

**PENERAPAN PENDEKATAN STEM BERBANTUAN LKPD  
BERBASIS PIT PADA MATERI TEORI KINETIK GAS UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA  
KELAS XI SMA N 15 SEMARANG  
SKRIPSI**



Diajukan Oleh:

**EVA DWI MULYANI**

NIM : 1708066049

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2023**

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : EVA DWI MULYANI

NIM : 1708066049

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul

**PENERAPAN PENDEKATAN STEM BERBANTUAN LKPD BERBASIS PPT PADA MATERI TEORI  
KINETIK GAS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS XI  
SMA N 15 SEMARANG**

Setara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya, kecuali bagian tertentu yang  
dirujuk sumbernya.

Semarang, 10 Oktober 2023

Pembuat pernyataan,



Eva Dwi Mulyani

NIM. 1708066049



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan Prof. Dr. Hamba Semarang 50183

Telpon (024)842206, Faksimili -, Website : www.fst.walisongo.ac.id

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Penerapan Pendekatan STEM Berbasis L&PD Berbasis P7 Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA N 15 Semarang

Penulis : Eva Dwi Mulyani

NIM : 1708066049

Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Semarang, 12 Oktober 2023

DEWAN PENGEJI

Ketua Sidang / Penguji

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

Sekretaris Sidang / Penguji

Aifa Agilul Hayati, M.Pd  
NIP. 199004102019032018

Penguji Utama I

Sheila Rully Anggita, S.Pd  
NIP. 199005052019032017

Penguji Utama II

Muhammad M. Sc.  
NIP. 199011262019032021

Pembimbing I

Dr. Agus Pradita, M.Sc.  
NIP. 198009152005011006

Pembimbing II

Hartono, M.Sc.  
NIP. 19900924019031006



NOTA DINAS

Semarang, 10 Oktober 2023

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

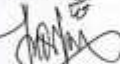
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Penerapan Pendekatan STEM Berbantuan LKPD Berbasis PTT Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA N 15 Semarang  
Penulis : Eva Dwi Mulyani  
NIM : 1700066049  
Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk dirujukan dalam sidang Munaqabah.

Wassalamualaikum wa. wa.

Pembimbing I



Dr. Anji Fadhlan, M.Sc

NIK: 198009152005011006

**NOTA DINAS**

Semarang, 10 Oktober 2023

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

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

Judul : Penerapan Pendekatan STEM Berbantuan LKPD Berbasis PIT Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA N 15 Semarang  
Penulis : Eva Dwi Mulyani  
NIM : 1708066049  
Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Wassalamualaikum wr. wb.

Pembimbing II,



Habibono, M.Sc

NIP. 199009242019031006

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan dan keefektifan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI MIPA di SMA N 15 Semarang pada pokok bahasan teori kinetik gas. Jenis penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif menggunakan metode *Quasi Eksperimen* dengan desain penelitian *pretest-posttest Control Design*. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas XI-MIPA di SMA N 15 Semarang. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan kelas XI MIPA 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 2 sebagai kelas Kontrol. Variabel dalam penelitian ini meliputi variabel bebas yaitu penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT dan variabel terikatnya yaitu kemampuan berpikir kritis siswa. Adapun teknik pengumpulan data menggunakan observasi, tes, dan dokumentasi. Instrumen tes yang digunakan berupa soal pilihan ganda. Model pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT, sedangkan pada kelas kontrol menggunakan pendekatan STEM saja. Data hasil *pretest* dianalisis menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas, sedangkan hasil *posttest* dianalisis menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, uji hipotesis, dan uji N-gain. Hasil uji hipotesis mendapatkan nilai sign 0,253 yang berarti tidak ditemukan perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Adapun hasil uji N-gain diperoleh hasil untuk kelas kontrol dengan nilai 0,51 dan kelas eksperimen sebesar 0,58, dengan kedua kelas dalam kategori sedang. hal tersebut menyatakan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa selama mengikuti pembelajaran. Hasil presentase nilai N-Gain kelas kontrol sebesar 51% dengan kategori kurang efektif, sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 58% dengan kategori cukup efektif. Berdasarkan hasil pengolahan data penelitian ini dapat disimpulkan penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT cukup efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

**Kata Kunci:** Penerapan, Pendekatan STEM, LKPD berbasis PIT, Berpikir Kritis, Teori Kinetik Gas.

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* *rabbi' alamin*, tiada kata yang lebih baik dari ungkapan syukur atas segala nikmat yang telah Allah SWT berikan dalam penyelesaian tugas akhir yang berjudul : “Analisis Tingkat Kemandirian dan Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas XI dalam Pembelajaran Fisika Secara Daring”. Tugas akhir ini merupakan bentuk prasyarat memperoleh gelar sarjana Pendidikan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa karya ini belum mencapai kesempurnaan yang diinginkan karena keterbatasan kapasitas dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Penulis berharap dengan selesainya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak lainnya. Segala bentuk kendala yang muncul tidak akan mudah dilewati penulis tanpa dukungan dari banyak pihak. Kesempatan kali ini, penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang baik, yang telah membantu secara langsung atau tidak langsung. Khususnya kepada kedua orang tua penulis yaitu Bapak Afandi dan Ibu Indrawati, serta seluruh keluarga yang telah memanjatkan doa dan memberikan dukungan yang luar biasa, baik dalam bentuk

moril dan materil. Ucapan terimakasih juga penulis haturkan kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Bapak Dr. Saminanto, M.Sc., selaku Wakil Dekan I Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
4. Bapak Dr. H. Nur Khoiri, M.Ag., selaku Wakil Dekan II Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
5. Ibu Dr. Hj. Nur Khasanah, M.Kes., selaku Wakil Dekan III Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
6. Bapak Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Fisika atau Ketua Program Studi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang sekaligus dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan dan nasehat di masa perkuliahan.
7. Bapak Dr. Andi Fadlan, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Hartono, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II yang begitu baik dan sabar meluangkan



waktu, tenaga dan pemikiran dalam membimbing penulis.

8. Bapak Dr. Joko Budi Poernomo, dan Bapak Edi Daenuri M.Sc selaku validator instrumen penelitian.
9. Segenap dosen dan staf akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi.
10. Segenap keluarga besar SMA Negeri 15 Semarang, khususnya guru pendamping Bapak Stevanus Tuju, S.Pd., dan seluruh peserta didik yang telah membantu dan mengizinkan penulis melaksanakan penelitian.
11. Bapak Sakiran dan Ibu Indah, Candra, Lu'luul Luthfiah, dan Ilham dan Akhdan, selaku keluarga penulis dengan penuh cinta, kasih sayang, memberikan doa, motivasi, semangat, dukungan, dan pengorbanan yang tidak dapat tergantikan oleh siapapun.
12. Teman-teman penulis Danang, Yessi, Indi, Dinda, Tika, Neneng, Dina, Intan, Pratiwi, Sheren, Almah, Jihan, Izam, dan Lutphi yang begitu banyak membantu dan menemani dalam proses penyelesaian skripsi yaitu seluruh teman sekolah dan teman-teman pendidikan fisika khususnya PF17B. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang turut berkontribusi hingga selesainya tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan yang berkali lipat atas segala bentuk bantuan semua pihak dan dicatat sebagai amal jariah yang tidak pernah putus.

Semarang, 10 Oktober 2023



**Eva Dwi Mulyani**

NIM. 1708066049

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH .....	ii
NOTA DINAS .....	iii
NOTA DINAS .....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	10
C. Pembatasan Masalah .....	10
D. Rumusan Masalah .....	11
E. Tujuan Penelitian .....	12
F. Manfaat Penelitian .....	12
BAB II LANDASAN PUSTAKA .....	14
A. Kajian Teori .....	14
1. Pendekatan STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, Mathematics</i> ).....	14
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis PIT.....	21

3. Kemampuan Berpikir Kritis.....	26
4. Teori Kinetik Gas .....	30
B. Kajian Pustaka .....	46
C. Kerangka Berpikir .....	49
D. Hipotesis Penelitian .....	53
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>54</b>
A. Jenis Penelitian .....	54
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	55
C. Populasi dan Sampel Penelitian .....	56
1. Populasi .....	56
2. Sampel .....	56
D. Variabel Penelitian .....	57
1. Variabel bebas .....	57
2. Variabel terikat .....	58
E. Teknik dan Instrumen Pengambilan Data ...	58
1. Dokumentasi .....	59
2. Tes .....	59
3. Observasi .....	60
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen .....	60
G. Teknik Analisis Instrumen .....	61
1. Uji validitas instrumen .....	61
2. Tingkat kesukaran .....	61
3. Daya pembeda soal .....	62
4. Uji reliabilitas instrumen .....	64
H. Teknik Analisis Data .....	65
1. Uji Normalitas .....	65
2. Uji Homogenitas .....	66
3. Uji Hipotesis .....	68
4. Uji Gain.....	70
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN ....</b>	<b>71</b>
A. Deskripsi Hasil Penelitian .....	71

1. Hasil Uji Coba Instrumen .....	71
a. Uji Validitas .....	71
b. Uji Reliabilitas .....	72
c. Uji Daya Pembeda .....	72
d. Uji Tingkat Kesukaran .....	73
2. Hasil <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	
Kemampuan Berpikir Kritis.....	74
a. Analisis Tahap Awal .....	74
1) Uji Normalitas .....	74
2) Uji Homogenitas .....	74
b. Analisis Tahap Akhir .....	75
1) Uji Normalitas .....	75
2) Uji Homogenitas .....	75
3) Uji Hipotesis .....	76
4) Uji Gain .....	77
B. Pembahasan Hasil Penelitian .....	78
C. Keterbatasan Penelitian .....	86
BAB V PENUTUP .....	87
A. Kesimpulan .....	87
B. Saran .....	88
Daftar Pustaka .....	89

## DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Aspek Literasi STEM	
Tabel 3.1	Pola Desain Penelitian	55
Tabel 3.2	Uji Validitas	68
Tabel 3.3	Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal	69
Tabel 3.4	Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal	69
Tabel 3.5	Pembagian Kategori Perolehan Daya Pembeda	71
Tabel 3.6	Hasil Uji Daya Beda Soal	71
Tabel 3.7	Hasil Uji Reliabilitas	
Tabel 3.8	Pembagian kategori perolehan N-Gain	78
Tabrl 3.9	Prepresentase N-Gain	78
Tabel 4.1	Uji Normalitas Tahap Awal	79
Tabel 4.2	Uji Normalitas Tahap Akhir	80
Tabel 4.3	Uji Hipotesis	81
Tabel 4.4	Uji N-Gain	82
Tabel 4.5	Presentase nilai N-Gain	82
Tabel 4.5	Uji N-Gain Tiap Indikator	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Gambar grafik hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan	34
Gambar 2.2	Gambar grafik hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume konstan	35
Gambar 2.3	Gambar grafik hubungan antara volume dan suhu gas pada tekanan konstan	37
Gambar 2.4	Gambar molekul gas bergerak bebas didalam kubus	40
Gambar 2.5	Gambar bagan kerangka	52
Gambar 4.1	Gambar grafik nilai rata-rata <i>pre-test posttest</i> siswa	141
Gambar 4.2	Gambar Grafik nilai N-Gain tiap Indikator Kemampuan Berpikir kritis	144

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Lembar wawancara	96
Lampiran 2	Silabus	
Lampiran 2	RPP Kelas Ekperimen	100
Lampiran 3	RPP Kelas Kontrol	120
Lampiran 4	LKPD Berbasis PIT	138
Lampiran 5	Daftar Nama Siswa Kelas Uji Coba	149
Lampiran 6	Kisi-kisi Soal Uji Coba Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	151
Lampiran 7	Soal Uji Coba	177
Lampiran 8	Kunci Jawaban Soal Uji Coba	188
Lampiran 9	Lembar Hasil Uji Coba	189
Lampiran 10	Analisis Soal Uji Coba	190
Lampiran 11	Daftar Nama Kelas Eksperimen	194
Lampiran 12	Daftar Nama Kelas Kontrol	196
Lampiran 13	Soal <i>Pretest-Posttest</i>	198
Lampiran 14	Kunci jawaban soal <i>Pretest-Posttest</i>	206
Lampiran 15	Lembar Hasil <i>Pretest</i> Kelas kontrol	207
Lampiran 16	Lembar Hasil <i>Posttest</i> Kelas kontrol	208
Lampiran 17	Lembar Hasil <i>Pretest</i> Kelas eksperimen	209
Lampiran 18	Lembar Hasil <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	210
Lampiran 19	Lembar Hasil <i>Pretest</i> Kelas eksperimen dan kontrol	211
Lampiran 20	Lembar Hasil <i>Pretest</i> Kelas eksperimen dan kontrol	213
Lampiran 21	Uji homogenitas Tahap Awal Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	215



Lampiran 22	Uji Normalitas Tahap Awal Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	216
Lampiran 23	Uji homogenitas Tahap Akhir Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	217
Lampiran 24	Uji Normalitas Tahap Akhir Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	218
Lampiran 25	Uji Hipotesis	219
Lampiran 26	Uji N-Gain	220
Lampiran 27	Uji N-Gain Per Indikator Kelas Kontrol	221
Lampiran 28	Uji N-Gain Per Indikator Kelas Eksperimen	222
Lampiran 29	Dokumentasi Pembelajaran	223
Lampiran 30	Surat Keterangan Izin Riset UIN Walisongo Semarang	226
Lampiran 31	Surat Keterangan Izin Riset Dinas Pendidikan	227
Lampiran 32	Surat Keterangan Melakukan Penelitian di SMA N 15 Semarang	228
Lampiran 33	Surat Keterangan Penunjuk Pembimbing	229
Lampiran 34	Daftar Riwayat Hidup	230

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Abad 21 di tandai dengan adanya persaingan global antar negara yang ditunjukkan dengan adanya kemajuan teknologi. Tuntutan globalisasi yang harus dihadapi bangsa Indonesia adalah efisiensi dan daya saing yang tinggi. Sumber daya manusia menjadi salah satu kunci dalam persaingan global, yaitu bagaimana menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas dan memiliki kemampuan daya saing tinggi yang selama ini diabaikan (Hajrin et al., 2019).

Aspek yang menjadi peranan penting dalam melatih sumber daya manusia yang berkualitas dan kompeten di Indonesia salah satunya ialah pendidikan (Kurniati et al., 2016). Pendidikan menjadi proses belajar bagi siswa untuk dapat memahami sesuatu, serta sebagai upaya pencapaian siswa dalam berinteraksi dengan

lingkungan sekitar untuk menuju perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang lebih baik. Hal tersebut menjadi pemicu perlunya meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia.

Pendidikan yang dijalankan di Indonesia saat ini menggunakan kurikulum 2013 dan kurikulum merdeka. Sistem pembelajaran kurikulum 2013 mengharuskan siswa untuk memiliki kemampuan dalam berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking*). Sistem pembelajaran dirancang sesuai dengan kebutuhan abad ke-21 yang menekankan pada aspek kemampuan berbasis 4C, termasuk berpikir kritis (*Critical Thinking*), kolaborasi (*Collaboration*), komunikasi (*Communication*), dan kreatif (*Creativity*) (Ningsih et al., 2018). Pendidikan yang memiliki mutu tinggi membekali siswa dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Pendidikan juga memungkinkan siswa untuk mengembangkan kemampuan dalam pembelajaran untuk menghasilkan ide dan memecahkan suatu masalah (Munawwarah, 2020). Aspek kemampuan berpikir tingkat tinggi salah satunya adalah

berpikir kritis, karena indeks berpikir kritis dan pemecahan masalah memiliki nilai maksimum, yaitu sekitar 96,21% yang sangat diperlukan untuk keterampilan belajar abad 21 (Wijaya et al., 2016).

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan oleh PISA (*Programme for International Student Assessment*) pada tahun 2018, Indonesia menempati peringkat tujuh puluh satu dengan skor yang relatif rendah dalam aspek kemampuan kinerja sains dengan skor rata-rata sebesar 396 poin. Hubungan kemampuan kinerja sains dengan kemampuan berpikir kritis cukup kuat kaitannya dengan presentase mencapai 41,5% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain (Tohir, 2019). Pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis yang dimiliki pelajar Indonesia tergolong masih rendah, dan diperlukan suatu pembelajaran yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Tindakan atau upaya yang perlu dilakukan untuk mendapatkan lulusan yang mampu mengaitkan suatu bidang keilmuan dengan kehidupan nyata membutuhkan pembelajaran

yang mampu memfasilitasi siswa untuk mengembangkan kemampuannya. Pembelajaran di beberapa negara maju seperti Amerika Serikat dan Kanada berusaha meningkatkan kemampuan siswa melalui pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pemerintah diseluruh dunia juga berfokus setidaknya dalam satu dekade terakhir yaitu membentuk siswa yang terampil dalam bidang sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (Gough, 2015). Hal tersebut sejalan dengan Deklarasi Incheon yang merekomendasikan pendidikan 2030 berbasis sains dan teknologi sebagai strategi utama untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (UNESCO, 2015).

Pembelajaran STEM yang diajarkan dalam satu disiplin ilmu merujuk ke empat bidang ilmu pengetahuan yaitu sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Pembelajaran dengan pendekatan STEM mengarah pada pembelajaran memecahkan masalah dan mengajak siswa menarik konsep dari sains dan matematika melalui integrasi cara kerja dan desain teknik dari teknologi yang sesuai

(English, 2017). Menurut Beers (2011) pembelajaran STEM merupakan perpaduan antara ilmu pengetahuan alam dengan penerapan teknologi, rekayasa, dan matematika yang diperlukan dalam meningkatkan ketrampilan abad-21. Melalui pembelajaran STEM ketrampilan abad-21 yang berusaha ditingkatkan yaitu kemampuan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, dan berkomunikasi.

