruangan.
- e) Partikel gas bergerak bebas ke segala arah.
- f) Perilaku partikel-partikel gas ideal berlaku sesuai hukum newton tentang gerak.
- g) Energi kinetik rata-rata yang dimiliki molekul gas ideal ekuivalen dengan suhu mutlaknya.

Hukum gas ideal atau persamaan gas ideal diperoleh dengan menggabungkan hukum-hukum gas seperti Hukum Boyle, Hukum Charles, Hukum Gay-Lussac, dan

Hukum Avogadro. Persamaan gas ideal diberikan oleh Persamaan (2.9), (2.10), dan (2.11) (Blundell & Blundell, 2006; Schroeder, 2000).

$$pV \propto T \quad (2.9)$$

$$pV = nRT = \frac{N}{N_A} RT \quad (2.10)$$

$$pV = NkT \quad (2.11)$$

Dengan:

p = tekanan (Pa)

V = volume (m³)

n = jumlah zat (mol)

R = konstanta gas ideal (8.314472 J·K⁻¹·mol⁻¹)

T = suhu (K)

N = jumlah partikel

N_A = bilangan Avogadro ($6,02 \times 10^{23}$ mol⁻¹)

k = konstanta Boltzman ($1,38 \times 10^{-23}$ J·K⁻¹) = R/N_A

d. Proses-Proses Termodinamika

1) Proses Isotermal

Isotermal adalah proses yang berlangsung pada keadaan suhu konstan, di mana $\Delta T = 0$. Karena tidak terjadi perubahan suhu sehingga tidak ada perubahan energi dalam atau $\Delta U = 0$ (Borgnakke & Sonntag, 2013). Proses isotermal dijelaskan melalui Hukum

Boyle dengan persamaan keadaan pada Persamaan (2.12).

$$pV = \text{konstan} \quad (2.12)$$

Proses isotermal menghasilkan kerja yang dilakukan ke lingkungan sama dengan kalor yang diserap. Kerja proses isotermal dapat dilihat pada Persamaan (2.13) hingga (2.15).

$$W = \int_{V_1}^{V_2} pdV \quad (2.13)$$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV \quad (2.14)$$

$$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (2.15)$$

Dengan:

W = kerja (Joule)

T = suhu (K)

n = jumlah mol zat (mol)

R = konstanta gas ideal (8,31 J/K·mol)

V_1 = volume keadaan awal

V_2 = volume keadaan akhir

Contoh penerapan proses isotermal di kehidupan sehari-hari yaitu pada mesin pendingin ruangan atau AC (*Air Conditioner*). AC merupakan peranti yang

berguna untuk mengondisikan suhu ruangan sesuai yang diinginkan.

2) Proses Isobarik

Proses isobarik adalah proses termodinamika yang terjadi pada keadaan tekanan konstan. Proses isobarik dapat dijelaskan melalui Hukum Charles. Jika tekanan konstan dan suhu mengalami peningkatan, maka terjadi penurunan volume. Pada proses isobarik rumus keadaannya ditunjukkan pada Persamaan (2.16), (2.17), dan (2.18).

$$p_1 = p_2 \quad (2.16)$$

$$V_1 \neq V_2 \quad (2.17)$$

$$\frac{V}{T} = \text{konstan} \quad (2.18)$$

Kerja pada proses isobarik yaitu pada persamaan (2.19) hingga (2.22).

$$W = \int_1^2 p \, dV \quad (2.19)$$

$$W = p \int_1^2 dV \quad (2.20)$$

$$W = p(V_2 - V_1) \quad (2.21)$$

$$W = p\Delta V \quad (2.22)$$

Contoh implementasi proses isobarik yaitu pada mesin uap yang digunakan untuk memanaskan air.

Proses pemanasan air hingga menjadi uap berlangsung pada tekanan konstan.

3) Proses Isokhorik

Isokhorik ialah proses yang berlangsung pada volume konstan. Proses ini dapat dijelaskan menggunakan Hukum Gay-Lussac dengan rumus keadaan ditunjukkan melalui Persamaan (2.23), (2.24), dan (2.25).

$$V_1 = V_2 \quad (2.23)$$

$$P_1 \neq P_2 \quad (2.24)$$

$$\frac{P}{T} = \text{konstan} \quad (2.25)$$

Karena tidak ada perubahan volume maka usaha yang dikerjakan gas pada proses isokhorik adalah nol atau $W = 0$. Seluruh kalor yang masuk digunakan untuk memperbesar energi pada sistem. Contoh implementasi proses isokhorik yaitu pada pemanasan gas di dalam tabung tertutup. Volume gas tidak mengalami perubahan, tetapi suhu akan meningkat dan temperatur gas akan bertambah.

4) Proses Adiabatik

Adiabatik adalah suatu proses yang terjadi tanpa adanya kalor yang berpindah, $Q = 0$ (Borgnakke & Sonntag, 2013). Persamaan keadaan proses adiabatik

dapat dilihat pada Persamaan (2.26) dengan γ adalah indeks adiabatik.

$$pV^\gamma = \text{konstan} \quad (2.26)$$

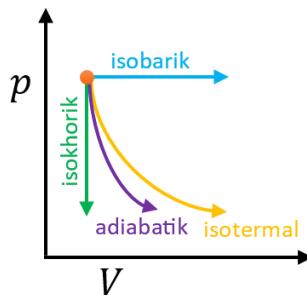
(Blundell & Blundell, 2006)

Contoh implementasi proses adiabatik yaitu pada kompresor. Gas refrigeran yang biasanya berbentuk uap masuk ke dalam kompresor pada tekanan dan suhu rendah. Kompresor memampatkan gas ini dengan cepat sehingga volumenya berkurang. Karena terjadi dalam waktu singkat dan sistem hampir terisolasi, maka tidak ada pertukaran kalor dengan lingkungan (mendekati proses adiabatik). Akibatnya tekanan dan suhu gas meningkat secara signifikan.

Keempat proses termodinamika tersebut dapat digambarkan melalui diagram p - V seperti terlihat pada Gambar 2. 4. Diagram p - V merupakan bentuk diagram yang menunjukkan hubungan antara besaran tekanan dan besaran volume yang terjadi dalam suatu sistem termodinamika. Garis proses isobarik pada Gambar 2. 4 berupa garis lurus horizontal yang menunjukkan nilai tekanan konstan. Arah panah ke kanan berarti proses isobarik ini mengalami peningkatan volume maka grafik tersebut secara spesifik menunjukkan proses isobarik ekspansi. Apabila arah panah ke kiri maka terjadi proses

sebaliknya yaitu isobarik kompresi. Garis proses isokhorik pada Gambar 2. 4 berupa garis lurus vertikal yang menunjukkan nilai volume konstan. Arah panah ke bawah bermakna proses isokhorik ini mengalami penurunan tekanan atau disebut isokhorik kompresi. Apabila arah panah ke atas maka menunjukkan proses isokhorik ekspansi.

Grafik p - V untuk proses isotermal memiliki bentuk kurva hiperbola. Gambar 2. 4 menunjukkan kurva hiperbola turun di mana terjadi penurunan tekanan dan peningkatan volume, maka grafik tersebut merupakan proses isotermal ekspansi. Ketika kurva hiperbola naik menunjukkan proses isotermal kompresi, di mana terjadi peningkatan tekanan dan penurunan volume. Proses adiabatik memiliki bentuk kurva yang lebih curam dibandingkan kurva isotermal, karena mengikuti persamaan hukum adiabatik pada persamaan (2. 26) dengan nilai indeks adiabatik lebih besar dari satu, bergantung pada jenis gas. Arah panah pada proses adiabatik memiliki makna sama seperti pada proses isotermal. Kurva adiabatik dengan arah panah ke bawah menunjukkan proses adiabatik ekspansi dan arah panah ke atas menunjukkan proses adiabatik kompresi.



Gambar 2. 4 Diagram p - V Proses Termodinamika
(Sumber: <https://www.mrwaynesclass.com/thermo/>)

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian terdahulu yang memiliki relevansi dengan penelitian ini di antaranya sebagai berikut.

1. Penelitian Amelia *et al.*, (2024) menggunakan jenis kuasi eksperimen dengan desain *Pretest-Posttest Control Group* menyimpulkan bahwa model *Case Based Learning* (CBL) mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara signifikan pada materi Gelombang Bunyi. Hasil penelitian ini menyimpulkan, model CBL merupakan strategi pedagogis yang efektif untuk mengatasi rendahnya kemampuan berpikir kritis dan menjembatani kesenjangan pemahaman teoritis dengan aplikasi praktis.
2. Penelitian Ar *et al.*, (2024) yang mengaplikasikan jenis Penelitian Tindakan Kelas (PTK) menunjukkan bahwa melalui penerapan model *Case Based Learning* (CBL) hasil

belajar fisika peserta didik mengalami peningkatan. Peningkatan tersebut terjadi di setiap siklus pembelajaran dan nilai gain di siklus II termasuk dalam kategori sedang.

3. Astuti *et al.* (2024) melakukan *Study Literatur Review* (SLR) mengenai implementasi *Case Based Learning* pada pembelajaran fisika dari 80 artikel. Hasil tinjauan literatur ini menunjukkan *Case Based Learning* efektif dalam meningkatkan keterampilan analitis dan pemecahan masalah pelajar. Pembelajaran ini memfasilitasi integrasi teori dan aplikasi praktis melalui studi kasus kehidupan nyata, sehingga memungkinkan pelajar untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis mereka.
4. Penelitian oleh Asmiyunda *et al.*, (2025) terhadap 30 mahasiswa menggunakan metode *one-group pretest-posttest experimental design*. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa implementasi model CBL medium efektif untuk kemampuan kognitif dan komunikasi lisan mahasiswa pada mata kuliah kimia organik.
5. Penelitian Yoo & Park, (2015) menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain *Non-Equivalent Pretest Posttest Control Group*. Subjek penelitian terdiri atas 72 mahasiswa keperawatan pada kelas eksperimen dan 71 mahasiswa pada kelas kontrol dalam mata kuliah komunikasi kesehatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa pada kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran menggunakan

model *Case Based Learning* memperoleh peningkatan yang signifikan dalam hal keterampilan komunikasi, kemampuan memecahkan masalah, serta motivasi belajar, dibandingkan kelas kontrol yang menggunakan pendekatan *Lecture Based Learning*.

6. Janah *et al.*, (2023) menggunakan penelitian tindakan kelas dengan menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL) dan strategi *Teaching at the Right Level* (TaRL) pada pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan komunikasi peserta didik. Subjek yang terlibat dalam penelitian sejumlah 71 peserta didik kelas X, selanjutnya peserta didik dikelompokkan sesuai tingkat kemampuannya. Hasil penelitian menunjukkan keterampilan komunikasi peserta didik mengalami peningkatan di mana pada siklus I memperoleh kategori baik (<80%) dan di Siklus II memperoleh kategori sangat baik (>80%).
7. Ekayani (2023) meneliti pengaruh penggunaan *e-worksheets* terhadap keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada topik Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain *Non-Equivalent Pretest Posttest Control Group* dan melibatkan 124 peserta didik sebagai subjek. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik pada kelas eksperimen memiliki keterampilan komunikasi ilmiah yang meningkat lebih baik dibandingkan kelas kontrol.

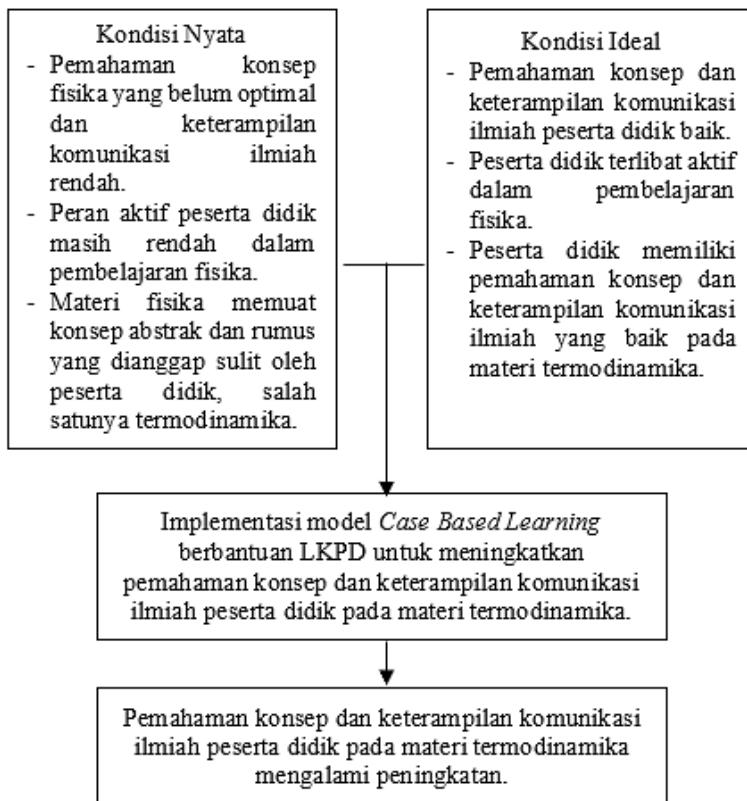
8. Penelitian Apriyani, (2022) menunjukkan bahwa pemanfaatan e-LKPD secara efektif untuk meningkatkan *self efficacy* dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada kelas eksperimen dibandingkan dengan kelas kontrol. Nilai *effect size* untuk kemampuan komunikasi ilmiah peserta didik pada kelas eksperimen mencapai 2,17 dan termasuk kategori tinggi.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada fokus eksplorasi implementasi model *Case Based Learning* (CBL) untuk mengembangkan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah dalam domain fisika. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang umumnya menitikberatkan pada pengaruh model CBL terhadap keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, maupun hasil belajar. Penelitian ini secara khusus mengintegrasikan model CBL dengan LKPD sebagai bahan ajar pendukung. Integrasi tersebut bertujuan untuk memperkuat proses pembelajaran dan meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai sumber referensi baru bagi pengembangan penelitian dan praktik pembelajaran di bidang pendidikan fisika.

C. Kerangka Berpikir

Mengacu pada penjelasan dalam latar belakang dan landasan teori yang mendasari penelitian ini, maka dalam rangka meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi

ilmiah peserta didik pada materi termodinamika diterapkan model *Case Based Learning* dengan bantuan LKPD. Gambar 2. 5 menampilkan kerangka berpikir yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir Penelitian

D. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, hipotesis penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Hipotesis Pertama

H_0 = pemahaman konsep peserta didik dengan model CBL berbantuan LKPD tidak lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model PBL pada materi termodinamika.

H_1 = pemahaman konsep peserta didik dengan model CBL berbantuan LKPD lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model PBL pada materi termodinamika.

2. Hipotesis Kedua

H_0 = keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dengan model CBL berbantuan LKPD tidak lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model PBL pada materi termodinamika.

H_1 = keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dengan model CBL berbantuan LKPD lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model PBL pada materi termodinamika.

3. Hipotesis Ketiga

H_0 = implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD tidak dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi termodinamika.

H_1 = implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi termodinamika.

4. Hipotesis Keempat

H_0 = implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD tidak dapat meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada materi termodinamika.

H_1 = implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD dapat meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada materi termodinamika.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen yang bertujuan untuk menguji ada tidaknya hubungan sebab akibat sebagai hasil dari perlakuan yang diberikan kepada subjek penelitian (Arikunto, 2019). Jenis penelitian menggunakan *Quasi Experimental Design* dengan desain *Nonequivalent Control Group* sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3. 1. Desain ini digunakan untuk mengkaji pengaruh suatu perlakuan terhadap dua kelompok yang pembagiannya tidak dilakukan secara acak (Sugiyono, 2016). Kedua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, terlebih dahulu melakukan *pretest* untuk mengetahui kondisi awal. Selanjutnya, kelompok eksperimen memperoleh perlakuan tertentu, sedangkan kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan yang sama. Kedua kelompok diberi *posttest* guna mengetahui pengaruh dari pemberian perlakuan tersebut.

Tabel 3. 1 Nonequivalent Control Group Design

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O ₁	X _E	O ₂
Kontrol	O ₃	X _K	O ₄

Keterangan tabel:

O₁ = *pretest* kelas eksperimen

O_2 = *pretest* kelas kontrol

O_3 = *posttest* kelas eksperimen

O_4 = *posttest* kelas kontrol

X_E = perlakuan kelas eksperimen dengan implementasi model

Case Based Learning berbantuan LKPD.

X_K = perlakuan kelas kontrol dengan implementasi model *Problem Based Learning*.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 3 Semarang pada Semester Genap Tahun Ajaran 2024/2025, tepatnya pada tanggal 14 hingga 26 Mei 2025. Penelitian ini diimplementasikan pada peserta didik di kelas XI.

C. Subjek Penelitian dan Teknik Sampling

Menurut Sugiyono (2016), populasi merupakan keseluruhan subjek yang memiliki karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dikaji dan didapatkan kesimpulannya. Penelitian ini menggunakan populasi yang terdiri atas kelas XI dengan mata pelajaran peminatan fisika, yang berjumlah lima kelas di SMA Negeri 3 Semarang.

Sampel merupakan bagian dari populasi yang dipilih dan memiliki karakteristik serupa sehingga dapat merepresentasikan keseluruhan populasi (Sugiyono, 2016). Penelitian ini memerlukan dua kelas sebagai sampel, yang dipilih melalui teknik *Cluster*

Random Sampling. Teknik ini dilakukan untuk memilih sampel berdasarkan kelompok atau klaster dalam daerah populasi yang telah ditentukan secara acak (Sugiyono, 2016). Penggunaan *Cluster Random Sampling* dipilih karena pada penelitian kuasi eksperimen penentuan kelas kontrol dan eksperimen harus dilakukan secara acak (Isnawan, 2020). Meskipun kelas dipilih secara acak, pembagian individu dalam kelas tidak terjadi secara acak atau sudah ada sebelumnya.

Teknik *Cluster Random Sampling* ini dilaksanakan dengan bantuan situs web *Wheel of Names* untuk menentukan secara acak, kelompok mana yang akan menjadi kelas eksperimen dan yang lainnya akan menjadi kelas kontrol. Sampel dalam penelitian ini adalah kelas XI-4 dan XI-5. Kelas eksperimen yaitu kelas XI-5 dan kelas kontrol yaitu kelas XI-4.

D. Variabel dan Indikator Penelitian

Variabel penelitian adalah atribut atau karakteristik yang dimiliki oleh objek, individu, atau kegiatan tertentu yang mengalami variasi dan ditetapkan oleh peneliti untuk dikaji sehingga diperoleh informasi yang dapat disimpulkan (Sugiyono, 2016). Adapun beberapa variabel yang telah peneliti tentukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Variabel bebas yaitu model pembelajaran yang digunakan. Indikator variabel ini mencakup keterlaksanaan sintaks model *Case Based Learning* secara runtut dan keterlibatan peserta

didik dalam penggunaan LKPD selama kegiatan pembelajaran berlangsung.

2. Variabel terikat yaitu kemampuan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik. Indikator pengukuran variabel ini terdiri atas hasil tes dan performa keterampilan komunikasi ilmiah pada proses pembelajaran.
3. Variabel kontrol:
 - a. proses pembelajaran dilakukan oleh guru yang sama baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol;
 - b. alokasi waktu pembelajaran pada setiap pertemuan disamakan untuk kedua kelas;
 - c. tingkat kemampuan awal peserta didik diasumsikan berada pada tingkatan yang setara.

E. Metode Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian

Data penelitian dikumpulkan melalui beberapa metode yaitu sebagai berikut.

1. Tes

Tes berfungsi sebagai alat ukur atau prosedur untuk mengetahui atau menilai aspek-aspek tertentu berdasarkan cara atau pun standar yang telah ditentukan (Arikunto, 2018). Penelitian ini menggunakan tes dalam bentuk *pretest* dan *posttest* untuk mengukur pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik. Indikator yang digunakan dalam menilai pemahaman konsep mencakup

translation, interpretation, extrapolation, sedangkan indikator keterampilan komunikasi ilmiah mencakup *scientific writing* dan *information representation*. Tes yang diberikan pada kelas kontrol dan eksperimen menggunakan instrumen tes yang sama, berupa soal uraian yang telah diuji validitas isi oleh validator ahli dan diuji reliabilitas dari penilaian ahli.

2. Observasi

Pengumpulan data melalui metode observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung dan mencatat fenomena-fenomena yang muncul pada subjek penelitian. Terdapat dua jenis instrumen observasi yang digunakan, yaitu:

- a. Lembar observasi keterlaksanaan model *Case Based Learning* sesuai sintaks dan penggunaan LKPD.
- b. Lembar observasi performa untuk menilai keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada indikator *knowledge presentation*.

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Instrumen Tes

a. Uji Validitas

Validitas adalah bentuk pengujian yang bertujuan untuk mengetahui seberapa mampu suatu instrumen mengukur apa yang perlu diukur. Validitas yang akan dilakukan untuk instrumen tes pada penelitian ini adalah pengujian

validitas isi. Uji validitas isi dilakukan untuk menilai sejauh apa setiap butir pada instrumen tes telah sesuai dan representatif dalam mengukur keterampilan yang menjadi fokus penelitian (An Nabil *et al.*, 2022). Data dari uji validitas ini berupa data kuantitatif dengan skor penilaian butir instrumen seperti pada Tabel 3. 2. Analisis kuantitatif validitas isi menggunakan rumus Aiken's V pada Persamaan (3.1) dan (3.2). Hasil indeks Aiken tersebut dikategorikan sesuai dengan kriteria pada Tabel 3. 3.

$$V = \frac{\sum S}{[n(C - 1)]} \quad (3.1)$$

$$S = R - Lo \quad (3.2)$$

(Validity, 1980)

Keterangan:

V = indeks Aiken

S = skor dari penilai dikurangi skor paling rendah

R = skor dari penilai

C = skor penilaian tertinggi

n = jumlah penilai

Tabel 3. 2 Skor Penilaian Butir Instrumen

Skor	Analisis Kualitatif
5	Sangat Valid
4	Valid
3	Cukup Valid
2	Kurang Valid
1	Tidak Valid

(Utami *et al.*, 2024)

Tabel 3. 3 Kriteria Indeks Aiken

Indeks Aiken	Kriteria Validitas
$V > 0,8$	Tinggi
$0,4 \leq V \leq 0,8$	Sedang
$V < 0,4$	Rendah

(Utami *et al.*, 2024)

b. Uji Reliabilitas

Reliabilitas menunjukkan sejauh mana suatu instrumen memiliki tingkat konsistensi dalam menghasilkan data yang stabil dan dapat dipercaya dan mampu memberikan hasil yang representatif dari waktu ke waktu (Trianingsih, 2023 dan Rochmana *et al.*, 2020). Uji reliabilitas yang dilakukan adalah uji reliabilitas antarpenilai menggunakan *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC). Uji ICC akan mengukur tingkat kesepakatan antarpenilai yang terdiri dari dua atau lebih penilai. Persamaan untuk perhitungan uji ICC dapat dilihat pada Persamaan (3.3). Kriteria penentuan tingkat reliabilitas disajikan pada Tabel 3. 4.

$$r = \frac{MS_{people} - MS_{residual}}{MS_{people} + (df_{people} \times MS_{residual})} \quad (3.3)$$

(Trianingsih, 2023)

Keterangan:

r = koefisien reliabilitas ICC

MS_{people} = mean square between people

$MS_{residual}$ = mean square within people residual

df_{people} = the degree of freedom within the people

Tabel 3. 4 Kriteria Reliabilitas ICC

ICC	Kriteria
$r < 0,50$	Rendah
$0,50 \leq r < 0,75$	Cukup
$0,75 \leq r < 0,90$	Tinggi
$0,90 \leq r \leq 1,00$	Sangat Tinggi

(Giuseppe, 2018)

2. Pengujian Tahap Awal

a. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji prasyarat yang dilakukan untuk mengetahui apakah data yang didapatkan dari sampel memiliki distribusi normal. Salah satu teknik pengujian yang dapat digunakan adalah uji chi kuadrat. Data dikatakan berdistribusi normal apabila memenuhi kriteria $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ dengan taraf signifikansi sebanyak 5%, dan derajat kebebasan (dk) sebesar $k - 1$, di mana k merupakan jumlah kategori. Persamaan untuk uji chi kuadrat dapat dilihat pada Persamaan (3.4).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \quad (3.4)$$

(Sugiyono, 2017)

Keterangan:

χ^2 = normalitas sampel

f_o = frekuensi observasi

f_h = frekuensi yang diharapkan

k = banyaknya kelas interval

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas termasuk uji prasyarat yang bertujuan untuk mengetahui apakah dua kelompok data, dalam hal ini kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki varians yang sama atau bersifat homogen. Homogenitas antara kedua kelompok diuji dengan menggunakan uji F (*Fisher's Test*). Dua kelompok data dapat dikatakan homogen apabila hasil $F_{hitung} < F_{tabel}$, dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%, derajat kebebasan pembilang ($dk_1 = n_1 - 1$ dan derajat kebebasan penyebut ($dk_2 = n_2 - 1$. Persamaan untuk uji F dapat dilihat pada Persamaan (3.5).

$$F = \frac{\text{varians terbesar}}{\text{varians terkecil}} \quad (3.5)$$

(Sugiyono, 2017)

3. Pengujian Tahap Akhir

a. Uji T

Uji t yang digunakan dalam penelitian ini yaitu uji *paired samples t-test*, sebagai metode untuk menguji hipotesis komparatif terhadap rata-rata dari dua kelompok data

yang berkorelasi. Penelitian ini membandingkan hasil *posttest* dari kelas eksperimen dan kelas kontrol mengetahui kelas manakah yang lebih. Pengujian ini akan memverifikasi hipotesis penelitian pertama dan kedua manakah yang akan diterima dan ditolak. Adapun hipotesis statistik yang diterapkan yaitu uji pihak kanan dan dituliskan sebagai berikut.

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Dalam hal ini, μ_1 merupakan hasil rerata *posttest* dari kelas eksperimen dan μ_2 merupakan hasil rerata *posttest* dari kelas kontrol. Jika H_0 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa hasil *posttest* pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik kelas eksperimen kurang dari atau sama dengan kelas kontrol. Hal ini berarti hasil kelas eksperimen tidak lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Sebaliknya, apabila H_1 diterima maka menunjukkan bahwa hasil *posttest* pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah di kelas eksperimen lebih besar dari kelas kontrol. Hal ini berarti bahwa hasil kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Rumus untuk menghitung uji *paired samples t-test* dapat dilihat pada Persamaan (3.6).

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{{S_1}^2}{n_1} + \frac{{S_2}^2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}} \quad (3.6)$$

(Sugiyono, 2017)

Keterangan:

t = nilai uji t

\bar{x}_1 = nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen

\bar{x}_2 = nilai rata-rata *posttest* kelas kontrol

S_1 = standar deviasi kelas eksperimen

S_2 = standar deviasi baku kelas kontrol

n_1 = jumlah sampel kelas eksperimen

n_2 = jumlah sampel kelas kontrol

r = korelasi antara dua sampel

Hasil yang diperoleh pada t_{hitung} kemudian dibandingkan dengan nilai t_{tabel} menggunakan tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dan derajat kebebasan (dk) diperoleh dari jumlah data yang berpasangan dikurangi satu ($n - 1$). Apabila nilai t_{hitung} bernilai positif, maka H_1 diterima apabila nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$. Sebaliknya, jika nilai t_{hitung} bernilai negatif maka H_1 diterima apabila $t_{hitung} < t_{tabel}$.

b. Uji N-Gain

Uji Normalitas Gain (N-Gain) berfungsi untuk mengetahui sejauh mana peningkatan pemahaman konsep

dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik setelah pemberian perlakuan. Persamaan untuk perhitungan N-Gain yaitu pada persamaan (3.7).

$$g = \frac{\%S_{post} - \%S_{pre}}{100 - \%S_{pre}} \quad (3.7)$$

(Hake, 1999)

Keterangan:

g = N-Gain

S_{post} = nilai *posttest*

S_{pre} = nilai *pretest*

S_{max} = nilai maksimum

Perolehan nilai N-Gain ditentukan berdasarkan kriteria pada Tabel 3. 5.

Tabel 3. 5 Kriteria N-Gain

N-Gain	Kategori
$g < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g > 0,7$	Tinggi

(Hake, 1999)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Hasil Analisis Instrumen Tes

a. Uji Validitas

Uji validitas instrumen tes dilakukan menggunakan Aiken's V untuk menilai sejauh mana butir-butir soal dalam instrumen layak dipakai dalam penelitian. Validasi instrumen tes dilakukan oleh dua orang ahli yang menilai relevansi tiap butir soal berdasarkan skala 1 hingga 5. Hasil perhitungan Aiken's V ditunjukkan pada Tabel 4. 1.

Tabel 4. 1 Hasil Aiken's V Instrumen Tes

No.	Submateri	Butir Soal	Indeks Aiken	Kriteria Validitas
1.	Konsep dasar termodinamika	1	0,625	Sedang
		2	1	Tinggi
		3	0,75	Sedang
2.	Hukum-hukum gas	4	0,875	Tinggi
		5	0,875	Tinggi
		6	1	Tinggi
		7	1	Tinggi
3.	Gas Nyata dan Gas Ideal	8	1	Tinggi
		9	0,75	Sedang
		10	1	Tinggi
4.	Proses-proses termodinamika	11	0,875	Tinggi
		12	1	Tinggi
		13	1	Tinggi
		14	0,875	Tinggi

Instrumen tes yang digunakan untuk penelitian ini berupa tes uraian yang dirancang guna mengukur dua aspek yaitu pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada materi termodinamika. Instrumen tes ini terdiri dari 14 butir soal. Setelah dilakukan uji validitas isi diperoleh 11 soal pada kategori validitas tinggi dan 3 soal pada kategori validitas sedang. Berdasarkan hasil tersebut, dipilih 7 soal terbaik dengan mempertimbangkan tingkat validitas, pemerataan submateri termodinamika, dan pemenuhan indikator pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah yang akan diukur.

Butir soal yang digunakan dalam penelitian yaitu nomor 2, 4, 6, 8, 10, 12, dan 13. Klasifikasi butir soal berdasarkan indikator pemahaman konsep yaitu *translation* pada nomor 6 dan 13, *interpretation* pada nomor 2 dan 8, serta *extrapolation* pada nomor 4, 10, dan 12. Klasifikasi butir soal untuk indikator keterampilan komunikasi ilmiah yaitu *scientific writing* pada nomor 2, 4, 8, 10, dan 12, serta *information representation* pada nomor 6 dan 13.

b. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas instrumen tes dilakukan menggunakan uji ICC (*Intraclass Correlation Coeficient*) untuk mengetahui tingkat kesepakatan antara kedua validator. Analisis uji

ICC dilakukan menggunakan SPSS 27.0.1. Hasil analisis uji ICC ditunjukkan oleh Tabel 4. 2. Nilai ICC yang diperoleh sebesar 0,601 yang tergolong dalam kategori cukup.

Tabel 4. 2 Hasil Uji ICC Instrumen Tes

	<i>Intraclass Correlation</i>	Keterangan
<i>Single Measures</i>	0,430	
<i>Average Measures</i>	0,601	Reliabilitas Cukup

2. Hasil Analisis Tahap Awal

a. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui distribusi data dari kedua kelompok normal atau tidak. Uji yang diterapkan yaitu uji Chi Kuadrat (χ^2). Hasil uji normalitas dari data kelas eksperimen ditunjukkan oleh Tabel 4. 3 sedangkan untuk data kelas kontrol ditunjukkan oleh Tabel 4. 4.

Tabel 4. 3 Uji Normalitas Data Pemahaman Konsep (PK) dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah (KKI) Kelas Eksperimen

Kelas	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Keterangan
<i>Pretest PK</i>	6,4562	11,0704	Normal
<i>Pretest KKI</i>	5,7328	11,0704	Normal
<i>Posttest PK</i>	9,8277	11,0704	Normal
<i>Posttest KKI</i>	7,7166	9,4877	Normal

Tabel 4. 4 Uji Normalitas Data PK dan KKI
Kelas Kontrol

Kelas	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Keterangan
Pretest PK	8,6175	11,0704	Normal
Pretest KKI	8,7936	11,0704	Normal
Posttest PK	9,5699	11,0704	Normal
Posttest KKI	7,5276	9,4877	Normal

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah data kedua kelompok memiliki varians yang sama atau tidak. Uji yang digunakan yaitu uji F menggunakan taraf signifikansi 5%. Hasil uji homogenitas nilai *pretest* pemahaman konsep ditunjukkan pada Tabel 4. 5 dan untuk nilai *pretest* keterampilan komunikasi ilmiah ditunjukkan pada Tabel 4. 6. Hasil uji homogenitas nilai *posttest* pemahaman konsep kedua kelas ditunjukkan pada Tabel 4. 7. dan Tabel 4. 8 untuk keterampilan komunikasi ilmiah.