Pembelajaran STEM yang menanamkan keempat disiplin ilmu juga memotivasi siswa untuk meningkatkan pengetahuannya dengan mengetahui penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran berbasis STEM membangun hubungan antara konteks ilmu yang dipelajari dengan konteks dunia nyata (Erdogan, et al., 2016). Pembelajaran berpendekatan STEM menuntut perubahan metode pembelajaran dari yang awalnya berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa, dari yang bersifat individual menjadi pembelajaran kolaboratif. Peningkatan mutu pembelajaran dengan menerapkan pendekatan STEM diharapkan mampu membantu

siswa dalam mengintegrasikan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika sehingga berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan siswa (Paramita, et al, 2019). Sesuai dengan hasil penelitian Khoiriyah (2018) penerapan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Lestari et al (2018) implemetasi LKS dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Selain pembelajaran dengan pendekatan STEM, media pembelajaran juga diharapkan dapat membantu guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Media merupakan alat bantu yang digunakan oleh guru yang disusun sesuai dengan materi ajar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Mashuri, 2019). Hal tersebut menjadikan media memiliki peran penting dalam proses pembelajaran agar menjadi lebih bervariasi dan tidak membosankan (Ramadhana, 2021).

Penggunaan media pembelajaran yang tepat akan menjadikan pembelajaran lebih efektif. Salah satu media pembelajaran yang dapat

digunakan yaitu Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (Parawangsa, 2022). LKPD berupa lembaran yang berisi tugas-tugas yang dikerjakan oleh siswa sesuai dengan objek yang akan dipelajari (Azizah, 2014). LKPD menjadi bahan ajar yang dikemas sedemikian rupa agar siswa dapat mempelajari materi pembelajaran secara mandiri. Lembar kerja menjadi peranan penting untuk pembelajaran saat ini dan tidak bisa ditinggalkan. Lembar kerja yang digunakan diharapkan mengarah pada peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan abad 21. Mewujudkan lembar kerja yang demikian, harus bertumpu pada bentuk pertanyaan yang mampu mengarahkan siswa (Pusfarini, 2016).

Pertanyaan LKPD yang dirasa sesuai dengan kebutuhan belajar siswa berupa pertanyaan PIT (produktif, imajinatif, dan terbuka). Pertanyaan PIT termasuk dalam pertanyaan tingkat tinggi. Hal tersebut ditegaskan oleh Sarihat dan Munastiwi dalam penelitiannya bahwa salah satu cara untuk menstimulus kegiatan siswa yaitu dengan memberi pertanyaan-pertanyaan yang



produktif, imajinatif, dan terbuka (Sarihat dan Munastiwi, 2021). Pertanyaan PIT bertujuan merangsang siswa untuk berpikir, dalam arti merangsang siswa menggunakan gagasan sendiri dalam menjawabnya bukan mengulangi gagasan yang telah dijelaskan oleh guru (Depdiknas, 2003). Hal ini diharapkan penggunaan LKDP berbasis PIT dapat menjadi media yang membantu proses pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam atau sains yang diajarkan di sekolah menengah atas. Fisika berkaitan proses mencari tau gejala, peristiwa, maupun fenomena alam secara matematis (Fransisca, 2016). Dalam Kurikulum 2013, kompetensi dasar yang harus dikuasai siswa pada pembelajaran fisika salah satunya yaitu materi teori kinetik gas. Materi teori kinetik gas menjadi salah satu materi yang sulit dipahami siswa karena bersifat abstrak, sehingga diperlukan kemampuan penalaran yang cukup tinggi (Fitriana, 2021). Pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT

diharapkan dapat membantu siswa untuk dalam memahami materi teori kinetik gas.

Permasalahan di atas sejalan dengan hasil wawancara dengan guru fisika di SMA N 15 Semarang didapatkan bahwa nilai hasil belajar siswa masih ada sekitar kurang lebih 50% yang dibawah KKM salah satunya pada materi teori kinetik gas. Faktor yang menyebabkan adalah pembelajaran yang diterapkan masih berpusat pada guru (*teacher center*) yaitu ceramah dan penugasan individu, dan guru belum menggunakan pendekatan STEM di sekolah. Pembelajaran tersebut menyebabkan siswa hanya menjadi pendengar serta cenderung pasif. Pembelajaran di kelas juga masih menggunakan LKS dan buku paket, belum menggunakan bantuan media yang disesuaikan dengan materi dan kegiatan pembelajaran. Selain itu soal-soal yang digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa belum mengarah pada kemampuan berpikir kritis siswa (Wawancara guru fisika, 20 Oktober, pukul 15.30).

Anggraeni et al (2016) dari hasil penelitiannya yang menyatakan kurangnya

perhatian menyebabkan pembelajaran menjadi kurang optimal dan menumbuhkan rasa malas siswa untuk mengembangkan kemampuannya. Pembelajaran yang berpusat pada guru membuat siswa merasa bosan dan beranggapan bahwa fisika merupakan pelajaran yang sulit untuk dipahami.

Latar belakang diatas menjadi faktor untuk melakukan penelitian menggunakan pendekatan STEM (*Science, technology, engineering, Math*) berbantuan LKPD berbasis PIT, karena pembelajaran ini belum diterapkan di SMA N 15 Semarang. Pendekatan STEM dilaksanakan dengan mengangkat isu dalam kehidupan sehari-hari ke dalam pembelajaran yang akan memberi dampak kepada siswa lebih tertarik karena dapat merasakan manfaat belajar fisika dalam kehidupan nyata dan merasakan efek belajar yang lebih bermakna (Dewi et al., 2018). LKPD berbasis PIT juga diharapkan dapat menjadi bahan ajar yang membantu dalam keterlaksanaan penerapan pendekatan STEM.

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan

penelitian dengan judul “Penerapan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*) berbantuan LKPD berbasis PIT pada materi teori kinetik gas untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA N 15 Semarang”.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang, adapun identifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Kemampuan berpikir kritis siswa perlu diterapkan pada siswa, akan tetapi pada kenyataannya belum diterapkan.
2. Siswa hanya dituntut menghafal konsep, sehingga kurang dalam memahami konsep untuk berpikir kritis.
3. Soal yang digunakan belum mengarah pada aspek kemampuan berpikir kritis.

## **C. Pembatasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan terhadap siswa kelas XI MIPA di SMA N 15 Semarang.

2. Aspek yang diteliti adalah aspek kemampuan berpikir kritis menurut Ennis.
3. Indikator yang digunakan hanya 5 indikator yaitu: melakukan klarifikasi dasar, membangun ketrampilan dasar, membuat kesimpulan, melakukan klarifikasi lanjut, dan menerapkan strategi dan taktik.
4. Masalah dalam penelitian ini dibatasi pada materi teori kinetik gas.

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

Rumusan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA N 15 Semarang setelah menerapkan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT pada materi teori kinetik gas?
2. Apakah penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT pada materi teori kinetik gas efektif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA N 15 Semarang?

### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini diantaranya:

1. Mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA N 15 Semarang setelah menerapkan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT pada materi teori kinetik gas.
2. Mengetahui keefektifan penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT pada materi teori kinetik gas terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA N 15 Semarang.

### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat, di antaranya:

1. Bagi Guru  
Penelitian ini diharapkan dapat memberi inovasi dan variasi dalam pembelajaran yang efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.
2. Bagi Siswa

Penelitian ini diharapkan siswa mendapat pengalaman pembelajaran yang diajarkan serta dapat menstimulus siswa untuk lebih aktif saat pembelajaran berlangsung khususnya pada materi teori kinetik gas.

### 3. Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat memberi referensi sekolah dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan mutu dan prestasi pembelajaran di sekolah.

### 4. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengalaman bagi peneliti bagaimana menerapkan pembelajaran dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

## **BAB II**

### **LANDASAN PUSTAKA**

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

##### **1. Pendekatan STEM**

STEM merupakan singkatan dari *Science, Technology, Engineering, Mathematics*. Pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat diintegrasikan dengan berbagai keterampilan abad 21 atau dikenal dengan keterampilan 4C yaitu berpikir kritis (critical thinking), kolaborasi (collaboration), kreativitas (creativity), komunikasi (communication). Pendekatan STEM mampu meningkatkan sumber daya manusia di beberapa negara maju di dunia oleh karena itu telah banyak diterapkan di negara tersebut. Hal ini didukung oleh penjelasan dari Permasari (2016), Hamdu (2020) yang menyatakan bahwa pendekatan STEM menjadi unggul dan menciptakan siswa lebih produktif di sekolah di beberapa negara seperti Amerika Serikat, Jepang, Taiwan, Australia, Finlandia, dan Singapura. Penerapan Pendekatan STEM memiliki



tujuan untuk meningkatkan prestasi siswa secara akademik maupun non akademik serta dipandang sebagai perpaduan ilmu pengetahuan secara nyata dalam kehidupan manusia.

STEM merupakan pendekatan yang terintegrasi, dimana dalam prosesnya dilaksanakan sebagai satu kesatuan yang dinamis. Pendekatan STEM menekankan pembelajaran pada masalah dikehidupan nyata untuk membiasakan dalam menemukan solusi yang tepat pada setiap masalah dan dapat berpikir kritis (Wahyunita, 2021). Pembelajaran STEM bermakna memberi penguatan praktis pendidikan dalam bidang-bidang STEM secara terpisah, sekaligus lebih mengembangkan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dengan memfokuskan pada proses pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari (Khoiriyah et al., 2018).

Manfaat pendidikan STEM dapat membuat siswa menjadi pemecah masalah yang lebih baik, inovator, penemu, mandiri, pemikir logis, dan melek teknologi. Kemampuan yang dimiliki siswa setelah belajar menggunakan pendekatan ini memberikan jaminan bahwa, kemampuan menggabungkan beberapa bidang penelitian dapat memberikan dampak positif bagi siswa (Putriyani, 2021).

Pembelajaran dengan pendekatan STEM mengajarkan siswa tidak hanya menghafal konsep, tetapi diharapkan dapat membangun dan mengembangkan siswa dalam mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa dalam pembelajaran terutama fisika. Mempelajari fisika juga tidak hanya membahas tentang rumus matematis saja melainkan dalam pembelajaran juga menggunakan komponen lain seperti teknologi dan rekayasa dalam memahami suatu materi (Permanasari, 2016).

Pendekatan STEM memiliki masing-masing aspek yang menghubungkan pembelajaran dengan empat komponen pengajar, seperti pada Tabel 2.1. (Davidi et al., 2021)

Tabel 2.1. Aspek Literasi STEM

Muatan STEM	Aspek
<i>Science</i> (sains)	Pengetahuan yang mencakup ilmu atau konsep yang berlaku di alam.
<i>Technology</i> (teknologi)	Pengetahuan untuk mengorganisir kelompok atau lainnya; desain rekayasa produk; pengoprasia produk rekayasa untuk mempermudah pekerjaan
<i>Engineering</i> (teknik)	Pengetahuan dalam menyelesaikan masalah melalui aturan-aturan tertentu.
<i>Mathematics</i> (matematika)	Pengetahuan dengan menghubungkan konsep, bilangan, besaran, dan ruang dengan argumen logis atau bukti nyata.

Penerapan karakteristik STEM pada kurikulum nasional akan lebih maksimal dan dapat memotivasi guru sehingga memberikan dampak positif bagi kegiatan atau hasil pembelajaran (Melinda, 2018).

Penerapan STEM dalam pembelajaran dengan cara yang lebih komprehensif yaitu dengan

menanamkan ke empat disiplin ilmu ke satu sama lain sebagai suatu subjek. Pola pembelajaran STEM yang tepat untuk digunakan adalah dengan menanamkan teknologi, rekayasa, dan matematika dalam pembelajaran sains (Dugger, 2010). Konsep-konsep dalam sains salah satunya fisika diajarkan dengan mengaitkan pada teknologi dan rekayasa dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut dikemukakan oleh Srikoom (2017) bahwa dalam pembelajaran STEM hal yang terpenting yaitu bagaimana menanamkan ke empat disiplin ilmu ke dalam pembelajaran, karena dapat memotivasi siswa untuk meningkatkan pengetahuannya dengan mengetahui penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga, dapat dikatakan bahwa dengan pembelajaran STEM dapat membangun hubungan antara konteks ilmu yang dipelajari dengan konteks dunia nyata (Erdogen, *et al.*, 2016). Peningkatan kualitas pembelajaran dengan menerapkan pendekatan STEM diharapkan mampu membantu siswa dalam mengintegrasikan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika sehingga berimbas pada

peningkatan kemampuan siswa (Paramita, et al., 2019).

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan mengenai pendekatan STEM merupakan intruksional pembelajaran yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, matematika yang berpusat pada siswa sesuai dengan ciri pembelajaran abad 21. Pembelajaran dengan pendekatan STEM dapat membantu siswa dalam menyelesaikan masalah sesuai dengan konteks pembelajaran yang diberikan guru di sekolah.

Kelebihan dalam pembelajaran penerapan pendekatan STEM menurut Wijayanti (2019) yaitu:

- 1) Membantu siswa mempelajari dasar-dasar, materi secara khusus.
- 2) Menstimulus rasa ingin tahu serta menumbuhkan berpikir kritis dan kreatif.
- 3) Memperkuat pemahaman melalui proses penyelidikan.
- 4) Meningkatkan kerjasama antar siswa dan menyelesaikan masalah dalam kerja kelompok.

- 5) Menambah pengetahuan dan pemahaman dengan berbagai konsep sains dan pengetahuan matematika.
- 6) Mendorong motivasi siswa dan menambah pengetahuan aktif secara mandiri.
- 7) Mengembangkan keterampilan, pengetahuan, dan belajar secara bersamaan.
- 8) Meningkatkan kehadiran, keaktifan, serta minat belajar.
- 9) Mengembangkan kemampuan siswa dalam menerapkan ilmu yang telah dimiliki.

Adapun kekurangan pembelajaran dengan pendekatan STEM yaitu:

- 1) Siswa baru mengenal istilah pendekatan STEM.
- 2) Memerlukan pemahaman ilmiah yang baik dalam berkolaborasi.
- 3) Kurangnya pengetahuan mengenai konsep pembelajaran yang dipelajari.

Hal ini menyebabkan peneliti menyadari bahwa dapat memanfaatkan kelebihan yang ada dengan sepenuhnya serta menggunakan pendekatan STEM lebih fleksibel dalam proses sains di kelas.

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis PIT
  - a. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar kerja peserta didik (LKPD) merupakan pendamping sumber belajar untuk membantu siswa dalam memahami konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis. LKPD menjadi salah satu sumber belajar yang dapat dikembangkan oleh guru sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. LKPD yang disusun dapat dirancang dan dikembangkan dengan menyesuaikan kondisi dan situasi kegiatan pembelajaran (Syfwan, 2016). LKPD berupa lembaran yang berisi tugas-tugas yang dikerjakan oleh siswa sesuai dengan objek yang akan dipelajari (Azizah, 2014).

Dediknas juga menyatakan bahwa LKPD merupakan lembaran-lembaran yang berisi beberapa pertanyaan atau soal yang harus dikerjakan siswa dengan disertai langkah-langkah dan petunjuk kerja untuk menyelesaikan soal-soal atau pertanyaan yang berupa teori maupun praktek (Depdiknas,

2018). Berdasarkan beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa LKPD merupakan lembar kerja yang diberikan oleh guru berisi informasi, pernyataan, pertanyaan, dan perintah sebagai pedoman siswa dalam melakukan kegiatan pemecahan masalah atau penyelidikan.

LKPD menjadi bahan ajar yang dikemas sedemikian rupa agar siswa dapat mempelajari materi pembelajaran secara mandiri (Pusfarini, 2016). LKPD sangat efektif dalam pelaksanaan pembelajaran dan juga lebih memperkaya pengalaman belajar siswa dengan tugas-tugas maupun kegiatan aktif dengan teman, lingkungan, dan sumber lain. Sejalan dengan pendapat Kaymakci (2012) bahwa LKPD merupakan salah satu sumber belajar yang memainkan peran penting dalam memastikan efektivitas kegiatan pembelajaran di kelas. Selain itu LKPD juga menjadikan pembelajaran lebih terarah karena penyusunan LKPD disesuaikan dengan kegiatan pembelajaran yang ada. Penggunaan



LKPD diharapkan dapat membantu guru lebih mudah dalam memfasilitasi siswa dan dapat meningkatkan aktivitas serta hasil belajar siswa.

LKPD merupakan bahan ajar yang memiliki unsur lebih sederhana dibanding modul, akan tetapi lebih kompleks dibanding buku. Unsur-unsur LKPD menurut Depdiknas (2006):

- 1) Judul
- 2) Petunjuk belajar
- 3) Kompetensi capaian
- 4) Informasi pendukung
- 5) Tugas-tugas dan langkah kerja
- 6) Evaluasi

Manfaat LKPD menurut Prastowo (2014), yaitu:

- 1) LKPD sebagai bahan ajar yang dapat meminimalkan peran guru dan mengoptimalkan peran siswa dalam proses pembelajaran. LKPD juga dapat mengubah pembelajaran dari yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa.

- 2) LKPD sebagai bahan ajar yang dapat membantu siswa memahami materi.
- 3) LKPD sebagai bahan ajar ringkas tetapi terdapat tugas-tugas yang dapat membantu siswa dalam proses berlatih.
- 4) LKPD dapat memudahkan dalam penyampaian pembelajaran oleh guru kepada siswa.

Prastowo (2014) menyatakan dalam penyusunan LKPD menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis kurikulum, Standar Kompetensi (SK), kompetensi dasar (KD), indikator, materi pembelajaran
- 2) Menyusun peta kebutuhan, dengan tujuan untuk mengukur banyaknya kebutuhan dalam menyusun LKPD
- 3) Menentukan judul LKPD
- 4) Menyusun LKPD, dengan merumuskan materi berdasarkan kurikulum, menetapkan alat evaluasi, menyusun

materi, dan menetapkan susunan lainnya dalam LKPD.

b. PIT (Produktif, Imajinatif, dan Terbuka)

PIT merupakan pertanyaan yang bersifat Produktif, Imajinatif, dan Terbuka. Pertanyaan PIT termasuk dalam pertanyaan tingkat tinggi. Hal tersebut ditegaskan oleh Sarihat dan Munastiwi dalam penelitiannya bahwa salah satu cara untuk menstimulus kegiatan siswa yaitu dengan memberi pertanyaan-pertanyaan yang produktif, imajinatif, dan terbuka (Sarihat dan Munastiwi, 2021). Pertanyaan PIT bertujuan merangsang siswa untuk berpikir, dalam arti merangsang siswa menggunakan gagasan sendiri dalam menjawabnya bukan mengulangi gagasan yang telah dijelaskan oleh guru (Depdiknas, 2003).

Pertanyaan produktif merupakan uraian pertanyaan yang menuntut adanya kegiatan atau pengamatan dan percobaan atau penyelidikan untuk menjawab (Depdiknas, 2003). Pertanyaan produktif membantu siswa

dalam belajar karena berisi arahan untuk berbuat atau melakukan sesuatu.

Pertanyaan imajinatif merupakan pertanyaan yang jawabannya diluar benda/gambar/kejadian yang diamati. Pertanyaan imajinatif mendorong siswa untuk menggunakan kemampuan berpikir untuk menciptakan kesan yang kompleks sehingga siswa menjadi kreatif sekaligus aktif dalam kegiatan pembelajaran (Depdiknas, 2003).

Pertanyaan terbuka sering disebut sebagai pertanyaan divergen atau menyebar yang memerlukan banyak jawaban atau pertanyaan yang memiliki lebih dari satu jawaban benar (Rustaman, 2003).

c. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis PIT

LKPD berbasis PIT merupakan LKPD yang disusun secara sistematis menurut Kompetensi Dasar (KD) yang dikaitkan dengan pertanyaan-pertanyaan yang bersifat Produktif, Imajinatif, dan Terbuka. LKPD yang telah disusun ini, diharapkan dapat menjadi

bahan ajar bagi guru dan sumber belajar bagi siswa secara mandiri maupun dengan bantuan guru. Terkait hal tersebut, kualitas pembelajaran dengan menerapkan LKPD berbasis PIT sebagai alat bantu bahan ajar diharapkan dapat melatih siswa dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan yang bersifat produktif, imajinatif, dan terbuka, sehingga berimbas pada peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

### 3. Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis siswa merupakan kemampuan berpikir pada level tinggi seperti analisis, sintesis, dan mencipta. Ennis (2011) menyatakan bahwa berpikir kritis merupakan suatu pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus pada suatu keputusan tertentu yang dapat dilaksanakan atau dipercaya. Kemampuan berpikir kritis akan mampu menjadikan seseorang lebih fokus dalam penyelesaian permasalahan serta dalam pengambilan keputusan. Berpikir kritis menjadi pandangan sebagai suatu pemikiran yang cerdas

dan logis dalam hal apapun yang diyakini. Seperti ketika seseorang merasa tidak percaya diri atas suatu pernyataan atau informasi yang didapatkan, maka orang tersebut dapat menolaknya dengan memberikan argumen secara lugas.

Kemampuan manusia untuk berpikir telah dijelaskan di dalam QS Al-Ankabut ayat 20, yang berbunyi:

قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ بَدَأَ الْخَلْقَ ۚ ثُمَّ اللَّهُ يُنشِئُ  
الإنشَاءَ آخِرَةً ۚ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Artinya: *“Katakanlah, berjalanlah di (muka) bumi, maka perhatikanlah bagaimana Allah menciptakan (manusia) dari permulaannya, kemudian Allah menjadikannya sekali lagi”*.

Tafsir Qurais Sahab mengani Qur’an surat Al-Ankabut ayat 20 yaitu memrintahkan ilmuan untuk berjalan di muka bumi guna menyikapi proses awal penciptaan segala sesuatu, seperti hewan, tumbuhan, dan benda-benda mati. Sesungguhnya bekas-bekas ciptaan pertama terlihat dalam lapisan-lapisan bumi dan permukaannya. Maka dari itu, bumi menjadi catatan yang penuh dengan sejarah penciptaan,

mulai dari permulaan dan sampai sekarang (Shihab, 2002).

Ayat tersebut bermakna bahwa, Allah memerintahkan kepada manusia untuk mencari bekal ilmu pengetahuan dan memerintahkan menggunakan akal untuk memahami ayat-ayat Al-Qur'an, yang didalamnya terdapat kebaikan dan ilmu yang banyak, terdapat petunjuk dari suatu kesalahan, terdapat obat dari suatu penyakit, cahaya sebagai penerang di tengah kegelapan, dan terdapat hukum yang dibutuhkan oleh manusia dalam kehidupan, inilah yang menjadi ciri manusia berpikir.

Kemampuan menerima materi yang dimiliki siswa berbeda satu sama lainnya karena kemampuan tersebut ditentukan oleh kemampuan berpikir pada masing-masing siswa. Berpikir kritis merupakan salah satu hal yang dianggap sebagai kemampuan yang sangat penting dalam komposisi pembelajaran. Kemampuan berpikir kritis seseorang dapat dilihat dari caranya memberikan pendapat dengan percaya diri dan bagaimana caranya bertindak dengan memberikan alasan.

Pada dunia pembelajaran, kemampuan berpikir kritis siswa perlu dikembangkan agar siswa menggunakan pemikirannya secara kritis untuk memecahkan suatu permasalahan (Anggraeni et al., 2019).

Kemampuan berpikir kritis sangat penting untuk dikembangkan karena peserta didik akan lebih mudah dalam menganalisis dan membuat argumen yang kuat untuk membenarkan setiap keputusan berdasarkan bukti yang didapatkan dan hasil evaluasi yang dilakukan. Ennis (2011) dalam berpikir kritis memiliki beberapa indikator yang harus dikembangkan dan dikelompokkan dalam 5 aspek yaitu:

- a. Aspek memberikan penjelasan sederhana memiliki indikator untuk memfokuskan dan menganalisis pertanyaan, menganalisis argumen, dan bertanya serta menjawab pertanyaan yang membutuhkan suatu penjelasan.
- b. Aspek membangun keterampilan dasar memiliki indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan hasil observasi.



- c. Aspek membuat kesimpulan memiliki indikator menginduksi, mendeduksi, dan mempertimbangkan hasil induksi dan deduksi.
- d. Aspek membuat penjelasan lebih lanjut dengan indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi serta mengidentifikasi asumsi.
- e. Aspek membuat perkiraan dan integrasi dengan indikator memutuskan tindakan dan berinteraksi dengan yang lain.

Pembelajaran yang mencirikan penerapan kemampuan berpikir kritis yaitu pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk turut berperan aktif (*student center*), dengan mendorong siswa untuk mampu mengidentifikasi kemampuan solusi yang ada, selanjutnya mampu memilah informasi yang didapat, kemudian mampu memberikan pendapat tentang informasi yang dipilih informasi yang telah dipilih digunakan untuk menyusun jawaban sementara dan akhirnya mampu memberikan kemungkinan penyelesaian masalah (Khoiriyah et al., 2018).

Berpikir kritis menuntut individu untuk berpikir lebih jernih, rasional, sistematis, dan logis, serta memiliki dasar alasan ilmiah yang membedakannya dengan berpikir metakognitif atau berpikir kreatif. Dengan prinsip berpikir yang lebih kompleks tersebut, latar belakang berpikir kritis menjadi lebih objektif dan mendasar. Berpikir kritis akan memungkinkan individu untuk membuat keputusan dan pilihan yang tepat sesuai kebutuhan (Davidi et al., 2021).

#### 4. Teori Kinetik Gas

##### a. Teori kinetik gas

Teori kinetik gas memberikan jembatan antara tinjauan gas secara makroskopik dan mikroskopik. Hukum-hukum yang terdapat pada teori kinetik gas yang menunjukkan hubungan antara besaran-besaran mikroskopik dari berbagai macam proses dan perumusannya, seperti hukum Boyle, Charles, dan Gay Lussac. Kata kinetik itu sendiri berasal dari adanya anggapan bahwa molekul-molekul gas selalu bergerak. Hal yang dibahas dalam teori kinetik gas mengenai partikel-partikel

gas dalam ruang yang terbatas yang dianggap sebagai bola yang selalu bergerak. Pergerakan tiap-tiap partikel tidak mempunyai arah dan memungkinkan terjadinya tumbukan antara masing-masing partikel atau antara partikel dengan dinding ruang. Tumbukan yang terjadi berupa tumbukan lenting sempurna, maka tidak ada proses kehilangan energi yang dimiliki partikel gas saat tumbukan. Pada kenyataannya, gas yang tersusun atas partikel-partikel dengan perilaku seperti anggapan di atas tidak ada, dalam bahasan teoritik diperlukan objek gas yang sesuai dengan anggapan tersebut yang disebut sebagai gas ideal. Sifat-sifat gas ideal diantaranya yaitu.

- 1) Gas terdiri atas partikel-partikel padat yang bergerak dengan kecepatan tetap dengan arah seimbang (acak).
- 2) Masing-masing partikel bergerak dalam garis lurus, gerakan partikel hanya dipengaruhi oleh tumbukan antara partikel atau antara partikel dengan dinding. Gaya tarik menarik dianggap tidak

- ada (diabaikan) karena bernilai sangat kecil.
- 3) Tumbukan antar partikel atau antara partikel dengan dinding merupakan tumbukan lenting sempurna.
  - 4) Waktu tumbukan partikel sangat singkat dan bisa diabaikan.
  - 5) Ukuran partikel gas sangat kecil dibandingkan dengan jarak antar partikel gas.
  - 6) Memenuhi hukum Newton tentang gerak. (Sutrisno, 1983)

Konsep gas dalam Al-Qur'an telah dijelaskan dalam Surat Al-Kahfi ayat 54:

وَلَقَدْ صَرَّفْنَا فِي هَذَا الْقُرْآنِ لِلنَّاسِ مِنْ كُلِّ مَثَلٍ ۚ وَكَانَ الْإِنْسَانُ أَكْثَرَ شَيْءٍ جَدَلًا

Artinya: *“Dan sesungguhnya Kami telah mengulang-ulangi bagi manusia dalam Al-Qur'an ini bermacam-macam perumpamaan. Dan manusia adalah makhluk yang paling banyak membantah.”*

Tafsir Q.S Al-Kahfi ayat 54 yaitu sungguh Allah telah menyebutkan macam perumpamaan di dalam al-Qur'an sebagai nasihat bagi orang-orang yang mengingkari-Nya dan meminta mukjizat selain al-Qur'an. Tetapi tabiat manusia sering membantah. Jika ia terus menentang, maka ia akan membantah dengan kebatilan (Shihab, 2002).

Ayat tersebut merupakan pernyataan Allah SWT tentang kandungan Al-Qur'an yang mengingatkan kita dengan berbagai perumpamaan secara berulang-ulang atau terus-menerus. Jika kita perluas makna ayat diatas dengan peristiwa atau gejala fisis bahwa Allah menciptakan alam semesta dengan wujudnya atau materinya selalu bergerak secara berulang-ulang. Bumi dipenuhi dengan benda-benda yang melakukan gerak, tak terkecuali dengan atom dalam molekul atau dalam kisi zat padat ataupun molekul udara (Romlah, 2011).

- b. Hukum-hukum Gas
  - 1) Hukum Boyle

Robert Boyle pada tahun 1627-1691 menyelidiki hubungan antara tekanan dengan volume gas. Hasil pengamatan disimpulkan yang terkenal dengan hukum Boyle, yang berbunyi “volume suatu gas berbanding terbalik dengan tekanan yang diterimanya ketika temperatur dijaga konstan” (Giancoli, 2001). Secara matematis, dinyatakan:

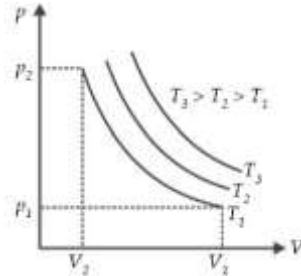
$$V \propto \frac{1}{P} \quad 2.1$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad 2.2$$

Hubungan ini dikenal dengan Hukum Boyle. Persamaan hukum Boyle dapat dituliskan sebagai berikut.

$$PV = \textit{konstan} \quad 2.3$$

artinya, ketika temperatur dalam keadaan konstan, volume diperbesar maka tekanannya kecil. Jika volumenya diperkecil maka tekannya besar. Hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan hukum Boyle dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** Grafik hubungan tekanan dan volume gas pada suhu konstan (Isotermal)

Usaha ketika dalam keadaan isotermal, maka dapat dihitung dan ditulis menggunakan kalkulus integral (Tipler, 1998). Dengan persamaan:

$$P = nRT/V \quad 2.4$$

$$dW = P dV = \frac{nRT}{V} dV \quad 2.5$$

$$w = nRT \int_{v_1}^{v_2} \frac{dV}{V} = nRT \ln \frac{v_2}{v_1} \quad 2.6$$

dari persamaan di atas, dapat disimpulkan “jika suhu gas yang dipertahankan konstan berada dalam bejana tertutup,

maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya”.

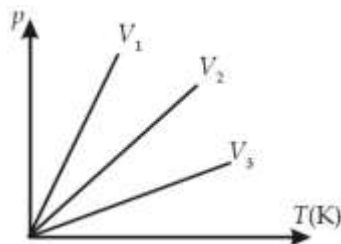
## 2) Hukum Gay-Lussac

Joseph Gay Lussac menyatakan bahwa “pada volume konstan, tekanan gas berbanding lurus dengan temperatur mutlak” (Giancoli, 2001).

$$P \propto T \quad 2.7$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad 2.8$$

hubungan antara tekanan dan suhu gas hukum Gay Lussac dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2.** Grafik hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume konstan (Isokhorik)



Keterangan:

$V$  = Volume

$P$  = Tekanan

$T$  = Suhu

### 3) Hukum Charles

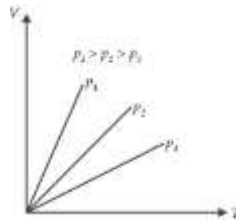
Jacques Charles fisikawan dari Prancis mengemukakan bahwa ketika tekanan gas tidak terlalu tinggi dan dijaga konstan dalam wadah tertutup, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Charles (Giancoli, 2001). Persamaan dalam hukum Charles dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V \propto T \quad 2.9$$

sehingga berlaku persamaan:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad 2.10$$

hubungan antara volume gas dan suhu gas pada tekanan konstan hukum Charles dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3.** Grafik hubungan antara volume dan suhu gas pada tekanan konstan

Keterangan:

$V$  = Volume

$P$  = Tekanan

$T$  = Suhu

#### 4) Hukum Boyle-Guy Lussac

Hukum Boyle-Guy Lussac adalah gabungan dari hukum Boyle, hukum Charles, dan Hukum Guy Lussac. Persamaan yang berlaku dapat dituliskan sebagai berikut (Giancoli, 2001):

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad 2.11$$

Keterangan:

$P_1$  = Tekanan awal ( $\text{N/m}^2$ )

$P_2$  = Tekanan akhir ( $\text{N/m}^2$ )

$V_1$  = Volume awal ( $\text{m}^3$ )

$V_2$  = Volume akhir ( $\text{m}^3$ )

$T_1$  = Suhu awal (K)

$T_1$  = Suhu Akhir (K)

### 5) Persamaan Umum Gas Ideal

Avogadro menyatakan bahwa “volume gas yang sama pada tekanan dan temperatur yang sama berisi jumlah molekul yang sama” (Giancoli, 2001). Pernyataan tersebut dikenal dengan hipotesa Avogadro dengan konsisen pada kenyataan bahwa  $R$  sama untuk semua Jumlah molekul dalam satu mol disebut sebagai bilangan Avogadro,  $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ . untuk menentukan jumlah mol zat n dituliskan persamaan:

$$n = \frac{N}{N_A} \quad 2.12$$

$$n = \frac{M}{M_r} \quad 2.13$$

keterangan:

$n$  = jumlah mol

$N$  = jumlah partikel gas

$N_A$  = bilangan avogadro

$M$  = massa

$M_r$  = massa molekul

Lambang  $R$  merupakan suatu konstanta yang disebut konstanta gas, yang mempunyai nilai sama pada semua gas. Nilai  $R$  dalam satuan SI adalah  $R = 8,315 \text{ J}/(\text{mol K})$  atau  $R = 1,99 \text{ kalori}/(\text{mol K})$  sehingga, persamaan sejumlah mol gas ideal dalam keadaan tertentu dapat dituliskan sebagai berikut (Giancoli, 2001).