Tabel 4. 5 Uji Homogenitas *Pretest* Pemahaman Konsep

Kelas	Varians	F hitung	F tabel	Keterangan
Eksperimen	130,4324			
Kontrol	74,6477	1,7473	1,8735	Homogen

Tabel 4. 6 Uji Homogenitas *Pretest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Kelas	Varians	F hitung	F tabel	Keterangan
Eksperimen	85,4522			
Kontrol	49,2754	1,7342	1,8735	Homogen

Tabel 4. 7 Uji Homogenitas *Posttest* Pemahaman Konsep

Kelas	Varians	F hitung	F tabel	Keterangan
Eksperimen	43,0357		5,3683	Tidak
Kontrol	231,0282		1,8735	Homogen

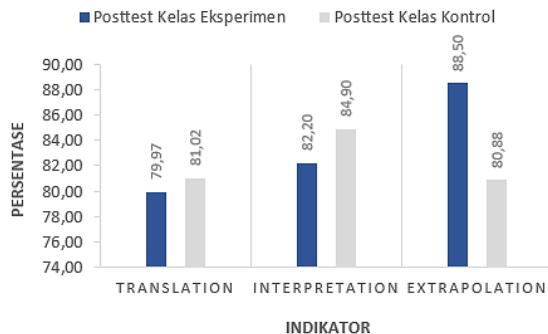
Tabel 4. 8 Uji Homogenitas *Posttest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Kelas	Varians	F hitung	F tabel	Keterangan
Eksperimen	20,1434		5,3698	Tidak
Kontrol	108,1670		1,8735	Homogen

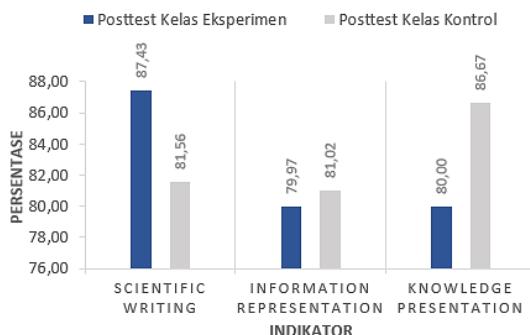
3. Hasil Analisis Tahap Akhir

a. Uji T

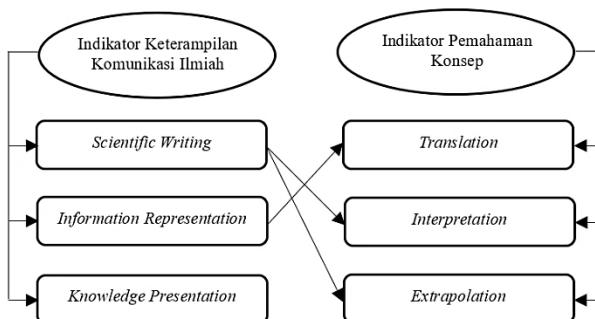
Uji t ini digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara hasil *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Gambaran terperinci mengenai capaian pemahaman konsep pada masing-masing indikator berdasarkan hasil *posttest* kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Gambar 4. 1. Capaian keterampilan komunikasi ilmiah pada masing-masing indikator dapat dilihat pada Gambar 4. 2. Hubungan antara indikator keterampilan komunikasi ilmiah dengan indikator pemahaman konsep ditunjukkan pada Gambar 4. 3. Hasil uji t pada pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4. 9.



Gambar 4. 1 Capaian PK per Indikator



Gambar 4. 2 Capaian KKI per Indikator



Gambar 4. 3 Hubungan Indikator KKI dan PK

Tabel 4. 9 Hasil Uji T

Uji t	t_{hitung}	t_{tabel}
Pemahaman Konsep	1,2823	1,7139
Keterampilan	0,2837	1,7139
Komunikasi Ilmiah		

Hasil uji t pada Tabel 4. 9 untuk pemahaman konsep diperoleh nilai t_{hitung} 1,2823 dan untuk keterampilan komunikasi ilmiah diperoleh nilai t_{hitung} 0,2837.

b. Uji N-Gain

Uji N-Gain digunakan untuk melihat peningkatan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Hasil analisis N-Gain skor dilakukan menggunakan bantuan SPSS 27.0.1. Tabel 4. 10 menunjukkan hasil uji N-Gain untuk pemahaman konsep dan Tabel 4. 11 hasil uji N-Gain untuk keterampilan komunikasi ilmiah.

Tabel 4. 10 Hasil Uji N-Gain Pemahaman Konsep

Komponen Statistik	Eksperimen	Kontrol
Nilai minimum	71,54	36,92
Nilai maksimum	95,38	98,46
Rata-rata <i>pretest</i>	31,28	24,10
Rata-rata <i>posttest</i>	85,36	81,41
N-Gain	0,7830	0,7611
Kategori	Tinggi	Tinggi

Tabel 4. 11 Hasil Uji N-Gain Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Komponen Statistik	Eksperimen	Kontrol
Nilai minimum	74,21	52,63
Nilai maksimum	90,53	94,74
Rata-rata <i>pretest</i>	32,80	27,08
Rata-rata <i>posttest</i>	83,67	83,07
N-Gain	0,7532	0,7712
Kategori	Tinggi	Tinggi

Berdasarkan Tabel 4. 10 diperoleh nilai N-Gain pada pemahaman konsep kelas eksperimen sebesar 0,7830 dan kelas kontrol sebesar 0,7611. Nilai N-Gain pada keterampilan komunikasi ilmiah kelas eksperimen sebesar 0,7532 dan kelas kontrol sebesar 0,7712.

B. Pembahasan

1. Instrumen Tes

Hasil uji validitas isi menunjukkan bahwa mayoritas butir soal memiliki kualitas yang baik dan relevan dengan indikator. Pemilihan butir soal yang digunakan dalam soal *pretest* dan *posttest* memperhatikan kesesuaian indikator pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah serta pemerataan submateri termodinamika. Pemilihan ini merefleksikan bahwa setiap indikator yang akan diukur terwakili dalam bentuk soal yang sesuai, sehingga hasil yang diperoleh layak digunakan untuk mengukur kemampuan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah

peserta didik pada materi termodinamika secara komprehensif.

Hasil uji reliabilitas diperoleh nilai ICC sebesar 0,601 yang termasuk dalam kategori cukup andal. Klasifikasi nilai ICC antara 0,50-0,75 menunjukkan tingkat kesepakatan yang cukup baik, artinya terdapat konsistensi yang dapat dipercaya antara penilai dalam menilai validitas isi soal (Arum *et al.*, 2022). Hal ini memperkuat bahwa penilaian yang dilakukan oleh validator cukup andal dan tidak dilakukan secara subjektif, melainkan menunjukkan adanya kejelasan dan kesesuaian instrumen dengan indikator yang akan diukur.

Instrumen tes yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya kemudian digunakan dalam *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Keandalan instrumen menjadi dasar penting dalam memperoleh data yang sah dan dapat dipercaya, sehingga analisis selanjutnya dapat dilakukan secara akurat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini memiliki validitas isi yang baik dan reliabilitas yang cukup, serta telah mencakup indikator-indikator yang relevan untuk mengukur pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada materi termodinamika.

2. Tahap awal

Sebelum dilakukan analisis perbedaan dan peningkatan pada pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik, terlebih dahulu dilakukan pengujian tahap awal. Pengujian tahap awal merupakan uji prasyarat yang dilakukan untuk menentukan pengolahan data selanjutnya menggunakan statistik parametrik atau nonparametrik, berdasarkan karakteristik distribusi dan kesamaan varians antarkelompok data (Quraisy & Madya, 2021).

Semua data penelitian berupa *pretest* dan *posttest* dari kelas eksperimen dan kelas kontrol telah dilakukan uji normalitas. Hasil analisis uji normalitas pada Tabel 4. 3 dan Tabel 4. 4 menunjukkan nilai $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ pada semua data. Kesimpulan hasil tersebut yakni seluruh data yang diperoleh pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal. Distribusi normal merupakan salah satu asumsi penting dalam statistik parametrik. Hal ini berarti data memiliki pola sebaran data yang simetris dan mengikuti kurva normal di mana puncak tertinggi data berada di tengah-tengah dan ekor data tersebar seimbang di kiri dan kanan (Pasaribu *et al.*, 2024). Distribusi normal juga menunjukkan bahwa perbedaan nilai dalam data terjadi secara wajar dan dapat dianalisis menggunakan teknik analisis parametrik.

Selanjutnya dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui apakah varians dari dua kelompok data yaitu kelas

eksperimen dan kelas kontrol memiliki kesamaan. Uji ini penting untuk memastikan bahwa perbandingan pada dua kelompok tidak dipengaruhi oleh perbedaan besar atau kecilnya sebaran data (Usmadi, 2020). Berdasarkan hasil analisis uji homogenitas pada Tabel 4. 5 dan Tabel 4. 6 diperoleh nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ dapat dikatakan bahwa data nilai *pretest* pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah antara kelas eksperimen dan kontrol adalah homogen. Hasil tersebut mengindikasikan kedua kelas memiliki varians yang setara sebelum perlakuan diberikan. Hal ini menjadi dasar yang baik untuk membandingkan peningkatan hasil belajar setelah intervensi dilakukan. Hasil uji homogenitas pada Tabel 4. 7 dan Tabel 4. 8 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti bahwa data nilai *posttest* pemahaman konsep dan komunikasi ilmiah antara kedua kelas tidak homogen, sehingga varians antara kedua kelas berbeda setelah perlakuan.

Hasil uji normalitas dan homogenitas memberikan arahan dalam pengambilan keputusan metode analisis statistik lanjutan. Analisis perbedaan antara kedua kelas dilakukan dengan statistik parametrik yaitu uji *paired samples t-test*. Sementara itu, analisis peningkatan pada masing-masing kelas dilakukan menggunakan uji N-Gain.

3. Tahap akhir

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik setelah menggunakan model *Case Based Learning* berbantuan LKPD. Data penelitian diperoleh dari lembar observasi model CBL, lembar observasi keterampilan komunikasi ilmiah, hasil *pretest*, dan *posttest*. Berdasarkan hasil observasi keterlaksanaan model CBL pada Lampiran 5, observasi telah dilakukan sebanyak dua pertemuan dengan total lima jam pelajaran. Hasil observasi menunjukkan bahwa model CBL telah diimplementasikan dengan baik dan sesuai sintaks.

a. Pemahaman Konsep dengan Model CBL Berbantuan LKPD dan Model PBL

Hasil uji t menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik pada pemahaman konsep peserta didik kelas eksperimen yang menggunakan model CBL berbantuan LKPD dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan model PBL. Nilai rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi menunjukkan bahwa implementasi model CBL berbantuan LKPD secara praktis memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep peserta didik pada materi termodinamika. Nilai minimum yang jauh lebih rendah pada kelas kontrol

mengindikasikan adanya ketimpangan capaian yang lebih besar dibandingkan kelas eksperimen.

Temuan penelitian berdasarkan analisis indikator pemahaman konsep, kelas eksperimen memperoleh dominasi skor tertinggi pada indikator *extrapolation* mengindikasikan bahwa peserta didik yang menggunakan model CBL berbantuan LKPD lebih mampu melakukan perluasan konsep dan menerapkannya ke konteks yang lebih kompleks yaitu dalam memperhitungkan dan menyimpulkan. Hal ini sejalan dengan karakteristik model CBL yang berfokus pada pengembangan pemahaman konsep untuk analisis dan penyelesaian kasus nyata (Dewi & Nurjanah, 2022).

Dua indikator lainnya yaitu *translation* dan *interpretation* kelas kontrol sedikit lebih unggul dengan dibandingkan kelas eksperimen. *Translation* yaitu mengubah informasi dalam bentuk lain dan *interpretation* yaitu menyusun ulang ide. Hal ini dapat dikaitkan dengan karakteristik model PBL yang lebih fleksibel dan memberi ruang bagi peserta didik agar dapat berpikir secara luas dan terbuka dalam memecahkan masalah. Perbedaan yang tidak begitu signifikan juga dapat disebabkan karena kemampuan nalar yang hampir sama pada peserta didik di kedua kelas dalam memahami materi termodinamika.

Pemahaman konsep merupakan bagian dari domain kognitif dalam taksonomi Bloom yang direvisi oleh Anderson & Krathwohl, (2001), yang meliputi kemampuan menafsirkan, mengklasifikasikan, menjelaskan, membandingkan, dan menyimpulkan. Pemahaman konsep yang mendalam perlu dibangun melalui pembelajaran yang aktif, bermakna, dan kontekstual. Model CBL dan PBL sama-sama mendukung hal ini karena berbasis pada teori konstruktivisme.

Konstruktivisme adalah salah satu teori belajar kognitif untuk meningkatkan pemahaman melalui pembelajaran di mana peserta didik secara aktif membangun pengetahuannya secara mandiri (Masgumelar & Mustafa, 2021). Melalui penyelesaian kasus nyata, peserta didik diajak untuk mengaitkan konsep abstrak dengan konteks kehidupan nyata sehingga proses belajar menjadi lebih relevan dan mudah dipahami. Selain itu, LKPD berbasis kasus yang dipakai selama proses pembelajaran berfungsi sebagai *scaffolding* yang membantu peserta didik untuk menstrukturkan pemahamannya.

Hasil uji t menunjukkan bahwa secara statistik tidak ada perbedaan signifikan antara perlakuan kelas eksperimen dengan kelas kontrol, sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Namun secara praktis penggunaan CBL

berbantuan LKPD menunjukkan potensi dalam mengembangkan pemahaman konsep peserta didik khususnya pada indikator *extrapolasi*.

b. Keterampilan Komunikasi Ilmiah dengan Model CBL Berbantuan LKPD dan Model PBL

Keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dianalisis berdasarkan hasil *posttest* dan observasi keterampilan komunikasi ilmiah. Hasil *posttest* mengukur indikator *scientific writing* dan *information representation*. Hasil observasi keterampilan komunikasi ilmiah untuk menilai indikator *knowledge presentation*. Observasi ini dilakukan sebanyak dua kali selama proses pembelajaran menggunakan model CBL berbantuan LKPD. Nilai akhir untuk *pretest* dan *posttest* keterampilan komunikasi ilmiah merupakan akumulasi skor dari instrumen tes dan lembar observasi KKI dibagi dengan skor ideal.

Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan pada keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Secara praktis kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata yang sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan model CBL berbantuan LKPD memberikan dampak positif terhadap

peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada materi termodinamika.

Temuan penelitian berdasarkan analisis indikator keterampilan komunikasi ilmiah, yaitu kelas eksperimen mendominasi pada indikator *scientific writing*. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan CBL berbantuan LKPD mendorong peserta didik dalam mengembangkan keterampilan menulis ilmiah melalui penyelesaian kasus dan penulisan jawaban terstruktur dalam LKPD. Selain itu, kasus yang termuat dalam LKPD lebih banyak yang mendorong pada pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah pada indikator *scientific writing*. Hal tersebut menyebabkan pada indikator ini kelas eksperimen jauh lebih unggul dibandingkan kelas kontrol.

Indikator *information representation* terdapat perbedaan capaian yang sangat kecil antara kelas eksperimen dan kontrol. Hal tersebut memberikan implikasi positif bahwa kedua model memiliki efektivitas yang serupa dalam mendorong peserta didik menyajikan informasi dalam bentuk lain seperti tabel dan grafik. Keterampilan ini merupakan bagian penting dalam keterampilan komunikasi ilmiah yang berguna untuk menyampaikan informasi secara ringkas dan representatif.

Indikator *knowledge presentation* kelas kontrol lebih unggul dibandingkan kelas eksperimen. Hal ini dipengaruhi oleh perolehan skor observasi KKI kelas kontrol lebih besar daripada kelas eksperimen, hasil tersebut dapat dilihat pada Lampiran 6. Hal ini dapat disebabkan karakteristik model PBL yang lebih terbuka sehingga komunikasi lisan peserta didik lebih aktif dan bebas, meskipun cenderung kurang terstruktur dalam penulisan ilmiah. Berdasarkan hasil observasi, kelas kontrol sering kali lebih aktif dalam bertanya, mengeksplorasi jawaban dengan lebih luas, dan menyampaikan hasil diskusi secara logis Meskipun kelas kontrol lebih unggul pada indikator ini, namun hasil keseluruhan menunjukkan bahwa kelas eksperimen tetap unggul secara agregat.

Keterampilan komunikasi ilmiah secara menyeluruh mencakup kemampuan mencari informasi, membaca ilmiah, mendengar dan mengamati, menulis ilmiah, representasi informasi, dan presentasi pengetahuan (Levy *et al.*, 2009). Anisah & Wisanti (2022) menuliskan bahwa keterampilan ini menjadi salah satu elemen penting dalam pembelajaran sains abad ke-21, karena memungkinkan peserta didik untuk mengkomunikasikan proses berpikir dan pemahamannya secara runtut, logis, dan sistematis.

Model CBL berbantuan LKPD mendukung pengembangan keterampilan ini dengan memberikan peserta didik pengalaman menyelesaikan kasus nyata secara kolaboratif dan terstruktur. Aktivitas seperti diskusi kelompok, presentasi hasil diskusi, serta penulisan solusi dalam LKPD mendorong peserta didik untuk mengembangkan argumentasi ilmiah secara menyeluruh. Selama proses pembelajaran, peserta didik ditantang untuk mengolah informasi, mengaitkan konsep fisika, dan menyampaikan pemikiran mereka dalam bentuk tulisan maupun lisan. Diskusi yang terstruktur dalam kelas dapat meningkatkan keterampilan berpikir dan komunikasi ilmiah peserta didik karena melatih keterampilan mendengarkan, bertanya, dan menjelaskan secara ilmiah. Hal ini tercermin pada hasil observasi yang menunjukkan keaktifan peserta didik saat mempresentasikan hasil dan mengajukan pertanyaan.

Sementara itu, model PBL juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan komunikasi ilmiah melalui aktivitas diskusi kelompok dan proses penyelesaian masalah secara bebas dan terbuka (Maula & Yulianti, 2023). Karakteristik model PBL yang cenderung lebih umum dan fleksibel membuat proses argumentasi tertulis pada kelompok kurang terstruktur, hal ini menjelaskan mengapa indikator *scientific writing* pada

kelas kontrol lebih rendah dibandingkan kelas eksperimen. Di sisi lain, hal tersebut mendukung perkembangan keterampilan komunikasi lisan peserta didik sehingga kelas kontrol lebih unggul pada indikator *knowledge presentation*.

Hasil analisis uji t pada keterampilan komunikasi ilmiah menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik yang menggunakan model CBL berbantuan LKPD dengan model PBL, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Meskipun demikian, secara praktis kelas eksperimen memiliki rerata yang sedikit lebih tinggi. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa baik model CBL berbantuan LKPD maupun model PBL sama-sama memberikan kontribusi positif terhadap keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik. Hasil ini sejalan dengan pendapat Maer & Hendrayani, (2002) yang menyatakan bahwa kedua model pembelajaran ini menggunakan pendekatan konstruktivisme yang mengutamakan partisipasi aktif peserta didik dalam menemukan konsep secara mandiri, pemecahan masalah, dan kolaborasi. Pemilihan model pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran dengan karakteristik peserta didik menjadi faktor penting dalam mengembangkan keterampilan komunikasi ilmiah secara optimal.

c. Peningkatan Pemahaman Konsep

Hasil uji N-Gain menunjukkan peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada kelas eksperimen termasuk dalam kategori tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa implementasi model CBL berbantuan LKPD mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Peningkatan ini sejalan dengan pendekatan konstruktivisme yang menjadi dasar teori model CBL. Konstruktivisme menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui pengalaman belajar yang bermakna, bukan ditransfer secara pasif dari guru.

Pembelajaran berbasis kasus dengan model CBL, mendorong peserta didik terlibat secara aktif dalam menganalisis kasus nyata yang berkaitan langsung dengan kehidupan dan materi pembelajaran. Peserta didik tidak hanya diminta menghafal rumus, namun menginterpretasikan informasi, mengaitkan dengan pengalaman nyata, dan menyelesaikan masalah berbasis kasus. Aktivitas ini memperkuat pemahaman konseptual peserta didik karena melakukan integrasi informasi secara kognitif. Hal ini diperkuat oleh Arianto & Fauziyah (2020) yang menyatakan bahwa pembelajaran dengan model CBL membantu peserta didik menghubungkan

materi dengan kehidupan sehari-hari dan berpikir kritis dalam menyelesaikan kasus.

Adanya LKPD yang dirancang berbasis kasus juga memberikan struktur yang jelas bagi peserta didik untuk mengeksplorasi konsep. LKPD berperan sebagai alat bantu belajar yang memandu peserta didik melalui tahapan berpikir sistematis, dari pembelajaran awal hingga pada kesimpulan konsep (Kinanti *et al.*, 2024). Hal ini membuat pembelajaran terarah dan menstimulasi keterlibatan aktif peserta didik secara individual maupun kelompok.

Jika dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan model PBL, nilai N-gain kelas kontrol juga tergolong tinggi, namun hasil pada kelas eksperimen lebih tinggi. Meskipun perbedaan tidak begitu besar, hal ini menunjukkan bahwa model CBL berbantuan LKPD memberikan stimulus pembelajaran yang lebih kuat terhadap peningkatan pemahaman konsep. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Ar *et al.* (2024) bahwa model CBL mendorong peserta didik untuk menguasai konsep melalui proses pencarian informasi dan menjawab kasus, mengasah kemampuan berpikir, dan berkomunikasi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model CBL berbantuan LKPD berperan dalam meningkatkan

pemahaman konsep peserta didik pada materi termodynamika, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Peningkatan ini terjadi karena keterlibatan aktif peserta didik dalam menyelesaikan kasus, menghubungkan konsep dengan realitas, dan dukungan LKPD yang memfasilitasi proses berpikir sistematis.

d. Peningkatan Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Hasil uji N-Gain menunjukkan peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik kelas eksperimen termasuk dalam kategori tinggi. Peningkatan ini menunjukkan bahwa implementasi model CBL berbantuan LKPD memiliki kontribusi signifikan dalam mengembangkan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa model CBL tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual tetapi juga mendorong keterampilan peserta didik dalam menyampaikan ide, menyusun argumen ilmiah, dan mempresentasikan pengetahuan secara sistematis.

Selama proses pembelajaran peserta didik aktif berdiskusi, memberikan solusi, serta menuliskan hasil analisis mereka dalam LKPD berbasis kasus. Aktivitas-aktivitas ini secara langsung melatih keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik. Implementasi model CBL berbantuan LKPD memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan keterampilan

komunikasi lisan melalui presentasi kelompok, serta keterampilan komunikasi tulisan melalui jawaban dalam LKPD. Selain itu, guru berperan sebagai fasilitator yang membantu peserta didik mengklarifikasi konsep, memperbaiki miskonsepsi, dan memfasilitasi diskusi yang sehat. Hal ini sesuai pendapat Asmiyunda *et al.* (2025) bahwa lingkungan belajar yang dinamis dan interaktif memungkinkan peserta didik berpartisipasi aktif dalam setiap proses pembelajaran yang merupakan kunci dalam mengembangkan keterampilan komunikasi ilmiah

Nilai N-gain pada keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik kelas kontrol sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, namun hasil kelas eksperimen tetap menunjukkan peningkatan yang sangat baik. Model PBL memberikan ruang eksplorasi yang lebih luas, sehingga dalam beberapa kasus peserta didik lebih banyak terlibat dalam komunikasi lisan secara spontan. Pada model CBL memberikan struktur yang lebih terarah yang melatih peserta didik untuk menuliskan solusi dan menyampaikan argumen secara sistematis melalui LKPD dan presentasi. Perbedaan ini menggambarkan bahwa kedua model memiliki kekuatan masing-masing dalam mengembangkan aspek komunikasi ilmiah yang berbeda.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Adriani *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran dengan

model CBL dapat mendorong perkembangan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik di mana peserta didik didukung untuk mengemukakan gagasan dan menyelesaikan kasus. Selain itu, penelitian oleh Anisah & Wisanti (2022) juga menegaskan bahwa penggunaan LKPD memfasilitasi kegiatan komunikasi tertulis dan komunikasi lisan yang terstruktur sehingga peserta didik mampu mengembangkan keterampilan komunikasi ilmiah.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa implementasi model CBL berbantuan LKPD terbukti mampu meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada materi termodinamika, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Peningkatan ini terjadi melalui proses pembelajaran yang interaktif, kolaboratif, dan terstruktur yang secara simultan mengembangkan kemampuan berpikir kritis, menyusun argumen dan menyampaikan ide melalui tulisan dan lisan.

Selain melihat peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah secara mandiri, penting juga untuk mencermati keterhubungannya dengan peningkatan pemahaman konsep. Hasil nilai N-Gain kedua kelas pada aspek pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah menunjukkan kategori tinggi yang mengindikasikan adanya keterikatan pemahaman konsep

dengan keterampilan komunikasi ilmiah. Pemahaman konsep yang kuat menjadi fondasi dalam menyusun argumen dan menyampaikan pengetahuan secara ilmiah. Wulandari *et al.* (2023) menyimpulkan bahwa tingkat pemahaman konsep peserta didik dapat diketahui dari bagaimana keterampilannya dalam menyampaikan kembali apa yang telah dipelajari. Peserta didik yang memahami konsep dengan mendalam akan lebih mampu menyampaikan gagasan dan menjelaskan informasi dengan baik. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian oleh Kulsum & Nugroho (2014) dan Sarwi *et al.* (2013) yang menunjukkan adanya korelasi positif antara pemahaman konsep dengan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik.

C. Keterbatasan Penelitian

Penelitian yang telah dilaksanakan menghadapi beberapa keterbatasan, di antaranya sebagai berikut.

1. Keterbatasan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam jangka waktu yang terhitung singkat yaitu selama 7 JP dalam 3 pertemuan. Durasi ini mungkin belum cukup untuk melihat perkembangan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah secara optimal karena hal tersebut membutuhkan waktu dan penilaian berkelanjutan.

2. Keterbatasan Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini terbatas hanya pada dua kelas XI di satu sekolah yaitu SMA Negeri 3 Semarang, sehingga hasil penelitian ini mungkin berbeda apabila dilakukan di tempat dan kondisi yang berbeda. Selain itu, proses pembelajaran tidak dapat diikuti secara maksimal oleh seluruh siswa di kelas dikarenakan beberapa siswa mengikuti agenda lain dari sekolah. Hal ini menyebabkan subjek pada kelas kontrol berkurang cukup signifikan dan mempengaruhi hasil penelitian.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pemahaman konsep peserta didik dengan model *Case Based Learning* berbantuan LKPD tidak lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model *Problem Based Learning* pada materi termodinamika. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji t dengan nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ ($1,2823 < 1,7139$) yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelas.
2. Keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dengan model *Case Based Learning* berbantuan LKPD tidak lebih baik dibandingkan peserta didik dengan model *Problem Based Learning* pada materi termodinamika. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji t dengan nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ ($0,2837 < 1,7139$) yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelas.
3. Implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi termodinamika. Hal ini dibuktikan dengan nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,7830 pada kategori tinggi

yang sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,7611 juga pada kategori tinggi.

4. Implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD dapat meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik pada materi termodinamika. Hal ini dibuktikan dengan nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,7532 pada kategori tinggi dan kelas kontrol sebesar 0,7712 juga pada kategori tinggi.

B. Saran

Hasil penelitian mengenai implementasi model *Case Based Learning* berbantuan LKPD untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah pada materi termodinamika terdapat beberapa saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. diperlukan waktu yang cukup dalam pelaksanaan pembelajaran menggunakan model CBL berbantuan LKPD agar diperoleh hasil yang optimal;
2. perluasan subjek penelitian untuk memperkuat validitas eksternal sehingga hasil penelitian dapat lebih mewakili untuk populasi yang lebih besar.
3. diperlukan uji coba instrumen tes untuk menganalisis validitas konstruk, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran;

4. pengembangan instrumen observasi untuk menilai keterampilan komunikasi ilmiah secara lebih spesifik pada setiap individu.

DAFTAR PUSTAKA

Adriani, Musnandar, E., Elymaizar, Z., & Raguati. (2024). Penerapan Pembelajaran Berbasis Case Based Learning (CBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Analisis dan Memecahkan Masalah. *Edu-Sains*, 13(2), 27–36.

Ady, W. N., & Warliani, R. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Siswa SMA terhadap Mata Pelajaran Fisika pada Materi Gerak Lurus Beraturan. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 2(1), 104–108. <https://doi.org/10.52434/jpif.v2i1.1599>

Afiifah, Q. K. (2020). *Pengaruh Model Pembelajaran Case Based Learning (CBL) Terhadap Kemampuan Literasi Matematis Siswa*. UIN Syarif Hidayatullah.

Afkarina, D., Putra, P. D. A., & Lesmono, A. D. (2024). Analisis Keterampilan Scientific Communication Siswa SMA Melalui Pembelajaran STEM-SDGs pada Materi Pemanasan Global. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(1), 54. <https://doi.org/10.24127/jpf.v12i1.9557>

Agustin, F., Hastuti, D. N. A. E., & Sari, M. K. (2024). Efektifitas Model Case Based Learning (CBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Pembelajaran Tematik Kelas V di SDN 03 Madiun Lor. *Caruban*, 6(3), 346–354. <https://doi.org/10.33603/qf93bk17>

Amarodin. (2021). Tela’ah Tafsir QS. An-Nahl Ayat 78 dan Analisisnya. *Perspektive*, 14(2), 22–61.

Amelia, R., Sukroyanti, B. A., & Prayogi, S. (2024). The Impact of Case-Based Learning on Students’ Critical Thinking: Insights from an Experimental Study. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 12(2), 244–259.

An Nabil, N. R., Wulandari, I., Yamtinah, S., Ariani, S. R. D., & Ulfa, M. (2022). Analisis Indeks Aiken untuk Mengetahui Validitas Isi Instrumen Asesmen Kompetensi Minimum

Berbasis Konteks Sains Kimia. *Paedagogia*, 25(2), 184. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v25i2.64566>

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objective* (L. W. Anderson, D. R. Krathwohl, P. W. Airasian, K. A. Cruikshank, R. E. Mayer, P. R. Pintrich, J. Raths, & M. C. Wittrock (eds.)). David McKay Company, Inc.

Anisah, A., & Wisanti, W. (2022). Pengembangan LKPD “Lumut” Berbasis Learning Cycle 5E untuk Melatihkan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(2), 270–284. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n2.p270-284>

Apriyani, L. (2022). *Pengembangan LKPD Elektronik Berbasis Inkuiri Kreatif Menggunakan 3D Pageflip Berorientasi HOTS pada Materi Listrik Statis Untuk Meningkatkan Self Efficacy dan Kemampuan Komunikasi Ilmiah*. Universitas Lampung.

Ar, S. N. K., Sindi, Nurazmi, & Misa, Y. R. (2024). Case Based Learning Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Guru Pencerah Semesta*, 2(2), 232–241. <https://doi.org/10.56983/jgps.v2i2.878>

Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). Problem-based Learning : Apa dan Bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1), 27–35.

Arianto, H., & Fauziyah, H. N. (2020). Students' Response To the Implementation of Case Based Learning (Cbl) Based Hots in Junior High School. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 1(1), 45–49. <https://doi.org/10.21154/insecta.v1i1.2058>

Arikunto, S. (2018). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* (R. Damayanti (ed.); 3rd ed.). Bumi Aksara.

Arikunto, S. (2019). *Manajemen Penelitian*. PT. Rineka Cipta.

Armanda, B. P., & Putra, A. (2023). Pengaruh E-LKPD Model Problem-Based Learning Terhadap Pencapaian Kompetensi Siswa dalam Pembelajaran Fisika Kelas X SMAS Adabiah 1 Padang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 15022–15033.

Arnyana, I. B. P. (2019). Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kompetensi 4C (Communication, Collaboration, Critical Thinking, dan Creative Thinking) Untuk Menyongsong Era Abad 21. *Prosiding : Konferensi Nasional Matematika Dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*, 1(1).