$$PV = NkT \text{ atau } PV = nRT \quad 2.14$$

Keterangan:

$P$  = tekanan gas ideal ( $\text{N}/\text{m}^2$ )

$V$  = volume gas ideal ( $\text{m}^3$ )

$N$  = perbandingan masa suatu partikel terhadap masa relatifnya (mol)

$n$  = jumlah molekul zat

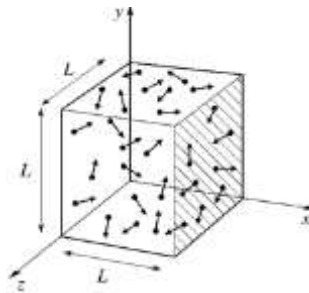
$k$  = konstanta Boltzman  
( $k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J}/\text{K}$ )

$R$  = konstanta gas umum  
( $R = 8,31 \text{ J}/\text{mol K}$ )

$T$  = suhu gas ideal ( $K$ )

## 6) Energi Kinetik Gas Ideal

Berdasarkan teori kinetik gas, partikel gas bergerak bebas didalam suatu wadah. Contohnya, suatu gas yang mengandung beberapa molekul berada didalam kubus bersisi  $L$  dan memiliki luas masing-masing sisinya  $A$ . Maka, tekanan yang diberikan oleh gas pada dinding jumlahnya sama dengan besar momentum yang dilakukan oleh molekul gas tiap satuan waktu. Seperti pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4.** Molekul gas bergerak bebas di dalam kubus

Sejumlah partikel  $N$  yang bermassa  $m$  bergerak secara acak dengan kecepatan  $v_x$  yang bervariasi terhadap

arah sumbu  $x$ . molekul tersebut memberikan gaya pada dinding, kemudian dinding memberikan gaya balik yang sama, tetapi arahnya berlawanan. Besarnya gaya tumbukan molekul ini, berdasarkan hukum Newton II, sama dengan perubahan momentum molekul. Berasumsi pada tumbukannya lenting sempurna, molekul yang menumbuk dinding ke arah kiri dengan kecepatan  $v_x$ , maka partikel akan dipantulkan ke kanan dengan kecepatan  $v_x$ . Hanya komponen  $x$  dari momentum yang berubah dari  $-mv_x$  (bergerak dengan arah  $x$  negatif) ke  $+mv_x$ . Perubahan momentum pada molekul gas dinyatakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\Delta p &= p_2 - p_1 & 2.15 \\ &= mv_x - (-mv_x) \\ &= 2mv_x\end{aligned}$$

Keterangan:

$\Delta p$  = perubahan momentum

$m$  = massa partikel

$v_x$  = kecepatan partikel pada arah

sumbu x

molekul akan bertumbukan dengan dinding masing-masing dipisahkan oleh waktu  $\Delta t$ . Dengan waktu tersebut merupakan waktu yang dibutuhkan molekul untuk melintasi kotak dan kembali lagi, molekul menempuh jarak  $2l$ . Dengan demikian:

$$\Delta t = \frac{2l}{v_x} \quad 2.18$$

Keterangan:

$l$  = jarak yang ditempuh molekul gas

$\Delta t$  = selang waktu

$v_x$  = kecepatan partikel pada arah sumbu x

selang waktu yang diperlukan antara tumbukan sangat singkat, maka impuls yang dialami dinding dinyatakan:

$$I = \Delta p \quad 2.19$$

$$F\Delta t = 2mv_x$$

$$F \frac{2l}{v_x} = 2mv_x$$

$$F = \frac{mv_x^2}{l} \quad 2.20$$

$F$  merupakan gaya yang dialami dinding saat bertumbukan. Jika seluruh gaya yang bekerja dalam wadah akibat tumbukan seluruh molekulnya, maka persamaan diatas dinyatakan sebagai berikut:

$$F = \frac{m}{l} (v_{x1}^2 + v_{x2}^2 + \dots + v_{xN}^2) \quad 2.21$$

berdasarkan persamaan diatas, rata-rata kuadrat molekul gas pada sumbu  $x$  dinyatakan:

$$\overline{v_x^2} = \frac{v_{x1}^2 + v_{x2}^2 + \dots + v_{xN}^2}{N} \quad 2.22$$

dengan demikian gaya dapat dinyatakan:

$$F = \frac{m}{l} N \overline{v_x^2} \quad 2.23$$

karena molekul-molekul gas tersebut bergerak ke segala arah dengan kecepatan yang tetap, maka:

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2} \quad 2.24$$

$$\overline{v^2} = 3\overline{v_x^2}$$

$$\overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$$

kemudian persamaan 2.29 didistribusikan ke dalam persamaan 2.26.



$$F = \frac{M}{l} N \frac{\overline{v^2}}{3} \quad 2.25$$

maka, tekanan molekul gas pada dinding:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{1}{3} \frac{Nm\overline{v^2}}{Al} \quad 2.26$$

atau

$$P = \frac{F}{A} = \frac{1}{3} \frac{Nm\overline{v^2}}{V} \quad 2.27$$

Keterangan:

$F$  = gaya yang dialami dinding saat tumbukan (N)

$V$  = Volume gas ( $m^3$ )

$\overline{v^2}$  = kecepatan rata-rata ( $m/s$ )

$N$  = molekul gas

Energi kinetik rata-rata partikel gas yang bergantung pada besarnya suhu. Berdasarkan teori kinetik gas, semakin tinggi suhunya, maka semakin cepat gerak partikel-partikel gas. (Tipler, 1998). Hubungan suhu dengan energi kinetik rata-rata partikel gas dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$PV = NkT \quad 2.28$$

$$P = \frac{NkT}{V} \quad 2.29$$

$$\frac{NkT}{V} = \frac{2}{3} \frac{ME_k}{V} \quad 2.30$$

$$T = \frac{2}{3} \frac{Ek}{k} \quad 2.31$$

Salah satu anggapan tentang gas ideal bahwa partikel-partikel gas yang bergerak dengan laju dan arah yang beraneka ragam. Sehingga, untuk kecepatan kuadrat rata-rata molekul sebagai berikut:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{m_0}} \quad 2.32$$

karena massa sebuah partikel merupakan  $m = n \cdot M_r = \frac{M_r}{N_A}$  dan  $k = \frac{R}{N_A}$ . Sehingga persamaan untuk kecepatan rata-rata dapat dituliskan sebagai berikut:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{M_r}} \quad 2.33$$

berdasarkan persamaan umum gas ideal

$$k \cdot T = \frac{P \cdot N}{N} \text{ massa total gas } m = N \cdot m_0$$

dan  $\rho = \frac{m}{V}$  maka dapat dituliskan persamaannya sebagai berikut:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \quad 2.34$$

Keterangan:

$v_{rms}$  = kecepatan efektif gas (m/s)  
 $\rho$  = massa jenis (kg/m<sup>3</sup>)  
 $P$  = tekanan gas ideal (N/m<sup>3</sup>)

## B. Kajian Pustaka

Kajian pustaka ini adalah sebuah uraian dari hasil penelitian terdahulu yang terdiri dari berbagai referensi seperti buku atau karya ilmiah lainnya dan sebagai bahan perbandingan untuk mengkaji beberapa penelitian terdahulu untuk menghindari kesamaan dalam penelitian ini. Kajian pustaka tersebut antara lain:

Penelitian oleh Khoiriyah (2018) tentang model pembelajaran STEM (science, technology, engineering, and mathematics) untuk

meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada siswa kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 SMAN 13 Bandar Lampung. Jenis penelitian yaitu eksperimen dengan menggunakan dua kelas sebagai sampel. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, selanjutnya dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas eksperimen menggunakan pendekatan STEM dan kelas kontrol menggunakan pendekatan yang digunakan oleh guru (konvensional). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pendekatan STEM memiliki pengaruh dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 0,63 dan kelas control sebesar 0,35 dengan kategori sedang.

Penelitian oleh Lestari et al (2018) tentang implementasi LKS dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Metode penelitian yang digunakan yaitu *one-group pretest-posttest design*. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,5 dengan kriteria sedang, yang dapat disimpulkan bahwa implementasi LKS dengan pendekatan

STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Penelitian Rahardhian (2022) penerapan PJBL Berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Listrik Dinamis. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil analisis statistik menggunakan uji-t dengan nilai Sig. 0,000, sehingga ditarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan rata-rata nilai posttest lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata pretest.

Penelitian Ramli et al (2020) pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Fisika berbasis pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dilihat dari nilai N-gain yaitu 0,57 yang menyatakan bahwa adanya peningkatan rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa.

Penelitian Putra et al (2022) penerapan lembar kerja mahasiswa berbasis pertanyaan "PITA" (produktif, imajinatif, terbuka, dan analisis) mampu meningkatkan kemamdirian mahasiswa dilihat dari hasil peningkatan pada mata kuliah

Ilmu Lingkungan dan Mitigasi Bencana sebesar 90% di prodi biologi dan 87% di prodi PPKn.

Persamaan dari beberapa penelitian sebelumnya dengan penelitian ini terletak pada pendekatan pembelajaran yang digunakan. Sedangkan perbedaannya adalah media dan materi yang digunakan serta subjek penelitian.

### **C. Kerangka Berpikir**

Kemampuan berpikir kritis menjadi salah satu kecakapan yang harus dikembangkan dalam proses pembelajaran. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan kemedikbud, bahwa pembelajaran pada abad-21 harus mampu mengembangkan keterampilan belajar yang meliputi berpikir kritis dan menyelesaikan masalah, kreatif dan inovatif, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi (Kemendikbud, 2016).

Pembelajaran fisika di SMA N 15 Semarang yang diterapkan masih berpusat pada guru (*teacher center*) yaitu ceramah dan penugasan individu, dan guru belum menggunakan pendekatan STEM di sekolah. Pembelajaran tersebut menyebabkan

siswa hanya menjadi pendengar serta cenderung pasif. Pembelajaran di kelas juga masih menggunakan LKS dan buku paket, belum menggunakan bantuan media yang disesuaikan dengan materi dan kegiatan pembelajaran. Selain itu soal-soal yang digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa belum mengarah pada kemampuan berpikir kritis siswa. Hal itu menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dalam pelajaran fisika masih rendah.

Pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa dapat dilakukan melalui pembelajaran yang berpusat pada siswa, salah satunya yaitu penerapan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). pembelajaran STEM memiliki keterkaitan antara sains dan teknologi dengan ilmu-ilmu lainnya yang tidak dapat dipisahkan. Sains membutuhkan matematika sebagai alat untuk mengelola data, serta membutuhkan teknik dan teknologi sebagai aplikasi dari sains tersebut (Permanasari, 2016).

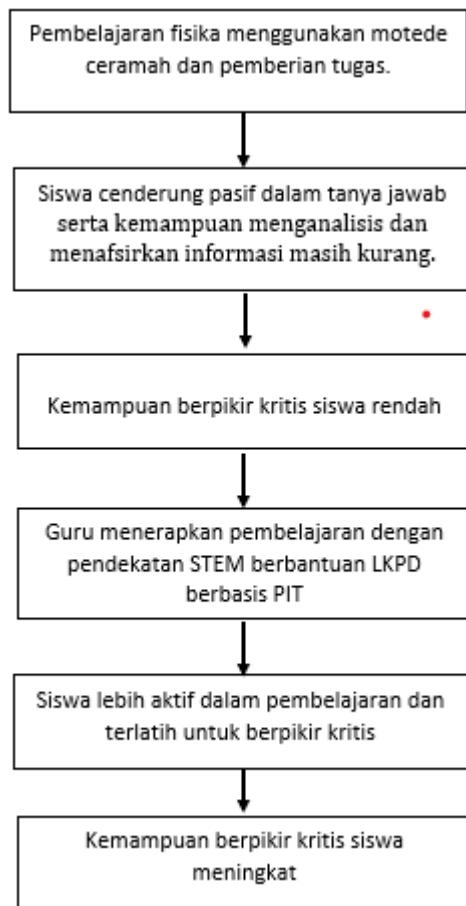
Pembelajaran berpendekatan STEM menuntut perubahan metode pembelajaran yaitu

dari yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa, dari yang bersifat individual menjadi ke arah pembelajaran kolaboratif dan menekankan aplikasi pemecahan masalah. Selain itu penggunaan media pembelajaran yang tepat akan menjadikan pembelajaran lebih efektif. Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan yaitu Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (Parawangsa, 2022).

LKPD yang dapat disusun yaitu LKPD berbasis PIT yang di dalamnya berisi pertanyaan yang bersifat produktif, imajinatif, dan terbuka. Pertanyaan PIT termasuk dalam pertanyaan tingkat tinggi (Nindiasari et al., 2013). Pertanyaan PIT bertujuan merangsang siswa untuk berpikir, dalam arti merangsang siswa menggunakan gagasan sendiri dalam menjawabnya bukan mengulangi gagasan yang telah dijelaskan oleh guru (Depdiknas, 2003). Penggunaan LKDP berbasis PIT diharapkan dapat menjadi media yang membantu proses pembelajaran dalam penerapan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Berdasarkan



uraian tersebut, bagan kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Bagan kerangka berpikir

#### **D. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis memiliki arti sebagai jawaban dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian yang relevan dan hasil pengamatan sementara, sehingga hipotesis perlu diuji dengan menggunakan data yang telah diperoleh (Sugiono, 2017). Adapun hipotesis dalam penelitian yang akan dilakukan ini adalah:

- $H_0$  : Tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi teori kinetik gas antara penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT dan penerapan pendekatan STEM saja.
- $H_a$  : Terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi teori kinetik gas antara penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT dan penerapan pendekatan STEM saja.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

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

Jenis penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif menggunakan metode *Quasi Eksperimen* yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa melalui penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT. Data yang diperoleh berupa angka dan dianalisis menggunakan statistik. Sedangkan desain penelitian yang akan digunakan yaitu *pretest-posttest Control Design* dengan subyek penelitian yang ditempatkan ke dalam dua kelompok yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen (Sugiyono, 2017).

Penelitian ini dilaksanakan dengan membagi dua kelompok, kelompok eksperimen menggunakan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT sedangkan kelompok kontrol

menggunakan pendekatan STEM. Gambaran pola desain penelitian ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.1** pola desain penelitian

Kelas	Sebelum perlakuan	Perlakuan	Sesudah Perlakuan
Eksperimen	$O_1$	$X_1$	$Y_1$
Kontrol	$O_2$	$X_2$	$Y_2$

Keterangan:

$O_1$  = *pretest* kelas eksperimen

$O_2$  = *pretest* kelas kontrol

$X_1$  = perlakuan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT

$Y_1$  = *posttest* kelas eksperimen

$Y_2$  = *posttes* kelas kontrol

Prosedur penelitian yang pertama dilakukan oleh peneliti yaitu menganalisis masalah yang terjadi di lingkungan siswa sesuai dengan yang dijelaskan di latar belakang bahwa kemampuan berpikir kritis siswa masih tergolong rendah.

Selanjutnya peneliti menentukan populasi dikelas XI dan menentukan sampel sesuai dengan yang dibutuhkan. Kemudian peneliti meminta data siswa kelas XI MIPA kepada guru fisika di SMA N 15

Semarang. Setelah itu, guru memberikan jadwal untuk melaksanakan penelitian. Sebelum melaksanakan penelitian, peneliti terlebih dahulu melakukan uji coba instrumen tes di kelas uji coba, kemudian hasil uji coba instrumen dianalisis untuk digunakan sebagai soal *pre-test* dan *post-test*.

Peneliti memberikan *pre-test* untuk mengetahui kedua sampel mempunyai kemampuan sama sebelum diberikan perlakuan. Selanjutnya kedua kelas diberikan perlakuan, setelah diberikan perlakuan kemudian kedua sampel diberikan *post-test* untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa. Setelah itu, peneliti melakukan analisis data, pada tahap ini peneliti melakukan analisis terhadap hasil setelah diberikan perlakuan. Data yang diperoleh diolah dan disajikan dalam bentuk statistik kemudian dianalisis dalam bentuk pembahasan. Selanjutnya pada tahap akhir peneliti membuat kesimpulan dari hasil analisis secara jelas dan terperinci.

Adapun langkah-langkah pembelajaran dengan pendekatan STEM berbantuan LKPD yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan orientasi kepada siswa pada suatu masalah. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang dibutuhkan, serta memotivasi siswa.
2. Mengorganisasi siswa untuk meneliti. Guru membantu siswa mengidentifikasi dan mengorganisasikan tugas yang berhubungan dengan masalah yang ada pada LKPD.
3. Membimbing siswa untuk melakukan penyelidikan secara individu maupun kelompok. Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melakukan penelitian untuk mendapatkan pemecahan masalah serta penjelasannya.
4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya siswa. Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang telah diperoleh.
5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Guru membantu siswa melakukan evaluasi terhadap penelitian dan proses-proses yang mereka lakukan.

## **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini akan dilaksanakan di SMA N 15 Semarang yang beralamat di Jl. Kedungmundu Raya No. 34 Kec. Tembalang, Kota Semarang. Waktu pelaksanaan penelitian 13 Maret – 14 April 2023.

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

### **1. Populasi**

Populasi merupakan daerah generalisasi yang terdiri dari obyek/subyek yang memiliki kualitas serta karakteristik tertentu yang ditetapkan peneliti sebagai bahan yang akan diteliti dan kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2017). Populasi yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas XI-MIPA di SMA N 15 Semarang dengan jumlah tujuh kelas. Peneliti memilih populasi tersebut karena adanya permasalahan yang muncul dan sesuai untuk diterapkan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti.

### **2. Sampel**

Sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Jika populasi besar, dan tidak memungkinkan peneliti untuk mempelajari semua bagian pada populasi, misalnya dikarenakan keterbatasan waktu, dana, dan tenaga, maka peneliti dapat mengambil sampel dari populasi tersebut.

Penelitian ini menggunakan dua kelas sebagai sampel, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Teknik yang digunakan dalam proses pengambilan sampel ini adalah *purposive sampling*, dimana penentuannya berdasarkan saran dari guru fisika di SMA N 15 Semarang dengan pertimbangan kedua kelas memiliki kemampuan yang sama.

#### **D. Variabel Penelitian**

Variabel penelitian merupakan subjek penelitian atau sesuatu yang menjadi titik perhatian dari suatu penelitian. Menurut Sugiyono (2017), variabel penelitian adalah sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti yang dapat berupa apa saja untuk dipelajari sehingga didapatkan informasi



mengenai hal tersebut, kemudian ditarik sebuah kesimpulan. Penelitian ini memiliki dua variabel, diantaranya ialah variabel bebas dan variabel terikat.

1. Variabel bebas (*independent*)

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab adanya perubahan atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2017). Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu implementasi pendekatan STEM pada materi teori kinetik yaitu *Science, Technology, Engineering, Mathematics* berbantuan LKPD berbasis PIT.

2. Variabel terikat (*dependent*)

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau variabel yang menjadi akibat adanya variabel bebas (Sugiyono, 2017). Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu berpikir kritis siswa pada materi teori kinetik gas dengan indikator hasil *pre-test* dan *post-test* siswa kelas XI di SMA N 15 Semarang.

## E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan suatu cara yang dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh hasil atau data. Teknik pengumpulan data yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

### 1. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengumpulkan berkas atau dokumen penting yang memiliki keterkaitan dengan proses penelitian yang akan dilakukan (Suharsimi, 2014). Dokumentasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini seperti daftar nama siswa, hasil pengambilan nilai *pretest-posttest*, serta foto saat kegiatan pembelajaran berlangsung.

### 2. Tes

Tes merupakan salah satu teknik pengumpulan data dengan bentuk pilihan ganda maupun uraian. Tes dilaksanakan dengan diberikannya beberapa pertanyaan atau ketrampilan yang memiliki tujuan agar dapat mengukur pengetahuan, keterampilan,

dan intelegensi (Sugiyono,2017). Dalam penelitian ini akan dilakukan *pretest* dan *posttest* berdasarkan indikator penelitian yaitu kemampuan berpikir kritis siswa.

### 3. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data untuk mendapatkan informasi secara langsung (tatap muka) maupun tidak langsung (Triyono, 2013). Wawancara penelitian ini dilakukan pada guru fisika SMA N 15 Semarang untuk mengetahui penerapan pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis siswa di sekolah.

## **F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes**

Uji validitas instrumen dalam penelitian ini menggunakan validitas isi dan validitas konstruk. Validitas konstruk dilakukan berdasarkan pendapat dari ahli. Setelah instrumen dikonstruksi mengenai aspek-aspek yang akan diukur dengan landasan teori tertentu, kemudian dikonsultasikan dengan beberapa dosen ahli. Instrumen penelitian berbentuk tes, yang di uji validitas isi oleh dosen

ahli dengan membandingkan antara materi pelajaran yang diajarkan dengan isi instrumen (Sugiyono, 2017). Uji reliabilitas dilakukan dengan cara menguji instrumen satu kali, kemudian data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik yang telah ditetapkan.

## **G. Teknik Analisis Instrumen Tes**

### **1. Uji validitas instrumen**

Uji validitas instrumen dilakukan untuk mengukur valid atau tidaknya suatu instrumen. Sebuah instrumen dapat dinyatakan valid jika dapat mengungkap data dari variabel yang diteliti secara tepat (Suharsimi Arikunto, 2006). Perhitungan yang dilakukan peneliti akan menggunakan bantuan program IBM SPSS versi *25 for window*.

Signifikansi pada penelitian sebanyak 0,05 ( $\alpha = 5\%$ ). Kriteria pengujian validitas instrumen dinyatakan valid yaitu jika nilai signifikansi  $> 0,05$ . Jika nilai signifikansi  $< 0,05$ , maka instrumen dinyatakan tidak valid

(Sugiyono, 2017). Adapun hasil uji pengujian validitas ditunjukkan oleh tabel 4.1.

**Tabel 3.2** Hasil Uji Validitas

Kriteria	Jumlah	No Soal
Valid	14	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 20
Invalid	6	3, 11, 13, 14, 17, 19

Perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran.

## 2. Tingkat Kesukaran

Rumus yang digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaran soal adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{B}{JS}$$

Keterangan:

$P$  = indeks kesukaran

$B$  = banyaknya peserta didik menjawab soal benar

$JS$  = jumlah peserta didik yang mengikuti tes

Kriteria tingkat kesukaran soal dapat dinyatakan dalam Tabel 3.2 (Arikunto, 2013)

**Tabel 3.3** Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal

Nilai	Kategori
0,00 – 0,30	Sukar
0,31 – 0,70	Sedang
0,71 – 1,00	Mudah

Berdasarkan hasil analisis tingkat kesukaran soal diperoleh butir soal yang dikategorikan pada Tabel 4.4.

**Tabel 3.4** Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal

Kriteria Tingkat Kesukaran	Jumlah	Nomor Soal
Sukar	0	0
Sedang	13	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 20
Mudah	1	6

### 3. Daya Pembeda Soal

Daya pembeda soal adalah kemampuan setiap soal-soal atau seluruh instrumen penelitian untuk membedakan antara siswa yang berprestasi tinggi dan siswa yang berprestasi rendah.

Besarnya angka daya pembeda dinamakan indeks deskriminasi. Adapun rumus yang yang dapat digunakan untuk mengetahui daya pembeda soal sebagai berikut:

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} = P_A - P_B$$

$$P_A = \frac{B_A}{J_A}, P_B = \frac{B_B}{J_B}$$

Keterangan:

$D$  = Daya pembeda

$J_A$  = Banyaknya peserta kelompok atas

$J_B$  = Banyaknya peserta kelompok bawah

$B_A$  = Banyaknya peserta kelompok atas menjawab soal benar

$B_B$  = Banyaknya peserta kelompok bawah menjawab soal salah

$P_A$  = Proporsi peserta kelompok atas menjawab benar

$P_B$  = Proporsi peserta kelompok bawah menjawab salah

Hasil perhitungan yang didapat digunakan untuk membedakan antara siswa yang paham akan materi dan siswa yang belum

paham materi. Kriteria daya pembeda soal seperti pada tabel 3.3 (Arikunto, 2013)

**Tabel 3.5** Pembagian kategori perolehan  
Daya Pembeda

<b>Daya Pembeda</b>	<b>Kategori</b>
0.00 – 0.20	Jelek
0.21 – 0.40	Cukup
0.41 – 0.70	Baik
0.71 – 1.00	Baik sekali

Hasil analisis uji daya pembeda soal disajikan pada tabel 4.3. Adapun hasil data selengkapnya pada lampiran.

**Tabel 3.6** Hasil Uji Daya Beda Soal

<b>Kriteria daya pembeda</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Nomor Soal</b>
Jelek	0	2, 6
Cukup baik	10	1, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 20
Baik	2	10, 18
Sangat Baik	0	0

#### 4. Uji Reliabilitas instrumen

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengukur atau menganalisis konsistensi butir-butir yang terdapat pada instrumen menggunakan teknik tertentu (Sugiyono, 2017). Uji reliabilitas dalam penelitian ini



peneliti akan menggunakan bantuan program IBM SPSS versi 25 *for window*.

Hasil perhitungan dari  $r_i$  dibandingkan dengan  $r_{\text{tabel}}$  dengan taraf signifikan 5% dan  $n$  sesuai dengan jumlah peserta tes. Jika  $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$ , maka hasil perhitungan butir soal tersebut dapat dinyatakan reliable (Sugiyono, 2017).

Uji reliabilitas diperoleh menggunakan aplikasi SPSS. Adapun hasil perhitungan koefisien reabilitas 14 butir soal disajikan pada tabel 4.2.

**Tabel 3.7** Hasil Uji Realibilitas

<i>Alpha Cronbach (<math>\alpha</math>)</i>	Jumlah Item
0,674	14

Berdasarkan tabel 4.2. nilai *Alpha Cronbach* sebesar 0,674. Karena  $\alpha > 0,05$ , maka instrumen tersebut reliable.

Hasil ke empat uji yaitu uji validitas, uji reliabilitas, uji daya pembeda, dan uji tingkat kesukaran dari 20 soal uji coba didapatkan 14 soal yang dapat digunakan sebagai instrumen tes.

## H. Teknik Analisis Data

Data penelitian yang telah terkumpul kemudian akan dilakukan analisis. Analisis data yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menguji apakah kelas yang dijadikan sampel dalam penelitian berawal dari populasi normal atau tidak. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan data hasil *pretest* siswa yang diberikan sebelum diberi perlakuan. Uji normalitas data yang akan peneliti gunakan yaitu uji Kolmogorov-Smirnov dengan bantuan *SPSS (Statistical Package for Sosial Science) versi 25 for windows*. Digunakan non parametric test karena data berskala rasio (kuantitatif). Persamaan yang dapat digunakan adalah:

$$z = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

Keterangan;

$Z$  = nilai angka baku  $Z$

$x_i$  = data nilai

$\bar{x}$  = nilai rata-rata hitung (mean)

$S$  = simpangan baku (Uyanto, 2009)

Langkah pengujian yaitu dengan *One Sample Kolmogrov Smirnov Test* melalui menu *Analyze – Nonparametric Test – Legacy Dialogs – 1-Sample-K-S-Test*. tingkat signifikansi 0,05, data terdistribusi normal apabila hasil tes *Asymp. Sig. (2-Tailed) > 0,05*. Analisa hipotesis sebagai berikut:

$H_0$ : data berasal dari populasi terdistribusi normal

$H_\alpha$ : data berasal dari populasi terdistribusi tidak normal

Jika nilai signifikansi lebih dari 0,05 maka  $H_0$  diterima dan  $H_\alpha$  ditolak, sehingga data dinyatakan terdistribusi normal, sedangkan jika nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka  $H_0$  ditolak dan  $H_\alpha$  diterima, sehingga data tidak terdistribusi normal.

## 2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas atau dapat dikatakan sebagai uji kesamaan varians yang dilakukan dengan maksud untuk mengetahui data hasil pengamatan bersifat homogen atau tidak homogen. uji homogenitas akan dilakukan

menggunakan *uji levene* atau uji kesamaan ragam (*levene's test for equality of varians*) digunakan untuk menguji apakah sampel memiliki varians yang sama. Uji ini dilakukan dengan bantuan program IBM SPSS versi 25 *for windows* melalui menu *Analyze – Compare Means – input variable – define groups – Options – Run the Analysis*.

Hipotesis dalam uji ini yaitu:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \text{variens nilai kelas eksperimen}$   
dan kontrol homogen

$H_0: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 = \text{variens nilai kelas eksperimen}$   
dan kontrol tidak homogen

Dasar pengambilan keputusan berdasarkan tabel Independent Sample T-Test pada *Levene's Test for Equality of Variances*. Apabila nilainya signifikan (probabilitas < 0,05) maka  $H_0$  ditolak, yang menandakan kedua kelompok mempunyai varians yang berbeda (data tidak homogen). sedangkan jika nilai *Levene's test* tidak signifikan (probabilitas > 0,05), maka  $H_0$  diterima, yang menandakan

kedua kelompok memiliki varians yang sama (data bersifat homogen).

### 3. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan melalui uji-t (*t-test*). Teknik tersebut digunakan setelah diberi perlakuan akhir (*post-test*). Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan hipotesis diterima atau ditolak (Sugiyono, 2017). Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah hasil sesuai dengan hipotesis yang telah diharapkan. Pengujian hipotesis menggunakan *independent sample t-test* dengan bantuan program IBM SPSS versi 25 *for window*. Persamaan yang digunakan yaitu;

$$t = \frac{M_1 - M_2}{SE_{M_1 - M_2}}$$

Keterangan:

$M_1$  = Mean pada distribusi sampel 1

$M_2$  = Mean pada distribusi sampel 2

$SE_{M_1 - M_2}$  = standar deviasi error gabungan

antara Sampel 1 dan sampel 2 (Uyanto, 2009)

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Keterangan:

$\mu_1$  : rata-rata nilai posttest kelas eksperimen

$\mu_2$  : rata-rata nilai posttest kelas kontrol

Kriteria dalam uji hipotesis yaitu dilihat pada kolom *T-test for Equality of Means*. Apabila probabilitas (nilai *sig. 2-tailed*) lebih dari 0,05, maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak, sedangkan apabila probabilitas (nilai *sig. 2-tailed*) kurang dari 0,05, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

#### 4. Uji Gain

Uji N-Gain merupakan uji untuk mengetahui peningkatan hasil nilai siswa, dihitung dari selisih nilai tes sebelum diberi perlakuan maupun sesudah diberi perlakuan. Hasil uji akan dapat diketahui efektif atau tidak. Rumus yang dapat digunakan yaitu (Arikunto, 2013) :

$$NGain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}}$$

Pembagian kategori skor N-gain adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.8** Pembagian kategori perolehan N-Gain

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

Pembagian kategori nilai presentasi N-gain adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.9** Persentase nilai N-gain

Persentase (%)	Tafsiran
< 40	Tidak efektif
40 – 55	Kurang efektif
56 – 75	Cukup efektif
> 76	Efektif

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Hasil Penelitian

##### 1. Analisis Data Awal

###### a. Uji Normalitas

Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Uji Normalitas Data

No	Kelas	Nilai sign	Kesimpulan
1	<i>Pretest</i> kelas eksperimen	0,064	Normal
2	<i>Pretest</i> kelas kontrol	0,069	Normal

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa nilai signifikansi *pretest* kelas kontrol dan kelas eksperimen  $> 0,05$ , maka kedua kelas terdistribusi normal.

###### b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas menggunakan uji *levene's statistic* dengan bantuan aplikasi SPSS dengan sig  $> 0,05$ . Hasil uji homogenitas pada tahap awal dengan nilai



sig 0,968. Karena hasil sign  $> 0,05$ , maka kedua kelas homogen.

## 2. Analisis Data Tahap Akhir

### a. Uji Normalitas

Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Uji Normalitas Data

No	Kelas	Nilai sign	Kesimpulan
1	Posttest eksperimen	0,064	Normal
2	Posttest kontrol	0,071	Normal

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa nilai signifikansi *post-test* kelas kontrol dan kelas eksperimen  $> 0,05$ , maka kedua kelas terdistribusi normal.

### b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas menggunakan uji *levene's statistic* dengan bantuan aplikasi SPSS dengan sig  $> 0,05$ . Hasil uji homogenitas pada tahap awal dengan nilai sig 0,599. Karena hasil sign  $> 0,05$ , maka kedua kelas homogen.

c. Uji Hipotesis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Analisis uji hipotesis yang digunakan adalah uji t dengan bantuan SPSS 25 dengan taraf signifikansi 5%. Hasil uji hipotesis dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.3** Uji Hipotesis Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

No	Kelas	Nilai sign	Kesimpulan
1	Eksperimen	0,253	Tidak terdapat perbedaan
2	Kontrol		

Berdasarkan tabel 4.6 diatas didapatkan bahwa nilai sign 0,253, karena nilai sign  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

## d. Uji N-Gain

Hasil uji N-Gain dinyatakan dalam tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil Analisis Uji N-Gain  
kemampuan berpikir kritis

Kelas	Rata-rata		N-Gain	Kategori
	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>		
kontrol	43,00	71,00	0,51	sedang
Eksperi men	42,00	74,00	0,58	sedang

Presentase nilai N-gain dinyatakan dalam tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Presentasi Hasil N-Gain

Kelas	N-gain	Persentase N-gain	Tafsiran
Kontrol	0,51	51%	Kurang efektif
Eksperimen	0,58	58%	Cukup efektif

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan pada kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dengan kategori sedang. Analisis uji N-Gain di atas selanjutnya diuji per indikator kemampuan

berpikir kritis. Adapun hasilnya terdapat pada Tabel 4.9. Hasil analisis selengkapnya terdapat pada lampiran.