Arum, E. A., Khumaedi, M., & Susilaningsih, E. (2022). Validity and Reliability of Development of Self-confidence Assessment Instruments for Students on Chemistry Subject. *Journal of Research and Educational Research Evaluation*, 11(1), 62–69. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jere>

Asmiyunda, Asrial, Sanova, A., & Miharti, I. (2025). Enhancing Cognitive and Communication Skills in Learning Chemistry through Case-Based Learning Integrated with Question and Answer and Whole-Class Discussion Methods. *Jurnal Pendidikan*, 26(1), 01–09.

Astuti, I. A. D., Wibawa, B., & Japar, M. (2024). The Implementation of Case Based Learning in Physics Learning at the Collage: A Systematic Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2866(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2866/1/012106>

Asyhari, A., & Hariyanti, D. (2020). Pengaruh Pembelajaran Integrative Learning (II) Dan Predict, Discus, Explain, Observe, Discuss (Pdeode) Terhadap Pemahaman Konsep. *Khazanah Pendidikan Islam*, 2(1), 43–51. <https://doi.org/10.15575/kp.v2i1.8387>

Ayunda, D. S., & Pratiwi, A. W. (2024). Development Of Case Based Learning Rps And Student Responses To Learning Outcomes In The Physics Education Program. *Proceedings*

of Malikussaleh International Conference on Multidisciplinary Studies (MICoMS), 4, 1–10.

Azzahra, A. (2017). Pengaruh Model Case Based Learning (CBL) Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Pada Konsep Jamur. In *Jurnal: Multidisiplin Ilmu*.
<https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet/article/view/314>
<https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet/article/download/314/173>

Baeten, M., Dochy, F., & Struyven, K. (2013). The Effects of Different Learning Environments on Students' Motivation for Learning and Their Achievement. *British Journal of Educational Psychology*, 83(3), 484–501.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2012.02076.x>

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. David McKay Company, Inc.

Blundell, S. J., & Blundell, K. M. (2006). Concepts in Thermal Physics. In *Oxford University Press*. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199562091.001.0001>

Borgnakke, C., & Sonntag, R. E. (2013). Fundamentals of Thermodynamics. In *Don Fowley*. John Wiley & Sons.
https://doi.org/10.1007/978-94-009-9929-9_3

Bresch, C. H., & Flaherty, K. (2020). *Effective Scientific Communication* (Vol. 16, Issue 1). Oxford University Press.

Dayu, D. P. K., Kurniawati, R. P., & Rulviana, V. (2022). *Pembelajaran Blended Learning: Model Case Based Learning pada Implementasi Kurikulum Merdeka*. CV. Ae Media Grafika.

Deke, O., Astria, A., Jewaru, L., & Kaleka, Y. U. (2022). Engineering Design Process pada STEM melalui Authentic

PBL dan Asesmen Formatif : Meninjau Desain Argumentasi Ilmiah Siswa Terkait Termodinamika. *Borneo Journal of Science and Mathematics Education BJSME: Borneo Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 2022.

Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Departemen Pendidikan Nasional.

Dewi, C. A., Habiddin, H., Dasna, I. W., & Rahayu, S. (2022). Case-Based Learning (CBL) in Chemistry Learning: A Systematic Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 2219–2230. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1971>

Dewi, C. A., & Rahayu, S. (2023). Implementation of case-based learning in science education: A systematic review*. *Journal of Turkish Science Education*, 20(4), 729–749. <https://doi.org/10.36681/tused.2023.041>

Dewi, E. R., & Nurjanah, A. (2022). Problem-Based Learning and Case-Based Learning: Which is More Effective for Fostering Mathematical Connection? *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 9(2), 124–136. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v9i2.53276>

Dharmayanthi, N. P. I. (2023). Penerapan Model Case Based Learning (CBL) untuk Mengembangkan Critical Thinking Skills Siswa dalam Pembelajaran Geografi di SMA Negeri 1 Kuta Utara. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 10(3), 291–300. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v10i3.50446>

Ekayani, E. D. (2023). Pengaruh E-Worksheet Berbasis Inquiry Based Learning Materi Gerak Lurus Berubah Beraturan Terhadap Keterampilan Komunikasi Ilmiah Siswa. In *Universitas Lampung*. Universitas Lampung.

Giuseppe, P. (2018). StaTips Part IV: Selection, Interpretation and Reporting of the Intraclass Correlation Coefficient. *South European Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*, 5(1), 3–5. <https://doi.org/10.5937/sejodr5-17434>

Greiner, W., Neise, L., & Stocher, H. (1995). *Thermodynamics and Statistical Mechanics*. Springer.

Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Scores. AREA-D American Education Research Association's Devision. D. *Measurement and Reasearch Methodology*, 1(4), 48–56.

Haryanto, A. (2016). *Termodinamika* (Kedua). Innosain.

Hopper, M. (2018). Alphabet Soup of Active Learning: Comparison of PBL, CBL, and TBL. *HAPS Educator*, 22(2), 144–149. <https://doi.org/10.21692/haps.2018.019>

Husairi, A., Djudin, T., & Oktavianty, E. (2024). Indentifikasi Kemampuan Komunikasi Ilmiah Peserta Didik dalam Menyelesaikan Masalah Fisika Pada Materi Listrik Arus Searah. *Jurnal Pendidikan: SEROJA*, 3(2), 14–24.

Irhamna, I., Apriana, R., & Fitriyah, M. (2024). Pengaruh Keterampilan Membaca Karya Ilmiah Populer Terhadap Minat Baca Mahasiswa PBSI UIN Jakarta. *CENDEKIA: Jurnal Ilmu Sosial, Bahasa Dan Pendidikan*, 4(1), 90–103. <https://doi.org/10.55606/cendikia.v4i1.2280>

Irmina, F. G., & Hau, R. R. H. (2021). Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Termodinamika. *Intelligentes Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 3(1). <http://intelligentes.nusanipa.ac.id/index.php/intelligentes/article/view/25>

Isnawan, M. G. (2020). *KUASI-EKSPERIMEN* (Sudirman (ed.)). Nashir Al-Kutub Indonesia.

Isty, M. F., & Fakhruddin, Z. (2023). Analysis of Interests and Written Scientific Communication Skills Using the TGT Type Cooperative Learning Model Assisted by Spinnerwheel. com. *Journal of Science, Learning ...*, 1, 8–14. <https://journal.riau-edutech.com/index.php/joslepi/article/view/4%0Ahttps://jou-rnal.riau->

edutech.com/index.php/joslepi/article/download/4/2

Izzah, Solikhah, H. A., & Ansori. (2024). *Penulisan Bahan Ajar: Teori dan Implementasi*. Bening Media.

Janah, A. furtakhul, Yulianti, D., & Purnomo, H. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning dengan Strategi TaRL untuk Meningkatkan Keterampilan Berkommunikasi Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 8(3), 158–164.

Kadang, A. (2017). Penggunaan Modul Fisika Scientific Approach Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Komunikasi Ilmiah Siswa Kelas X MIA 5 SMAN 2 Kabupaten Sorong. *Biolearning Journal*, 4(2), 1–12.

Kemendikbudristek. (2022). Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Fisika Fase E - Fase F. In *Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Riset dan Teknologi Republik Indonesia*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Kinanti, G. N. E., Permadani, K. G., & Ramadani, S. D. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Learning Cycle 7E untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik pada Materi Virus Development of Student Worksheets Based on Learning Cycle 7E to Improve Students' Understanding of the Subject of. *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 8(1), 45–54.

Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar* (B. S. Fatmawati (ed.)). PT. Bumi Aksara.

Kulsum, U., & Nugroho, S. E. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Problem Solving Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep dan Komunikasi Ilmiah Siswa pada Mata Pelajaran Fisika. *Unnes Physics Education Journal*, 3(2), 73–78.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej/article/view/36>

00

Lestari, S. (2021). Pengembangan Orientasi Keterampilan Abad 21 pada Pembelajaran Fisika melalui Pembelajaran PjBL-STEAM Berbantuan Spectra-Plus. *Ideguru : Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 6(3), 272–279.

Levy, O. S., Eylon, B. S., & Scherz, Z. (2008). Teaching Communication Skills in Science: Tracing Teacher Change. *Teaching and Teacher Education*, 24, 462–477.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.10.009>

Levy, O. S., Eylon, B. S., & Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 875–903.
<https://doi.org/10.1007/s10763-009-9150-6>

Maer, B. M., & Hendrayani, E. D. (2002). Case-Based Dan Problem-Based Training Dalam Pengajaran Struktur. *Konferensi Nasional FTSP Jurusan Arsitektur Univenitas Kristen Petra*, 51–67.
http://repository.petra.ac.id/15946/1/Makalah_Case_Prob_Base_0001.pdf

Makiyah, Y. S., & Septiana, S. (2024). *Pengembangan Bahan Ajar Fisika* (B. A. Laksono (ed.)). CV. Bayfa Cendekia Indonesia.

Maknun, J. (2020). Implementation of Guided Inquiry Learning Model to Improve Understanding Physics Concepts and Critical Thinking Skill of Vocational High School Students. *International Education Studies*, 13(6), 117–130.
<https://doi.org/10.5539/ies.v13n6p117>

Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49–57.
<https://doi.org/10.62159/ghaitsa.v2i1.188>

Maula, I., & Yulianti, D. (2023). Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning Berpendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics Untuk Memfasilitasi Pengembangan Keterampilan Komunikasi. *Unnes Physics Education Journal*, 12(2), 85–93.

Maulida, F., Alatas, F., & Solehat, D. (2024). Studi Literatur MiskONSEPsi Pembelajaran Hukum I Termodinamika: Identifikasi dan Solusi. *Seminar Nasional FITK UIN Jakarta*, 1(1), 170–180.

Mayani, C., Maknun, D., & Ubaidillah, M. (2023). Analisis Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Pembelajaran Biologi. *Science Education and Development Journal Archives*, 1(1), 13–28.
<https://doi.org/10.59923/sendja.v1i1.2>

Nababan, N. S., & Sagala, P. N. (2023). Penerapan Model Case Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas VIII SMP Negeri 17 Medan. *Journal of Comprehensive Science*, 3(1), 56–74.

Nurhaniah, A., Kaharuddin, K., & Ali, M. S. (2022). Diagnosis Kesulitan Materi Fisika Pada Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 3 Barru. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 18(2), 161. <https://doi.org/10.35580/jspf.v18i2.34491>

Nurlaelah, I., Widodo, A., Redjeki, S., & Rahman, T. (2020). Analisis Kemampuan Komunikasi Ilmiah Peserta Didik Pada Kegiatan Kelompok Ilmiah Remaja Berbasis Riset Terintegrasi Keterampilan Proses Sains. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 12(2), 194.
<https://doi.org/10.25134/quagga.v12i2.2899>

OECD. (2023). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>

Pandiangan, J. A. (2024). *Analysis of Understanding Concepts and Obstacles to Understanding Concepts of*

Thermodynamics in Physics Lessons. 4(2), 93–97.
<https://doi.org/10.24252/al-khazini.v4i2.42972>

Paramita, A. K., Yahmin, Y., & Dasna, I. W. (2021). Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) untuk Pemahaman Konsep dan Keterampilan Argumentasi Siswa SMA pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(11), 1652–1663.
<https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i11.14189>

Pasaribu, B., Ahman, A., Muhtadi, H. F., Diba, S. F., Anggara, N., & Kanti, W. (2024). Kesalahan Umum dalam Analisis Data: Data Normal dan Tidak Normal. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(3), 2413–2418.
<https://doi.org/10.54371/jiip.v7i3.3706>

Permadi, D. (2021). Penggunaan Modul Multi Representasi dalam Pembelajaran Fisika SMA Materi Termodynamika. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya (JIFP)*, 2(1), 28–32.

Pramesti, O. B., Supeno, S., & Astutik, S. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Komunikasi Ilmiah dan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya (JIFP)*, 4(1), 21–30. <https://doi.org/10.19109/jifp.v4i1.5612>

Pratama, D. S. (2023). *Sistem Termodinamika*. Perumperindo.Co.Id.
https://www.perumperindo.co.id/sistem-termodinamika/#google_vignette

Pratiwi, T. P., Munasir, M., & Suprapto, N. (2020). Enhancing Students' Science Communication Skills Through More Learning Model. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 10(1), 12–44.
<https://doi.org/10.26740/jpps.v10n1.p1844-1856>

Purnamasari, A., Karoma, K., Bukhori, K. A., & Sairi, A. P.

(2020). Analisis Persepsi Peserta Didik Terhadap Lembar Kerja Peserta Didik Pembelajaran Fisika SMA Negeri 8 Palembang. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya (JIFP)*, 4(1), 6–15. <https://doi.org/10.19109/jifp.v4i1.5568>

Puspitasari, W. D., & Febrinita, F. (2020). Persepsi mahasiswa tentang pemahaman konsep kinematika gerak ditinjau dari kemampuan berpikir kritis. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 9(2), 197–208.

Putri, R. K., Bukit, N., & Simanjuntak, M. P. (2022). The Effect of Project Based Learning Model's on Critical Thinking Skills, Creative Thinking Skills, Collaboration Skills, & Communication Skills (4C) Physics in Senior High School. *Proceedings of the 6th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2021)*, 591(Aistee), 323–330. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211110.103>

Quraisy, A., & Madya, S. (2021). Analisis Nonparametrik Mann Whitney Terhadap Perbedaan Kemampuan Pemecahan Masalah Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 3(1), 51–57. <https://doi.org/10.35580/variansiunm23810>

Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI* (Aslizar (ed.)). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Rahmatin, J. A., Juliana, D., Selvia, Hikmawati, & Rokhmat, J. (2022). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan Konteks Kearifan Lokal Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan, IPA, Geologi, Dan Geofisika*, 3(2), 16–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v3i2.191>

Riana, M., & Anggini. (2024). Hukum-Hukum Gas Ideal. *Jurnal Matematika Dan Pengetahuan Alam*, 2(3), 01–07.

Riswandani, M. A., & Safrina, P. (2024). Melatih Kemampuan Komunikasi Ilmiah Melalui Pembelajaran Inkuiiri Dengan Strategi Argument Mapping. *Prosiding Seminar Nasional IPA XIV*, 332–339.

Riwanto, D., Azis, A., & Arafah, K. (2019). Analisis Pemahaman Konsep Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal-Soal Fisika Kelas X MIA SMA Negeri 3 Soppeng. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 15(2), 23–31.
<https://doi.org/10.35580/jspf.v15i2.11033>

Rochmana, F., Mulyani, S., & Harjanto, T. (2020). Interrater Reliability dari Checklist OSCE Keterampilan Pemeriksaan Tanda-Tanda Vital di Program Studi Ilmu Keperawatan UGM Interrater Reliability of Vital Signs Skills OSCE Checklist in The School of Nursing UGM Program Studi Ilmu Keperawatan Fakultas Ke. *Jurnal Keperawatan Klinis Dan Komunitas*, 4(1), 1–9.

Rohmawati, H. (2022). Preferensi Sumber Informasi dalam Persiapan Olimpiade Sains Nasional Pada Kalangan Siswa SMA di Kota Surabaya. *Palimpsest: Jurnal Ilmu Informasi Dan Perpustakaan*, 13(2), 123–140.
<https://doi.org/10.20473/pjil.v13i2.40392>

Safitri, R. I., Wati, M., & Mahtari, S. (2024). Efektivitas Model Collaborative Problem Solving (CPS) dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Termodinamika. 3(1), 21–35.

Sari, M. V., Afrida, J., Rusydi, & Alaidin, S. F. (2024). Analisis Kesulitan Siswa dalam Pemecahan Masalah Fisika pada Konsep Medan Magnet Menggunakan Metode Krulik-Rudnick : Studi Empiris di SMAN 1 Seunagan. *Desultanan: Jurnal Education and Sosial Science*, 02(02), 1–14.

Sarwanto. (2016). Peran Komunikasi Ilmiah Dalam Pembelajaran IPA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS)*, 35–40.

Sarwi, Rusilowati, A., & Khanafiyah, S. (2013). Implementasi Model Eksperimen Gelombang Open-Inquiry untuk Mengembangkan Keterampilan Komunikasi Ilmiah Mahasiswa Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 9, 123–131. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpfi>

Satriawan, M. (2013). Termodinamika. In *Universitas Gajah Mada*. Universitas Gajah Mada.

Schroeder, D. V. (2000). An Introduction to Thermal Physics. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Addison Wesley Longman.

Simbolon, D. H. (2022). Pengaruh Model Case Based Learning (CBL) Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa. *Bullet: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(03), 181–184.

Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan*. Alfabeta.

Sugiyono. (2017). *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta.

Sulistiani, A. K. R. (2009). *Termodinamika*. Graha Ilmu.

Thistlethwaite, J. E., Davies, D., Ekeocha, S., Kidd, J. M., MacDougall, C., Matthews, P., Purkis, J., & Clay, D. (2012). The Effectiveness of Case-Based Learning in Health Professional Education. A BEME Systematic Review: BEME Guide No. 23. *Medical Teacher*, 34(6), 421–444. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.680939>

Trianingsih, L. (2023). Analisis Kualitas Tes dan Butir Soal Integral pada Evaluasi Formatif Matematika Teknik. *Indonesian Journal Of Civil Engineering Education*, 9(2), 44. <https://doi.org/10.20961/ijcee.v9i2.84711>

Usmadi, U. (2020). Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas dan Uji Normalitas). *Inovasi Pendidikan*, 7(1), 50–62. <https://doi.org/10.31869/ip.v7i1.2281>

Utami, L., Festiyed, Dian Purnama Ilahi, Arista Ratih, Elvi yenti, & Lazulva. (2024). Analisis Indeks Aiken Untuk

Mengetahui Validitas Isi Instrumen Scinetific Habits of Mind. *Journal of Research and Education Chemistry*, 6(1), 59. [https://doi.org/10.25299/jrec.2024.vol6\(1\).17430](https://doi.org/10.25299/jrec.2024.vol6(1).17430)

Validity, C. (1980). *Content Validity and Reliability of Single Items or Questionnaires*.
<https://doi.org/10.1177/001316448004000419>

Vuztasari, H., & Diyana, T. N. (2024). Analisis Kesulitan Beserta Tinjauan Tingkat Motivasi Belajar Mata Pelajaran Fisika Pada Peserta Didik SMA. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(1 SE-Articles), 8–14.
<https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/luminous/article/view/11977>

Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L. R., Rikers, R. M. J. P., & Loyens, S. M. M. (2024). The Effects of Problem-Based, Project-Based, and Case-Based Learning on Students' Motivation: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 36(1), 1–38. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09864-3>

Wulandari, D., Maison, M., & Kurniawan, D. A. (2023). Identifikasi Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berargumentasi Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 93–99.
<https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.817>

Yanti, N., Putri, A., Febriana, N., & Tina. (2024). Analisis Kemampuan Kognitif Siswa dan Hasil Belajar Fisika Kelas XI SMA Islam Al-Falah Jambi. *Journal of Pedagogi*, 1(2), 18–30. <https://doi.org/10.62872/w50j5x88>

Yoo, M. S., & Park, H. R. (2015). Effects of Case-Based Learning on Communication Skills, Problem-Solving Ability, and Learning Motivation in Nursing Students. *Nursing and Health Sciences*, 17(2), 166–172.
<https://doi.org/10.1111/nhs.12151>

Zainuddin, Sari, R. P., & Kadir, A. (2021). Analisis Kesulitan

Belajar Fisika Konsep Gerak Lurus pada Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 1 Konawe Selatan. *Kulidawa*, 2(1), 7–13.

Zubaidah, S. (2018). Mengenal 4C: Learning and Innovation Skills Untuk Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Science Education National Conference*, 13(2), 1–10.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Validasi Instrumen Tes

LEMBAR VALIDASI
INSTRUMEN TES KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP DAN
KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH FISIKA

A. Identitas Peneliti

Nama : Arifah Riana

NIM : 2108066013

Judul : Implementasi Model *Case Based Learning* Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Termodinamika

B. Pengantar

Instrumen tes ini digunakan untuk mengevaluasi kemampuan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik SMA pada materi termodinamika. Penilaian terhadap soal yang dikembangkan dimaksudkan agar soal memenuhi kriteria valid sehingga layak digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

C. Petunjuk

1. Instrumen validasi ini disusun untuk mengetahui evaluasi, penilaian, dan pendapat Bapak/Ibu terhadap instrumen tes kemampuan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah pada materi Termodinamika untuk peserta didik kelas XI SMA.
2. Sebelum mengisi lembar validasi Bapak/Ibu dimohon terlebih dahulu membaca atau mempelajari instrumen tes yang telah peneliti kembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan pendapat dari setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada pernyataan yang memenuhi aspek dan memberikan tanda silang (X) pada pernyataan yang tidak memenuhi aspek.
4. Bapak/Ibu dimohon memberikan keputusan penilaian untuk setiap butir soal dengan memberi tanda ceklis (✓) pada skala 1, 2, 3, 4, atau 5 sebagai kesimpulan dari pernyataan yang memenuhi aspek. Keterangan dari kelima skala pada kolom keputusan validator adalah sebagai berikut.

5 = sangat valid

4 = valid

3 = cukup valid

2 = kurang valid

1 = tidak valid

D. Validator

Nama : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd
NIP : 19760214200801011
Instansi : UIN Walisongo Semarang

E. Penilaian

Tabel Validasi Instrumen Tes

12.	Rumusan kalimat dalam soal mudah dipahami	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13.	Rumusan kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabel Keputusan Validator Terhadap Instrumen Tes

No. Soal	Keputusan Validator				
	1	2	3	4	5
1				✓	
2					✓
3				✓	
4				✓	
5				✓	
6					✓
7					✓
8					✓
9					✓
10					✓
11					✓
12					✓
13					✓
14					✓

F. Komentar Umum dan Saran

Secara umum instrumen penelitian layak digunakan untuk rizel

Catatan kelebihan

a). rasionalisasi waktu pengajaran. c). pertanyaan dan pemahaman
b). Cek kembali kesesuaian CP Soal. No.11

Semarang.....

Validator

Dr. Toko Poerwadi, M.Pd
NIP. 19760214 200801101.

LEMBAR VALIDASI
INSTRUMEN TES KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP DAN
KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH FISIKA

A. Identitas Peneliti

Nama : Arifah Riana

NIM : 2108066013

Judul : Implementasi Model *Case Based Learning* Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Termodinamika

B. Pengantar

Instrumen tes ini digunakan untuk mengevaluasi kemampuan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik SMA pada materi termodinamika. Penilaian terhadap soal yang dikerabangkan dimaksudkan agar soal memenuhi kriteria valid sehingga layak digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian. Saya ucapkan terima kasih atas kesedian Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

C. Petunjuk

1. Instrumen validasi ini disusun untuk mengetahui evaluasi, penilaian, dan pendapat Bapak/Ibu terhadap instrumen tes kemampuan pemahaman konsep dan keterampilan komunikasi ilmiah pada materi Termodinamika untuk peserta didik kelas XI SMA.
2. Sebelum mengisi lembar validasi Bapak/Ibu dimohon terlebih dahulu membaca atau mempelajari instrumen tes yang telah peneliti kembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan pendapat dari setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada pernyataan yang memenuhi aspek dan memberikan tanda silang (✗) pada pernyataan yang tidak memenuhi aspek.
4. Bapak/Ibu dimohon memberikan keputusan penilaian untuk setiap butir soal dengan memberi tanda ceklis (✓) pada skala 1, 2, 3, 4, atau 5 sebagai kesimpulan dari pernyataan yang memenuhi aspek. Keterangan dari kelima skala pada kolom keputusan validator adalah sebagai berikut.

5 = sangat valid (11-13)

4 = valid (9-10)

3 = cukup valid (6-8)

2 = kurang valid (4-5)

1 = tidak valid (1-3)

D. Validator

Nama : Irman Said Prastogo, M.Sc.

NIP : 19911228 2019031009

Instansi : UIN Walisongo Semarang

E. Penilaian

Tabel Validasi Instrumen Tes

12.	Rumusan kalimat dalam soal mudah dipahami	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	X
13.	Rumusan kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	X

Tabel Keputusan Validator Terhadap Instrumen Tes

No. Soal	Keputusan Validator				
	1	2	3	4	5
1			✓		
2					✓
3				✓	
4					✓
5					✓
6					✓
7					✓
8					✓
9				✓	
10					✓
11				✓	
12					✓
13					✓
14					✓

F. Komentar Umum dan Saran

- Dari segi konsep, masih terdapat kesalahan - kesalahan minor di beberapa soal. Sebaiknya dilakukan perbaikan
- Masih terdapat beberapa soal yang penyangkannya kurang jelas/ambig. Sebaiknya diperbaiki
- Indikator pemahaman konsep dan level kognitif belum sesuai di beberapa soal.

Semarang, Mei 2025

Validator


 Iman Said Prastyo, M.Sc.

NIP. 19912282019031009

Lampiran 2 Validasi LKPD

LEMBAR VALIDASI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

A. Identitas Peneliti

Nama : Arifah Riana

NIM : 2108066013

Judul : Implementasi Model *Case Based Learning* Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Termodinamika

B. Pengantar

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini digunakan sebagai bahan ajar yang mendukung proses pembelajaran dengan model *Case Based Learning* (CBL) pada materi termodinamika. Penilaian terhadap LKPD yang dikembangkan dimaksudkan agar LKPD ini memenuhi layak sehingga digunakan dalam penelitian. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

C. Petunjuk

1. Instrumen validasi ini disusun untuk mengetahui evaluasi, penilaian, dan pendapat Bapak/Ibu terhadap LKPD berbasis kasus pada materi Termodinamika untuk peserta didik kelas XI SMA.
2. Sebelum mengisi lembar validasi Bapak/Ibu dimohon terlebih dahulu membaca atau mempelajari LKPD yang telah peneliti kembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan pendapat dari setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada setiap butir pernilaian dengan skor 1, 2, 3, atau 4. Deskripsi skor dapat dilihat pada lembar rubrik penilaian validasi LKPD.
4. Pendapat, kritik, saran, dan penilaian Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk perbaikan dan peningkatan LKPD berbasis kasus pada materi Termodinamika.

D. Validator

Nama : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.

NIP : 19760214 20080110 1

Instansi : UIN Walisongo Semarang

E. Penilaian

No.	Aspek yang Ditelaah	Skala Penilaian				Perbaikan/Saran
		1	2	3	4	
A. Aspek Isi						
1.	Kesesuaian isi LKPD dengan tujuan pembelajaran			✓		
2.	Kebenaran materi/ konsep			✓		
3.	LKPD berisi kegiatan yang memungkinkan peserta didik aktif dalam pembelajaran.			✓		
4.	LKPD mengarahkan peserta didik untuk membangun konsep			✓		
5.	LKPD mengandung aspek pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah.			✓		
B. Aspek Konstruk						
6.	Kelengkapan format LKPD (Judul, Petunjuk, Tujuan, Informasi Pendukung, Aktivitas, Penilaian)			✓		
7.	Pengaturan ilustrasi/gambar proporsional		✓			
8.	Aktivitas LKPD mendukung model <i>Case Based Learning</i>			✓		
C. Aspek Bahasa						
9.	LKPD menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar			✓		
10.	Struktur kalimat jelas dan mudah dipahami			✓		
11.	Penggunaan istilah tepat dan sesuai kemampuan peserta didik			✓		

F. Komentar Umum dan Saran

Alat instrumen layout bagus mudah untuk mengambil data dan segera

G. Kesimpulan Penilaian

Berdasarkan hasil penilaian yang sudah dilakukan, skor yang diperoleh menunjukkan bahwa Lembar Peserta Didik (LKPD) yang telah dikembangkan:

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
4. Belum dapat digunakan

Semarang, 3 Mei 2025

Validator


 Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
 NIP. 197602142008011011

LEMBAR VALIDASI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

A. Identitas Peneliti

Nama : Arifah Riana

NIM : 2108066013

Judul : Implementasi Model *Case Based Learning* Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Termodinamika

B. Pengantar

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini digunakan sebagai bahan ajar yang mendukung proses pembelajaran dengan model *Case Based Learning* (CBL) pada materi termodinamika. Penilaian terhadap LKPD yang dikembangkan dimaksudkan agar LKPD ini memenuhi layak sehingga digunakan dalam penelitian. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

C. Petunjuk

1. Instrumen validasi ini disusun untuk mengetahui evaluasi, penilaian, dan pendapat Bapak/Ibu terhadap LKPD berbasis kasus pada materi Termodinamika untuk peserta didik kelas XI SMA.
2. Sebelum mengisi lembar validasi Bapak/Ibu dimohon terlebih dahulu membaca atau mempelajari LKPD yang telah peneliti kembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon memberikan pendapat dari setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada setiap butir pernilaian dengan skor 1, 2, 3, atau 4. Deskripsi skor dapat dilihat pada lembar rubrik penilaian validasi LKPD.
4. Pendapat, kritik, saran, dan penilaian Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk perbaikan dan peningkatan LKPD berbasis kasus pada materi Termodinamika.

D. Validator

Nama : Irman Said Pratyo, M.Sc.
 NIP : 199112202019031009
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

E. Penilaian

No.	Aspek yang Ditelaah	Skala Penilaian				Perbaikan/Saran
		1	2	3	4	
A. Aspek Isi						
1.	Kesesuaian isi LKPD dengan tujuan pembelajaran				✓	
2.	Kebenaran materi/ konsep		✓			Perbaiki/ganti soal tentang pembelajaran grafik p-V
3.	LKPD berisi kegiatan yang memungkinkan peserta didik aktif dalam pembelajaran.			✓		
4.	LKPD mengarahkan peserta didik untuk membangun konsep			✓		
5.	LKPD mengandung aspek pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah.			✓		
B. Aspek Konstrukt						
6.	Kelengkapan format LKPD (Judul, Petunjuk, Tujuan, Informasi Pendukung, Aktivitas, Penilaian)				✓	
7.	Pengaturan ilustrasi/gambar proporsional			✓		
8.	Aktivitas LKPD mendukung model <i>Case Based Learning</i>			✓		
C. Aspek Bahasa						
9.	LKPD menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar			✓		Penggunaan konjungsi kuang kal di beberapa bagian. Betulkan!
10.	Struktur kalimat jelas dan mudah dipahami			✓		
11.	Penggunaan istilah tepat dan sesuai kemampuan peserta didik			✓		

F. Komentar Umum dan Saran

- Terdapat kesalahan penulisan tentang pengaruh persamaan-persamaan gas, yakni tidak dapat diterapkan ke sembarang sistem.
- Tidak terdapat keterangan notasi di beberapa bagian. Tambahkan keterangan!
- Terdapat aktivitas yang kurang realistik. Perbaiki!
- Perhatikan lagi kelebihan tata bahasa dan penulisan! Terdapat kesalahan penggunaan konjungsi (tak hubung) dan tidak dapat kesalahan ketik!

G. Kesimpulan Penilaian

Berdasarkan hasil penilaian yang sudah dilakukan, skor yang diperoleh menunjukkan bahwa Lembar Peserta Didik (LKPD) yang telah dikembangkan:

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
4. Belum dapat digunakan

Semarang, 6 Mei 2028

Validator


Irmansyah S.Pd. Prastyo, M.Sc.
NIP. 199112282019031009

RUBRIK PENILAIAN VALIDASI LKPD

No.	Aspek yang ditelaah	Skor	Deskripsi
A. Aspek Isi			
1.	Kesesuaian isi LKPD dengan tujuan pembelajaran	4	Isi LKPD sesuai 5 poin tujuan pembelajaran.
		3	Isi LKPD sesuai dengan 4 poin tujuan pembelajaran.
		2	Isi LKPD sesuai dengan 3 poin tujuan pembelajaran.
		1	Isi LKPD hanya sesuai dengan 1-2 tujuan pembelajaran.
2.	Kebenaran materi/ konsep	4	5 submateri/ konsep benar dan tepat.
		3	4 submateri/ konsep benar, 1 submateri kurang tepat atau miskonsepsi.
		2	3 submateri/ konsep benar dan 2 submateri kurang tepat atau miskonsepsi.
		1	1-2 submateri/ konsep benar dan 3-4 submateri kurang tepat atau miskonsepsi.
3.	LKPD berisi kegiatan yang memungkinkan peserta didik aktif dalam pembelajaran.	4	<ol style="list-style-type: none"> 1) LKPD berisi kegiatan yang mendorong peserta didik untuk memahami dan menganalisis materi. 2) LKPD berisi kegiatan yang mendorong peserta didik untuk berdiskusi. 3) LKPD berisi kegiatan yang mendorong peserta didik untuk bekerja sama dalam kelompok.

			4) LKPD berisi kegiatan yang mendorong peserta didik untuk bertanya, menjawab, atau berpendapat.
		3	Tiga poin terpenuhi.
		2	Dua poin terpenuhi.
		1	Satu poin terpenuhi.
4.	LKPD mengarahkan peserta didik untuk membangun konsep	4	4 aktivitas dalam LKPD mengarahkan peserta didik untuk membangun konsep.
		3	3 aktivitas dalam LKPD mengarahkan peserta didik untuk membangun konsep.
		2	2 aktivitas dalam LKPD mengarahkan peserta didik untuk membangun konsep.
		1	Hanya 1 aktivitas dalam LKPD yang mengarahkan peserta didik untuk membangun konsep.
5.	LKPD mengandung aspek pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah	4	4 aktivitas LKPD mengandung aspek pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah.
		3	3 aktivitas LKPD mengandung aspek pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah.
		2	2 aktivitas LKPD mengandung aspek pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah
		1	Hanya 1 aktivitas LKPD yang mengandung aspek

			pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah.
B. Aspek Konstruk			
6.	Kelengkapan format LKPD (Judul, Petunjuk, Tujuan, Informasi Pendukung, Aktivitas, Penilaian)	4	Semua format (6) LKPD terpenuhi.
		3	Sebagian besar format (4-5) LKPD terpenuhi.
		2	Setengah (3) format LKPD terpenuhi.
		1	Hanya sebagian kecil (1-2) format LKPD terpenuhi.
7.	Pengaturan ilustrasi/gambar proporsional	4	<ol style="list-style-type: none"> Ukuran gambar tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil. Penempatan gambar simetris. Skala gambar sesuai dengan konteks (tidak mendominasi seluruh halaman). Gambar terlihat jelas sehingga informasi tersampaikan
		3	Tiga poin terpenuhi.
		2	Dua poin terpenuhi.
		1	Satu poin terpenuhi.
		4	<ol style="list-style-type: none"> LKPD mendukung aktivitas diskusi kelompok. LKPD mendukung aktivitas pengumpulan informasi. LKPD mendukung aktivitas menganalisis dan menyelesaikan kasus.
8.	Aktivitas LKPD mendukung model <i>Case Based Learning</i>		

			4) LKPD mendukung aktivitas untuk mempresentasikan hasil diskusi.
		3	Tiga poin terpenuhi.
		2	Dua poin terpenuhi.
		1	Satu poin terpenuhi.
C. Aspek Bahasa			
9.	LKPD menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar	4	Semua isi LKPD (6 bagian) sudah menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar.
		3	Sebagian besar isi LKPD (4-5 bagian) sudah menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar, hanya beberapa bagian yang perlu diperbaiki.
		2	Setengah isi LKPD (3 bagian) sudah menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar, setengahnya perlu diperbaiki.
		1	Hanya sebagian kecil isi LKPD (1-2 bagian) yang sudah menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar, banyak bagian yang perlu diperbaiki.
10.	Struktur kalimat jelas dan mudah dipahami	4	Semua kalimat yaitu pada 4 aktivitas LKPD sudah menggunakan kalimat jelas dan mudah dipahami.
		3	Sebagian besar kalimat yaitu pada 3 aktivitas LKPD sudah menggunakan kalimat jelas

			dan mudah dipahami hanya beberapa kalimat yang perlu diperbaiki.
		2	Setengah kalimat yaitu pada 2 aktivitas LKPD sudah menggunakan kalimat jelas dan mudah dipahami, setengahnya perlu diperbaiki.
		1	Sebagian besar kalimat yaitu pada 3 aktivitas LKPD belum menggunakan kalimat jelas dan mudah dipahami, banyak kalimat yang perlu diperbaiki.
11.	Penggunaan istilah tepat dan sesuai kemampuan peserta didik	4	Semua istilah yaitu pada 4 aktivitas dalam LKPD sudah tepat dan sesuai kemampuan peserta didik.
		3	Sebagian besar istilah yaitu pada 3 aktivitas dalam LKPD sudah tepat dan sesuai kemampuan peserta didik, hanya beberapa istilah yang perlu diperbaiki.
		2	Setengah istilah yaitu pada 2 aktivitas dalam LKPD sudah tepat dan sesuai kemampuan peserta didik, setengahnya perlu diperbaiki.
		1	Sebagian besar istilah yaitu pada 3 aktivitas dalam LKPD belum tepat dan belum sesuai kemampuan peserta didik, banyak istilah yang perlu diperbaiki.

Lampiran 3 Modul Ajar

A. Informasi Umum

Nama Penyusun: Arifah Riana

Institusi : SMA Negeri 3 Semarang

Tahun Ajaran : 2024/2025

Jenjang Sekolah : SMA/ MA

Fase/ Kelas : F/ XI

Semester : Genap

Alokasi Waktu : 7 JP (7 x 45 menit)

Jumlah Pertemuan : 3

Kode Modul Ajar : FIS. F. 11.Termodinamika

B. Kompetensi Awal

Pada pembelajaran sebelumnya peserta didik telah mempelajari tentang suhu dan kalor. Peserta didik diharapkan telah menguasai tentang termometer dan macam-macam skala suhu, pengaruh kalor pada zat dan asas Black, pemuaian zat, dan perpindahan kalor.

C. Profil Pelajar Pancasila

- a. Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia (Berdoa sebelum dan setelah belajar)
- b. Bernalar kritis (Diskusi dalam menganalisis dan menyelesaikan kasus, bertanya, dan menjawab pertanyaan)
- c. Gotong royong (Menyelesaikan LKPD dengan bekerja sama dengan rekan satu kelompok)

D. Sarana dan Prasarana

Beberapa sarana dan prasarana yang dibutuhkan yaitu ruang kelas yang memadai, papan tulis, spidol, PPT materi, LKPD, *smartphone*, dan modul Fisika Kelas XI atau ringkasan materi.

E. Target Peserta didik

Perangkat ajar ini dirancang untuk:

V	Peserta didik regular/tipikal umum
	Peserta didik dengan kesulitan belajar
	Peserta didik dengan pencapaian tinggi
	Peserta didik dengan disabilitas

F. Moda Pembelajaran

V	Tatap Muka
	Pembelajaran Jarak Jauh Daring (Dalam Jaringan)
	Pembelajaran Jarak Jauh Luring (Luar Jaringan)
	<i>Blended Learning</i>

G. Model Pembelajaran

Model pembelajaran yang digunakan adalah *Case Based Learning*. Dengan metode pembelajaran ceramah, diskusi, dan presentasi.

H. Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu memahami konsep dan menerapkan prinsip termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.

I. Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran	Elemen CP	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
<ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami konsep dasar termodinamika . 2. Menganalisis hukum-hukum 	Pemahaman Konsep Fisika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi sistem termodinamika. 2. Mendeskripsikan sifat-sifat termodinamika.

<p>gas yang membentuk persamaan gas ideal.</p> <p>3. Menganalisis proses-proses termodinamika</p> <p>.</p>		<p>3. Menganalisis hukum-hukum gas dan persamaannya.</p> <p>4. Mengidentifikasi gas nyata dan gas ideal.</p> <p>5. Menganalisis proses-proses Termodinamika.</p>
	<p>Keterampilan Proses</p>	<p>1. Mengamati. Peserta didik mengamati kasus dalam kehidupan sehari-hari dan mengaitkannya dengan konsep Termodinamika.</p> <p>2. Mempertanyakan dan memprediksi. Peserta didik mampu bertanya dan berdiskusi untuk membuat hipotesis mengenai kasus yang disajikan.</p> <p>3. Memproses, menganalisis data dan informasi dari hasil pencarian data. Peserta didik mampu menganalisis kasus</p>

		<p>dan mengumpulkan informasi untuk menyelesaikan permasalahan.</p> <p>4. Mengkomunikasikan hasil. Peserta didik mampu menyampaikan hasil diskusinya baik secara lisan maupun tertulis.</p>
--	--	---

J. Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran

0 – 40% : Belum mencapai KKTP, remedial seluruh bagian.

41,01 – 60% : Belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan.

61,01 – 80% : Sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial.

81,01 – 100% : Sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan/tantangan lebih.

Kriteria Ketuntasan	0-40%	41-60%	61-80%	81-100%
LKPD				
Presentasi				

K. Pemahaman Bermakna

1. Adanya proses alamiah seperti perpindahan panas dari suatu sistem ke lingkungan.
2. Menyadari masalah yang terjadi di sekitar terkait perubahan energi kemudian menganalisis dan menyelesaikannya.
3. Energi dapat dipindahkan dan diubah bentuknya.

4. Memahami proses-proses yang bekerja pada mesin-mesin.

L. Persiapan Pembelajaran

Sebelum pembelajaran dimulai hal-hal yang harus dipersiapkan antara lain:

1. Menyiapkan bahan ajar dan PPT materi
2. Menyiapkan LKPD
3. Menyiapkan pembagian kelompok

M. Pertanyaan Pemantik

1. Amati keadaan di dalam kelas, apakah suhu di dalam kelas sama dengan di luar kelas? Jika berbeda apakah suhu dingin di dalam kelas dapat berpindah ke luar kelas?
2. Apa fungsi refrigerator? Proses termodinamika apa yang terjadi di dalamnya?

N. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan : 1

Alokasi JP : 3 JP (3 X 45 menit)

Tujuan Pembelajaran :

1. *Pretest*
2. Memahami konsep dasar Termodinamika
3. Menganalisis hukum-hukum gas yang membentuk persamaan gas ideal

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan		
1. Guru memberi salam dan memulai pembelajaran dengan berdoa.	1. Peserta didik menjawab salam dan memulai pembelajaran dengan berdoa.	45 menit

<p>2. Guru memeriksa kehadiran peserta didik.</p> <p>3. Guru membagikan soal dan lembar jawab untuk <i>pretest</i>.</p> <p>4. Guru menginstruksikan pengumpulan soal dan lebar jawab <i>pretest</i>.</p> <p>5. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik.</p> <p>6. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.</p> <p>7. Guru memberikan apersepsi materi sebelumnya.</p>	<p>2. Peserta didik menjawab presensi.</p> <p>3. Peserta didik mengerjakan soal <i>pretest</i>.</p> <p>4. Peserta didik mengumpulkan soal dan lembar jawab <i>pretest</i>.</p> <p>5. Peserta didik mendengarkan motivasi, tujuan pembelajaran, dan apersepsi yang disampaikan guru.</p>	
---	---	--

Kegiatan Inti

Model *Case Based Learning*

<p>1. Membagi siswa dalam beberapa kelompok kecil. Guru membagi siswa dalam kelompok berisi 5 orang.</p>	<p>1. Membagi siswa dalam beberapa kelompok kecil. Peserta didik membentuk kelompok berdasarkan arahan dari guru.</p>	75 menit
--	---	----------

<p>2. Menetapkan kasus. Guru membagikan LKPD kepada masing-masing kelompok. LKPD berisi kasus mengenai sistem termodinamika dan sifatnya serta hukum-hukum gas.</p> <p>3. Menganalisis kasus. Guru mengarahkan dan membimbing peserta didik untuk berdiskusi dalam menganalisis kasus yang disajikan.</p> <p>4. Menemukan informasi secara mandiri. Guru mempersilakan peserta didik mengakses informasi baik melalui buku maupun <i>smartphone</i>.</p> <p>5. Menyelesaikan kasus. Guru membimbing siswa untuk menyelesaikan</p>	<p>2. Menetapkan kasus. Setiap kelompok memperoleh LKPD dan memahami kasus yang disajikan.</p> <p>3. Menganalisis kasus. Peserta didik berdiskusi dengan teman kelompoknya untuk menganalisis kasus.</p> <p>4. Menemukan informasi secara mandiri. Peserta didik mengumpulkan informasi melalui buku atau pun <i>smartphone</i>.</p> <p>5. Menyelesaikan kasus. Peserta didik menuliskan penyelesaian kasus berdasarkan informasi yang diperoleh.</p> <p>6. Membuat kesimpulan. Peserta didik menyusun kesimpulan kasus.</p>	
---	--	--

<p>kasus berdasarkan informasi yang telah diperoleh.</p> <p>6. Membuat kesimpulan. Guru mendorong peserta didik membuat kesimpulan.</p> <p>7. Presentasi. Guru mengarahkan kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi mereka.</p> <p>8. Perbaikan. Guru memberikan konfirmasi pengetahuan dan saran untuk perbaikan.</p>	<p>7. Presentasi. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya.</p> <p>8. Perbaikan. Peserta didik memperoleh konfirmasi pengetahuan dan saran untuk perbaikan dari guru.</p>	
Kegiatan Penutup		
<p>1. Guru memberikan kesempatan peserta didik untuk bertanya.</p> <p>2. Guru memberikan kuis.</p> <p>3. Guru dan peserta didik melakukan refleksi.</p> <p>4. Guru menyampaikan</p>	<p>1. Peserta didik menanyakan hal yang masih belum dipahami.</p> <p>2. Peserta didik menjawab kuis.</p> <p>3. Peserta didik melakukan refleksi.</p> <p>4. Peserta didik mendengarkan informasi materi</p>	15 menit

materi pembelajaran selanjutnya.	pembelajaran selanjutnya.	
5. Guru menutup pembelajaran dengan berdoa dan salam.	5. Peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan menjawab salam.	

Pertemuan : 2

Alokasi JP : 2 JP (2 X 45 menit)

Tujuan Pembelajaran :

1. Mengidentifikasi gas nyata dan gas ideal
2. Menganalisis proses-proses termodinamika

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam dan memulai pembelajaran dengan berdoa. 2. Guru memeriksa kehadiran peserta didik. 3. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik. 4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. 5. Guru memberikan apersepsi materi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik menjawab salam dan memulai pembelajaran dengan berdoa. 2. Peserta didik menjawab presensi. 3. Peserta didik mendengarkan motivasi, tujuan pembelajaran, dan apersepsi yang disampaikan guru. 	10 menit

pertemuan sebelumnya.		
Kegiatan Inti Model <i>Case Based Learning</i>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Membagi siswa dalam beberapa kelompok kecil. Guru membagi siswa dalam kelompok berisi 5 orang. 2. Menetapkan kasus. Guru membagikan LKPD kepada masing-masing kelompok. LKPD berisi kasus mengenai gas nyata dan gas ideal. 3. Menganalisis kasus. Guru mengarahkan dan membimbing peserta didik untuk berdiskusi dalam menganalisis kasus yang disajikan. 4. Menemukan informasi secara mandiri. Guru mempersilakan peserta didik mengakses 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membagi siswa dalam beberapa kelompok kecil. Peserta didik membentuk kelompok berdasarkan arahan dari guru. 2. Menetapkan kasus. Setiap kelompok memperoleh LKPD dan memahami kasus yang disajikan. 3. Menganalisis kasus. Peserta didik berdiskusi dengan teman kelompoknya untuk menganalisis kasus. 4. Menemukan informasi secara mandiri. Peserta didik mengumpulkan informasi melalui buku atau pun <i>smartphone</i>. 	70 menit

<p>informasi baik melalui buku maupun <i>smartphone</i>.</p> <p>5. Menyelesaikan kasus. Guru membimbing siswa untuk menyelesaikan kasus berdasarkan informasi yang telah diperoleh.</p> <p>6. Membuat kesimpulan. Guru mendorong peserta didik membuat kesimpulan.</p> <p>7. Presentasi. Guru mengarahkan kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi mereka.</p> <p>8. Perbaikan. Guru memberikan konfirmasi pengetahuan dan saran untuk perbaikan peserta didik.</p>	<p>5. Menyelesaikan kasus. Peserta didik menuliskan penyelesaian kasus berdasarkan informasi yang diperoleh.</p> <p>6. Membuat kesimpulan. Peserta didik menyusun kesimpulan kasus.</p> <p>7. Presentasi. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya.</p> <p>8. Perbaikan. Peserta didik memperoleh konfirmasi pengetahuan dan saran untuk perbaikan dari guru.</p>	
Kegiatan Penutup		

<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan kesempatan peserta didik untuk bertanya. 2. Guru memberikan kuis. 3. Guru dan peserta didik melakukan refleksi. 4. Guru menutup pembelajaran dengan berdoa dan salam. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik menanyakan hal yang masih belum dipahami. 2. Peserta didik menjawab kuis. 3. Peserta didik melakukan refleksi. 4. Peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan menjawab salam. 	10 menit
---	---	----------

Pertemuan : 3

Alokasi JP : 2 JP (2 X 45 menit)

Tujuan Pembelajaran :

1. Ulasan dan penguatan materi termodinamika
2. *Posttest*

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam dan memulai pembelajaran dengan berdoa. 2. Guru memeriksa kehadiran peserta didik. 3. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik menjawab salam dan memulai pembelajaran dengan berdoa. 2. Peserta didik menjawab presensi. 3. Peserta didik mendengarkan 	10 menit

4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.	motivasi dan tujuan pembelajaran.	
Kegiatan Inti		
1. Guru mengulas materi yang telah dipelajari dan memberikan penguatan.	1. Peserta didik menyimak ulasan materi dan penguatan dari guru.	70 menit
2. Guru membagikan lembar soal <i>posttest</i> dan lembar jawab	2. Peserta didik menerima lembar soal <i>posttest</i> dan lembar jawab.	
3. Guru membacakan peraturan dan cara mengerjakan soal <i>posttest</i> .	3. Peserta didik mendengarkan peraturan dan cara mengerjakan soal <i>posttest</i> .	
4. Guru mengawasi penggerjaan peserta didik.	4. Peserta didik mengerjakan soal <i>posttest</i> .	
5. Guru menerima lembar soal <i>posttest</i> dan lembar jawab yang telah dikerjakan siswa.	5. Peserta didik mengumpulkan lembar soal <i>posttest</i> dan lembar jawab yang telah selesai dikerjakan.	
Kegiatan Penutup		
1. Guru memberikan kesempatan peserta	1. Peserta didik menanyakan hal	10 menit

didik untuk bertanya.	yang masih belum dipahami.	
2. Guru dan peserta didik melakukan refleksi.	2. Peserta didik melakukan refleksi.	
3. Guru menutup pembelajaran dengan berdoa dan salam.	3. Peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan menjawab salam.	

O. Materi

Terlampir

P. LKPD

Terlampir

Q. Asesmen

1. Asesmen Formatif melalui penilaian keaktifan dan presentasi peserta didik.
2. Asesmen Sumatif melalui hasil LKPD.

R. Rubrik Penilaian

Asesmen Sumatif

1. Penilaian LKPD

No.	Kriteria Penilaian Per Jawaban	Score	Keterangan
1.	Ketepatan jawaban	1	Tidak Tepat
		2	Kurang Tepat
		3	Tepat
2.	Kelengkapan jawaban	1	Tidak Tepat
		2	Kurang Tepat

	3	Tepat
Skor Maksimal Per Jawaban	6	

$$Nilai = \frac{skor\ yang\ diperoleh\ dari\ seluruh\ soal}{total\ skor\ maksimal\ keseluruhan} \times 100$$

Asesmen Formatif

1. Penilaian Keaktifan

Skor	Keterangan
1	Rendah / Kurang Baik
2	Sedang/ Cukup Baik
3	Tinggi/ Baik
4	Sangat Tinggi/ Sangat Baik

2. Penilaian Presentasi

Skor	Keterangan
1	Rendah / Kurang Baik
2	Sedang/ Cukup Baik
3	Tinggi/ Baik
4	Sangat Tinggi/ Sangat Baik

S. Pengayaan dan Remidial

1. Pengayaan : -
2. Remidial : -

T. Refleksi Guru

Refleksi guru diisi menggunakan *google formulir* dengan menuliskan proses pembelajaran yang telah dilakukan, respon peserta didik, kendala yang dijumpai, kesulitan belajar peserta didik, dan solusi untuk mengatasinya. Berikut tautan refleksi guru <https://forms.gle/GKCzg31BMGWo2CSF9>.

U. Refleksi Peserta Didik

Refleksi peserta didik diisi menggunakan *google formulir* dengan menuliskan bagaimana pengalaman belajar hari ini. Berikut tautan refleksi peserta didik <https://forms.gle/BGsQyWhuXt4w73fh8>.

V. Bahan Bacaan Guru dan Peserta Didik

Sumber bacaan untuk memperkaya pengetahuan guru dan peserta didik tentang materi pelajaran.

Guru	Peserta didik
Buku Fisika SMA/MA Kelas XI Kurikulum Merdeka	Buku Fisika SMA/MA Kelas XI Kurikulum Merdeka
Greiner, W., Neise, L., & Stocher, H. (1995). <i>Thermodynamics and Statistical Mechanics</i> . Springer.	Buku sumber lainnya yang mudah diakses oleh peserta didik.
Internet, YouTube, dan sumber belajar digital lainnya	

W. Glosarium

Adiabatik : Proses termodinamika di mana tidak ada perpindahan kalor antara sistem dan lingkungannya

Diagram p - V : Grafik yang menggambarkan hubungan antara tekanan (P) dan volume (V) suatu sistem termodinamika. Diagram ini digunakan untuk memvisualisasikan proses-proses termodinamika dan menghitung usaha yang dilakukan oleh sistem.

Gas : Suatu zat yang tidak memiliki bentuk atau volume tetap, melainkan mengisi seluruh ruang yang tersedia. Molekul-molekul gas bergerak bebas dan acak.

Gas ideal : Model teoretis gas di mana molekul-molekul dianggap sebagai partikel titik tanpa volume dan tidak ada gaya tarik-menarik antar molekul. Gas ideal mematuhi persamaan $PV = nRT$.

Isobarik : Proses termodinamika yang terjadi pada tekanan konstan.

Isokhorik : Proses termodinamika yang terjadi pada volume konstan.

Isotermal : Proses termodinamika yang terjadi pada suhu konstan.

Kalor : Energi yang ditransfer antara sistem dan lingkungannya akibat perbedaan suhu.

Suhu : Ukuran energi kinetik rata-rata molekul-molekul dalam suatu zat.

Tekanan : Gaya yang diberikan per satuan luas.

Volume : Ruang yang ditempati oleh suatu zat.

X. Daftar Pustaka

Blundell, S. J., & Blundell, K. M. (2006). Concept in Thermal Physics. In Oxford University Press. Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199562091.001.0001>

Borgnakke, C., & Sonntag, R. E. (2013). Fundamentals of Thermodynamics. In Don Fowley. John Wiley & Sons.

https://doi.org/10.1007/978-94-009-9929-9_3

Greiner, W., Neise, L., & Stocher, H. (1995). Thermodynamics and Statistical Mechanics. Springer.

Haryanto, A. (2016). Termodinamika (Kedua). Innosain.

Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI (Aslizar (ed.)). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Lampiran 4 LKPD

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 1-A

Sekolah : SMA Negeri 3 Semarang

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/ II

Materi : Termodinamika

Tujuan :

1. Mengidentifikasi sistem termodinamika
2. Mendeskripsikan sifat-sifat termodinamika dalam suatu sistem
3. Menganalisis hukum-hukum gas

Petunjuk :

1. Bacalah ringkasan materi yang tersedia pada LKPD.
2. Bacalah kasus yang disajikan dan diskusikan kasus tersebut dengan rekan kelompok.
3. Carilah informasi yang relevan untuk menyelesaikan kasus dari buku maupun media elektronik lainnya.
4. Tulislah hasil analisis dan penyelesaian kasus pada ruang yang tersedia di LKPD.
5. Presentasikan hasil yang Anda temukan di depan kelas, bagilah tugas presentasi dengan seluruh rekan kelompok.

Anggota Kelompok :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

A. Ringkasan Materi

1. Sistem Termodinamika

Termodinamika secara etimologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *therme* (kalor) dan *dynamics* (gaya atau gerak). Termodinamika secara terminologi berarti ilmu

yang mempelajari tentang energi beserta perubahannya dan hubungan antara sifat-sifat fisis materi. Sistem termodinamika adalah suatu perangkat atau kombinasi perangkat yang mengandung kuantitas materi yang akan dipelajari. Sistem termodinamika dianalisis dengan menentukan sistem, lingkungan, dan permukaan batas. Sistem adalah materi dan perangkat yang diamati, serta berada di dalam permukaan batas. Permukaan batas adalah permukaan yang membatasi sistem dengan lingkungan. Permukaan batas dapat berupa permukaan nyata atau khayal yang bergerak maupun diam. Lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem yang memiliki pengaruh langsung terhadap sifat sistem.

Sistem dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan interaksi antara sistem dengan lingkungan, yaitu sistem terbuka, sistem tertutup, dan sistem terisolasi.

- a. Sistem terbuka = sistem di mana terjadi pertukaran partikel dan energi dengan lingkungan melalui permukaan batas.
- b. Sistem tertutup = sistem di mana hanya terjadi pertukaran energi dengan lingkungan dan tidak terjadi pertukaran partikel.
- c. Sistem terisolasi = sistem yang tidak terjadi pertukaran partikel dan energi dengan lingkungan.

2. Sifat-Sifat Termodinamika

Sifat-sifat ini digunakan untuk menggambarkan kondisi sistem termodinamika.

- a. Sifat Ekstensif (Bergantung pada jumlah zat)
 - Massa (m) → Semakin banyak zat, semakin besar massanya.
 - Volume (V) → Ruang yang ditempati oleh zat dalam sistem.

- Energi Dalam (U) → Total energi yang dimiliki sistem.
- b. Sifat Intensif (Tidak bergantung pada jumlah zat)
 - Suhu (T) → Menunjukkan tingkat panas suatu sistem.
 - Tekanan (p) → Gaya per satuan luas akibat tumbukan partikel gas.
 - Kepadatan/Massa Jenis (ρ) → Massa per satuan volume zat dalam sistem.

3. Hukum-Hukum Gas

a. Hukum Boyle

Jika suhu tetap, maka tekanan berbanding terbalik dengan volume.

$$p \propto \frac{1}{V}$$

$$pV = \text{konstan}$$

b. Hukum Charles

Jika tekanan tetap, maka volume berbanding lurus dengan suhu mutlak (Kelvin)

$$V \propto T$$

$$\frac{V}{T} = \text{konstan}$$

c. Hukum Gay Lussac

Jika volume tetap, maka tekanan berbanding lurus dengan suhu mutlak (Kelvin).

$$p \propto T$$

$$\frac{p}{T} = \text{konstan}$$

d. Hukum Avogadro

Pada suhu dan tekanan tetap, volume gas sebanding dengan jumlah mol gas (n).

$$\frac{V}{n} = \text{konstan}$$

B. Aktivitas Kelompok

1. Pindai kode QR berikut dan simaklah video yang ditampilkan!



Analisislah video tersebut dan diskusikan pertanyaan di bawah ini bersama rekan satu kelompok!

- a. Identifikasilah sistem, lingkungan, permukaan batas, dan jenis sistem termodinamika, serta sajikan dalam bentuk tabel! (*information representation*)
- b. Identifikasi sifat-sifat termodinamika yang dapat diamati dalam sistem tersebut! (*scientific writing*)
- c. Sistem manakah yang paling efisien dalam mempertahankan suhu kopi, berikan alasannya! (*scientific writing*)

Kolom Hasil Diskusi

Kolom Hasil Diskusi

2. Dion hendak bermain sepeda dengan teman-temannya, tetapi ban sepedanya kempis. Kemudian, ia memompa ban sepedanya terlebih dahulu. Saat ia menekan tuas pompa, volume udara di dalam tabung pompa mengecil dan tuas menjadi lebih berat untuk ditekan.
 - a. Mengapa tuas pompa ketika ditekan menjadi semakin berat? (*scientific writing*)
 - b. Jelaskan hukum gas yang berlaku dalam kasus ini! (*scientific writing*)
 - c. Nyatakan dalam bentuk tabel poin b! (*information representation*)

Kolom Hasil Diskusi

Hubungan Antarvariabel	Persamaan	Keadaan Tetap	Jenis Hukum Gas

C. Penilaian

Nilai Keaktifan	Nilai LKPD	Nilai Presentasi	Paraf

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 1-B**A. Aktivitas Kelompok**

1. Pindai kode QR berikut dan simaklah video yang ditampilkan!



Analisislah video tersebut dan diskusikan pertanyaan di bawah ini bersama rekan satu kelompok!

- a. Identifikasilah sistem, lingkungan, permukaan batas, dan jenis sistem termodinamika, serta sajikan dalam bentuk tabel! (*information representation*)
- b. Identifikasi sifat-sifat termodinamika yang dapat diamati dalam sistem tersebut! (*scientific writing*)
- c. Sistem manakah yang paling efisien dalam mempertahankan suhu kopi, berikan alasannya! (*scientific writing*)

Kolom Hasil Diskusi

Kolom Hasil Diskusi

2. Dina menutup mulut sebuah botol plastik dengan balon karet. Botol tersebut berisi udara pada suhu kamar sekitar 25°C , kemudian botol dicelupkan dan ditahan dalam bak berisi air panas bersuhu 80°C . Setelah beberapa saat, Dina melihat balon mengembang meski jumlah udara di dalam botol dan tekanan tetap sama.
 - a. Mengapa balon karet pada kasus tersebut bisa mengembang? (*scientific writing*)
 - b. Jelaskan hukum gas yang berlaku dalam kasus ini! (*scientific writing*)

c. Nyatakan dalam bentuk tabel poin b! (*information representation*)

Kolom Hasil Diskusi

Hubungan Antarvariabel	Persamaan	Keadaan Tetap	Jenis Hukum Gas

B. Penilaian

Nilai Keaktifan	Nilai LKPD	Nilai Presentasi	Paraf

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 1-C**A. Aktivitas Kelompok**

1. Pindai kode QR berikut dan simaklah video yang ditampilkan!



Analisislah video tersebut dan diskusikan pertanyaan di bawah ini bersama rekan satu kelompok!

- a. Identifikasilah sistem, lingkungan, permukaan batas, dan jenis sistem termodinamika, serta sajikan dalam bentuk tabel! (*information representation*)
- b. Identifikasi sifat-sifat termodinamika yang dapat diamati dalam sistem tersebut! (*scientific writing*)
- c. Sistem manakah yang paling efisien dalam mempertahankan suhu kopi, berikan alasannya! (*scientific writing*)

Kolom Hasil Diskusi

Kolom Hasil Diskusi

2. Pak Mahendra setiap pagi berangkat kerja menggunakan motor. Suatu hari, ban motornya lebih kempis daripada biasanya, tetapi tidak bocor. Ketika dicek oleh tukang tambal ban, ternyata tekanan ban menurun namun ban tidak dipompa lagi. Siangnya, setelah motor diparkir di bawah sinar matahari, tekanan ban meningkat dan menjadi lebih keras.
 - a. Mengapa tekanan ban berbeda di pagi dan siang hari? (*scientific writing*)
 - b. Jelaskan hukum gas yang berlaku dalam kasus ini! (*scientific writing*)

c. Nyatakan dalam bentuk tabel poin b! (*information representation*)

Kolom Hasil Diskusi

Hubungan Antarvariabel	Persamaan	Keadaan Tetap	Jenis Hukum Gas

B. Penilaian

Nilai Keaktifan	Nilai LKPD	Nilai Presentasi	Paraf

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 1-D**A. Aktivitas Kelompok**

1. Pindai kode QR berikut dan simaklah video yang ditampilkan!



Analisislah video tersebut dan diskusikan pertanyaan di bawah ini bersama rekan satu kelompok!

- a. Identifikasilah sistem, lingkungan, permukaan batas, dan jenis sistem termodinamika, serta sajikan dalam bentuk tabel! (*information representation*)
- b. Identifikasi sifat-sifat termodinamika yang dapat diamati dalam sistem tersebut! (*scientific writing*)
- c. sistem manakah yang paling efisien dalam mempertahankan suhu kopi, berikan alasannya! (*scientific writing*)

Kolom Hasil Diskusi

Kolom Hasil Diskusi

2. Pak Junaedi seorang penjual balon. Pagi hari sebelum berangkat berjualan, Pak Junaedi mengisi balon-balon dengan memasukkan gas helium ke dalamnya. Terlihat bahwa semakin banyak gas yang masuk, balon menjadi semakin mengembang.
 - a. Jelaskan hukum gas yang berlaku dalam kasus ini! (*scientific writing*)
 - b. Nyatakan dalam bentuk tabel poin a! (*information representation*)

Kolom Hasil Diskusi

Hubungan Antarvariabel	Persamaan	Keadaan Tetap	Jenis Hukum Gas

B. Penilaian

Nilai Keaktifan	Nilai LKPD	Nilai Presentasi	Paraf

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 2

Sekolah : SMA Negeri 3 Semarang

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/ II

Materi : Termodinamika

Tujuan :

1. Mengidentifikasi gas nyata dan gas ideal.
2. Menganalisis proses-proses termodinamika.

Petunjuk :

1. Bacalah ringkasan materi yang tersedia pada LKPD
2. Bacalah kasus yang disajikan dan diskusikan kasus tersebut dengan rekan kelompok.
3. Carilah informasi yang relevan untuk menyelesaikan kasus dari buku maupun media elektronik lainnya.
4. Tulislah hasil analisis dan penyelesaian kasus pada ruang yang tersedia di LKPD.
5. Presentasikan hasil yang Anda temukan di depan kelas, bagilah tugas presentasi dengan seluruh rekan kelompok.