**Tabel 4.6** Hasil Analisis Uji N-Gain Tiap Indikator Kemampuan Berpikir kritis

No	Indikator	Kelas	N-Gain	Kategori
1	Melakukan klarifikasi dasar	K	0,51	Sedang
		E	0,62	Sedang
2	Membangun ketrampilan dasar	K	0,57	Sedang
		E	0,55	Sedang
3	Membuat kesimpulan	K	0,55	Sedang
		E	0,45	Sedang
4	Melakukan klarifikasi lanjut	K	0,42	Sedang
		E	0,53	Sedang
5	Menerapkan strategi dan taktik	K	0,52	Sedang
		E	0,50	Sedang

Keterangan:

K = kelas kontrol

E = kelas eksperimen

### 3. Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA N 15 Semarang yang bertujuan untuk mengetahui

kemampuan berpikir kritis siswa dan keefektifan penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT pada materi teori kinetik gas. Terdapat dua kelas yang digunakan yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen. Penelitian pada kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa penerapan pendekatan STEM dengan bantuan LKPD berbasis PIT, sedangkan kelas kontrol diberikan perlakuan berupa penerapan pendekatan STEM saja. Data hasil penelitian berupa nilai *pretest* dan *posttest* yang diperlukan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa. Pada soal uji coba terdapat dua pada nomor soal 2 dan 6 yang mempunyai daya beda dengan kategori jelek, maka dilakukan perbaikan agar dapat digunakan untuk penelitian karena ke dua soal sudah di uji validitas dan reliabelitas. Kedua soal termasuk dalam indikator melakukan klarifikasi dasar. Amelia (2021) mendukung dengan penelitian yang telah dilakukan yaitu memperbaiki soal yang mempunyai daya beda jelek.

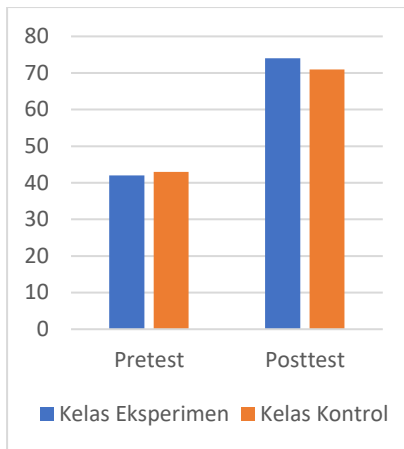
Aspek STEM dalam penelitian ini diintegrasikan dalam kegiatan dan perangkat

pembelajaran (LKPD). Sains sebagai aspek utama dalam bentuk pembahasan materi disetiap sub bab. Teknologi sebagai aspek yang diintegrasikan dalam bentuk pembahasan penerapan konsep dasar alat-alat termasuk penerapan teori kinetik gas. Aspek rekayasa (*engineering*) diintegrasikan dalam bentuk informasi desain dan cara kerja beberapa teknologi yang menerapkan konsep teori kinetik gas. Aspek matematika diintegrasikan pada setiap sub bab dalam bentuk penggunaan notasi angka-angka untuk perhitungan dan penggunaan lambang matematis suatu besaran. Hasil analisis data tahap awal yaitu uji normalitas dan uji homogenitas didapatkan data kelas eksperimen maupun kelas kontrol terdistribusi normal dan memiliki varians homogen. Begitu pula pada analisis tahap akhir menunjukkan bahwa data terdistribusi normal dan memiliki varians homogen.

Hasil analisis kemampuan berpikir kritis siswa dan keefektifan penerapan pembelajaran disampaikan berikut ini.

1. Kemampuan berpikir kritis siswa

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* menggunakan soal pilihan ganda. Berdasarkan analisis hasil tes siswa diperoleh data sebagai berikut.

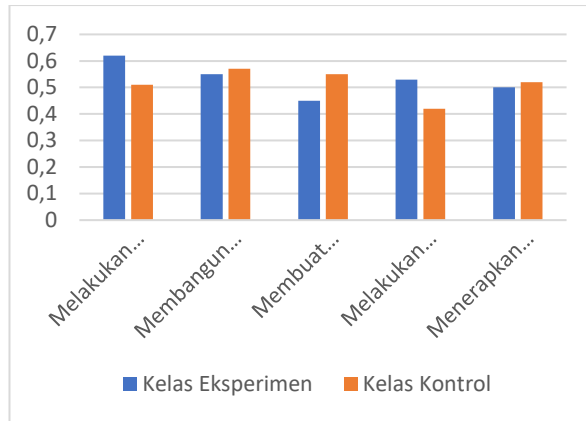


Gambar 4.1 Grafik nilai rata-rata *pre-test* *posttest* siswa

Berdasarkan Gambar 4.1, dapat diketahui hasil rata-rata *pretest* kelas kontrol lebih tinggi dari pada kelas eksperimen, namun terjadi peningkatan pada hasil *posttest* siswa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Hal tersebut didukung oleh hasil uji N-Gain yang disajikan pada Tabel 4.7 yang menyatakan

peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih besar dari pada kelas kontrol yaitu  $0,058 > 0,51$ . Hasil uji N-gain tergolong sedang dan nilai kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil analisis tersebut menyatakan bahwa penggunaan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT untuk kelas eksperimen lebih baik dari pada penggunaan pendekatan STEM pada kelas kontrol. Adapun hasil uji t pada kelas kontrol dan eksperimen memperoleh nilai sign  $0,253$  yang berarti tidak ditemukan perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa, hal tersebut diduga karena dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya perbedaan hasil nilai *pre-test* maupun *post-test* serta uji N-Gain siswa memiliki selisih yang cukup sedikit.





Gambar 4.2 Grafik nilai N-Gain tiap Indikator Kemampuan Berpikir kritis

Hasil uji N-Gain pada tiap indikator kemampuan berpikir kritis siswa selama melaksanakan pembelajaran menggunakan Pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT pada Gambar 4.2 nilai N-Gain tiap indikator kemampuan berpikir kritis di analisis sebagai berikut.

a. Melakukan Klarifikasi Dasar

Nilai N-Gain pada indikator melakukan klarifikasi dasar sebesar 0,51 di

kelas kontrol sedangkan dikelas eksperimen sebesar 0,61. Nilai N-Gain di kedua kelas dalam kategori sedang, akan tetapi nilai N-Gain dikelas eksperimen lebih tinggi meningkatkan kemampuan berpikir kritis dari pada di kelas kontrol. Hal ini dikarenakan pembelajaran menggunakan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT mengajak siswa untuk lebih fokus pada pertanyaan-pertanyaan dan menganalisis argumen sebelum menjawab suatu permasalahan atau tantangan yang terdapat dalam LKPD berbasis PIT dibandingkan dengan pendekatan STEM dengan metode ceramah.

b. Membangun ketrampilan dasar

Nilai N-Gain pada indikator membangun ketrampilan dasar sebesar 0,57 di kelas kontrol sedangkan dikelas eksperimen sebesar 0,55. Nilai N-Gain di kedua kelas dalam kategori sedang, akan tetapi nilai N-Gain dikelas kontrol lebih tinggi meningkatkan kemampuan berpikir

kritis dari pada di kelas eksperimen. Hal ini kemungkinan dikarenakan pembelajaran menggunakan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT siswa kurang fokus dalam mengobservasi pertanyaan-pertanyaan PIT serta siswa kurang dalam mempertimbangkan hasil observasi permasalahan yang terdapat dalam LKPD dibandingkan dengan kelas kontrol yang kemungkinan lebih fokus ketika menerima materi dari guru.

c. Membuat Kesimpulan

Nilai N-Gain pada indikator membuat kesimpulan sebesar 0,55 di kelas kontrol sedangkan di kelas eksperimen sebesar 0,45. Nilai N-Gain di kedua kelas dalam kategori sedang, akan tetapi nilai N-Gain di kelas eksperimen lebih tinggi meningkatkan kemampuan berpikir kritis dari pada di kelas kontrol. Hal ini kemungkinan dikarenakan dalam pembelajaran kelas eksperimen menggunakan LKPD berbasis PIT siswa

kurang dalam mengambil inti dari informasi atau pengetahuan yang telah didapatkan dari permasalahan atau pertanyaan pada LKPD sehingga siswa kurang dalam membuat kesimpulan dibandingkan dengan kelas kontrol yang menerima informasi atau pengetahuan dari guru.

d. Melakukan Klarifikasi Lanjut

Nilai N-Gain pada indikator melakukan klarifikasi lanjut sebesar 0,42 di kelas kontrol sedangkan di kelas eksperimen sebesar 0,53. Nilai N-Gain di kedua kelas dalam kategori sedang, akan tetapi nilai N-Gain di kelas eksperimen lebih tinggi meningkatkan kemampuan berpikir kritis dari pada di kelas kontrol. Hal ini kemungkinan dikarenakan dalam pembelajaran menggunakan LKPD berbasis PIT siswa lebih paham dalam mendefinisikan atau mencari, menemukan, mengumpulkan data dari informasi yang ada pada LKPD dibandingkan dengan

pendekatan siswa yang hanya mendapatkan data dan informasi dari guru.

e. Menerapkan Strategi dan Taktik

Nilai N-Gain pada indikator menerapkan strategi dan taktik sebesar 0,52 di kelas kontrol sedangkan di kelas eksperimen sebesar 0,50. Nilai N-Gain di kedua kelas dalam kategori sedang, akan tetapi nilai N-Gain di kelas kontrol lebih tinggi meningkatkan kemampuan berpikir kritis dari pada di kelas eksperimen. Hal ini dikarenakan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis PIT kurang fokus dalam memutuskan suatu tindakan dalam menyelesaikan permasalahan dengan beberapa pertanyaan yang ada pada LKPD sehingga siswa kurang dalam menerapkan strategi dan taktik, dibandingkan dengan pembelajaran STEM dengan metode ceramah dimana guru ikut serta dalam menyelesaikan permasalahan.

Faktor lain yang mempengaruhi tiga nilai N-Gain pada kelima indikator

kemampuan berpikir kritis siswa rata-rata lebih besar kelas kontrol dibanding kelas eksperimen diduga karena, pertama keterbatasan waktu pembelajaran pada kelas eksperimen yang melakukan praktikum dan diskusi sedangkan pada kelas kontrol hanya ceramah, tanya jawab, dan penugasan saja. Kedua, pembagian kelompok siswa pada kelas eksperimen berjumlah 6 orang yang memungkinkan terjadinya kondisi kelas yang kurang kondusif, kemungkinan akan lebih kondusif jika kelompok tidak lebih dari 4 orang. Ketiga, pembelajaran pada kelas eksperimen dilaksanakan di jam terakhir sedangkan pada kelas kontrol di jam awal yang memungkinkan konsentrasi siswa berbeda dan berpengaruh pada pemahaman siswa. Berdasarkan beberapa kendala tersebut hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT yaitu, guru harus bisa memanfaatkan waktu dan

mengontrol siswa sebaik mungkin untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

2. Keefektifan penerapan pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis siswa

Melalui penelitian dan hasil data yang telah diperoleh, presentase nilai N-Gain kelas eksperimen 58% dengan kategori cukup efektif, sedangkan pada kelas kontrol presentase nilai N-Gain sebesar 51% dengan kategori kurang efektif. Oleh karena itu pembelajaran dengan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT lebih efektif dibandingkan dengan dengan penerapan pendekatan STEM saja. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Khoiriyah (2018) mengenai pembelajaran dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

#### **4. Keterbatasan Penelitian**

Berdasarkan proses penelitian ini, terdapat beberapa keterbatasan dan banyak kekurangan yang dialami. Adapun keterbatasan dalam penelitian ini yaitu:

1. Materi yang digunakan hanya pada teori kinetik gas.
2. Populasi pada penelitian ini menggunakan kelas XI MIPA SMA N 15 Semarang.
3. Waktu yang terbatas yaitu 3x pertemuan.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak terdapat perbedaan. Hal ini berdasarkan uji hipotesis menggunakan uji t diperoleh nilai sign 0,253. Karena nilai sign  $> 0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa.
2. Penerapan pendekatan STEM berbantuan LKPD berbasis PIT cukup efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini berdasarkan uji N-Gain diperoleh presentase NGain 58% dalam kategori cukup efektif.

## **B. Saran**

Berdasarkan kesimpulan penelitian, maka dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Penggunaan LKPD berbasis PIT dapat membantu pelaksanaan pembelajaran oleh guru, jika disesuaikan dengan materi dan karakteristik siswa sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis.
2. Kemampuan berpikir kritis siswa perlu dikembangkan dengan cara dilatih terus-menerus dengan memberikan pertanyaan atau latihan soal yang mengarah pada kemampuan berpikir kritis.
3. Penggunaan LKPD berbasis PIT efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, bagi peneliti selanjutnya untuk lebih mempersiapkan materi dan kondisi siswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, M. U., Mustafa, M., & Pada\*, A. U. T. (2021). Penerapan Pendekatan STEM Berbasis Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(3), 209–218. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i3.21774>
- Ambar Ningsih, W. S., Suana, W., & Maharta, N. (2018). Pengaruh Penerapan Blended Learning Berbasis Schoology Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Konstan - Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 3(2), 85–93. <https://doi.org/10.20414/konstan.v3i2.16>
- Anggraeni, A., Supriana, E., & Hidayat, A. (2019). Pengaruh Blended Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(6), 758. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i6.12505>
- Anggraeni, Y. N., Prayitno, B. A., & Ariyanto, J. (2016). Penerapan Model Konstruktivis-Metakognitif Pada Materi Sistem Koordinasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Xi Mia 1 Sma Negeri 6 Surakarta Tahun Pelajaran 2015/2016. *Bio-Pedagogi*, 5(2), 48. <https://doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v5i2.5428>
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi

- Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22.  
<https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>
- Depdiknas. (2003). *Kegiatan Belajar Mengajar Yang Efektif*.
- Dewi, M., Kaniawati, I., & Suwarma, I. R. (2018). Penerapan Pembelajaran Fisika Menggunakan Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan kemampuan Memecahkan Masalah Siswa Pada Materi Listrik Dinamis. *Quantum: Seminar Nasional Fisika, Dan Pendidikan Fisika*, 0(0), 381–385.
- Fitriana, D. (2021). Hasil Belajar Keterampilan Proses Sains Siswa Berbasis Pendekatan Inkuiri Pada Materi Teori Kinetik Gas. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 1–12.  
<https://doi.org/10.20961/inkuiri.v10i1.25238>
- Hajrin, M., Sadia, I. W., & Gunandi, I. G. A. (2019). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika kelas X IPA SMA Negeri. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 9(1), 65.  
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPF/article/view/20650>
- Khoiriyah, N., Abdurrahman, A., & Wahyudi, I. (2018). Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk

meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 5(2), 53.

<https://doi.org/10.12928/jrpkf.v5i2.9977>

Kurniati, D., Harimukti, R., & Jamil, N. A. (2016). Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMP di Kabupaten Jember dalam menyelesaikan soal berstandar PISA. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 20(2), 142–155.

<https://doi.org/10.21831/pep.v20i2.8058>

Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS Dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(2), 202–207.

<https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.809>

Melinda Ima, R. S. (2018). Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi. *Angewandte Chemie International Edition.*, 4(2), hal. 10

M. Quraish Shihab. Tafsir Al-Mishbab ( Tangerang: Penerbit Lentera Hati, 2002)

Mulyana, K. M., Abdurrahman, & Rosidin, U. (2018). Implementasi pendekatan science, technology, engineering, and mathematics (STEM) untuk menumbuhkan skill multirepresentasi siswa sma pada

- materi hukum newton tentang gerak. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 69–75.
- Munawwarah, M. (2020). Perbedaan Keterampilan Berpikir Kritis Berdasarkan Jenis Kelamin: Analisis melalui Inkuiri pada Siswa SMA Pada Materi Kimia. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 21(2), 228. <https://doi.org/10.35580/chemica.v21i2.17994>
- Parawangsa, K. I., & Budiyanto, M. (2022). *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains Penerapan Model Learning Cycle 5E Berbantuan Lkpd Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik Pada Materi Zat Aditif*. 10(2), 283–289. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa>
- Pendahuluan, I., Penilaian, I., & Pembelajaran, M. (2013). *PEMBERDAYAAN PADA KELOMPOK MGMP MATEMATIKA KOTA SERANG*.
- Permanasari, A. (2016). *STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains*. 23–34.
- Putriyani, A. E. (2021). *Analisis Kemampuan Berpikir Rasional pada Pembelajaran Daring Asynchronous dengan Pendekatan STEM*. 7(2), 125–137.
- Ramadhana, R., & Hadi, A. (2021). Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran Berbasis E-Learning Berbantuan LKPD Elektronik Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(1), 380–389.

- <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i1.1778>
- Romlah. (2011). *Ayat-Ayat Al-Qur'an & Fisika*. Harkindo Publishing.
- Rustaman, N. Y., & Rustaman, A. (2003). Peranan Pertanyaan Produktif dalam Pengembangan KPS dan LKS. *Seminar Dan Lokakarya Bagi Guru SLTP Dan SMU*, 102–120.
- Sasmita, P. R., & Hartoyo, Z. (2020). Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project-Based Learning Terhadap Pemahaman. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(2), hal. 137.
- Sutrisno. 1983. *Seri Fisika Dasar: Listrik, Magnet dan Termofisika*. Bandung: ITB.
- Tohir, M. (2019). *Hasil PISA Indonesia Tahun 2018 Turun Dibanding Tahun 2015 (Indonesia's PISA Results in 2018 are Lower than 2015)*. 2018–2019.
- Wahyunita, I., & Subroto, W. T. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Blended Learning dengan Pendekatan STEM Dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan Volume*, 3(3), 1010–1021.
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi pendidikan abad 21 sebagai tuntutan pengembangan sumber daya manusia di era global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016*, 1, 263–278.