Anggota Kelompok :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

A. Ringkasan Materi

1. Gas Nyata dan Gas Ideal

Gas yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari disebut gas nyata sedangkan gas ideal merupakan gas yang bersifat teoritis. Gas nyata berlaku seperti gas ideal pada tekanan rendah dan suhu tinggi. Gas ideal adalah model teoritis gas yang diasumsikan memiliki sifat-sifat berikut:

- a. Partikel gas dianggap tidak memiliki volume atau seperti titik.

- b. Tidak ada gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antarpartikel gas.
- c. Tumbukan antarpartikel dan dinding bersifat elastis sempurna.
- d. Partikel bergerak bebas ke segala arah.

Persamaan gas ideal diperoleh dengan menggabungkan hukum-hukum gas seperti Hukum Boyle, Hukum Charles, Hukum Gay-Lussac, dan Hukum Avogadro.

$$pV \propto T$$

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

$$pV = NkT$$

Keterangan:

p = tekanan mutlak pada gas (Pa)

V = volume (m^3)

n = jumlah zat (mol)

R = konstanta gas ideal ($8.314472 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$)

T = suhu (K)

N = jumlah partikel

N_A = bilangan Avogadro ($6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

k = konstanta Boltzman ($1,38 \times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$) = R/N_A

2. Proses-Proses Termodinamika

Proses termodinamika adalah perubahan keadaan gas akibat interaksi energi, seperti kalor (Q), kerja (W), tekanan (p), volume (V), atau suhu (T).

a. Isotermal

Isotermal adalah proses yang terjadi pada suhu konstan. Proses isotermal dijelaskan melalui Hukum Boyle.

$$pV = \text{konstan}$$

b. Isobarik

Proses isobarik merupakan proses yang terjadi pada tekanan konstan. Proses isobarik dapat dijelaskan melalui Hukum Charles.

$$\frac{V}{T} = \text{konstan}$$

c. Isokhorik

Isokhorik ialah proses yang terjadi pada volume konstan. Proses ini dapat dijelaskan menggunakan Hukum Gay-Lussac.

$$\frac{P}{T} = \text{konstan}$$

d. Adiabatik

Adiabatik merupakan sebuah proses tanpa adanya kalor yang keluar ataupun masuk. Persamaan keadaan proses adiabatik yaitu sebagai berikut, dengan γ adalah indeks adiabatik.

$$pV^\gamma = \text{konstan}$$

B. Aktivitas Kelompok

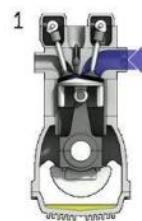
- PT Gas Teknik Indonesia memproduksi dan menjual tabung nitrogen berkapasitas 50 L untuk keperluan laboratorium. Untuk memastikan kondisi tabung nitrogen, dilakukan pemeriksaan pada pagi dan siang hari. Pada pagi hari, tekanan dalam tabung terukur 200 bar. Saat siang hari, tekanan terukur menjadi 207 bar.
 - Identifikasi apakah gas dalam tabung tersebut bersifat gas nyata atau gas ideal? Jelaskan alasanmu! (*scientific writing*)
 - Apa yang menyebabkan tekanan dalam tabung meningkat saat siang hari, padahal volume tabung tetap? (*scientific writing*)

Kolom Hasil Diskusi

2. Perhatikan gambar di bawah ini!



(a) Mesin Carnot



(b) Mesin Otto



(c) Mesin Uap



(d) Air Conditioner

Berdasarkan fungsi utama benda tersebut, identifikasiilah proses termodinamika yang terjadi pada keempat gambar tersebut dalam bentuk tabel yang mencakup jenis proses, variabel yang bernilai konstan, persamaan, kerja (W) dari proses tersebut! (*information representation*)

3. Gambarlah grafik p - V untuk gas dari proses isothermal, isobarik, isokhorik, dan adiabatik! (*information representation*)

Kolom Hasil Diskusi

Kolom Hasil Diskusi

C. Penilaian

Nilai Keaktifan	Nilai LKPD	Nilai Presentasi	Paraf

Lampiran 5 Lembar Observasi Model CBL

LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN MODEL CASE BASED LEARNING

A. Petunjuk Pengisian

1. Lembar observasi ini digunakan oleh observer pada saat pembelajaran berlangsung.
2. Cara pengisian lembar observasi ini adalah dengan memberikan tanda centang (✓) dalam kolom keterlaksanaan untuk setiap langkah dalam pembelajaran.

B. Isian

Hari, tanggal : Kamis, 15 Mei 2015

Pertemuan : 1 (Pertama)

Nama observer : Sosasita, Raudhatul Afwaa

No	Aspek Kegiatan Guru	Keterlaksanaan		Aspek Kegiatan Peserta Didik	Keterlaksanaan	
		Ya	Tidak		Ya	Tidak
1.	Guru memberi salam dan berdoa	✓		Siswa menjawab salam dan berdoa	✓	
2.	Guru memeriksa kehadiran siswa dan memberikan motivasi	✓		Siswa menjawab pertanyaan dan mendengarkan motivasi dari guru	✓	
3.	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	✓		Siswa mendengarkan tujuan pembelajaran yang disampaikan guru	✓	
4.	Guru memberikan apersepsi untuk materi termodynamika	✓		Siswa mendengarkan apersepsi yang disampaikan guru	✓	
5.	Guru memberikan pengetahuan awal mengenai Termodynamika	✓		Siswa memperhatikan penjelasan awal dari guru	✓	
6.	Guru membagi siswa ke dalam kelompok-kelompok kecil terdiri dari 4-5 siswa	✓		Siswa memperbaiki kelompok sesuai arahan dari guru	✓	
7.	Guru menyajikan kasus dengan membagikan LKPD	✓		Siswa menerima LKPD dan memahami kasus yang disajikan	✓	
8.	Guru membimbing diskusi siswa dalam menganalisis kasus pada LKPD.	✓		Siswa bersama rekan kelompoknya berdiskusi untuk menganalisis kasus pada LKPD	✓	

9.	Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang relevan, mencari penjelasan, dan solusi dari kasus.	✓	Siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjelaskan dan menyelesaikan kasus.	✓
10.	Guru membimbing siswa untuk menyelsaikan kasus pada LKPD.	✓	Siswa bekerja sama untuk menyelsaikan kasus pada LKPD.	✓
11.	Guru memberikan arahan kepada siswa untuk membuat kesimpulan dari hasil diskusi	✓	Siswa membuat kesimpulan dari hasil diskusi	✓
12.	Guru memandu siswa untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok	✓	Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok	✓
13.	Guru menjajak siswa untuk saling memperhatikan kelompok yang melakukan presentasi	✓	Siswa memperhatikan dan mengagapi kelompok yang sedang presentasi	✓
14.	Guru memberikan saran dan perbaikan kepada siswa	✓	Siswa mendengarkan saran dan perbaikan dari guru	✓
15.	Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya	✓	Siswa menjawab pertanyaan tentang materi yang belum dipahami	✓
16.	Guru bersama siswa melakukan refleksi dan evaluasi	✓	Siswa melakukan refleksi dan evaluasi	✓
17.	Guru menyampaikan pembelajaran untuk pertemuan selanjutnya	✓	Siswa mendengarkan pembelajaran untuk pertemuan selanjutnya	✓
18.	Guru menutup pembelajaran dengan salam	✓	Siswa menjawab salam	✓

Semarang, 15 Mei 2025
Observer

Suciastuti Nurul Afwan

LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN MODEL CASE BASED LEARNING

A. Petunjuk Pengisian

1. Lembar observasi ini digunakan oleh observer pada saat pembelajaran berlangsung.
2. Cara penisian lembar observasi ini adalah dengan memberikan tanda centang (✓) dalam kolom keterlaksanaan untuk setiap langkah dalam pembelajaran.

B. Isian

Hari, tanggal : **Senin, 19 Mei 2024**Permenuan : **2 (Kedua)**Nama observer : **Fauziah Kusumawardhani**

No	Aspek Kegiatan Guru	Keterlaksanaan		Aspek Kegiatan Peserta Didik	Keterlaksanaan	
		Ya	Tidak		Ya	Tidak
1.	Guru memberi salam dan berdoa	✓		Siswa menjawab salam dan berdoa	✓	
2.	Guru memerlukan hadirin siswa dan memberikan motivasi	✓		Siswa menjawab presensi dan mendengarkan motivasi dari guru	✓	
3.	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	✓		Siswa mendengarkan tujuan pembelajaran yang disampaikan guru	✓	
4.	Guru memberikan apersepsi untuk materi Termodinamika	✓		Siswa mendengarkan apersepsi yang disampaikan guru	✓	
5.	Guru memberikan review materi yang akan dipelajari	✓		Siswa memperhatikan penjelasan awal dari guru	✓	
6.	Guru membagi siswa ke dalam kelompok-kelompok kecil terdiri dari 4-5 siswa	✓		Siswa membentuk kelompok sesuai arahan dari guru	✓	
7.	Guru menyajikan kasus dengan membagikan LKPD	✓		Siswa menerima LKPD dan memahami kasus yang disajikan	✓	
8.	Guru membimbing diskusi siswa dalam menganalisis kasus pada LKPD.	✓		Siswa bersama rekan kelompoknya berdiskusi untuk menganalisis kasus pada LKPD	✓	

9.	Guru mendengar siswa untuk mengumpulkan informasi yang relevan, mencari penjelasan, dan solusi dari kasus.	✓	Siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjelaskan dan menyelesaikan kasus.	✓
10.	Guru membimbing siswa untuk menyampaikan kasus pada LKD.	✓	Siswa bekerja sama untuk menyampaikan kasus pada LKD.	✓
11.	Guru memberikan arahan kepada siswa untuk membuat kesimpulan dari hasil diskusi	✓	Siswa membuat kesimpulan dari hasil diskusi	✓
12.	Guru memandu siswa untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok	✓	Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok	✓
13.	Guru mengajak siswa untuk saling memperhatikan kelompok yang melakukan presentasi	✓	Siswa memperhatikan dan menanggapi kelompok yang sedang presentasi	✓
14.	Guru memberikan saran dan perbaikan kepada siswa	✓	Siswa mendengarkan saran dan perbaikan dari guru	✓
15.	Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya	✓	Siswa menjawab pertanyaan tentang materi yang belum dipahami	✓
16.	Guru bersama siswa melakukan refleksi dan evaluasi	✓	Siswa melakukan refleksi dan evaluasi	✓
17.	Guru menyampaikan pembelajaran untuk pertemuan selanjutnya	✓	Siswa mendengarkan pembelajaran untuk pertemuan selanjutnya	✓
18.	Guru menutup pembelajaran dengan salam	✓	Siswa menjawab salam	✓

Semarang, 19 Mei 2025

Observer

*Jelih
Fauziah K*

Lampiran 6 Lembar Observasi Keterampilan Komunikasi Ilmiah (KKI)

LEMBAR OBSERVASI PERFORMA KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH

PESERTA DIDIK

Indikator : Knowledge Presentation (Presentasi Pengetahuan)

Kelas : XI- 4

Tanggal : Senin, 26 Mei 2025

Pertemuan : - (Pembelajaran dengan guru fisika)

Observer : Arifah Riana

Petunjuk :

1. Berilah skor pada kriteria yang diamati dengan cara menuliskan 1, 2, atau 3 sesuai penilaian observer. Kategori skor sebagai berikut.

Skor 1: Kurang Baik ($n \leq 50\%$)

Skor 2: Baik ($50\% < n \leq 75\%$)

Skor 3: Sangat Baik ($n > 75\%$)

Di mana n menunjukkan banyaknya siswa yang memenuhi kriteria penilaian.

2. Apabila ada informasi tambahan mohon dituliskan pada bagian catatan observer yang disediakan.

Penilaian :

No.	Kriteria	Skor
1.	Menjelaskan materi dengan logis dan sistematis	1
2.	Menyampaikan poin-poin penting dalam menjawab kasus	1
3.	Informasi disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami	1
4.	Menggunakan waktu secara efisien	1
5.	Menyampaikan pertanyaan atau jawaban	2
Jumlah Skor		6

Catatan Observer:

Kondisi kelas kurang kondusif karena pembelajaran di siang hari, beberapa siswa bermain Hp dan tidak memperhatikan. Siswa aktif dalam menjawab pertanyaan dengan domingen dari guru.

Semarang, 26 Mei 2025

Observer



Arifah Riana

LEMBAR OBSERVASI PERFORMA KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
PESERTA DIDIK

Indikator : Knowledge Presentation (Presentasi Pengetahuan)

Kelas : XI - 5

Tanggal : Senin, 26 Mei 2025

Pertemuan : - (Pembelajaran dengan guru fisika)

Observer : Anifah Riana

Petunjuk :

1. Berilah skor pada kriteria yang diamati dengan cara menuliskan 1, 2, atau 3 sesuai penilaian observer. Kategori skor sebagai berikut.

Skor 1: Kurang Baik ($n \leq 50\%$)

Skor 2: Baik ($50\% < n \leq 75\%$)

Skor 3: Sangat Baik ($n > 75\%$)

Di mana n menunjukkan banyaknya siswa yang memenuhi kriteria penilaian.

2. Apabila ada informasi tambahan mohon dituliskan pada bagian catatan observer yang disediakan.

Penilaian :

No.	Kriteria	Skor
1.	Menjelaskan materi dengan logis dan sistematis	1
2.	Menyampaikan poin-poin penting dalam menjawab kasus	1
3.	Informasi disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami	1
4.	Menggunakan waktu secara efisien	1
5.	Menyampaikan pertanyaan atau jawaban	2
Jumlah Skor		6

Catatan Observer:

Banyak siswa yang sedang mengerjakan tugas mata pelajaran lain di tengah pembelajaran, beberapa siswa disempatkan untuk mengikuti kegiatan lain dari sekolah, siswa di bangku belakang mengobrol dan kurang memperhatikan.

Ada siswa yang sudah aktif bertanya dan menjawab, beberapa juga sudah dapat menjawab dengan cukup baik.

Semarang, 26 Mei 2025

Observer



Anifah Riana

**LEMBAR OBSERVASI PERFORMA KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
PESERTA DIDIK**

Indikator : Knowledge Presentation (Presentasi Pengetahuan)

Kelas : X (- 9 (Kelas Kontrol)

Tanggal : 15 Mei 2025

Pertemuan : 1 (Pertama)

Observer : Salsabila Nurul Afwa

Petunjuk :

1. Berilah skor pada kriteria yang diamati dengan cara menuliskan 1, 2, atau 3 sesuai penilaian observer. Kategori skor sebagai berikut.

Skor 1: Kurang Baik ($n \leq 50\%$)

Skor 2: Baik ($50\% < n \leq 75\%$)

Skor 3: Sangat Baik ($n > 75\%$)

Di mana n menunjukkan banyaknya siswa yang memenuhi kriteria penilaian.

2. Apabila ada informasi tambahan mohon dituliskan pada bagian catatan observer yang disediakan.

Penilaian :

No.	Kriteria	Skor
1.	Menjelaskan materi dengan logis dan sistematis	3
2.	Menyampaikan poin-poin penting dalam menjawab kasus	3
3.	Informasi disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami	3
4.	Menggunakan waktu secara efisien	3
5.	Menyampaikan pertanyaan atau jawaban	3
Jumlah Skor		15

Catatan Observer:

.....
.....
.....
.....
.....

Semarang, 15 Mei 2025
Observer

Salsabila

Nurul A.

**LEMBAR OBSERVASI PERFORMANCE KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
PESERTA DIDIK**

Indikator : Knowledge Presentation (Presentasi Pengetahuan)

Kelas : X1-5 (Kelas Ekspеримen)

Tanggal : Jumat, 16 Mei 2025

Pertemuan : 1 (Pertama)

Observer : Firurikha Fina Udiara

Petunjuk :

1. Berilah skor pada kriteria yang diamati dengan cara menuliskan 1, 2, atau 3 sesuai penilaian observer. Kategori skor sebagai berikut.

Skor 1: Kurang Baik ($n \leq 50\%$)

Skor 2: Baik ($50\% < n \leq 75\%$)

Skor 3: Sangat Baik ($n > 75\%$)

Di mana n menunjukkan banyaknya siswa yang memenuhi kriteria penilaian.

2. Apabila ada informasi tambahan mohon dituliskan pada bagian catatan observer yang disediakan.

Penilaian :

No.	Kriteria	Skor
1.	Menjelaskan materi dengan logis dan sistematis	3
2.	Menyampaikan poin-poin penting dalam menjawab kasus	3
3.	Informasi disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami	2
4.	Menggunakan waktu secara efisien	1
5.	Menyampaikan pertanyaan atau jawaban	3
Jumlah Skor		12

Catatan Observer:

Banyak siswa tidak memperbaiki posisi saat terdapatnya presentasi.

Semarang, 16 Mei 2025

Observer

Firurikha Fina Udiara

**LEMBAR OBSERVASI PERFORMA KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
PESERTA DIDIK**

Indikator : Knowledge Presentation (Presentasi Pengetahuan)

Kelas : XI. 4 (Kelas Kontrol)

Tanggal : 19 Mei 2025

Pertemuan : 2 (Kedua)

Observer : Fauziah k

Petunjuk :

1. Berilah skor pada kriteria yang diamati dengan cara menuliskan 1, 2, atau 3 sesuai penilaian observer. Kategori skor sebagai berikut.

Skor 1: Kurang Baik ($n \leq 50\%$)

Skor 2: Baik ($50\% < n \leq 75\%$)

Skor 3: Sangat Baik ($n > 75\%$)

Di mana n menunjukkan banyaknya siswa yang memenuhi kriteria penilaian.

2. Apabila ada informasi tambahan mohon dituliskan pada bagian catatan observer yang disediakan.

Penilaian :

No.	Kriteria	Skor
1.	Menjelaskan materi dengan logis dan sistematis	3
2.	Menyampaikan poin-poin penting dalam menjawab kasus	3
3.	Informasi disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami	2
4.	Menggunakan waktu secara efisien	2
5.	Menyampaikan pertanyaan atau jawaban	1
Jumlah Skor		11

Catatan Observer:

Diskusi kurang aktif, hanya presentasi & pertanyaan dari guru

Semarang, 19 Mei 2025
Observer

fauz

Fauziah k

**LEMBAR OBSERVASI PERFORMA KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
PESERTA DIDIK**

Indikator : Knowledge Presentation (Presentasi Pengetahuan)

Kelas : XI. 5 (Kelas Eksperimen)

Tanggal : 19 Mei 2025

Pertemuan : 2 (Kedua)

Observer : Fauziah k

Petunjuk :

1. Berilah skor pada kriteria yang diamati dengan cara menuliskan 1, 2, atau 3 sesuai penilaian observer. Kategori skor sebagai berikut.

Skor 1: Kurang Baik ($n \leq 50\%$)

Skor 2: Baik ($50\% < n \leq 75\%$)

Skor 3: Sangat Baik ($n > 75\%$)

Di mana n menunjukkan banyaknya siswa yang memenuhi kriteria penilaian.

2. Apabila ada informasi tambahan mohon dituliskan pada bagian catatan observer yang disediakan.

Penilaian :

No.	Kriteria	Skor
1.	Menjelaskan materi dengan logis dan sistematis	2
2.	Menyampaikan poin-poin penting dalam menjawab kasus	2
3.	Informasi disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami	2
4.	Menggunakan waktu secara efisien	3
5.	Menyampaikan pertanyaan atau jawaban	3
Jumlah Skor		12

Catatan Observer:

Banyak siswa masih kurang aktif, tetapi masih banyak yang aktif.

Semarang, 19 Mei 2025
Observer

Fauziah k

Lampiran 7 Kisi-Kisi Instrumen Tes

KISI-KISI SOAL TES

Satuan Pendidikan	:	SMA/MA
Mata Pelajaran	:	Fisika
Kelas/Semester	:	XI / Genap
Materi	:	Termodinamika
Bentuk Soal	:	Uraian
Jumlah Soal	:	14

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase F, peserta didik mampu memahami konsep kinematika dan dinamika, fluida, termodinamika, gelombang, kelistrikan dan kemagnetan, serta fisika modern. Konsep-konsep tersebut memungkinkan peserta didik untuk menerapkan dan mengembangkan keterampilan inkuiri sains. Capaian pembelajaran pada elemen pemahaman fisika yaitu peserta didik mampu a) memahami konsep gerak, yaitu hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur, b) menerapkan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari, c) memahami konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya untuk menganalisis dampak perubahan iklim, d) memahami gejala gelombang dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, e) memahami rangkaian listrik dan fenomena elektromagnetik, f) memahami teori dasar fisika modern dan pengaruhnya terhadap perkembangan teknologi, serta g) memahami teori dasar digital dan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Capaian pembelajaran pada elemen keterampilan proses meliputi keterampilan mengamati; mempertanyakan dan memprediksi; merencanakan dan melakukan penyelidikan; memproses,

menganalisis data dan informasi; mengevaluasi dan refleksi; dan mengomunikasikan hasil.

Tujuan Pembelajaran

1. Memahami konsep dasar termodinamika
2. Menganalisis hukum-hukum gas yang membentuk persamaan gas ideal
3. Mengidentifikasi gas nyata dan gas ideal
4. Menganalisis proses-proses termodinamika

No	Sub Materi	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Indikator PK	Indikator KKI	No. Soal
1.	Konsep dasar termodinamika	Peserta didik mampu mengidentifikasi sistem, lingkungan, dan batas permukaan suatu sistem termodinamika.	<i>Translation</i>	<i>Scientific Writing</i>	1
		Peserta didik mampu menjelaskan sistem termodinamika	<i>Interpretation</i>	<i>Scientific Writing</i>	2

		Peserta didik mampu membedakan sifat-sifat termodinamika	<i>Extrapolation</i>	<i>Scientific Writing</i>	3
2.	Hukum -hukum gas	Peserta didik mampu menggunakan persamaan hukum Charles	<i>Extrapolation</i>	<i>Scientific Writing</i>	4
		Peserta didik mampu menggunakan persamaan hukum Gay Lussac	<i>Extrapolation</i>	<i>Scientific Writing</i>	5
		Peserta didik mampu menjelaskan hukum Boyle	<i>Translation</i>	<i>Information Representation</i>	6
		Peserta didik mampu mendeskripsikan hukum-hukum gas.	<i>Interpretation</i>	<i>Scientific Writing</i>	7
3.	Gas Nyata dan Gas Ideal	Peserta didik mampu membedakan gas nyata dan gas ideal	<i>Extrapolation</i>	<i>Scientific Writing</i>	8

		Peserta didik mampu menyusun persamaan gas ideal	<i>Interpreta-tion</i>	<i>Scientific Writing</i>	9
		Peserta didik mampu menggunakan persamaan hukum gas ideal	<i>Extrapolation</i>	<i>Scientific Writing</i>	10
4.	Proses-proses termodinamika	Peserta didik mampu membaca grafik proses termodinamika	<i>Translation</i>	<i>Information Representa-tion</i>	11
		Peserta didik mampu melakukan perhitungan suatu proses termodinamika	<i>Extrapolation</i>	<i>Scientific Writing</i>	12
		Peserta didik mampu membuat diagram p-V dari proses termodinamika	<i>Translation</i>	<i>Information Representa-tion</i>	13

		Peserta didik mampu membedakan proses isotermal dan adiabatik	<i>Extrapolatio n</i>	<i>Scientific Writing</i>	14
--	--	--	---------------------------	-------------------------------	----

Lampiran 8 Kartu Soal

**KARTU SOAL INSTRUMEN TES UNTUK MENGIKUR
KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP DAN
KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
PADA MATERI TERMODINAMIKA**

Satuan Pendidikan : SMA/MA
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI / Genap
 Materi : Termodinamika
 Bentuk Soal : Uraian
 Jumlah Soal : 14

KARTU SOAL TES URAIAN		
Jenjang Pendidikan	: SMA/MA	
Mata Pelajaran	: Fisika	
Materi Pokok	: Termodinamika	
Jenis Soal	: Soal Uraian	
Sub Materi:	Konsep dasar termodinamika	
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu mengidentifikasi sistem, lingkungan, dan permukaan batas suatu sistem termodinamika.	Soal: Perhatikan peristiwa berikut: Sebuah botol air mineral yang masih tersegel terletak di halaman rumah. <ol style="list-style-type: none"> Jelaskan yang dimaksud dengan sistem, lingkungan, dan permukaan batas dalam termodinamika! Identifikasilah sistem, lingkungan, dan permukaan batas pada peristiwa tersebut! Kunci Jawaban: <ol style="list-style-type: none"> Sistem adalah bagian yang berisi materi, sistem berada di dalam permukaan batas. Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem yang dapat 	Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i> Indikator Pemahaman Konsep: <i>Translation</i> Nomor Soal: 1

	<p>berinteraksi dengan sistem. Permukaan batas adalah permukaan nyata atau imajiner yang memisahkan sistem dengan lingkungannya.</p> <p>b. Sistem: Air di dalam botol. Lingkungan: segala sesuatu di luar botol, seperti halaman, udara di sekitarnya, sinar matahari, dan tangan yang memegang botol. Permukaan Batas: Dinding botol dan tutup botol yang memisahkan air dari lingkungan luar.</p>	
<p>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menjelaskan sistem termodinamika</p>	<p>Soal: Seseorang merebus air dalam panci yang tertutup. Setelah beberapa saat, air mendidih tetapi tidak ada air yang tumpah. Jelaskan jenis sistem termodinamika pada proses ini!</p> <p>Kunci Jawaban: Sistem ini merupakan sistem tertutup, di mana tidak terjadi pertukaran partikel, tetapi terjadi pertukaran energi.</p>	<p>Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i></p> <p>Indikator Pemahaman Konsep: <i>Interpretation</i></p> <p>Nomor Soal: 2</p>
<p>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu membedakan sifat-sifat termodinamika</p>	<p>Soal: Ibu sedang memanaskan air di dalam panci terbuka. Saat mencapai suhu 100°C, air mulai mendidih dan berubah menjadi uap. Berdasarkan kasus tersebut, identifikasi tiga sifat ekstensif dan tiga sifat intensifnya!</p> <p>Kunci Jawaban: Sifat ekstensif yaitu massa air, volume air, dan energi dalam. Sifat intensif yaitu suhu air, tekanan uap air, dan kerapatan air.</p>	<p>Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i></p> <p>Indikator Pemahaman Konsep: <i>Extrapolation</i></p> <p>Nomor Soal: 3</p>

Sub Materi: Hukum-hukum gas		
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menggunakan persamaan hukum Charles	Soal: Sebuah balon udara berisi 6000 L gas dengan suhu 27°C. Balon tersebut dipanaskan hingga 80°C, sementara tekanan udara di dalam balon konstan. Jika diasumsikan gas tersebut adalah gas ideal dan sistem tertutup, hitunglah volume akhir balon setelah dipanaskan! Kunci Jawaban: Diketahui: $T_1 = 27^\circ\text{C}$ $V_1 = 6000 \text{ L}$ $T_2 = 80^\circ\text{C}$ $p = \text{konstan}$ Ditanya: $V_2 = \dots ?$ Jawab: $T_1 = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$ $T_2 = 80^\circ\text{C} + 273 = 353 \text{ K}$ Hukum Charles $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $V_2 = \frac{V_1}{T_1} \cdot T_2 = \frac{6000 \text{ L}}{300 \text{ K}} \cdot 353 \text{ K}$ $= 7060 \text{ L}$ Jadi, volume akhir balon setelah dipanaskan adalah 7060 L.	Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i> Indikator Pemahaman Konsep: <i>Extrapolation</i> Nomor Soal: 4
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menggunakan persamaan	Soal: Sebuah tangki baja tertutup rapat berisi gas oksigen pada suhu awal 360 K dan tekanan 3 atm. Tangki tersebut dipanaskan hingga 600 K. Hitunglah tekanan gas oksigen di dalam tangki setelah dipanaskan! Kunci Jawaban: Diketahui:	Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i> Indikator Pemahaman

<p>hukum Gay Lussac</p>	$T_1 = 360 \text{ K}$ $p_1 = 3 \text{ atm}$ $T_2 = 600 \text{ K}$ $V = \text{konstan}$ <p>Ditanya:</p> $p_2 = \dots ?$ <p>Jawab:</p> <p>Hukum Gay Lussac</p> $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ $p_2 = \frac{p_1}{T_1} \cdot T_2 = \frac{3 \text{ atm}}{360 \text{ K}} \cdot 600 \text{ K}$ $= 5 \text{ atm}$ <p>Jadi, tekanan gas oksigen dalam tangki setelah dipanaskan adalah 5 atm.</p>	<p>Konsep: <i>Extrapolation</i> Nomor Soal: 5</p>															
<p>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menjelaskan hukum Boyle</p>	<p>Soal: Seorang siswa melakukan percobaan untuk menguji Hukum Boyle dengan menggunakan tabung tertutup yang berisi udara. Siswa tersebut mengubah volume tabung dengan menggerakkan piston dan mencatat tekanan udara pada setiap perubahan volume. Berikut adalah data hasil percobaan tersebut.</p> <table border="1" data-bbox="404 986 770 1181"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Volume (mL)</th> <th>Tekanan (atm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>40</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>80</td> <td>0,25</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan data tersebut,</p> <ol style="list-style-type: none"> buatlah grafik hubungan antara tekanan dan volume!; apakah data tersebut sesuai dengan Hukum Boyle, mengapa? <p>Kunci Jawaban:</p>	No.	Volume (mL)	Tekanan (atm)	1	10	2,0	2	20	1,0	3	40	0,5	4	80	0,25	<p>Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Information Representation</i> Indikator Pemahaman Konsep: <i>Translation</i> Nomor Soal: 6</p>
No.	Volume (mL)	Tekanan (atm)															
1	10	2,0															
2	20	1,0															
3	40	0,5															
4	80	0,25															

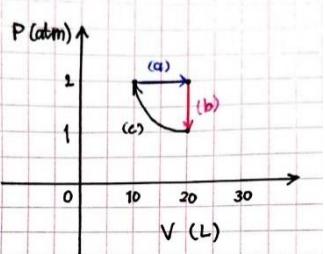
	<p>a.</p> <p>b. Data sesuai dengan Hukum Boyle karena hasil perkalian tekanan dan volume pada setiap titik data menghasilkan nilai yang konstan ($P_1V_1 = P_2V_2$).</p> $10 \cdot 2 = 20 \text{ mL atm}$ $20 \times 1 = 20 \text{ mL atm}$ $40 \times 0,5 = 20 \text{ mL atm}$ $80 \times 0,25 = 20 \text{ mL atm}$	
<p>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu mendeskripsikan hukum-hukum gas.</p>	<p>Soal: Jelaskan hukum Boyle, hukum Charles, hukum Gay Lussac, dan hukum Avogadro, serta nyatakan bentuk persamaannya!</p> <p>Kunci Jawaban: Hukum Boyle menyatakan apabila suhu gas konstan maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya.</p> $pV = \text{konstan}$ <p>Hukum Charles menyatakan apabila tekanan gas konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya.</p> $\frac{V}{T} = \text{konstan}$ <p>Hukum Gay Lussac menyatakan apabila volume gas konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu gas.</p> $\frac{p}{T} = \text{konstan}$	<p>Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i></p> <p>Indikator Pemahaman Konsep: <i>Interpretation</i></p> <p>Nomor Soal: 7</p>

	<p>Hukum Avogadro menyatakan pada suhu dan tekanan yang sama gas dengan volume yang sama memiliki jumlah molekul yang sama.</p> $\frac{V}{n} = \text{konstan}$	
Sub Materi: Gas nyata dan gas ideal		
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu membedakan gas nyata dan gas ideal	<p>Soal: Jelaskan perbedaan antara gas ideal dan gas nyata, terutama dalam hal asumsi yang digunakan!</p> <p>Kunci Jawaban:</p> <p>Gas Ideal:</p> <ul style="list-style-type: none"> Molekul gas dianggap sebagai partikel titik atau tidak bervolume dan tidak ada interaksi atau gaya tarik-menarik antarmolekul. Persamaan keadaan yaitu $pV = nRT$. <p>Gas Nyata:</p> <ul style="list-style-type: none"> Molekul gas memiliki volume dan ada gaya tarik-menarik antarmolekul. Gas Nyata berperilaku seperti gas ideal pada tekanan tinggi dan suhu rendah. 	Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i> Indikator Pemahaman Konsep: <i>Extrapolation</i> Nomor Soal: 8
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menyusun persamaan gas ideal	<p>Soal: Persamaan gas ideal merupakan salah satu persamaan fundamental dalam termodinamika. Nyatakan persamaan gas ideal dan besaran beserta satuan SI-nya!</p> <p>Kunci Jawaban:</p> <p>Persamaan gas ideal yaitu</p> $pV = nRT$ <ul style="list-style-type: none"> p = Tekanan (Pa). V = Volume (m^3). 	Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i> Indikator Pemahaman Konsep: <i>Intrepretation</i> Nomor Soal: 9

	<ul style="list-style-type: none"> • n = Jumlah Zat (mol). • R = Konstanta Gas Ideal (8,314 J/mol·K). <p>T = Suhu (K).</p>	
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu menggunakan persamaan hukum gas ideal	<p>Soal: Sebuah balon udara berisi gas helium (He) dengan tekanan 1 atm dan suhu 27°C. Volume balon adalah 100 L. Gunakan hukum gas ideal untuk menghitung jumlah mol gas helium dalam balon tersebut!</p> <p>Kunci Jawaban: Diketahui: $p = 1 \text{ atm}$ $T = 27^\circ\text{C}$ $V = 100 \text{ L}$ $R = 0,0821 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$ Ditanya: $n = \dots ?$ Jawab: $T = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$ Persamaan Gas Ideal $pV = nRT$ $n = \frac{pV}{RT}$ $n = \frac{1 \text{ atm} \cdot 100 \text{ L}}{0,0821 \text{ L} \cdot \frac{\text{atm}}{\text{mol}} \cdot \text{K} \cdot 300 \text{ K}}$ $= 4,06 \text{ mol}$ Jadi, jumlah mol helium pada balon adalah 4,06 mol. </p>	Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i> Indikator Pemahaman Konsep: <i>Extrapolation</i> Nomor Soal: 10
Sub Materi: Proses-proses Termodinamika		
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK):	<p>Soal: Gas ideal mengalami proses termodinamika yang terdiri dari empat proses, ditunjukkan pada grafik p-V berikut:</p>	Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah:

<p>Peserta didik mampu membaca grafik proses termodinamika</p>	<p>Jelaskan masing-masing proses tersebut!</p>	<p><i>Information Representation Indikator Pemahaman Konsep: Translation Nomor Soal: 11</i></p>
<p>Kunci Jawaban:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Proses Isobarik (Garis Biru): <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan konstan, ditunjukkan oleh garis horizontal. • Volume meningkat, ditunjukkan oleh pergerakan ke kanan sepanjang garis horizontal. 2. Proses Isokhorik (Garis Hijau): <ul style="list-style-type: none"> • Volume konstan, ditunjukkan oleh garis vertikal. • Tekanan menurun, ditunjukkan oleh pergerakan ke bawah sepanjang garis vertikal. 3. Proses Adiabatik (Garis Ungu): <ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada perpindahan panas adalah karakteristik utama dari proses adiabatik. • Tekanan menurun, ditunjukkan oleh pergerakan ke bawah sepanjang kurva. • Volume meningkat. Ini ditunjukkan oleh pergerakan ke kanan sepanjang kurva. 4. Proses Isotermal (Garis Kuning): <ul style="list-style-type: none"> • Suhu konstan. Ini ditunjukkan oleh kurva yang melengkung. 		

	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan menurun, ditunjukkan oleh pergerakan ke bawah sepanjang kurva. • Volume meningkat. Ini ditunjukkan oleh pergerakan ke kanan sepanjang kurva. 	
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu melakukan perhitungan suatu proses termodinamika	<p>Soal: Sebuah gas ideal dengan volume awal 2 m^3 dipanaskan pada tekanan konstan $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ hingga volumenya menjadi 4 m^3. Hitunglah usaha yang dilakukan oleh gas!</p> <p>Kunci Jawaban: Diketahui: $V_1 = 2 \text{ m}^3$ $p_1 = p_2 = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$ $V_2 = 4 \text{ m}^3$ Ditanya: $W = \dots ?$ Jawab: Proses Isobarik $W = P \cdot \Delta V$ $W = p(V_2 - V_1)$ $W = 3 \times 10^5 \text{ Pa}(4 \text{ m}^3 - 2 \text{ m}^3)$ $W = 6 \times 10^5 \text{ Joule}$ Jadi, usaha yang dilakukan oleh gas adalah $6 \times 10^5 \text{ Joule}$ </p>	Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i> Indikator Pemahaman Konsep: <i>Extrapolation</i> Nomor Soal: 12
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu membuat diagram p-V dari proses termodinamika	<p>Soal: Sebuah silinder berisi 2 mol gas ideal monoatomik mengalami serangkaian proses termodinamika sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Proses A-B: Gas dipanaskan pada tekanan konstan 2 atm dari volume awal 10 L hingga volume akhir 20 L. Proses B-C: Gas didinginkan pada volume konstan 20 L hingga tekanan akhir 1 atm. 	Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Information Representation</i> Indikator Pemahaman Konsep: <i>Translation</i> Nomor Soal: 13

	<p>c. Proses C-A: Gas dimampatkan secara isothermal kembali ke keadaan awal. Buatlah diagram p-V yang menggambarkan ketiga proses termodinamika tersebut!</p> <p>Kunci Jawaban:</p>  <p>A p-V diagram with Pressure (P) in atm on the vertical axis and Volume (V) in L on the horizontal axis. The vertical axis has markings at 1 and 2. The horizontal axis has markings at 0, 10, 20, and 30. A closed cycle is plotted: 1. Process (a) is a vertical compression from V=20L to V=10L at P=1 atm. 2. Process (b) is a curved adiabatic compression from V=10L to V=5L. 3. Process (c) is a vertical expansion from V=5L back to V=20L at P=1 atm. The cycle starts and ends at the same point on the vertical axis at 1 atm.</p>	
<p>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK): Peserta didik mampu membedakan proses isothermal dan adiabatik</p>	<p>Soal: Dalam sebuah percobaan, dua gas identik dimampatkan dalam tabung berbeda.</p> <ol style="list-style-type: none"> Gas A dikompresi perlahan sambil dijaga suhunya tetap menggunakan pemanas air. Gas B dikompresi dengan cepat dalam tabung terisolasi, tanpa ada pertukaran panas dengan lingkungan. <p>Berdasarkan ilustrasi tersebut,</p> <ol style="list-style-type: none"> identifikasi proses termodinamika pada gas A dan B; jelaskan perbedaan kedua proses tersebut pada aspek suhu, perpindahan kalor, dan energi dalam! <p>Kunci Jawaban:</p> <ol style="list-style-type: none"> Identifikasi proses: Gas A: Mengalami proses isothermal, karena suhu dijaga tetap. 	<p>Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah: <i>Scientific Writing</i></p> <p>Indikator Pemahaman Konsep: <i>Extrapolation</i></p> <p>Nomor Soal: 14</p>

	<p>2) Gas B: Mengalami proses adiabatik, karena tidak ada pertukaran panas dengan lingkungan.</p> <p>b. Suhu proses isotermal konstan sedangkan pada proses adiabatik mengalami perubahan. Pada proses isotermal terjadi perpindahan kalor, sedangkan pada proses adiabatik tidak terjadi perpindahan kalor. Energi dalam pada proses isotermal adalah nol, sedangkan pada proses adiabatik tidak nol.</p>	
--	--	--

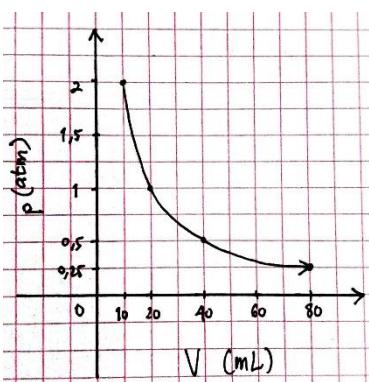
Lampiran 9 Pedoman Penskoran

**PEDOMAN PENSKORAN INSTRUMEN TES UNTUK
MENGUKUR KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP
DAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
PADA MATERI TERMODINAMIKA**

Satuan Pendidikan : SMA/MA
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI / Genap
 Materi : Termodinamika
 Bentuk Soal : Uraian
 Jumlah Soal : 14

No.	Kunci Jawaban	Penskoran
1.	<p>Kata Kunci: materi yang dipelajari, segala sesuatu di luar sistem, pemukaan yang memisahkan sistem dengan, air, segala sesuatu di luar botol, dinding botol dan tutup.</p> <p>c. Sistem adalah bagian yang berisi materi yang dipelajari, sistem berada di dalam permukaan batas. Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem yang dapat berinteraksi dengan sistem. Permukaan batas adalah permukaan nyata atau imajiner yang memisahkan sistem dengan lingkungannya.</p> <p>d. Sistem: Air di dalam botol. Lingkungan: segala sesuatu di luar botol, seperti halaman, udara di sekitarnya, sinar matahari, dan tangan yang memegang botol.</p>	<p>6 = jawaban benar, kata kunci lengkap, kalimat jelas, istilah ilmiah tepat.</p> <p>5 = jawaban kurang tepat, 5 kata kunci, kalimat cukup jelas, dan istilah ilmiah cukup tepat.</p> <p>3-4 = jawaban kurang tepat, 3-4 kunci jawaban, kalimat kurang jelas, istilah ilmiah kurang tepat</p>

	Permukaan Batas: Dinding botol dan tutup botol yang memisahkan air dari lingkungan luar.	1-2 = jawaban salah, 1-2 kata kunci, kalimat kurang jelas, istilah ilmiah keliru. 0 = tidak dijawab
	Skor maksimal	6
2.	Kata Kunci: sistem tertutup, terjadi pertukaran energi, tidak terjadi pertukaran partikel. Sistem ini merupakan sistem tertutup , di mana tidak terjadi pertukaran partikel , tetapi terjadi pertukaran energi .	4 = jawaban benar dan kata kunci lengkap, kalimat jelas, istilah ilmiah tepat. 3 = jawaban kurang tepat, hanya 2 kata kunci, kalimat cukup jelas, istilah ilmiah cukup benar. 2 = jawaban kurang tepat, hanya 1 kata kunci, kalimat kurang jelas, istilah ilmiah ada yang keliru. 1 = jawaban salah dan tidak relevan. 0 = tidak dijawab
	Skor maksimal	4
3.	Sifat ekstensif yaitu: • massa air • volume air	1 1

	<p>Hukum Gay Lussac</p> $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ $p_2 = \frac{p_1}{T_1} \cdot T_2$ $p_2 = \frac{3 \text{ atm}}{360 \text{ K}} \cdot 600 \text{ K}$ $p_2 = 5 \text{ atm}$ <p>Jadi, tekanan gas oksigen dalam tangki setelah dipanaskan adalah 5 atm.</p>	2 1 2 1 1
	Skor maksimal	12
6.	<p>Kata Kunci: sesuai Hukum Boyle, karena perkalian tekanan dan volume bernilai konstan.</p> <p>c.</p>  <p>d. Data sesuai dengan Hukum Boyle karena hasil perkalian tekanan dan volume pada setiap titik data menghasilkan nilai yang konstan ($P_1V_1 = P_2V_2$).</p> $10 \cdot 2 = 20 \text{ mL atm}$ $20 \times 1 = 20 \text{ mL atm}$ $40 \times 0,5 = 20 \text{ mL atm}$ $80 \times 0,25 = 20 \text{ mL atm}$	1 (sumbu x) 1 (sumbu y) 1 (titik data 1) 1 (titik data 2) 1 (titik data 3) 1 (titik data 4) 1 (garis grafik) 1 (arah grafik) 2 = kata kunci lengkap, kalimat jelas, istilah ilmiah tepat 1 = kata kunci 1, tidak ada alasan 0 = tidak dijawab
	Skor maksimal	10

7.	<p>Kata Kunci: kalimat yang dicetak tebal (12)</p> <p>Hukum Boyle menyatakan apabila suhu gas konstan maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya.</p> $pV = \text{konstan}$ <p>Hukum Charles menyatakan apabila tekanan gas konstan, maka volume berbanding lurus dengan suhu gas.</p> $\frac{V}{T} = \text{konstan}$ <p>Hukum Gay Lussac menyatakan apabila volume gas konstan, maka tekanan berbanding lurus dengan suhu gas.</p> $\frac{p}{T} = \text{konstan}$ <p>Hukum Avogadro menyatakan pada suhu dan tekanan yang sama gas dengan volume yang sama memiliki jumlah molekul yang sama.</p> $\frac{V}{n} = \text{konstan}$	<p>8 = jawaban benar, kata kunci lengkap, kalimat jelas, istilah ilmiah tepat.</p> <p>7 = jawaban kurang tepat, 10-11 kata kunci, kalimat jelas, dan istilah ilmiah tepat.</p> <p>5-6 = jawaban kurang tepat, 7-9 kata kunci, kalimat cukup jelas, istilah ilmiah cukup tepat.</p> <p>3-4 = jawaban kurang tepat, 4-6 kunci jawaban, kalimat kurang jelas, istilah ilmiah kurang tepat</p> <p>1-2 = jawaban belum tepat, 1-3 kata kunci, kalimat kurang jelas, istilah ilmiah keliru.</p> <p>0 = tidak dijawab</p>
8.	<p>Kata Kunci: kalimat yang dicetak tebal (6)</p>	Skor maksimal
		12
		4 = jawaban benar, kata kunci

	<p>Gas Ideal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molekul gas dianggap sebagai partikel titik atau tidak bervolume • dan tidak ada interaksi atau gaya tarik-menarik antarmolekul. • Persamaan keadaan yaitu $pV = nRT$. <p>Gas Nyata:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molekul gas memiliki volume • dan ada gaya tarik-menarik antarmolekul. • Gas Nyata berperilaku seperti gas ideal pada tekanan rendah dan suhu tinggi. 	<p>lengkap, kalimat jelas, dan istilah ilmiah tepat.</p> <p>3 = jawaban kurang tepat, hanya 3-5 kata kunci, kalimat cukup jelas, istilah ilmiah cukup benar.</p> <p>2 = jawaban kurang tepat, hanya 1-2 kata kunci, kalimat kurang jelas, istilah ilmiah ada yang keliru.</p> <p>1 = jawaban salah dan tidak relevan.</p> <p>0 = tidak dijawab</p>
	Skor maksimal	4
9.	<p>Kata Kunci: kata yang dicetak tebal (6)</p> <p>Persamaan gas ideal yaitu</p> $pV = nRT$ <ul style="list-style-type: none"> • $p = \text{Tekanan (Pa)}$. • $V = \text{Volume (m}^3\text{)}$. • $n = \text{Jumlah Zat (mol)}$. • $R = \text{Konstanta Gas Ideal (8,314 J/mol}\cdot\text{K)}$. • $T = \text{Suhu (K)}$. 	<p>4 = jawaban benar dan kata kunci lengkap, istilah ilmiah tepat.</p> <p>3 = jawaban kurang tepat, hanya 3-5 kata kunci, istilah ilmiah cukup benar.</p> <p>2 = jawaban kurang tepat, hanya 1-2 kata</p>

		kunci, istilah ilmiah ada yang keliru. 1 = jawaban salah dan tidak relevan. 0 = tidak dijawab
	Skor maksimal	6
10.	<p>Diketahui:</p> $p = 1 \text{ atm}$ $T = 27^\circ\text{C}$ $V = 100 \text{ L}$ $R = 0,0821 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$ <p>Ditanya:</p> $n = \dots ?$ <p>Jawab:</p> $T = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$ <p>Persamaan Gas Ideal</p> $pV = nRT$ $n = \frac{pV}{RT}$ $n = \frac{1 \text{ atm} \cdot 100 \text{ L}}{0,0821 \text{ L} \cdot \frac{\text{atm}}{\text{mol}} \cdot \text{K} \cdot 300 \text{ K}}$ $n = 4,06 \text{ mol}$ <p>Jadi, jumlah mol helium pada balon adalah 4,06 mol.</p>	1 1 1 1 1 1 1 2 1 3 1 1
	Skor maksimal	14
11.	<p>Kata Kunci: kata yang dicetak tebal (14)</p> <p>5. Proses Isobarik (Garis Biru):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan konstan, ditunjukkan oleh garis horizontal. • Volume meningkat, ditunjukkan oleh pergerakan ke kanan sepanjang garis horizontal. <p>6. Proses Isokhorik (Garis Hijau):</p>	10 = jawaban benar, kata kunci lengkap, kalimat jelas, istilah ilmiah tepat. 7-9 = jawaban kurang tepat, 10-13 kata kunci, kalimat jelas, dan

	Jadi, usaha yang dilakukan oleh gas adalah $6 \times 10^5 \text{ Joule}$	1
	Skor maksimal	11
13.		1 (sumbu x) 1 (sumbu y) 1 (garis siklus a) 1 (arah siklus a) 1 (garis siklus b) 1 (arah siklus b) 1 (garis siklus c) 1 (arah siklus c)
14.	<p>Kata Kunci: kalimat yang dicetak tebal (8)</p> <p>a. Identifikasi proses:</p> <p>3) Gas A: Mengalami proses isotermal, karena suhu dijaga tetap.</p> <p>4) Gas B: Mengalami proses adiabatik, karena tidak ada pertukaran panas dengan lingkungan.</p> <p>b. Perbedaan utama isotermal dan adiabatik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suhu proses isotermal konstan sedangkan pada proses adiabatik mengalami perubahan. • Pada proses isotermal terjadi perpindahan kalor, sedangkan pada proses adiabatik tidak terjadi perpindahan kalor. • Energi dalam pada proses isotermal adalah nol, sedangkan pada proses adiabatik tidak nol. 	8 = jawaban benar, kata kunci lengkap, kalimat jelas, istilah ilmiah tepat. 7 = jawaban kurang tepat, 7 kata kunci, kalimat jelas, istilah ilmiah tepat. 5-6 = jawaban kurang tepat, 5-6 kata kunci, kalimat cukup jelas, istilah cukup ilmiah cukup tepat. 3-4 = jawaban kurang tepat, 3-4

		kunci jawaban, kalimat kurang jelas, istilah ilmiah kurang tepat 1-2 = jawaban belum tepat, 1-2 kata kunci, kalimat kurang jelas, istilah ilmiah keliru. 0 = tidak dijawab
	Skor maksimal	8

$$Nilai akhir = \frac{skor perolehan}{total skor maksimal} \times 100$$

Lampiran 10 Instrumen Tes

**SOAL TES KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP
DAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
MATERI TERMODINAMIKA**

Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Termodinamika
 Alokasi Waktu : 1 JP (45 menit)

Petunjuk Soal

- 1) Berdoalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal.
- 2) Isilah identitas Anda pada lembar jawab.
- 3) Bacalah soal dengan cermat dan teliti sebelum menjawab.
- 4) Tulislah langkah-langkah pengerjaan jika soal memerlukan proses.
- 5) Kerjakan pada lembar jawab yang disediakan.
- 6) Dilarang bekerja sama dengan teman atau menggunakan sumber yang tidak diizinkan.
- 7) Dilarang menggunakan alat bantu hitung dalam bentuk apa pun.
- 8) Periksa kembali jawaban Anda sebelum dikumpulkan.

Soal

1. Seseorang merebus air dalam panci yang tertutup. Setelah beberapa saat, air mendidih tetapi tidak ada air yang tumpah. Jelaskan jenis sistem termodinamika pada kasus tersebut!
2. Balon udara berisi 6000 L gas dengan suhu 27°C. Balon tersebut dipanaskan hingga 80°C, sementara tekanan udara di dalam balon konstan. Jika diasumsikan gas tersebut adalah gas ideal dan sistem tertutup, hitunglah volume akhir balon setelah dipanaskan!
3. Perhatikan tabel berikut!

No.	Volume (mL)	Tekanan (atm)
1	10	2,0
2	20	1,0
3	40	0,5
4	80	0,25

Seorang siswa melakukan percobaan untuk menguji Hukum Boyle dengan menggunakan tabung tertutup yang berisi udara. Siswa tersebut mengubah volume tabung dengan menggerakkan piston dan mencatat tekanan udara pada setiap perubahan volume pada suhu tetap. Berdasarkan tabel data hasil percobaan tersebut,

- a. buatlah grafik hubungan antara tekanan dan volume!;
- b. apakah data tersebut sesuai dengan Hukum Boyle?

4. Jelaskan perbedaan antara gas ideal dan gas nyata, terutama dalam hal asumsi yang digunakan!
5. Balon udara berisi gas helium (He) dengan tekanan 1 atm dan suhu 27°C . Volume balon adalah 100 L. Gunakan hukum gas ideal untuk menghitung jumlah mol gas helium dalam balon tersebut!
6. Sebuah gas ideal dengan volume awal 2 m^3 dipanaskan pada tekanan konstan $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ hingga volumenya menjadi 4 m^3 . Hitunglah usaha yang dilakukan oleh gas!
7. Sebuah silinder berisi 2 mol gas ideal monoatomik mengalami serangkaian proses termodinamika sebagai berikut:
 - a. Proses A-B: Gas dipanaskan pada tekanan konstan 2 atm dari volume awal 10 L hingga volume akhir 20 L.
 - b. Proses B-C: Gas didinginkan pada volume konstan 20 L hingga tekanan akhir 1 atm.
 - c. Proses C-A: Gas dimampatkan secara isotermal kembali ke keadaan awal.Buatlah grafik P-V yang menggambarkan siklus dari ketiga proses termodinamika tersebut!

Lampiran 11 Analisis Uji Validitas Instrumen Tes

No. Soal	R1	R2	Lo	S1	S2	S	n	C	C-1	V	Kriteria	Keputusan
1	4	3	1	3	2	5	2	5	4	0,625	Sedang	
2	5	5	1	4	4	8	2	5	4	1	Tinggi	ok
3	4	4	1	3	3	6	2	5	4	0,75	Sedang	
4	4	5	1	3	4	7	2	5	4	0,875	Tinggi	ok
5	4	5	1	3	4	7	2	5	4	0,875	Tinggi	
6	5	5	1	4	4	8	2	5	4	1	Tinggi	ok
7	5	5	1	4	4	8	2	5	4	1	Tinggi	
8	5	5	1	4	4	8	2	5	4	1	Tinggi	ok
9	4	4	1	3	3	6	2	5	4	0,75	Sedang	
10	5	5	1	4	4	8	2	5	4	1	Tinggi	ok
11	5	4	1	4	3	7	2	5	4	0,875	Tinggi	
12	5	5	1	4	4	8	2	5	4	1	Tinggi	ok
13	5	5	1	4	4	8	2	5	4	1	Tinggi	ok
14	5	4	1	4	3	7	2	5	4	0,875	Tinggi	

Lampiran 12 Analisis Uji Reliabilitas Instrumen Tes

Intraclass Correlation Coefficient

Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		Value	F Test with True Value 0			Sig
	Lower Bound	Upper Bound		df1	df2		
Single Measures	.430 ^a	-.108	.773	2.507	13	13	.055
Average Measures	.601 ^c	-.242	.872	2.507	13	13	.055

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- b. Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition. The between-measure variance is excluded from the denominator variance.
- c. This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

Lampiran 13 Data Kelas Eksperimen

No.	Nama	Kode
1	Abyan Zain Putra Widodo	E-01
2	Adinda Riznia Raharja	E-02
3	Adrian Praditya Octaviano	E-03
4	Ailsa Alodia Gian Hutama	E-04
5	Aldrich Akbar Sean	E-05
6	Allica Raihanun Mecca	E-06
7	Ardiyanti Ayu Sitaressmi	E-07
8	Arga Rolanda Rafif	E-08
9	Auzi'ni Ainun Zida	E-09
10	Awadana Raditya Panggalih	E-10
11	Bintany Audya Primastiti	E-11
12	Bharmantyo Indra Nugroho	E-12
13	Dinda Ayu Riski Katri	E-13
14	Evan Javier Alonso	E-14
15	Fatma Azahra	E-15
16	Firstaddia Hanief Wicaksono	E-16
17	Hana Aliya Nabilah	E-17
18	Hening Cipta Ningrum Putri P.	E-18
19	Izza Warda Syifa Diansyah	E-19
20	Jasmine Azalia Agustinasurya	E-20
21	Jelita Riskia Putri	E-21
22	Kaela Rasheesa	E-22
23	Kayla Aulia Rachmadian S.	E-23
24	Kirana Salwa Azahra	E-24
25	Latifa Nur Hidayah	E-25
26	Lionel Fernando Yusuf Bertinus	E-26

27	Mauza Asqi Sakira	E-27
28	Muchammad Fachri Aryahutama	E-28
29	Muhammad Faris Kautsar	E-29
30	Muhammad Fikri Santosa	E-30
31	Muhammad Raihan Habibi A.	E-31
32	Naysa Aulia Atha	E-32
33	Ravi Rinakit Kurniawan	E-33
34	Sabrina Zulfania Keyshani	E-34
35	Saffira Azzalea Putri Achmira	E-35
36	Zaskia Talita Sasikirani	E-36

Lampiran 14 Data Kelas Kontrol

No.	Nama	Kode
1	Aisyah Adias Chynthia Dewi	K-01
2	Aji Dimas Saifullah	K-02
3	Akmal Raihan Siregar	K-03
4	Amira Risma Hapsari	K-04
5	Anastasia Loenita Sagala	K-05
6	Chelsea Malika Azahra	K-06
7	Chintya Hapsari Andaruni	K-07
8	Cornel Agustine Susanto	K-08
9	Dhanu Akbar Ramadityo	K-09
10	Fitri Mustasyahra Ulya	K-10
11	Gabriel Budi Christian	K-11
12	Gabriel Desta Kefa Eriawan	K-12
13	Gabriela Fezula Yulianto	K-13
14	Handaru Rafif Adi Wardhana	K-14
15	Hilda Mutiara Ramadhani	K-15
16	Jella Anjelin Demante	K-16
17	Jovanco Machel	K-17
18	Kanya Acintya Lituhayu	K-18
19	Kayla Disca Setiawan	K-19
20	Kayla Lalita Putri	K-20
21	Lorraine Aqela Abiwardani	K-21
22	Maulana Rasya Adi Putra	K-22
23	Maximillan Januardan Brahmantyo	K-23
24	Mochamad Sulthan Narendra	K-24
25	Mohammad Fikri Athamaliki	K-25
26	Muhammad Hafidz Putra Dwitama	K-26

27	Muhammad Rifqi Afif Amanullah	K-27
28	Nabila Zahra Ramadhani Ariefputri	K-28
29	Najwa Syakira	K-29
30	Nazwa Zahrotus Shita	K-30
31	Nita Alifa Marliana	K-31
32	Peqsyah Jibril Riyadi	K-32
33	Raissa Desvita Putri	K-33
34	Raka Ramadhanu Suryansyah	K-34
35	Ravelino Febriyansyah Hutomo	K-35
36	Wildan Azmi Lazuardi	K-36

Lampiran 15 Nilai *Pretest* Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen

No	Kode	Nomor Soal							Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7		
1	E-01	2	6	9	2	3	0	0	22	33,85
2	E-02	2	7	8	2	3	0	0	22	33,85
3	E-03	2	5	5	0	0	0	0	12	18,46
4	E-04	2	8	1	0	0	0	0	11	16,92
5	E-05	2	8	0	2	0	0	0	12	18,46
6	E-06	2	8	0	0	0	0	0	10	15,38
7	E-07	1	8	2	0	0	0	0	11	16,92
8	E-08	2	4	5	1	0	0	0	12	18,46
9	E-09	1	8	4	2	11	0	0	26	40,00
10	E-10	3	6	6	1	1	4	0	21	32,31
11	E-11	1	9	8	2	4	3	0	27	41,54
12	E-12	2	5	6	1	0	0	0	14	21,54
13	E-13	2	9	5	1	0	0	0	17	26,15
14	E-14	1	8	5	2	11	6	1	34	52,31
15	E-15	1	9	7	2	4	1	0	24	36,92
16	E-16	1	5	9	2	4	0	0	21	32,31
17	E-17	1	9	0	0	9	4	0	23	35,38
18	E-18	1	10	0	2	10	4	0	27	41,54
19	E-19	2	7	1	0	0	0	0	10	15,38
20	E-20	3	9	0	1	0	0	0	13	20,00
21	E-21	3	9	8	0	6	0	0	26	40,00
22	E-22	2	11	0	1	0	0	0	14	21,54
23	E-23	1	10	2	0	0	0	0	13	20,00
24	E-24	1	8	3	1	4	4	0	21	32,31
25	E-25	2	5	9	2	6	0	0	24	36,92

26	E-26	1	4	4	2	5	3	0	19	29,23
27	E-27	2	11	4	0	7	0	0	24	36,92
28	E-28	1	13	8	2	6	0	0	30	46,15
29	E-29	3	14	9	1	4	2	0	33	50,77
30	E-30	1	13	8	2	6	0	0	30	46,15
31	E-31	1	8	4	2	8	0	0	23	35,38
32	E-32	3	5	4	0	0	0	0	12	18,46
33	E-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
34	E-34	1	8	0	0	0	0	0	9	13,85
35	E-35	2	5	6	1	9	5	1	29	44,62
36	E-36	2	2	5	2	10	4	0	25	38,46
	Ideal	4	14	10	4	14	11	8	65	100
	Max	3	14	9	2	11	6	1	34	52,31
	Min	1	2	0	0	0	0	0	9	13,85
	Mean	1,7	7,8	4,4	1,1	3,9	1,2	0,1	20,24	31,14

Lampiran 16 Nilai *Pretest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Eksperimen

No	Kode	Nomor Soal							LO KKI	Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7			
1	E-01	2	6	9	2	3	0	0	6	28	35,00
2	E-02	2	7	8	2	3	0	0	6	28	35,00
3	E-03	2	5	5	0	0	0	0	6	18	22,50
4	E-04	2	8	1	0	0	0	0	6	17	21,25
5	E-05	2	8	0	2	0	0	0	6	18	22,50
6	E-06	2	8	0	0	0	0	0	6	16	20,00
7	E-07	1	8	2	0	0	0	0	6	17	21,25
8	E-08	2	4	5	1	0	0	0	6	18	22,50
9	E-09	1	8	4	2	11	0	0	6	32	40,00
10	E-10	3	6	6	1	1	4	0	6	27	33,75
11	E-11	1	9	8	2	4	3	0	6	33	41,25
12	E-12	2	5	6	1	0	0	0	6	20	25,00
13	E-13	2	9	5	1	0	0	0	6	23	28,75
14	E-14	1	8	5	2	11	6	1	6	40	50,00
15	E-15	1	9	7	2	4	1	0	6	30	37,50
16	E-16	1	5	9	2	4	0	0	6	27	33,75
17	E-17	1	9	0	0	9	4	0	6	29	36,25
18	E-18	1	10	0	2	10	4	0	6	33	41,25
19	E-19	2	7	1	0	0	0	0	6	16	20,00
20	E-20	3	9	0	1	0	0	0	6	19	23,75
21	E-21	3	9	8	0	6	0	0	6	32	40,00
22	E-22	2	11	0	1	0	0	0	6	20	25,00
23	E-23	1	10	2	0	0	0	0	6	19	23,75
24	E-24	1	8	3	1	4	4	0	6	27	33,75

25	E-25	2	5	9	2	6	0	0	6	30	37,50
26	E-26	1	4	4	2	5	3	0	6	25	31,25
27	E-27	2	11	4	0	7	0	0	6	30	37,50
28	E-28	1	13	8	2	6	0	0	6	36	45,00
29	E-29	3	14	9	1	4	2	0	6	39	48,75
30	E-30	1	13	8	2	6	0	0	6	36	45,00
31	E-31	1	8	4	2	8	0	0	6	29	36,25
32	E-32	3	5	4	0	0	0	0	6	18	22,50
33	E-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
34	E-34	1	8	0	0	0	0	0	6	15	18,75
35	E-35	2	5	6	1	9	5	1	6	25	43,75
36	E-36	2	2	5	2	10	4	0	6	31	38,75
	Ideal	4	14	10	4	14	11	8	15	80	100
	Max	3	14	9	2	11	6	1	6	40	50
	Min	1	2	0	0	0	0	0	6	15	18,75
	Mean	1,7	7,8	4,4	1,1	3,9	1,2	0,1	6	26,24	32,80