## Lampiran 1 Wawancara Guru

### Hasil Wawancara Guru

Nama Sekolah : SMA N 15 Semarang  
Alamat Sekolah : Jl. Kedungmundu Raya No. 34 Kec.  
Tembalang, Kota Semarang  
Guru Mata Pelajaran : Stefanus Tuju, S.Pd  
Tempat Wawancara : Virtual via Telepon  
Hari/Tanggal : 20 Oktober 2023

Peneliti : Kurikulum yang digunakan di Sekolah kurikulum apa pak?  
Guru : Untuk kurikulum kelas XI dan XII masih menggunakan K13 dan untuk kelas X sudah pakai kurikulum merdeka mbak  
peneliti : Untuk materi fisika ada berapa kali pertemuan pak?  
Guru : Satu minggu ada 2x pertemuan dan setiap pertemuan 2x45 menit mbak  
Peneliti : Bagaimana pembelajaran di kelas selama ini pak?  
Guru : Untuk pembelajaran selama ini masih menggunakan ceramah, tanya jawab sama penugasan mbak  
Peneliti : Bagaimana hasil belajar siswa dalam pembelajaran fisika pak?  
Guru : Hasil belajarnya sudah bagus, tapi masih banyak yang belum mencapai KKM  
Peneliti : Hasil belajar siswa yang masih banyak dibawah KKM materi apa ya pak?  
Guru : Ada beberapa mbak seperti fluida, gelombang dan yang paling banyak dibawah KKM itu materi Teori Kinetik Gas  
Peneliti : Apakah bapak mengalami kesulitan saat melaksanakan pembelajaran pada Teori



Kinetik Gas?

Guru : Ya mbak, karena siswa cukup susah dalam memahami materi tersebut karena gas yang tidak dapat dilihat atau bisa juga dikatakan bersifat abstrak sehingga siswa sulit memahami

Peneliti : Apakah sudah pernah mencoba memakai pendekatan STEM pak?

Guru : Belum mbak

Peneliti : Apakah pernah menggunakan bantuan media berupa LKPD berbasis PIT pak?

Guru : Belum juga mbak, masih menggunakan LKS dan Buku Paket Fisika

Peneliti : Untuk mengambil hasil belajar siswa menggunakan apa pak?

Guru : Ulangan harian atau penugasan menggunakan soal tes

Peneliti : Bagaimana kemampuan berpikir kritis siswa pak?

Guru : Masih rendah mbak

Peneliti : Apakah soal yang digunakan sudah mengukur kemampuan berpikir kritis siswa pak?

Guru : Belum mbak soal yang saya gunakan masih dalam ranah pengetahuan

Peneliti : Baik pak, terima kasih atas waktunya

Guru : Ya mbak, sama-sama.

*Lampiran 1 Silabus*

**SILABUS**

Nama Sekolah : SMA N 15 Semarang

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/I

Alokasi waktu : 4 jam pelajaran/minggu

Kompetensi Inti :

- **KI-1 dan KI-2: Menghayati dan mengamalkan** ajaran agama yang dianutnya. **Menghayati dan mengamalkan** perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsif, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif

sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional”.

- **KI 3:** Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah  
dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Bentuk Instrumen	Alokasi Waktu	Sumber / Bahan ajar
3.6 Menjelaskan teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup	Teori Kinetik Gas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Persamaan keadaan gas ideal</li> <li>• Hukum Boyle-Gay Lussac</li> <li>• Teori kinetik gas ideal</li> <li>• Tinjauan impuls-tumbukan untuk teori kinetik gas</li> <li>• Energi kinetik rata-rata gas</li> <li>• Kecepatan efektif gas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengamati proses pemanasan air misalnya pada ketel uap atau melalui tayangan video dan animasi tentang perilaku gas</li> <li>• Mendiskusikan dan menganalisis tentang penerapan persamaan keadaan gas dan hukum Boyle-Gay Lussac dalam penyelesaian masalah gas di ruang tertutup, ilustrasi hubungan tekanan, suhu, volume, energi kinetik rata-</li> </ul>	Pilihan Ganda	6x45'	Buku paket fisika SMA/M A, LKS, LKPD, Internet
4.6 Menyajikan karya yang berkaitan dengan teori kinetik gas dan makna fisisnya					

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Bentuk Instrumen	Alokasi Waktu	Sumber / Bahan ajar
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teori ekipartisi energi dan Energi dalam</li> </ul>	<p>rata gas, kecepatan efektif gas, teori ekipartisi energi, dan energi dalam</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentasi kelompok hasil eksplorasi menerapkan persamaan keadaan gas dan hukum Boyle dalam penyelesaian masalah gas di ruang tertutup</li> </ul>			

*Lampiran 2 RPP Kelas Eksperimen*

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN  
KELAS EKSPERIMEN**

Satuan Pendidikan	: SMA
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XI/Ganjil
Materi Pokok	: Teori Kinetik Gas
Alokasi Waktu	: 6JP x 45 menit

**A. Kompetensi Inti (KI)**

- KI-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama kepercayaan masing-masing
- KI-2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

- KI-3 : Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI-4 : Mengolah, menalar, menyaji, mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

## **B. Kompetensi Dasar (KD)**

3.6 Menjelaskan teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup

4.6 mempresentasikan laporan hasil pemikiran tentang teori kinetik gas dan makna fisiknya.

### **C. Tujuan Pembelajaran**

Melalui pembelajaran STEM berbantuan LKPD berbasis PIT, siswa dapat:

1. Mengidentifikasi sifat-sifat gas ideal
2. Menjelaskan hukum Boyle-Gay Lussac
3. Menjelaskan persamaan gas ideal
4. Memahami energi kinetik gas
5. Memahami energi ekapastisi dan energi dalam

### **D. Materi Pelajaran**

1. Teori Kinetik Gas
  - a. Teori kinetik gas

Teori kinetik gas memberikan jembatan antara tinjauan gas secara makroskopik dan mikroskopik. Hukum-hukum yang terdapat pada teori kinetik gas yang menunjukkan hubungan antara besaran-besaran mikroskopik dari berbagai macam proses dan perumusannya, seperti hukum Boyle, Charles, dan Gay Lussac. Sifat-sifat gas ideal diantaranya yaitu.



- 1) Gas terdiri atas partikel-partikel padat yang bergerak dengan kecepatan tetap dengan arah seimbang (acak).
  - 2) Masing-masing partikel bergerak dalam garis lurus, hanya dipengaruhi oleh tumbukan antara partikel atau antara partikel dengan dinding. Gaya tarik menarik dianggap tidak ada karena bernilai sangat kecil.
  - 3) Tumbukan antar partikel merupakan tumbukan lenting sempurna.
  - 4) Waktu tumbukan partikel sangat singkat dan bisa diabaikan.
  - 5) Ukuran partikel gas sangat kecil dibandingkan dengan jarak antar partikel gas.
  - 6) Memenuhi hukum Newton tentang gerak.
- b. Hukum-hukum Gas
- 1) Hukum Boyle

Robert Boyle pada tahun 1627-1691 menyelidiki hubungan antara tekanan dengan volume gas. Hasil pengamatan disimpulkan yang terkenal dengan hukum Boyle, yang berbunyi “volume suatu gas berbanding terbalik dengan tekanan yang diterimanya ketika temperatur dijaga konstan” (Giancoli, 2001). Secara matematis, dinyatakan:

$$V \propto \frac{1}{P} \qquad 2.1$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad 2.2$$

Hubungan ini dikenal dengan Hukum Boyle. Persamaan hukum Boyle dapat dituliskan sebagai berikut.

$$PV = \text{konstan} \quad 2.3$$

## 2) Hukum Charles

Jacques Charles fisikawan dari Prancis mengemukakan bahwa ketika tekanan gas tidak terlalu tinggi dan dijaga konstan dalam wadah tertutup, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Charles (Giancoli, 2001). Persamaan dalam hukum Charles dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V \sim T \quad 2.9$$

sehingga berlaku persamaan:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad 2.10$$

## 3) Hukum Gay-Lussac

Joseph Gay Lussac menyatakan bahwa “pada volume konstan, tekanan gas berbanding terbalik dengan temperatur mutlak” (Giancoli, 2001).

$$P \propto T \quad 2.7$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad 2.8$$

#### 4) Hukum Boyle-Guy Lussac

Hukum Boyle-Guy Lussac adalah gabungan dari hukum Boyle, hukum Charles, dan Hukum Guy Lussac. Persamaan yang berlaku dapat dituliskan sebagai berikut (Giancoli, 2001):

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad 2.11$$

#### 5) Persamaan Umum Gas Ideal

Avogadro menyatakan bahwa “volume gas yang sama pada tekanan dan temperatur yang sama berisi jumlah molekul yang sama” (Giancoli, 2001). persamaan sejumlah mol gas ideal dalam keadaan tertentu dapat dituliskan sebagai berikut (Giancoli, 2001).

$$P = NkT \text{ atau } PV = nRT \quad 2.14$$

## 6) Energi Kinetik Gas

Energi kinetik rata-rata partikel gas yang bergantung pada besarnya suhu. Berdasarkan teori kinetik gas, semakin tinggi suhunya, maka semakin cepat gerak partikel-partikel gas. Ketika sebuah benda memiliki kecepatan, maka benda (gas) tersebut akan memiliki energi kinetik

$$\overline{Ek} = \frac{1}{2} m v^2$$
$$\overline{Ek} = \frac{3}{2} T$$

Gas ideal merupakan gas yang memenuhi hukum Newton 2 tentang gerak. Karena bergerak, maka gas ideal memiliki kecepatan efektif ( $v_{rms}$ ). Besarnya kecepatan efektif dari suatu gas ideal dapat dituliskan dengan:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{m_0}}$$

Jika persamaan tersebut dihubungkan dengan persamaan gas ideal ( $PV = nRT$ ), maka akan didapat kecepatan efektif dalam bentuk lain

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{Mr}} \text{ atau } v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

**E. Pendekatan / Model / Metode Pembelajaran**

Pendekatan Pembelajaran : STEM Berbantuan  
LKPD Berbasis PIT

Metode Pembelajaran : Pengamatan,  
Praktikum, Diskusi,  
Tanya Jawab

**F. Media / Alat dan Bahan Pembelajaran**

Media : Laptop, LCD, Proyektor, internet, LKPD berbasis PIT

Alat dan Bahan : Sesuai di LKPD

Sumber Belajar : Buku Fisika SMA/MA, LKS Fisika, Internet

## G. Kegiatan Pembelajaran

### 1. Pertemuan ke- 1 (2 x 45 menit)

Kegiatan Pendahuluan	Waktu
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Guru membuka pelajaran dengan salam dan berdoa untuk memulai pembelajaran di kelas.</li><li>➤ Guru menyiapkan siswa untuk memulai kegiatan pembelajaran dan mengecek kehadiran siswa.</li><li>➤ Menyiapkan fisik dan psikis siswa dalam mengawali kegiatan pembelajaran termasuk kerapian kebersihan siswa.</li><li>➤ Memberitahukan materi yang akan dipelajari pada pertemuan tersebut dan indikatornya.</li><li>➤ Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam mempelajari materi Teori Kinetik Gas.</li><li>➤ Apersepsi dengan memberikan pertanyaan dengan mengaitkan materi/pembelajaran yang dilakukan dengan pengalaman peserta didik: "Apa itu teori kinetik gas?"</li></ul>	35 menit

<p>➤ Memotivasi dengan memberikan gambaran manfaat mempelajari materi dalam kehidupan sehari-hari.  “sangat penting mempelajari materi Teori Kinetik Gas karena sangat berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan banyak peristiwa-peristiwa Teori Kinetik Gas kita jumpai disekitar kita yang dapat kita terapkan”  Guru memberikan soal <i>pre-test</i> kepada siswa untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa sebelum melaksanakan pembelajaran berikutnya.</p>		
<b>Kegiatan Inti</b>		
<b>Sintaks</b>	<b>Kegiatan pembelajaran</b>	
Orientasi siswa kepada masalah	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian dengan cara:</li> <li>➤ Siswa diminta menonton video animasi gas ideal <a href="https://youtu.be/zsykaBSOQPg">https://youtu.be/zsykaBSOQPg</a></li> <li>➤ Guru mengajukan pertanyaan mengenai partikel gas</li> <li>➤ Siswa diminta membaca materi dari buku paket atau dari internet/materi untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi</li> </ul>	45 menit
Mengorganisasikan siswa	<p>Membagi siswa menjadi beberapa kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa mengamati kegiatan yang ada pada LKPD berbasis PIT.</li> <li>➤ Siswa diminta untuk melakukan kegiatan-kegiatan yang ada di LKPD berbasis PIT: Kegiatan 1, kegiatan 2, kegiatan 3, dan kegiatan 4</li> </ul>	

	➤ Guru meminta untuk mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan yang ada di LKPD berbasis PIT kemudian dijawab melalui kegiatan belajar.	
Membimbing penyelidikan individu atau kelompok	Siswa melakukan kegiatan atau mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan: Siswa diminta melakukan diskusi dengan teman sekelompok untuk menyelesaikan soal di LKPD berbasis PIT	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Siswa diminta untuk: ➤ Menjawab pertanyaan yang terdapat LKPD berbasis PIT. ➤ Guru membimbing kelompok untuk menyajikan hasil diskusinya dalam bentuk laporan tertulis. ➤ Perwakilan kelompok menyampaikan hasil diskusi di depan kelas ➤ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada peserta didik.	
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Siswa menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran	



	Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada LKPD berbasis PIT.	
<b>Kegiatan Penutup</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru membimbing siswa untuk menyimpulkan dan mereview hasil diskusi dan kegiatan pembelajaran mengenai materi sifat-sifat dan hukum gas ideal.</li> <li>➤ Siswa diminta untuk memberikan tanggapan mengenai materi yang telah dipelajari dan memberi masukan jika terdapat hal yang belum jelas.</li> <li>➤ Guru melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan.</li> <li>➤ Guru menyampaikan rencana pembelajaran serta mengingatkan siswa untuk mempelajari sub bab selanjutnya.</li> </ul> <p>Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan mengucapkan salam.</p>	10 menit	

## 2. Pertemuan ke-2 (2x45 menit)

<b>Kegiatan Pendahuluan</b>		<b>Waktu</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru membuka pelajaran dengan salam dan berdoa untuk memulai pembelajaran di kelas.</li> <li>➤ Guru menyiapkan siswa untuk memulai kegiatan pembelajaran dan mengecek kehadiran siswa.</li> <li>➤ Menyiapkan fisik dan psikis siswa dalam mengawali kegiatan pembelajaran termasuk kerapian kebersihan siswa.</li> <li>➤ Memberitahukan materi yang akan dipelajari pada pertemuan tersebut dan indikatornya.</li> <li>➤ Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam mempelajari materi Teori Kinetik Gas.</li> <li>➤ Apersepsi dengan memberikan pertanyaan dengan mengaitkan materi/pembelajaran yang dilakukan dengan pengalaman peserta didik: “Apa itu teori kinetik gas?”</li> <li>➤ Memotivasi dengan memberikan gambaran manfaat mempelajari materi dalam kehidupan sehari-hari. “sangat penting mempelajari materi Teori Kinetik Gas karena sangat berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan banyak peristiwa-peristiwa Teori Kinetik Gas kita jumpai disekitar kita yang dapat kita terapkan”</li> </ul>		10 menit
<b>Kegiatan Inti</b>		
<b>Sintaks</b>	<b>Kegiatan pembelajaran</b>	

Orientasi siswa kepada masalah	<p>Siswa diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa diminta menonton video mengenai balon udara - <a href="#">DUBAI HOT AIR BALLOON RIDE - YouTube</a> (<b>Technology</b>)</li> <li>➤ Guru mengajukan pertanyaan bagaimana caranya balon udara mampu terbang? (<b>Engineering</b>)</li> <li>➤ Siswa diminta membaca materi dari buku paket atau dari internet materi untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi <ul style="list-style-type: none"> <li>-Persamaan gas ideal</li> <li>- Energi kinetik gas</li> </ul> </li> </ul>	70 menit
Mengorganisasikan siswa	<p>kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa mengamati kegiatan yang ada pada LKPD berbasis PIT.</li> <li>➤ Siswa diminta untuk melakukan Kegiatan-kegiatan yang ada di LKPD berbasis PIT: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kegiatan 5 dan 6</li> </ul> </li> <li>➤ Guru meminta untuk pertanyaan yang ada di LKPD berbasis PIT kemudian dijawab melalui kegiatan belajar</li> </ul>	
Membimbing penyelidikan	<p>Siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:</p>	

individu atau kelompok	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa diminta melakukan diskusi dengan teman sekelompok untuk menyelesaikan soal di LKPD berbasis PIT</li> </ul>	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	<p>Peserta didik diminta untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Menjawab pertanyaan yang terdapat LKPD berbasis PIT.</li> <li>➤ Guru membimbing kelompok untuk menyajikan hasil diskusinya dalam bentuk laporan tertulis.</li> <li>➤ Perwakilan kelompok menyampaikan hasil diskusi di depan kelas</li> <li>➤ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada siswa</li> </ul>	
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	<p>Peserta didik menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada LKPD berbasis PIT.</li> </ul>	
<b>Kegiatan Penutup</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru membimbing siswa untuk menyimpulkan dan mereview hasil diskusi dan kegiatan pembelajaran mengenai materi hukum gas ideal.</li> <li>➤ Siswa diminta untuk memberikan tanggapan mengenai materi yang telah dipelajari dan memberi masukan jika terdapat hal yang belum jelas.</li> </ul>	10 menit

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan.</li> <li>➤ Guru menyampaikan rencana pembelajaran serta mengingatkan siswa untuk mempelajari sub bab selanjutnya.</li> <li>Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan mengucapkan salam.</li> </ul>	
--	--