Lampiran 17 Skor *Pretest* Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen

No.	Kode	T (3,7)	I (1,4)	E (2,5,6)	Skor PK
1	E-01	9	4	9	22
2	E-02	8	4	10	22
3	E-03	5	2	5	12
4	E-04	1	2	8	11
5	E-05	0	4	8	12
6	E-06	0	2	8	10
7	E-07	2	1	8	11
8	E-08	5	3	4	12
9	E-09	4	3	19	26
10	E-10	6	4	11	21
11	E-11	8	3	16	27
12	E-12	6	3	5	14
13	E-13	5	3	9	17
14	E-14	6	3	25	34
15	E-15	7	3	14	24
16	E-16	9	3	9	21
17	E-17	0	1	22	23
18	E-18	0	3	24	27
19	E-19	1	2	7	10
20	E-20	0	4	9	13
21	E-21	8	3	15	26
22	E-22	0	3	11	14
23	E-23	2	1	10	13
24	E-24	3	2	16	21
25	E-25	9	4	11	24
26	E-26	4	3	12	19

27	E-27	4	2	18	24
28	E-28	8	3	19	30
29	E-29	9	4	20	33
30	E-30	8	3	19	30
31	E-31	4	3	16	23
32	E-32	4	3	5	12
33	E-33	0	0	0	0
34	E-34	0	1	8	9
35	E-35	7	3	19	29
36	E-36	5	4	16	25
	Ideal	18	8	39	65
	Max	9	4	25	34
	Min	0	1	4	9
	Mean	4,45	2,85	12,94	20,24
	%	24,75	35,61	33,18	31,14

Lampiran 18 Skor *Pretest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Eksperimen

No.	Kode	SW (1,2,4,5,6)	IR (3,7)	KP (Obs)	Skor KKI
1	E-01	13	9	6	28
2	E-02	14	8	6	28
3	E-03	7	5	6	18
4	E-04	10	1	6	17
5	E-05	12	0	6	18
6	E-06	10	0	6	16
7	E-07	9	2	6	17
8	E-08	7	5	6	18
9	E-09	22	4	6	32
10	E-10	15	6	6	27
11	E-11	19	8	6	33
12	E-12	8	6	6	20
13	E-13	12	5	6	23
14	E-14	28	6	6	40
15	E-15	17	7	6	30
16	E-16	12	9	6	27
17	E-17	23	0	6	29
18	E-18	27	0	6	33
19	E-19	9	1	6	16
20	E-20	13	0	6	19
21	E-21	18	8	6	32
22	E-22	14	0	6	20
23	E-23	11	2	6	19
24	E-24	18	3	6	27

25	E-25	15	9	6	30
26	E-26	15	4	6	25
27	E-27	20	4	6	30
28	E-28	22	8	6	36
29	E-29	24	9	6	39
30	E-30	22	8	6	36
31	E-31	19	4	6	29
32	E-32	8	4	6	18
33	E-33	0	0	0	0
34	E-34	9	0	6	15
35	E-35	22	7	6	25
36	E-36	20	5	6	31
	Ideal	47	18	15	80
	Max	28	9	6	40
	Min	7	0	6	15
	Mean	15,79	4,45	6,00	26,24
	%	33,59	24,75	40,00	32,8

Lampiran 19 Nilai *Pretest* Pemahaman Konsep Kelas Kontrol

No	Kode	Nomor Soal							Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7		
1	K-01	2	2	6	1	4	2	1	18	27,69
2	K-02	2	4	1	1	3	2	1	14	21,54
3	K-03	1	1	8	1	3	3	1	18	27,69
4	K-04	2	7	5	2	8	3	1	28	43,08
5	K-05	2	5	1	1	0	0	0	9	13,85
6	K-06	2	5	8	1	1	2	1	20	30,77
7	K-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
8	K-08	2	5	0	0	3	4	1	15	23,08
9	K-09	1	2	5	1	1	2	1	13	20,00
10	K-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
11	K-11	2	4	6	1	4	3	0	20	30,77
12	K-12	2	2	5	1	6	3	1	20	30,77
13	K-13	2	4	1	0	0	0	0	7	10,77
14	K-14	1	3	2	1	1	1	1	10	15,38
15	K-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
16	K-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
17	K-17	1	1	7	1	1	2	0	13	20,00
18	K-18	2	5	6	1	0	0	0	14	21,54
19	K-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
20	K-20	2	1	4	1	0	0	0	8	12,31
21	K-21	2	2	6	1	2	3	0	16	24,62
22	K-22	2	1	7	1	1	2	0	14	21,54
23	K-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
24	K-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	K-25	2	2	9	1	5	0	0	19	29,23

26	K-26	2	3	8	1	3	4	1	22	33,85
27	K-27	2	5	6	1	4	1	1	20	30,77
28	K-28	2	1	4	1	0	0	0	8	12,31
29	K-29	2	1	4	1	0	0	0	8	12,31
30	K-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
31	K-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
32	K-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
33	K-33	2	4	0	1	0	0	0	7	10,77
34	K-34	2	3	8	1	3	3	1	21	32,31
35	K-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
36	K-36	3	1	8	1	5	3	1	22	33,85
	Ideal	4	14	10	4	14	11	8	65	100
	Max	3	7	9	2	8	4	1	28	43,08
	Min	1	1	0	0	0	0	0	7	10,77
	Mean	1,9	3,0	5,0	1	2,4	1,8	0,5	15,7	24,10

Lampiran 20 Nilai *Pretest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Kontrol

25	K-25	2	2	9	1	5	0	0	6	25	31,25
26	K-26	2	3	8	1	3	4	1	6	28	35,00
27	K-27	2	5	6	1	4	1	1	6	26	32,50
28	K-28	2	1	4	1	0	0	0	6	14	17,50
29	K-29	2	1	4	1	0	0	0	6	14	17,50
30	K-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
31	K-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
32	K-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
33	K-33	2	4	0	1	0	0	0	6	13	16,25
34	K-34	2	3	8	1	3	3	1	6	27	33,75
35	K-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
36	K-36	3	1	8	1	5	3	1	6	28	35,00
	Ideal	4	14	10	4	14	11	8	15	80	100
	Max	3	7	9	2	8	4	1	6	34	42,50
	Min	1	1	0	0	0	0	0	6	13	16,25
	Mean	1,9	3,0	5,0	1	2,4	1,8	0,5	6	21,7	27,08

Lampiran 21 Skor *Pretest* Pemahaman Konsep Kelas Kontrol

No.	Kode	T (3,7)	I (1,4)	E (2,5,6)	Skor PK
1	K-01	7	3	8	18
2	K-02	2	3	9	14
3	K-03	9	2	7	18
4	K-04	6	4	18	28
5	K-05	1	3	5	9
6	K-06	9	3	8	20
7	K-07	0	0	0	0
8	K-08	1	2	12	15
9	K-09	6	2	5	13
10	K-10	0	0	0	0
11	K-11	6	3	11	20
12	K-12	6	3	11	20
13	K-13	1	2	4	7
14	K-14	3	2	5	10
15	K-15	0	0	0	0
16	K-16	0	0	0	0
17	K-17	7	2	4	13
18	K-18	6	3	5	14
19	K-19	0	0	0	0
20	K-20	4	3	1	8
21	K-21	6	3	7	16
22	K-22	7	3	4	14
23	K-23	0	0	0	0
24	K-24	0	0	0	0
25	K-25	9	3	7	19
26	K-26	9	3	10	22

27	K-27	7	3	10	20
28	K-28	4	3	1	8
29	K-29	4	3	1	8
30	K-30	0	0	0	0
31	K-31	0	0	0	0
32	K-32	0	0	0	0
33	K-33	0	3	4	7
34	K-34	9	3	9	21
35	K-35	0	0	0	0
36	K-36	9	4	9	22
	Ideal	18	8	39	65
	Max	9	4	18	28
	Min	0	2	1	7
	Mean	5,58	2,83	7,25	15,7
	%	31,02	35,42	18,59	24,15

Lampiran 22 Skor *Pretest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Kontrol

No.	Kode	SW (1,2,4,5,6)	IR (3,7)	KP (Obs)	Skor KKI
1	K-01	11	7	6	24
2	K-02	12	2	6	20
3	K-03	9	9	6	24
4	K-04	22	6	6	34
5	K-05	8	1	6	15
6	K-06	11	9	6	26
7	K-07	0	0	0	0
8	K-08	14	1	6	21
9	K-09	7	6	6	19
10	K-10	0	0	0	0
11	K-11	14	6	6	26
12	K-12	14	6	6	26
13	K-13	6	1	6	13
14	K-14	7	3	6	16
15	K-15	0	0	0	0
16	K-16	0	0	0	0
17	K-17	6	7	6	19
18	K-18	8	6	6	20
19	K-19	0	0	0	0
20	K-20	4	4	6	14
21	K-21	10	6	6	22
22	K-22	7	7	6	20
23	K-23	0	0	0	0
24	K-24	0	0	0	0

25	K-25	10	9	6	25
26	K-26	13	9	6	28
27	K-27	13	7	6	26
28	K-28	4	4	6	14
29	K-29	4	4	6	14
30	K-30	0	0	0	0
31	K-31	0	0	0	0
32	K-32	0	0	0	0
33	K-33	7	0	6	13
34	K-34	12	9	6	27
35	K-35	0	0	0	0
36	K-36	13	9	6	28
	Ideal	47	18	15	80
	Max	22	9	6	34
	Min	4	0	6	13
	Mean	10,08	5,58	6,00	21,7
	%	21,45	31,02	40,00	27,12

Lampiran 23 Nilai Posttest Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen

No	Kode	Nomor Soal							Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7		
1	E-01	4	13	9	4	13	11	8	62	95,38
2	E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
3	E-03	4	12	9	4	13	11	8	61	93,85
4	E-04	4	13	8	3	14	11	4	57	87,69
5	E-05	4	13	4	2	11	11	5	50	76,92
6	E-06	4	12	6	3	13	9	8	55	84,62
7	E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
8	E-08	3	8	6	4	9,5	11	5	46,5	71,54
9	E-09	4	12	6	2	8	10	7	49	75,38
10	E-10	4	12	9	3	13	10	4	55	84,62
11	E-11	4	12	6	3	8	10	8	51	78,46
12	E-12	4	13	8	3	13	11	5	57	87,69
13	E-13	4	11	9	3	11	10	5	53	81,54
14	E-14	4	14	9	4	13	8	5	57	87,69
15	E-15	4	13	9	4	13	10	8	61	93,85
16	E-16	2	13	9	3	13	11	8	59	90,77
17	E-17	4	11	6	3	13	10	8	55	84,62
18	E-18	3	12	6	2	11	9	8	51	78,46
19	E-19	4	12	5	3	10	9	5	48	73,85
20	E-20	4	13	8	3	14	8,5	8	58,5	90,00
21	E-21	4	12	9	3	13	10	8	59	90,77
22	E-22	4	13	8	4	14	11	5	59	90,77
23	E-23	3	14	9	2	13	11	8	60	92,31
24	E-24	4	8	6	2	12	11	8	51	78,46
25	E-25	2	7,5	9	2	12,5	11	5	49	75,38

26	E-26	3	14	9	2	11	11	5	55	84,62
27	E-27	3	12	6	3	12	10	8	54	83,08
28	E-28	4	13	8	2	14	10	8	59	90,77
29	E-29	4	13	9	3	13	11	5	58	89,23
30	E-30	4	13	8	2	14	10	8	59	90,77
31	E-31	4	12	9	4	10	7	5	51	78,46
32	E-32	3	12	8	3	12	10	8	56	86,15
33	E-33	4	13	9	3	12	10	8	59	90,77
34	E-34	4	11	8	4	13	11	8	59	90,77
35	E-35	2	13	6	2	14	11	8	56	86,15
36	E-36	4	14	9	3	11	11	8	60	92,31
	Ideal	4	14	10	4	14	11	8	65	100
	Max	4	14	9	4	14	11	8	62	95,38
	Min	2	7,5	4	2	8	7	4	46,5	71,54
	Mean	3,6	12,1	7,7	2,9	12,2	10,2	6,7	55,48	85,36

Lampiran 24 Nilai *Posttest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah
Kelas Eksperimen

N o	Kode	Nomor Soal							LO KKI	Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7			
1	E-01	4	13	9	4	13	11	8	24	86	90,53
2	E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
3	E-03	4	12	9	4	13	11	8	24	85	89,47
4	E-04	4	13	8	3	14	11	4	24	81	85,26
5	E-05	4	13	4	2	11	11	5	24	74	77,89
6	E-06	4	12	6	3	13	9	8	24	79	83,16
7	E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
8	E-08	3	8	6	4	9,5	11	5	24	70,5	74,21
9	E-09	4	12	6	2	8	10	7	24	73	76,84
10	E-10	4	12	9	3	13	10	4	24	79	83,16
11	E-11	4	12	6	3	8	10	8	24	75	78,95
12	E-12	4	13	8	3	13	11	5	24	81	85,26
13	E-13	4	11	9	3	11	10	5	24	77	81,05
14	E-14	4	14	9	4	13	8	5	24	81	85,26
15	E-15	4	13	9	4	13	10	8	24	85	89,47
16	E-16	2	13	9	3	13	11	8	24	83	87,37
17	E-17	4	11	6	3	13	10	8	24	79	83,16
18	E-18	3	12	6	2	11	9	8	24	75	78,95
19	E-19	4	12	5	3	10	9	5	24	72	75,79
20	E-20	4	13	8	3	14	8,5	8	24	82,5	86,84
21	E-21	4	12	9	3	13	10	8	24	83	87,37
22	E-22	4	13	8	4	14	11	5	24	83	87,37
23	E-23	3	14	9	2	13	11	8	24	84	88,42
24	E-24	4	8	6	2	12	11	8	24	75	78,95

25	E-25	2	7,5	9	2	12,5	11	5	24	73	76,84
26	E-26	3	14	9	2	11	11	5	24	79	83,16
27	E-27	3	12	6	3	12	10	8	24	78	82,11
28	E-28	4	13	8	2	14	10	8	24	83	87,37
29	E-29	4	13	9	3	13	11	5	24	82	86,32
30	E-30	4	13	8	2	14	10	8	24	83	87,37
31	E-31	4	12	9	4	10	7	5	24	75	78,95
32	E-32	3	12	8	3	12	10	8	24	80	84,21
33	E-33	4	13	9	3	12	10	8	24	83	87,37
34	E-34	4	11	8	4	13	11	8	24	83	87,37
35	E-35	2	13	6	2	14	11	8	24	80	84,21
36	E-36	4	14	9	3	11	11	8	24	84	88,42
	Ideal	4	14	10	4	14	11	8	30	95	100
	Max	4	14	9	4	14	11	8	24	86	90,53
	Min	2	7,5	4	2	8	7	4	24	70,5	74,21
	Mean	3,6	12,1	7,7	2,9	12,2	10,2	6,7	24	79,48	83,67

Lampiran 25 Skor Posttest Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen

No.	Kode	T (3,7)	I (1,4)	E (2,5,6)	Skor PK
1	E-01	17,0	8,0	37,0	62,0
2	E-02	0,0	0,0	0,0	0,0
3	E-03	17,0	8,0	36,0	61,0
4	E-04	12,0	7,0	38,0	57,0
5	E-05	9,0	6,0	35,0	50,0
6	E-06	14,0	7,0	34,0	55,0
7	E-07	0,0	0,0	0,0	0,0
8	E-08	11,0	7,0	28,5	46,5
9	E-09	13,0	6,0	30,0	49,0
10	E-10	13,0	7,0	35,0	55,0
11	E-11	14,0	7,0	30,0	51,0
12	E-12	13,0	7,0	37,0	57,0
13	E-13	14,0	7,0	32,0	53,0
14	E-14	14,0	8,0	35,0	57,0
15	E-15	17,0	8,0	36,0	61,0
16	E-16	17,0	5,0	37,0	59,0
17	E-17	14,0	7,0	34,0	55,0
18	E-18	14,0	5,0	32,0	51,0
19	E-19	10,0	7,0	31,0	48,0
20	E-20	16,0	7,0	35,5	58,5
21	E-21	17,0	7,0	35,0	59,0
22	E-22	13,0	8,0	38,0	59,0
23	E-23	17,0	5,0	38,0	60,0
24	E-24	14,0	6,0	31,0	51,0
25	E-25	14,0	4,0	31,0	49,0
26	E-26	14,0	5,0	36,0	55,0

27	E-27	14,0	6,0	34,0	54,0
28	E-28	16,0	6,0	37,0	59,0
29	E-29	14,0	7,0	37,0	58,0
30	E-30	16,0	6,0	37,0	59,0
31	E-31	14,0	8,0	29,0	51,0
32	E-32	16,0	6,0	34,0	56,0
33	E-33	17,0	7,0	35,0	59,0
34	E-34	16,0	8,0	35,0	59,0
35	E-35	14,0	4,0	38,0	56,0
36	E-36	17,0	7,0	36,0	60,0
	Ideal	18,0	8,0	39,0	65,0
	Max	17,0	8,0	38,0	62,0
	Min	9,0	4,0	28,5	46,5
	Mean	14,39	6,58	34,52	55,48
	%	79,97	82,20	88,50	85,35

Lampiran 26 Skor *Posttest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Eksperimen

No.	Kode	SW (1,2,4,5,6)	IR (3,7)	KP (Obs)	Skor KKI
1	E-01	45,0	17,0	24,0	86,0
2	E-02	0,0	0,0	0,0	0,0
3	E-03	44,0	17,0	24,0	85,0
4	E-04	45,0	12,0	24,0	81,0
5	E-05	41,0	9,0	24,0	74,0
6	E-06	41,0	14,0	24,0	79,0
7	E-07	0,0	0,0	0,0	0,0
8	E-08	35,5	11,0	24,0	70,5
9	E-09	36,0	13,0	24,0	73,0
10	E-10	42,0	13,0	24,0	79,0
11	E-11	37,0	14,0	24,0	75,0
12	E-12	44,0	13,0	24,0	81,0
13	E-13	39,0	14,0	24,0	77,0
14	E-14	43,0	14,0	24,0	81,0
15	E-15	44,0	17,0	24,0	85,0
16	E-16	42,0	17,0	24,0	83,0
17	E-17	41,0	14,0	24,0	79,0
18	E-18	37,0	14,0	24,0	75,0
19	E-19	38,0	10,0	24,0	72,0
20	E-20	42,5	16,0	24,0	82,5
21	E-21	42,0	17,0	24,0	83,0
22	E-22	46,0	13,0	24,0	83,0
23	E-23	43,0	17,0	24,0	84,0
24	E-24	37,0	14,0	24,0	75,0

25	E-25	35,0	14,0	24,0	73,0
26	E-26	41,0	14,0	24,0	79,0
27	E-27	40,0	14,0	24,0	78,0
28	E-28	43,0	16,0	24,0	83,0
29	E-29	44,0	14,0	24,0	82,0
30	E-30	43,0	16,0	24,0	83,0
31	E-31	37,0	14,0	24,0	75,0
32	E-32	40,0	16,0	24,0	80,0
33	E-33	42,0	17,0	24,0	83,0
34	E-34	43,0	16,0	24,0	83,0
35	E-35	42,0	14,0	24,0	80,0
36	E-36	43,0	17,0	24,0	84,0
	Ideal	47,0	18,0	30,0	95,0
	Max	46,0	17,0	24,0	86,0
	Min	35,0	9,0	24,0	70,5
	Mean	41,09	14,39	24,00	79,48
	%	87,43	79,97	80,00	83,66

Lampiran 27 Nilai Posttest Pemahaman Konsep Kelas Kontrol

No	Kode	Nomor Soal							Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7		
1	K-01	4	10	9	4	11	10	8	56	86,15
2	K-02	4	11	9	3	10	9	6	52	80,00
3	K-03	4	12	9	4	13	10	8	60	92,31
4	K-04	4	13	9	4	12	11	8	61	93,85
5	K-05	3	13	9	4	13	11	7	60	92,31
6	K-06	4	13	7	4	12,5	11	8	59,5	91,54
7	K-07	3	8	9	2	1	4	0	27	41,54
8	K-08	3	7	6	2	8	7	2	35	53,85
9	K-09	4	13	10	3	12,5	11	8	61,5	94,62
10	K-10	3	9	6	3	8	8	8	45	69,23
11	K-11	3	8	6	2	8	9	4	40	61,54
12	K-12	3	14	9	3	13	10,5	8	60,5	93,08
13	K-13	2	13	10	3	11	11	7	57	87,69
14	K-14	4	12	7	3	10	5	2	43	66,15
15	K-15	3	11	6	3	9	10	8	50	76,92
16	K-16	2	6	6	3	12	9	8	46	70,77
17	K-17	4	12	8	4	9	11	8	56	86,15
18	K-18	3	11	9	3	8	11	2	47	72,31
19	K-19	4	12	9	4	10,5	9	8	56,5	86,92
20	K-20	2	13	6	3	10	10	7	51	78,46
21	K-21	4	13	10	3	12,5	11	7	60,5	93,08
22	K-22	4	12	9	4	12	4	8	53	81,54
23	K-23	4	8	7	3	7	11	4	44	67,69
24	K-24	4	12	9	3	8	10	7	53	81,54
25	K-25	4	14	9	4	14	11	8	64	98,46

26	K-26	4	12	10	4	8	10	5	53	81,54
27	K-27	4	13	9	4	14	11	8	63	96,92
28	K-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
29	K-29	2	6	6	3	10	9	8	44	67,69
30	K-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
31	K-31	3	14	6	2	10	11	8	54	83,08
32	K-32	3	9	8	2	9	8	7	46	70,77
33	K-33	3	5	4	2	4	5	1	24	36,92
34	K-34	3	12	10	3	9	8	5	50	76,92
35	K-35	3	6	7	3	7	10	7	43	66,15
36	K-36	4	12	9	4	12	10	8	59	90,77
	Ideal	4	14	10	4	14	11	8	65	100
	Max	4	14	10	4	14	11	8	64	98,46
	Min	2	5	4	2	4	4	1	24	36,92
	Mean	3,4	11,4	8,3	3,3	10,7	9,4	6,3	52,92	81,41

Lampiran 28 Nilai *Posttest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah
Kelas Kontrol

No	Kode	Nomor Soal							LO KKI	Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7			
1	K-01	4	10	9	4	11	10	8	26	82	86,32
2	K-02	4	11	9	3	10	9	6	26	78	82,11
3	K-03	4	12	9	4	13	10	8	26	86	90,53
4	K-04	4	13	9	4	12	11	8	26	87	91,58
5	K-05	3	13	9	4	13	11	7	26	86	90,53
6	K-06	4	13	7	4	12,5	11	8	26	85,5	90,00
7	K-07	3	8	9	2	1	4	0	26	53	55,79
8	K-08	3	7	6	2	8	7	2	26	61	64,21
9	K-09	4	13	10	3	12,5	11	8	26	87,5	92,11
10	K-10	3	9	6	3	8	8	8	26	71	74,74
11	K-11	3	8	6	2	8	9	4	26	66	69,47
12	K-12	3	14	9	3	13	10,5	8	26	86,5	91,05
13	K-13	2	13	10	3	11	11	7	26	83	87,37
14	K-14	4	12	7	3	10	5	2	26	69	72,63
15	K-15	3	11	6	3	9	10	8	26	76	80,00
16	K-16	2	6	6	3	12	9	8	26	72	75,79
17	K-17	4	12	8	4	9	11	8	26	82	86,32
18	K-18	3	11	9	3	8	11	2	26	73	76,84
19	K-19	4	12	9	4	10,5	9	8	26	82,5	86,84
20	K-20	2	13	6	3	10	10	7	26	77	81,05
21	K-21	4	13	10	3	12,5	11	7	26	86,5	91,05
22	K-22	4	12	9	4	12	4	8	26	79	83,16
23	K-23	4	8	7	3	7	11	4	26	70	73,68
24	K-24	4	12	9	3	8	10	7	26	79	83,16

25	K-25	4	14	9	4	14	11	8	26	90	94,74
26	K-26	4	12	10	4	8	10	5	26	79	83,16
27	K-27	4	13	9	4	14	11	8	26	89	93,68
28	K-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
29	K-29	2	6	6	3	10	9	8	26	70	73,68
30	K-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
31	K-31	3	14	6	2	10	11	8	26	80	84,21
32	K-32	3	9	8	2	9	8	7	26	72	75,79
33	K-33	3	5	4	2	4	5	1	26	50	52,63
34	K-34	3	12	10	3	9	8	5	26	76	80,00
35	K-35	3	6	7	3	7	10	7	26	69	72,63
36	K-36	4	12	9	4	12	10	8	26	85	89,47
	Ideal	4	14	10	4	14	11	8	30	95	100
	Max	4	14	10	4	14	11	8	26	90	94,74
	Min	2	5	4	2	4	4	1	26	50	52,63
	Mean	3,4	11,4	8,3	3,3	10,7	9,4	6,3	26	78,92	83,07

Lampiran 29 Skor Posttest Pemahaman Konsep Kelas Kontrol

No	Kode	T (3,7)	I (1,4)	E (2,5,6)	Skor PK
1	K-01	17,0	8,0	31,0	56,0
2	K-02	15,0	7,0	30,0	52,0
3	K-03	17,0	8,0	35,0	60,0
4	K-04	17,0	8,0	36,0	61,0
5	K-05	16,0	7,0	37,0	60,0
6	K-06	15,0	8,0	36,5	59,5
7	K-07	9,0	5,0	13,0	27,0
8	K-08	8,0	5,0	22,0	35,0
9	K-09	18,0	7,0	36,5	61,5
10	K-10	14,0	6,0	25,0	45,0
11	K-11	10,0	5,0	25,0	40,0
12	K-12	17,0	6,0	37,5	60,5
13	K-13	17,0	5,0	35,0	57,0
14	K-14	9,0	7,0	27,0	43,0
15	K-15	14,0	6,0	30,0	50,0
16	K-16	14,0	5,0	27,0	46,0
17	K-17	16,0	8,0	32,0	56,0
18	K-18	11,0	6,0	30,0	47,0
19	K-19	17,0	8,0	31,5	56,5
20	K-20	13,0	5,0	33,0	51,0
21	K-21	17,0	7,0	36,5	60,5
22	K-22	17,0	8,0	28,0	53,0
23	K-23	11,0	7,0	26,0	44,0
24	K-24	16,0	7,0	30,0	53,0
25	K-25	17,0	8,0	39,0	64,0
26	K-26	15,0	8,0	30,0	53,0

27	K-27	17,0	8,0	38,0	63,0
28	K-28	0,0	0,0	0,0	0,0
29	K-29	14,0	5,0	25,0	44,0
30	K-30	0,0	0,0	0,0	0,0
31	K-31	14,0	5,0	35,0	54,0
32	K-32	15,0	5,0	26,0	46,0
33	K-33	5,0	5,0	14,0	24,0
34	K-34	15,0	6,0	29,0	50,0
35	K-35	14,0	6,0	23,0	43,0
36	K-36	17,0	8,0	34,0	59,0
	Ideal	18,0	8,0	39,0	65,0
	Max	18,0	8,0	39,0	64,0
	Min	5,0	5,0	14,0	24,0
	Mean	14,58	6,79	31,54	52,92
	%	81,02	84,90	80,88	81,42

Lampiran 30 Skor *Posttest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Kontrol

No	Kode	SW (1,2,4,5,6)	IR (3,7)	KP (Obs)	Skor KKI
1	K-01	39,0	17,0	26,0	82,0
2	K-02	37,0	15,0	26,0	78,0
3	K-03	43,0	17,0	26,0	86,0
4	K-04	44,0	17,0	26,0	87,0
5	K-05	44,0	16,0	26,0	86,0
6	K-06	44,5	15,0	26,0	85,5
7	K-07	18,0	9,0	26,0	53,0
8	K-08	27,0	8,0	26,0	61,0
9	K-09	43,5	18,0	26,0	87,5
10	K-10	31,0	14,0	26,0	71,0
11	K-11	30,0	10,0	26,0	66,0
12	K-12	43,5	17,0	26,0	86,5
13	K-13	40,0	17,0	26,0	83,0
14	K-14	34,0	9,0	26,0	69,0
15	K-15	36,0	14,0	26,0	76,0
16	K-16	32,0	14,0	26,0	72,0
17	K-17	40,0	16,0	26,0	82,0
18	K-18	36,0	11,0	26,0	73,0
19	K-19	39,5	17,0	26,0	82,5
20	K-20	38,0	13,0	26,0	77,0
21	K-21	43,5	17,0	26,0	86,5
22	K-22	36,0	17,0	26,0	79,0
23	K-23	33,0	11,0	26,0	70,0
24	K-24	37,0	16,0	26,0	79,0
25	K-25	47,0	17,0	26,0	90,0

26	K-26	38,0	15,0	26,0	79,0
27	K-27	46,0	17,0	26,0	89,0
28	K-28	0,0	0,0	0,0	0,0
29	K-29	30,0	14,0	26,0	70,0
30	K-30	0,0	0,0	0,0	0,0
31	K-31	40,0	14,0	26,0	80,0
32	K-32	31,0	15,0	26,0	72,0
33	K-33	19,0	5,0	26,0	50,0
34	K-34	35,0	15,0	26,0	76,0
35	K-35	29,0	14,0	26,0	69,0
36	K-36	42,0	17,0	26,0	85,0
	Ideal	47,0	18,0	30,0	95,0
	Max	47,0	18,0	26,0	90,0
	Min	19,0	5,0	26,0	50,0
	Mean	38,33	14,58	26,00	78,92
	%	81,56	81,02	86,67	83,07

Lampiran 31 Sampel Hasil *Pretest* Kelas Eksperimen

Kamis, 15/5-25

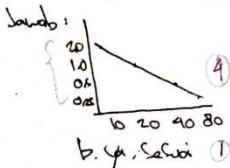
LEMBAR JAWAB *PRETEST*

PEMAHAMAN KONSEP DAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH

MATERI TERMODINAMIKA

Nama Lengkap : Aditya Pradnya Abimanyu $\frac{12}{65} \times 100 = 18,46$
Nomor Absen : 03
Kelas : XI-5 (Kelas eksperimen)

- 1) Jelaskan sistem berrotasi karo pada kawat berstek yang sistem berrotasi kawat berstek karena torisitik rotasi dapat keleru
- 2) Diketahui: Gas L sebanyak 27°C | $\Delta H_{vap} = 80 - 27 = 53^\circ\text{C}$
dipanaskan hingga 80°C,
Ditanya: V balon sedekah dipanaskan?
Jawab: $V_f = G \cdot \Delta H_{vap}$
 $= 200.000$ 5
- 3) Diketahui: Volume = 10, 20, 40, 80
Tekanan = 20, 10, 0,5, 0,25
Pertanyaan: a. gambarlah hubungan tekanan dan volume
b. apakah data hubungan Bajet?



Lampiran 32 Sampel Hasil Pretest Kelas Kontrol

Rabu, 19/5/25

LEMBAR JAWAB PRETEST

PEMAHAMAN KONSEP DAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH

MATERI TERMODINAMIKA

Nama Lengkap : Ahmad Pakan Siegar
 Nomor Absen : 03
 Kelas : XI-1 (Kelas Kontrol)

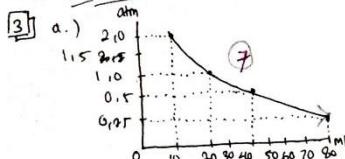
$$\frac{18}{65} \times 100 = 27,69$$

1) Panci yang tertutup menyebabkan terhadapnya uap air sehingga volume air didalam panci tetap. ①

2) $6000 \text{ L} \Rightarrow 6 \text{ ml}$
 $\Rightarrow 6000 \times (100-27)$

$$\Rightarrow 6000 \times 53$$

$$\Rightarrow 318,000 \text{ L}$$



b) iya, kayaknya hehe :D

①

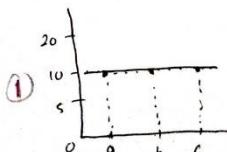
4) 1) Gas ideal merupakan gas yang mungkin saja memiliki kondisi yang ideal
 - Gas nyata, gas pada umumnya, sebelum diolah jadi gas ideal

①

5) $100 \text{ L} : 27 \text{ C.}$ ③
 $\Rightarrow 3,2 \text{ mol}$
 $\Rightarrow 3,15 \text{ mol}$

6) $3 \times 10^5 \times (4-2) =$ ③
 $\Rightarrow 6 \times 10^5$ ✓ 1

7) a.) $\frac{2 \times (20-10)}{2} = \frac{10}{2} =$
 b.) $\frac{1 \times 20}{2} = \frac{10}{2} =$
 c.) balik lagi jadi $\frac{10}{2} =$



Lampiran 33 Sampel Hasil Posttest Kelas Eksperimen

Kamis, 23/5/25

LEMAAR JAWAB POSTTEST

PENAHAMAN KONSEP DAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH

MATERI TERMODINAMIKA

Nama lengkap : Abdon Pradnya Octaviano

$$\frac{61/1}{165} \times 100 = 93,85$$

Nomor Absen : 03

Kelas : XI-S (Kelas Eksperimen)

1. Sistem terbuka, karena massa block dapat berpindah keluar energi atau Panas dapat berpindah (4)

2. Diket: $V_1 = 6000 \text{ L} = 6 \text{ m}^3$

$$T_1 = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$$

$$T_2 = 80^\circ\text{C} = 353\text{K}$$

(12)

$$P\text{ tetap} = V_2 = \dots ?$$

$$\text{Jawab} = \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

= Jadi, Volume alir balon setelah diperlakukan adalah
7,06 m^3 atau 7060 L

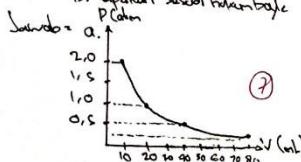
$$= \frac{6}{300} \times 353$$

$$= 7,06 \text{ m}^3 / 7060 \text{ L}$$

3. Block: $V = 10, 20, 40, 80$

$$P = 2,0, 1,0, 0,5, 0,25$$

Diketahui: a. grafik hubungan P dan V
b. apakah sesuatu bukan gas



b. iya, karena jika suatu gas dalam suatu wadah terbuka keluar, maka gas akan berbanding berbalik dengan Volume (7)

4. Perbedaan gas ideal dan nyata:

Gas nyata = Gas yang ada pada keadaan sehari-hari. Pada yg Volume partikel, ada gaya tarik antar partikel

Gas ideal = Gas idealis dengan partikel tidak berinteraksi, tanpa interaksi, bergerak bebas, dan berinteraksi selalu sempurna (4)

5. Diket. $T = 1 \text{ atm} + 10^\circ$ 1
 $T = 273 + 300 \text{ K}$ 2
 $V = 60 \text{ L} = 60 \text{ dm}^3$ 1

②

Ditanya. n? 1

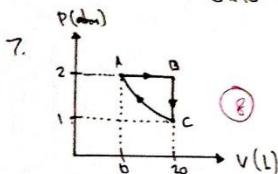
Latih. $PV = nRT$ 2
 $10^5 \cdot 60 = n \cdot 8.314 \cdot 300$ 1 = Jadi, sedi gas berikan dalam satuan berikut adalah
 $10^5 = n \cdot 2.494.2$ 1
 $n = \frac{10000}{2.494.2}$ 2
 $n = 4.009 \text{ mol}$ 1

6. Diket. $V_i = 2 \text{ m}^3$ 1
 $P = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$ 1
 $V_f = 1 \text{ m}^3$ 1

④

Ditanya. = W? 1

Jawab. $= W = P(V_f - V_i)$ 2 = Jadi, usaha yang dilakukan oleh gas adalah
 $W = 3 \times 10^5 (1 - 2)$ 1
 $= 3 \times 10^5 \cdot (-1)$ 2
 $= -3 \times 10^5$ 1
 $= 3 \times 10^5$ 3



Lampiran 34 Sampel Hasil Posttest Kelas Kontrol

Rabu, 21/5/25

LEMBAR JAWAB POSTTEST

PEMAHAMAN KONSEP DAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
MATERI TERMODINAMIKA

Nama Lengkap : Akmal Paiton Siregar

Nomor Absen : 03

Kelas : XI - A (Kelas Kontrol)

$$\frac{60}{65} \times 100 = \underline{\underline{92,31}}$$

1. tertentu. Hal ini dikarenakan air tersebut tidak tumpah itu artinya tidak ada massa/partikel yang berubah. Namun masih dapat terjadi perpindahan kalor. ya gitu lah bu kira" :D (4)

2. titik & titik : $V_1 = 6000 \text{ L} \Rightarrow 6 \text{ m}^3$ | Jawab : $\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$ 2 | $\Rightarrow \frac{6 \cdot 353}{300} = \frac{V_2}{50}$ 2

$$T_1 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 80^\circ\text{C} \Rightarrow 353 \text{ K}$$

$$Dit = V_2 = ?$$

$$Dik = V_1 = ?$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

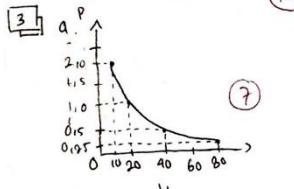
$$\Rightarrow \frac{6}{300} = \frac{V_2}{353}$$

$$\Rightarrow \frac{353}{300} = \frac{V_2}{50}$$

$$\Rightarrow \frac{353}{50} = V_2$$

$$\Rightarrow V_2 = 7,06 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{7060 \text{ L}}}$$



b. Iya. Karena Hukum Boyle mengatakan bahwa hubungan antara Volume dan tekanan itu berbanding terbalik. Apabila tekanan meningkat maka volume turun, begitupun sebaliknya. (2)

4. Gas ideal \Rightarrow 1.) Berjatah tetris, 2.) Dianggap tidak memiliki volume, 3.) Tidak ada tarik menarik antar partikel

5. Gas Nyata \Rightarrow 1.) Gas dalam keadaan sehari-hari, 2.) Memiliki volume, 3.) Terdapat tarik menarik antar partikel

5. titik : $P = 1 \text{ atm}$ | titik : $Jawab = PV = nRT$ 2 | $\frac{8,2}{24,6} \times \frac{24,6}{24,6} = 1$

$T = 27^\circ\text{C} \Rightarrow 300 \text{ K}$ 2 | $\Rightarrow 1 \cdot 100 = n \cdot 0,082 \cdot 300$ 1 | $\frac{8,2}{24,6} \times \frac{24,6}{24,6} = 1$

$V = 100 \text{ L}$ 1 | $100 = n \cdot 0,082 \cdot 300$ 1 | $\frac{8,2}{24,6} \times \frac{24,6}{24,6} = 1$

$R = 0,0821$ 1 | $1 = n \cdot 0,082 \times 10^{-2} \cdot 3$ 2 | $\frac{8,2}{24,6} \times \frac{24,6}{24,6} = 1$

$Dit = n = ?$ 1 | $1 = 2,46 \times 10^{-2} n$ 3 | $\frac{8,2}{24,6} \times \frac{24,6}{24,6} = 1$

$\Rightarrow \frac{1}{2,46 \times 10^{-2}} = n$ 4 | $n = \frac{206}{24,6}$ 4 | $\frac{8,2}{24,6} \times \frac{24,6}{24,6} = 1$

$\Rightarrow \frac{1000}{246} = n$ 5 | $n = \frac{206}{24,6}$ 5 | $\frac{8,2}{24,6} \times \frac{24,6}{24,6} = 1$

$\therefore n = 4,1065 \text{ mol}$ 6 | $n = \frac{206}{1476}$ 6 | $\frac{8,2}{24,6} \times \frac{24,6}{24,6} = 1$

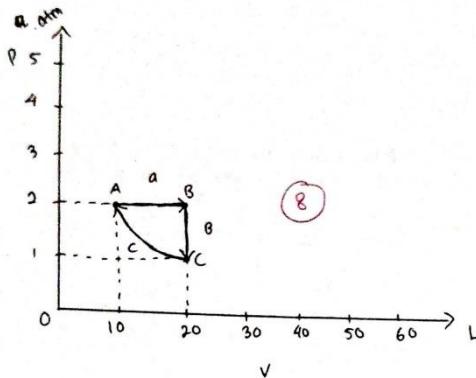
$\therefore n = 4,1065 \text{ mol}$ 7 | $n = \frac{1290}{1230}$ 7 | $\frac{8,2}{24,6} \times \frac{24,6}{24,6} = 1$

6) Diket $V_1 = 2 \text{ m}^3$
 $P = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$
 $V_2 = 4 \text{ m}^3$
 $Dit = W = ?$

Jawab $\Rightarrow W = P \cdot (V_2 - V_1)$
 $= 3 \times 10^5 \cdot (4 - 2)$
 $= 3 \times 10^5 \cdot 2$
 $W = 6 \times 10^5 \text{ J}$

(6)

7) Diket $n = 2 \text{ mol}$



(8)

Lampiran 35 Hasil Uji Normalitas

Uji Normalitas *Pretest* Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen

Kelas Bawah	Kelas Atas	fi	xi	fi.xi	xi-xbar	$(xi-xbar)^2$	$fi.(xi-xbar)^2$
11	18	4	14,5	58	-17,70	313,18	1252,730946
19	26	8	22,5	180	-9,70	94,03	752,2497704
27	34	5	30,5	152,5	-1,70	2,88	14,39853076
35	42	11	38,5	423,5	6,30	39,73	437,010101
43	50	3	46,5	139,5	14,30	204,58	613,7300275
51	58	2	54,5	109	22,30	497,43	994,8503214
sum		33	-	1062,5	-	-	4064,969697
xbar		32,20					
sd		11,10					

KB	KA	fi	Batas Kelas		Z		Tabel Z		Proporsi	fh	$(fi-fh)^2/fh$
			Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas			
11	18	4	10,5	17,5	-1,9549	-1,3242	0,0253	0,0927	0,0674	2,2249	1,4163
19	26	8	18,5	25,5	-1,2341	-0,6034	0,1086	0,2731	0,1645	5,4298	1,2166

Uji Normalitas *Pretest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Eksperimen

Kelas Bawah	Kelas Atas	fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar)^2	fi.(xi-xbar)^2
17	22	4	19,5	78	-13,64	185,95	743,8016529
23	28	8	25,5	204	-7,64	58,31	466,5123967
29	34	5	31,5	157,5	-1,64	2,68	13,38842975
35	40	9	37,5	337,5	4,36	19,04	171,3719008
41	46	5	43,5	217,5	10,36	107,40	537,0247934
47	52	2	49,5	99	16,36	267,77	535,5371901
sum		33	-	1093,5	-	-	2467,636364
xbar		33,14					
sd		8,65					

KB	KA	fi	Batas Kelas		Z		Tabel Z		Proporsi	fh	(fi-fh)^2/fh
			Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas			
17	22	4	16,5	21,5	-1,9239	-1,3457	0,0272	0,0892	0,0620	2,0467	1,8642
23	28	8	22,5	27,5	-1,2300	-0,6518	0,1093	0,2573	0,1479	4,8813	1,9925
29	34	5	28,5	33,5	-0,5362	0,0421	0,2959	0,5168	0,2208	7,2880	0,7183

Uji Normalitas *Pretest* Pemahaman Konsep Kelas Kontrol

Kelas Bawah	Kelas Atas	fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar)^2	fi.(xi-xbar)^2
10	15	5	13	63	-12,50	156,25	781,25
16	21	3	19	56	-6,50	42,25	126,75
22	27	5	25	123	-0,50	0,25	1,25
28	33	8	31	244	5,50	30,25	242
34	39	2	37	73	11,50	132,25	264,5
40	45	1	43	43	17,50	306,25	306,25
sum		24	-	600	-	-	1722
xbar		25,00					
sd		8,47					

KB	KA	fi	Batas Kelas		Z		Tabel Z		Proporsi	fh	(fi-fh)^2/fh
			B	A	Bawah	Atas	Bawah	Atas			
10	15	5	9,5	14,5	-1,8299	-1,2396	0,0336	0,1076	0,0739	1,7743	5,8644
16	21	3	15,5	20,5	-1,1215	-0,5312	0,1310	0,2976	0,1666	3,9982	0,2492

Uji Normalitas *Pretest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Kontrol

Kelas Bawah	Kelas Atas	fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar)^2	fi.(xi-xbar)^2
15	19	5	17	85	-10,42	108,51	542,5347222
20	24	3	22	66	-5,42	29,34	88,02083333
25	29	5	27	135	-0,42	0,17	0,868055556
30	34	8	32	256	4,58	21,01	168,0555556
35	39	2	37	74	9,58	91,84	183,6805556
40	44	1	42	42	14,58	212,67	212,6736111
sum		24	-	658	-	-	1195,833333
xbar		27,42					
sd		7,06					

KB	KA	fi	Batas Kelas		Z		Tabel Z		Proporsi	fh	(fi-fh)^2/fh
			Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas			
15	19	5	14,5	18,5	-1,8299	-1,2632	0,0336	0,1033	0,0696	1,6710	6,6323
20	24	3	19,5	23,5	-1,1215	-0,5549	0,1310	0,2895	0,1585	3,8031	0,1696
25	29	5	24,5	28,5	-0,4132	0,1535	0,3397	0,5610	0,2213	5,3102	0,0181

Uji Normalitas *Posttest* Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen

Kelas Bawah	Kelas Atas	fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar) ²	fi.(xi-xbar) ²
71	75	2	73	146	-12,88	165,86	331,7263545
76	80	7	78	546	-7,88	62,08	434,5270891
81	85	6	83	498	-2,88	8,29	49,72451791
86	90	7	88	616	2,12	4,50	31,49678604
91	95	10	93	930	7,12	50,71	507,1166208
96	100	1	98	98	12,12	146,92	146,9237833
sum		33	-	2834	-	-	1501,515152
xbar		85,88					
sd		6,75					

KB	KA	fi	Batas Kelas		Z		Tabel Z		Proporsi	fh	(fi-fh) ² /fh
			Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas			
71	75	2	70,5	74,5	-2,2799	-1,6869	0,0113	0,0458	0,0345	1,1387	0,6516
76	80	7	75,5	79,5	-1,5386	-0,9456	0,0619	0,1722	0,1102	3,6372	3,1091
81	85	6	80,5	84,5	-0,7974	-0,2044	0,2126	0,4190	0,2064	6,8115	0,0967

Uji Normalitas Posttest Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Eksperimen

Kelas Bawah	Kelas Atas	fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar)^2	fi.(xi-xbar)^2
71	75	1	73	73	-11,06	122,34	122,3370064
76	80	8	78	624	-6,06	36,73	293,8475666
81	85	8	83	664	-1,06	1,12	8,999081726
86	90	15	88	1320	3,94	15,52	232,7823691
91	95	1	93	93	8,94	79,91	79,912764
sum		33	-	2774	-	-	737,8787879
xbar		84,06					
sd		4,73					

KB	KA	fi	Batas Kelas		Z		Tabel Z		Proporsi	fh	(fi-fh)^2/fh
			Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas			
72	76	2	71,5	75,5	-2,6563	-1,8104	0,0040	0,0351	0,0312	1,0286	0,9175
77	81	7	76,5	80,5	-1,5989	-0,7530	0,0549	0,2257	0,1708	5,6366	0,3298
82	86	11	81,5	85,5	-0,5415	0,3044	0,2941	0,6196	0,3255	10,7418	0,0062
87	91	13	86,5	90,5	0,5159	1,3618	0,6970	0,9134	0,2163	7,1391	4,8115

Uji Normalitas Posttest Pemahaman Konsep Kelas Kontrol

Kelas Bawah	Kelas Atas	fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar)^2	fi.(xi-xbar)^2
36	47	1	42	42	-39,50	1560,25	1560,25
48	59	1	54	54	-27,50	756,25	756,25
60	71	3	66	197	-15,50	240,25	720,75
72	83	6	78	465	-3,50	12,25	73,5
84	95	11	90	985	8,50	72,25	794,75
96	107	2	102	203	20,50	420,25	840,5
sum		24	-	1944	-	-	4746
xbar		81,00					
sd		14,06					

KB	KA	fi	Batas Kelas		Z		Tabel Z		Proporsi	fh	(fi-fh)^2/fh
			Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas			
36	47	1	35,5	46,5	-3,2356	-2,4534	0,0006	0,0071	0,0065	0,1553	4,5957
48	59	1	47,5	58,5	-2,3822	-1,6000	0,0086	0,0548	0,0462	1,1087	0,0106
60	71	3	59,5	70,5	-1,5289	-0,7467	0,0631	0,2276	0,1645	3,9477	0,2275

Uji Normalitas *Posttest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah Kelas Kontrol

Kelas Bawah	Kelas Atas	fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar)^2	fi.(xi-xbar)^2
52	59	1	55,5	55,5	-28,33	802,78	802,7777778
60	67	1	63,5	63,5	-20,33	413,44	413,4444444
68	75	3	71,5	214,5	-12,33	152,11	456,3333333
76	83	4	79,5	318	-4,33	18,78	75,11111111
84	91	9	87,5	787,5	3,67	13,44	121
92	99	6	95,5	573	11,67	136,11	816,6666667
sum		24	-	2012	-	-	2685,333333
xbar		83,83					
sd		10,58					

KB	KA	fi	Batas Kelas		Z		Tabel Z		Proporsi	fh	(fi-fh)^2/fh
			Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas			
52	59	1	51,5	58,5	-3,0567	-2,3950	0,0011	0,0083	0,0072	0,1726	3,9659
60	67	1	59,5	66,5	-2,3004	-1,6387	0,0107	0,0506	0,0399	0,9583	0,0018
68	75	3	67,5	74,5	-1,5441	-0,8824	0,0613	0,1888	0,1275	3,0603	0,0012

Lampiran 36 Uji Homogenitas

Uji Homogenitas *Pretest* Pemahaman Konsep

Varians K	74,64766793
Varians E	130,4323547
dk1 K	23
dk2 E	32
F hitung	1,747306491
alpha	0,05
F Tabel	1,873476072
Kesimpulan	Homogen

Uji Homogenitas *Pretest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Varians K	49,27536232
Varians E	85,45217803
dk1 K	23
dk2 E	32
F hitung	1,734176554
alpha	0,05
F Tabel	1,873476072
Kesimpulan	Homogen

Uji Homogenitas *Posttest* Pemahaman Konsep

Varians K	231,0282303
Varians E	43,03573826
dk1 K	23
dk2 E	32
F hitung	5,368287837
alpha	0,05
F Tabel	1,873476072
Kesimpulan	Tidak Homogen

Uji Homogenitas *Posttest* Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Varians K	108,1670216
Varians E	20,14336326
dk1 K	23
dk2 E	32
F hitung	5,369859054
alpha	0,05
F Tabel	1,873476072
Kesimpulan	Tidak Homogen

Lampiran 37 Uji *Paired Samples T-Test* Pemahaman Konsep

No	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1	95,38	86,15
2	93,85	80,00
3	87,69	92,31
4	76,92	93,85
5	84,62	92,31
6	71,54	91,54
7	75,38	53,85
8	84,62	94,62
9	78,46	61,54
10	87,69	93,08
11	81,54	87,69
12	87,69	66,15
13	93,85	86,15
14	90,77	72,31
15	84,62	78,46
16	78,46	93,08
17	73,85	81,54
18	90,00	98,46
19	90,77	81,54
20	90,77	96,92
21	92,31	67,69
22	78,46	36,92
23	75,38	76,92
24	84,62	90,77
25	83,08	
26	90,77	

27	89,23	
28	90,77	
29	78,46	
30	86,15	
31	90,77	
32	86,15	
33	92,31	

n	33	24
\bar{x}	85,36	81,41
s	6,560162975	15,19961283
s^2	43,03573826	231,0282303
r	0,202643205	0,202643205

$\bar{x}_E - \bar{x}_K$	3,95
s_E^2/n_E	1,3041133
s_K^2/n_K	9,6261763
2r	0,4052864
a	$s_E/\sqrt{n_E}$
b	$s_E/\sqrt{n_E}$
$2r \times a \times b$	1,4359741
t_{hitung}	1,2822893

α	0,05
dk	23
t_{tabel}	1,7139
Kesimpulan	Tidak Ada Perbedaan

Lampiran 38 Uji *Paired Samples T-Test* Keterampilan Komunikasi Ilmiah

No	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1	90,53	86,32
2	89,47	82,11
3	85,26	90,53
4	77,89	91,58
5	83,16	90,53
6	74,21	90,00
7	76,84	64,21
8	83,16	92,11
9	78,95	69,47
10	85,26	91,05
11	81,05	87,37
12	85,26	72,63
13	89,47	86,32
14	87,37	76,84
15	83,16	81,05
16	78,95	91,05
17	75,79	83,16
18	86,84	94,74
19	87,37	83,16
20	87,37	93,68
21	88,42	73,68
22	78,95	52,63
23	76,84	80,00
24	83,16	89,47
25	82,11	

26	87,37	
27	86,32	
28	87,37	
29	78,95	
30	84,21	
31	87,37	
32	84,21	
33	88,42	

n	33	24
\bar{x}	83,67	83,07
s	4,488135833	10,40033757
s^2	20,14336326	108,1670216
r	0,202589977	0,202589977

$\bar{x}_E - \bar{x}_K$	0,60
s_E^{-2}/n_E	0,6104049
s_K^{-2}/n_K	4,5069592
2r	0,40518
a	$s_E/\sqrt{n_E}$
b	$s_E/\sqrt{n_E}$
$2r \times a \times b$	0,6720457
t_{hitung}	0,2836608

α	0,05
dk	23
t_{tabel}	1,7139
kesimpulan	Tidak Ada Perbedaan

Lampiran 39 Uji N-Gain Pemahaman Konsep

Kelas			Statistic	Std. Error
NGain_PK	Kelas Kontrol	Mean	.7611	.03736
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.6838
			Upper Bound	.8384
		5% Trimmed Mean	.7743	
		Median	.8177	
		Variance	.033	
		Std. Deviation	.18303	
		Minimum	.29	
		Maximum	.98	
		Range	.69	
		Interquartile Range	.25	
		Skewness	-1.160	.472
		Kurtosis	.749	.918
Kelas Eksperimen	Kelas Eksperimen	Mean	.7830	.01714
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.7481
			Upper Bound	.8179
		5% Trimmed Mean	.7852	
		Median	.7827	
		Variance	.010	
		Std. Deviation	.09847	
		Minimum	.59	
		Maximum	.93	
		Range	.34	
		Interquartile Range	.17	
		Skewness	-.370	.409
		Kurtosis	-.966	.798

Lampiran 40 Uji N-Gain Keterampilan Komunikasi Ilmiah

NGain_KKI	Kelas Kontrol	Mean	.7712	.02655
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.7163
			Upper Bound	.8262
		5% Trimmed Mean		.7809
		Median		.8126
		Variance		.017
		Std. Deviation		.13008
		Minimum		.43
		Maximum		.92
		Range		.49
		Interquartile Range		.17
		Skewness		-1.188 .472
		Kurtosis		.847 .918
Kelas Eksperimen	Kelas Eksperimen	Mean	.7532	.01250
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.7277
			Upper Bound	.7786
		5% Trimmed Mean		.7546
		Median		.7551
		Variance		.005
		Std. Deviation		.07181
		Minimum		.61
		Maximum		.86
		Range		.25
		Interquartile Range		.11
		Skewness		-.279 .409
		Kurtosis		-.994 .798

Lampiran 41 Dokumentasi Penelitian

Tahap Penelitian Kelas Eksperimen



Pretest Kelas Eksperimen



1. Membagi siswa dalam beberapa kelompok kecil



2. Menetapkan kasus dengan LKPD



3. Menganalisis kasus



4. Menemukan informasi secara mandiri



5. Menyelesaikan kasus



6. Membuat Kesimpulan



7. Presentasi



8. Perbaikan



Posttest Kelas Eksperimen



Kelas Eksperimen

Tahap Penelitian Kelas Kontrol



Pretest Kelas Kontrol

1. Orientasi Siswa pada
Masalah2. Mengorganisasi Siswa
untuk Belajar

3. Membimbing Penyelidikan



4. Mengembangkan dan
Menyajikan Hasil



Posttest Kelas Kontrol



5. Menganalisis dan
Mengevaluasi Proses



Kelas Kontrol

Lampiran 42 Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang, Telp. 024-76433366 Semarang 50185

Nomor : 9010/Un.10.8/J6/PP.00.9/12/2024

Semarang, 5 Desember 2024

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Yth. Bapak/Ibu

1. Dr. Andi Fadillan, M.Sc. (NIP. 198009152005011006)
2. Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc. (NIP. 198210092011011000)

di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa berikut,

Nama : ARIFAH RIANA
NIM : 2108066013
Judul : Implementasi Model Case Based Learning Berbantuan LKPD
 untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Ilmiah Peserta
 Didik SMA pada Materi Termodinamika

dan menunjuk Saudara,

1. Dr. Andi Fadillan, M.Sc. (NIP. 198009152005011006)
 sebagai Dosen Pembimbing 1,
2. Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc. (NIP. 198210092011011000)
 sebagai Dosen Pembimbing 2.

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a n Dekan,
 Ketua Program Studi Pendidikan Fisika,



Edi Darmuri Anwar, M.Si.

NIP. 19790726 200912 1002

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan,
2. Mahasiswa yang bersangkutan,
3. Arsip.

Lampiran 43 Surat Izin Prariset



Nomor : B.2690/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2025

Lamp : -

Hal : Permohonan Izin Observasi Pra Riset dan Wawancara

Kepada Yth.

Kepala SMA Negeri 3 Semarang

Jl. Pemuda No.149, RT.5/RW.3, Sekayu, Kota Semarang, Jawa Tengah
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka memenuhi tugas akhir Fakultas Sains dan Teknologi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : **Arifah Riana**
 NIM : 2108066013
 Jurusan : PENDIDIKAN FISIKA
 Semester : VIII (Delapan)

Untuk melaksanakan observasi di Sekolah yang Bapak/Ibu pimpin, Maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa dimaksud, yang akan dilaksanakan pada 24 s.d. 25 Maret 2025.

Data Observasi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan kajian (analisis) bagi mahasiswa kami.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 20 Maret 2025

Atas Dekan,

Kepala, Tata Usaha,



Ibu Khairis, SH, M.H

NIP. 29691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

cp : 088214848431

Lampiran 44 Surat Penunjukkan Validator



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : [Http://fst.walisongo.ac.id](http://fst.walisongo.ac.id)

Nomor : B.3617/Un.10.8/D/SP.01.06/04/2025

Lamp : -

Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Dr. Joko Budi Purnomo, M. Pd.
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN FISIKA FST UIN Walisongo)
2. Irman Said Prasetyo, M. Sc.
Dosen Validator Ahli
(Dosen FISIKA FST UIN Walisongo)
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama	:	Arifah Riana
NIM	:	2108066013
Program Studi	:	PENDIDIKAN FISIKA
Fakultas	:	Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	:	Implementasi Model Case Based Learning Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Termodinamika

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 30 April 2025



Lampiran 45 Surat Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang
 E-mail: fst@walisongo.ac.id Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.4007/Un.10.8/K/SP.01.08/05/2025

Semarang, 08 Mei 2025

Lamp : Proposal Skripsi

Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.

Kepala SMA Negeri 3 Semarang

Jl. Pemuda No.149, RT.5/RW.3, Sekayu, Semarang Tengah

Kota Semarang, Jawa Tengah 50132

di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Anifah Riana

NIM : 2108066013

Jurusan : PENDIDIKAN FISIKA

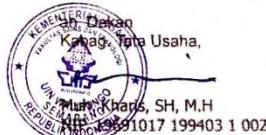
Judul : Implementasi Model Case Based Learning Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Termodinamika

Semester : VIII (Delapan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 14-21 Mei 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Cp Anifah Riana 083214848431

Lampiran 46 Nota Dinas



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I

Jalan Gatot Subroto, Komplek Tarubudaya, Ungaran, Kode Pos 50517 Telepon (024) 76910066,
 Faksimile (024) 76910066, Pos-el cabdinwil1@gmail.com

NOTA DINAS

Yth. : Kepala SMA Negeri 3 Semarang
 Dari : Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
 Tanggal : 09 Mei 2025
 Nomor : 000.9.2/1064/2025
 Sifat : Biasa
 Hal : Izin Riset

Menindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor : B.3951/Un.10.8/K/SP.01.08/05/2025 tanggal 7 Mei 2025, perihal Permohonan Izin Riset sebagaimana tersebut pada pokok surat diatas, kami sampaikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, memberikan izin kepada :

Nama : Arifah Riana
 NIM : 218066013
 Jurusan : Pendidikan Fisika
 Judul : Implementasi Model Case Based Learning
 Bebantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Termodinamika

2. Kegiatan dilaksanakan pada :

Tanggal : 14 Mei 2025 s.d 21 Mei 2025
 Lokasi : SMA Negeri 3 Semarang

3. Hal - hal yang perlu diperhatikan:

- a. Harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- b. Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan izin riset;
- c. Saat pelaksanaan Izin Riset tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
- d. Pemberian izin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian izin ini dicabut;
- e. Apabila Kegiatan tersebut telah selesai agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

a.n. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
 Kepala Sub Bagian Tata Usaha



ANGKY MAYANG SASWATI, S.Psi, M.Si
 Pembina
 NIP. 19791005 200801 2 001



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik dengan menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh
 Balai Besar Sertifikasi Elektronik (BSrE) BSN.

Lampiran 47 Surat Keterangan Selesai Riset



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
**SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 3
SEMARANG**

Alamat : Jl. Pemuda 149 Telp 3544287-3544291, Fax. 024-3544291
Email : smanegeri3semarang149@gmail.com, website:www.sman3-smg.sch.id



S U R A T K E T E R A N G A N

Nomor : 000.9.2/570/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. Yuwana, M.Kom
NIP : 19670827 199512 1 003
Jabatan : Kepala SMA Negeri 3 Semarang
Alamat Kantor : Jl. Pemuda No. 149 Semarang

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

Nama : Arifah Riana
NIM : 2108066013
Perguruan Tinggi : UIN Walisongo
Prodi : S-1 Pendidikan Fisika

Bahwa nama tersebut di atas telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 3 Semarang tahun pelajaran 2024/2025, pada tanggal 14 Mei sd 26 Mei 2025 dengan judul penelitian: **"Implementasi Model Case Based Learning Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Ketrampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Termodinamika"** Demikian surat keterangan ini kami buat dengan sebenarnya, dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 28 Mei 2025
Kepala SMA Negeri 3 Semarang



Drs. Yuwana, M.Kom
NIP. 19670827 199512 1 003

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Arifah Riana
2. Tempat, Tanggal Lahir : Cilacap, 5 Desember 2003
3. Alamat Rumah : Jalan Kendeng No. 37, RT. 03 RW. 14, Sidanegara, Cilacap Tengah, Cilacap
4. Domisili : Jalan Tanjung Sari Utara VI, RT. 07 RW. 05, Tambakaji, Ngaliyan, Kota Semarang
5. No. HP : 088214848431
6. Email : arifahriana05@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. TK Siwi Peni
 - b. SD Negeri Sidanegara 06 Cilacap
 - c. SMP Negeri 4 Cilacap
 - d. MA Negeri 1 Cilacap
2. Pendidikan Nonformal:
 - a. Ma'had Al-Jamiah Walisongo

C. Prestasi Akademik

1. Juara 3 Karya Tulis Ilmiah dalam ajang *Walisoongo Science Competition* (WSC) tahun 2024.
2. Juara 2 Lomba *Microteaching* dalam ajang *Education Festival* oleh Dema FST UIN Walisongo tahun 2024.

3. *Best Speaker English Debate Competition* tingkat Nasional dalam ajang 2nd *English Competition* (ECO) Bali tahun 2023.
4. *Winner English Debate Competition* tingkat Nasional dalam ajang 2nd *English Competition* (ECO) Bali tahun 2023.
5. *Physics Awards* penghargaan mahasiswa terbaik jurusan fisika oleh HMJ Fisika tahun 2023.

D. Karya Ilmiah

1. Penulis pertama KTI dengan judul “Analisis Uji Proksimat Briket dengan Komposisi Tempurung, Sabut Kelapa, dan Ampas Tebu”.
2. Penerjemah artikel berjudul “*Mini Research: Analyzing the Relationship between Listening to Murottal Al Qur'an Surah Al Baqarah Verses 1-10 to Beta Waves with Learning Concentration.*”

Semarang, 24 Juni 2025



Arifah Riana

2108066013