### 3. Pertemuan ke- 3 (2x45 menit)

<b>Kegiatan Pendahuluan</b>	<b>Waktu</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru membuka pelajaran dengan salam dan berdoa untuk memulai pembelajaran di kelas.</li> <li>➤ Guru menyiapkan siswa untuk memulai kegiatan pembelajaran dan mengecek kehadiran siswa.</li> <li>➤ Menyiapkan fisik dan psikis siswa dalam mengawali kegiatan pembelajaran termasuk kerapian kebersihan siswa.</li> <li>➤ Memberitahukan materi yang akan dipelajari pada pertemuan tersebut dan indikatornya.</li> <li>➤ Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam mempelajari materi Teori Kinetik Gas.</li> <li>➤ Apersepsi dengan memberikan pertanyaan dengan mengaitkan materi/pembelajaran yang dilakukan dengan pengalaman peserta didik: "Apa itu teori kinetik gas?"</li> </ul>	<p>10 menit</p>

<p>➤ Memotivasi dengan memberikan gambaran manfaat mempelajari materi dalam kehidupan sehari-hari. “sangat penting mempelajari materi Teori Kinetik Gas karena sangat berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan banyak peristiwa-peristiwa Teori Kinetik Gas kita jumpai disekitar kita yang dapat kita terapkan”</p>		
<b>Kegiatan Inti</b>		
<b>Sintaks</b>	<b>Kegiatan pembelajaran</b>	
Orientasi siswa kepada masalah	<p>Siswa diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa diminta menonton video mengenai balon udara - <a href="#">DUBAI HOT AIR BALLOON RIDE - YouTube</a> (<i>Technology</i>)</li> <li>➤ Guru mengajukan pertanyaan bagaimana caranya balon udara mampu terbang? (<i>Engineering</i>)</li> <li>➤ Siswa diminta membaca materi dari buku paket atau dari internet/materi untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi <ul style="list-style-type: none"> <li>- Persamaan gas ideal</li> <li>- Energi kinetik gas</li> </ul> </li> </ul>	40 menit
Mengorganisasikan siswa	<p>Membagi siswa menjadi beberapa kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa mengamati kegiatan yang ada pada LKPD berbasis PIT.</li> <li>➤ Siswa diminta untuk melakukan kegiatan-kegiatan yang ada di LKPD berbasis PIT:</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kegiatan 5 dan kegiatan 6</li> <li>➤ Guru meminta untuk mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan yang ada di LKPD berbasis PIT kemudian dijawab melalui kegiatan belajar.</li> </ul>	
Membimbing penyelidikan individu atau kelompok	<p>Siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa diminta melakukan diskusi dengan teman sekelompok untuk menyelesaikan soal di LKPD berbasis PIT</li> </ul>	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	<p>Siswa diminta untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Menjawab pertanyaan yang terdapat LKPD berbasis PIT.</li> <li>➤ Guru membimbing kelompok untuk menyajikan hasil diskusinya dalam bentuk laporan tertulis.</li> <li>➤ Perwakilan kelompok menyampaikan hasil diskusi di depan kelas</li> <li>➤ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada peserta didik.</li> </ul>	
Menganalisis dan mengevaluasi	<p>Siswa menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran</p>	

proses pemecahan masalah	➤ Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada LKPD berbasis PIT.	
<b>Kegiatan Penutup</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru membimbing siswa untuk menyimpulkan dan mereview hasil diskusi dan kegiatan pembelajaran mengenai materi hukum gas ideal.</li> <li>➤ Siswa diminta untuk memberikan tanggapan mengenai materi yang telah dipelajari dan memberi masukan jika terdapat hal yang belum jelas.</li> <li>➤ Guru melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan.</li> <li>➤ Guru memberikan soal <i>post-test</i> kepada siswa untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa setelah melaksanakan pembelajaran.</li> <li>➤ Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan mengucapkan salam.</li> </ul>	40 menit	



## H. Penilaian

1. *Pre-test*
2. *Post-test*

Semarang, 12 Mei 2023

Mengetahui,  
Guru Mata Pelajaran



Stefanus Tuju  
NIP: 1968081997031005

Mahasiswa Penelitian



Eva Dwi Mulyani  
NIM: 1708066049

*Lampiran 3 RPP Kelas Kontrol*

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN  
KELAS KONTROL**

Satuan Pendidikan : SMA  
Mata Pelajaran : Fisika  
Kelas/Semester : XI/Ganjil  
Materi Pokok : Teori Kinetik Gas  
Alokasi Waktu : 6JP x 45 menit

**A. Kompetensi Inti (KI)**

- KI-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama kepercayaan masing-masing
- KI-2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI-3 : Memahami, menerapkan, menganalisis

dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI-4 : Mengolah, menalar, menyaji, mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

## **B. Kompetensi Dasar (KD)**

3.6 Menjelaskan teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup

4.6 mempresentasikan laporan hasil pemikiran tentang teori kinetik gas dan makna fisisnya.

### **C. Tujuan Pembelajaran**

Melalui pembelajaran STEM berbantuan LKPD berbasis PIT, siswa dapat:

1. Mengidentifikasi sifat-sifat gas ideal
2. Menjelaskan hukum Boyle-Gay Lussac
3. Menjelaskan persamaan gas ideal
4. Memahami energi kinetik gas
5. Memahami energi ekapastisi dan energi dalam

### **D. Materi Pelajaran**

#### 1. Teori Kinetik Gas

##### a. Teori kinetik gas

Teori kinetik gas memberikan jembatan antara tinjauan gas secara makroskopik dan mikroskopik. Hukum-hukum yang terdapat pada teori kinetik gas yang menunjukkan hubungan antara besaran-besaran mikroskispik dari berbagai macam proses dan perumusannya, seperti hukum Boyle, Charles, dan Gay Lussac.

Sifat-sifat gas ideal diantaranya yaitu.

- 1) Gas terdiri atas partikel-partikel padat yang bergerak dengan kecepatan tetap dengan arah seimbang (acak).

- 2) Masing-masing partikel bergerak dalam garis lurus, gerakan partikel hanya dipengaruhi oleh tumbukan antara partikel atau antara partikel dengan dinding. Gaya tarik menarik dianggap tidak ada karena bernilai sangat kecil.
- 3) Tumbukan antar partikel merupakan tumbukan lenting sempurna.
- 4) Waktu tumbukan partikel sangat singkat dan bisa diabaikan.
- 5) Ukuran partikel gas sangat kecil dibandingkan dengan jarak antar partikel gas.
- 6) Memenuhi hukum Newton tentang gerak.

b. Hukum-hukum Gas

1) Hukum Boyle

Robert Boyle pada tahun 1627-1691 menyelidiki hubungan antara tekanan dengan volume gas. Hasil pengamatan disimpulkan yang terkenal dengan hukum Boyle, yang berbunyi “volume suatu gas berbanding terbalik dengan tekanan yang diterimanya ketika temperatur dijaga konstan” (Giancoli, 2001). Secara matematis, dinyatakan:

$$V \propto \frac{1}{P} \qquad 2.1$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \qquad 2.2$$

Hubungan ini dikenal dengan Hukum Boyle. Persamaan hukum Boyle dapat dituliskan sebagai berikut.

$$PV = \text{konstan} \quad 2.3$$

## 2) Hukum Charles

Jacques Charles fisikawan dari Prancis mengemukakan bahwa ketika tekanan gas tidak terlalu tinggi dan dijaga konstan dalam wadah tertutup, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Charles (Giancoli, 2001). Persamaan dalam hukum Charles dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V \sim T \quad 2.9$$

sehingga berlaku persamaan:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad 2.10$$

## 3) Hukum Gay-Lussac

Joseph Gay Lussac menyatakan bahwa “pada volume konstan, tekanan gas berbanding terbalik dengan temperatur mutlak” (Giancoli, 2001).

$$P \propto T \quad 2.7$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad 2.8$$

4) Hukum Boyle-Guy Lussac

Hukum Boyle-Guy Lussac adalah gabungan dari hukum Boyle, hukum Charles, dan Hukum Guy Lussac. Persamaan yang berlaku dapat dituliskan sebagai berikut (Giancoli, 2001):

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad 2.11$$

5) Persamaan Umum Gas Ideal

Avogadro menyatakan bahwa “volume gas yang sama pada tekanan dan temperatur yang sama berisi jumlah molekul yang sama” (Giancoli, 2001). persamaan sejumlah mol gas ideal dalam keadaan tertentu dapat dituliskan sebagai berikut (Giancoli, 2001).

$$P = NkT \text{ atau } PV = nRT \quad 2.14$$

6) Energi Kinetik Gas

Energi kinetik rata-rata partikel gas yang bergantung pada besarnya suhu. Berdasarkan teori kinetik gas, semakin tinggi suhunya, maka semakin cepat

gerak partikel-partikel gas. Ketika sebuah benda memiliki kecepatan, maka benda (gas) tersebut akan memiliki energi kinetik

$$\overline{Ek} = \frac{1}{2} mv^2$$
$$\overline{Ek} = \frac{3}{2} T$$

Gas ideal merupakan gas yang memenuhi hukum Newton 2 tentang gerak. Karena bergerak, maka gas ideal memiliki kecepatan efektif ( $v_{rms}$ ). Besarnya kecepatan efektif dari suatu gas ideal dapat dituliskan dengan:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{m_0}}$$

Jika persamaan tersebut dihubungkan dengan persamaan gas ideal ( $PV = nRT$ ), maka akan didapat kecepatan efektif dalam bentuk lain

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{Mr}} \text{ atau } v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$



**E. Pendekatan / Model / Metode Pembelajaran**

Pendekatan Pembelajaran : STEM  
Metode Pembelajaran : Pengamatan, dan  
Tanya Jawab

**F. Media / Alat dan Bahan Pembelajaran**

Media : Laptop, LCD, Proyektor, internet, Lembar diskusi  
Sumber Belajar : Buku Fisika SMA/MA, LKS Fisika, Internet

**G. kegiatan Pembelajaran**

**1. Pertemuan Pertama (2x45 menit)**

Kegiatan Pendahuluan	Waktu
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Guru membuka pelajaran dengan salam dan berdoa untuk memulai pembelajaran di kelas.</li><li>➤ Guru menyiapkan siswa untuk memulai kegiatan pembelajaran dan mengecek kehadiran siswa.</li><li>➤ Guru memberikan soal <i>pre-test</i> kepada siswa untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa sebelum melaksanakan pembelajaran berikutnya.</li></ul>	10 menit

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam mempelajari materi Teori Kinetik Gas.</li> <li>➤ Guru membimbing siswa untuk mengamati gambar balon udara pada lembar diskusi (<i>Technology</i>)</li> </ul>		
<b>Kegiatan Inti</b>		
<b>Sintaks</b>	<b>Kegiatan pembelajaran</b>	
Orientasi siswa kepada masalah	<p>Siswa diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa diminta menonton video animasi gas ideal <a href="https://youtu.be/zsykaBSOQPg">https://youtu.be/zsykaBSOQPg</a></li> <li>➤ Guru mengajukan pertanyaan mengenai partikel gas</li> <li>➤ Siswa diminta membaca materi dari buku paket atau dari internet/materi untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi</li> </ul>	70 menit
Mengorganisasikan siswa	<p>Guru memberikan kesempatan pada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mengajukan pertanyaan tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sifat-sifat gas ideal (<i>Science</i>)</li> <li>- Hukum Boyle-Gay Lussac (<i>Science</i>)</li> <li>- Persamaan keadaan gas (<i>Science</i>)</li> </ul> </li> </ul>	

Membimbing penyelidikan individu atau kelompok	Siswa melakukan kegiatan atau mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan: ➤ Siswa diminta untuk mengerjakan soal yang ada di LKS secara individu atau kelompok ( <b>Mathematic</b> )	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Siswa diminta untuk: ➤ Menjawab pertanyaan yang terdapat di LKS. ➤ Perwalikan siswa untuk maju ke depan dengan hasil kerjanya ➤ Guru membahas soal yang dikerjakan siswa ➤ Siswa bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan siswa	
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	➤ Siswa menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran ➤ Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan.	
<b>Kegiatan Penutup</b>		
➤ Guru membimbing siswa untuk menyimpulkan dan mereview hasil diskusi dan kegiatan pembelajaran mengenai materi persamaan gas ideal dan hukum Boyle-GayLussac ➤ Siswa diminta untuk memberikan tanggapan mengenai materi yang telah dipelajari dan memberi masukan jika terdapat hal yang belum jelas.		10 menit

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan.</li> <li>➤ Guru menyampaikan rencana pembelajaran serta mengingatkan siswa untuk mempelajari sub bab selanjutnya.</li> <li>➤ Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan mengucapkan salam.</li> </ul>	
--	--

## 2. Pertemuan kedua (2x45 menit)

<b>Kegiatan Pendahuluan</b>	<b>Waktu</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru membuka pelajaran dengan salam dan berdoa untuk memulai pembelajaran di kelas.</li> <li>➤ Guru menyiapkan siswa untuk memulai kegiatan pembelajaran dan mengecek kehadiran siswa.</li> <li>➤ Menyiapkan fisik dan psikis siswa dalam mengawali kegiatan pembelajaran termasuk kerapian kebersihan siswa.</li> <li>➤ Memberitahukan materi yang akan dipelajari pada pertemuan tersebut dan indikatornya.</li> <li>➤ Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam mempelajari materi Teori Kinetik Gas.</li> <li>➤ Memberikan apersepsi</li> </ul>	10 menit

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman siswa dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya</li> <li>- Mengingat kembali materi sebelumnya</li> <li>- Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitan dengan pelajaran yang akan dilakukan</li> <li>➤ Memotivasi dengan memberikan gambaran manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari</li> <li>➤ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teori kinetik gas ideal</li> <li>- Energi kinetik rata-rata gas</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Kegiatan Inti</b>		
<b>Sintaks</b>	<b>Kegiatan pembelajaran</b>	
Orientasi siswa kepada masalah	<p>Siswa diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa diminta menonton video mengenai balon udara - <a href="#">DUBAI HOT AIR BALLOON RIDE - YouTube</a> (<i>Technology</i>)</li> <li>➤ Guru mengajukan pertanyaan bagaimana caranya balon udara mampu terbang? (<i>Engineering</i>)</li> <li>➤ Siswa diminta untuk mendengarkan dan menyimak penjelasan yang diberikan oleh guru yang berkaitan dengan:</li> </ul>	70 menit

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teori kinetik gas ideal (<b>Science</b>)</li> <li>- Energi kinetik rata-rata gas (<b>Science</b>)</li> </ul>	
Mengorganisasikan siswa	Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar.	
Membimbing penyelidikan individu atau kelompok	<p>Siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa diminta melakukan diskusi dengan teman sekelompok untuk menyelesaikan soal di Lembar kerja siswa</li> </ul>	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	<p>Siswa diminta untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Menjawab pertanyaan yang terdapat di LKS.</li> <li>➤ Perwalikan siswa untuk maju ke depan dengan hasil kerjanya</li> <li>➤ Guru membahas soal yang dikerjakan siswa</li> <li>➤ Siswa bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan siswa.</li> </ul>	
Menganalisis dan mengevaluasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran</li> </ul>	

proses pemecahan masalah	➤ Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan.	
<b>Kegiatan Penutup</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru membimbing siswa untuk menyimpulkan dan mereview hasil diskusi dan kegiatan pembelajaran mengenai materi hukum gas ideal.</li> <li>➤ Siswa diminta untuk memberikan tanggapan mengenai materi yang telah dipelajari dan memberi masukan jika terdapat hal yang belum jelas.</li> <li>➤ Guru melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan.</li> <li>➤ Guru menyampaikan rencana pembelajaran serta mengingatkan siswa untuk mempelajari sub bab selanjutnya.</li> <li>➤ Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan mengucapkan salam.</li> </ul>		10 enit

### 3. Pertemuan ketiga (2x45 menit)

<b>Kegiatan Pendahuluan</b>	<b>Waktu</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru membuka pelajaran dengan salam dan berdoa untuk memulai pembelajaran di kelas.</li> <li>➤ Guru menyiapkan siswa untuk memulai kegiatan pembelajaran dan mengecek kehadiran siswa.</li> <li>➤ Menyiapkan fisik dan psikis siswa dalam mengawali kegiatan pembelajaran termasuk kerapihan kebersihan siswa.</li> </ul>	10 menit

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Memberitahukan materi yang akan dipelajari pada pertemuan tersebut dan indikatornya.</li> <li>➤ Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam mempelajari materi Teori Kinetik Gas.</li> <li>➤ Memberikan apersepsi <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman siswa dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya</li> <li>- Mengingat kembali materi sebelumnya</li> <li>- Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitan dengan pelajaran yang akan dilakukan</li> </ul> </li> <li>➤ Memotivasi dengan memberikan gambaran manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari</li> <li>➤ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kecepatan efektif gas</li> <li>- Energi dalam</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Kegiatan Inti</b>		
<b>Sintaks</b>	<b>Kegiatan pembelajaran</b>	
Orientasi siswa kepada masalah	<p>Siswa diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa diminta menonton video mengenai balon udara - <a href="#">DUBAI HOT AIR BALLOON RIDE - YouTube (Technology)</a></li> </ul>	40 menit



	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guru mengajukan pertanyaan bagaimana caranya balon udara mampu terbang? <b>(Engineering)</b></li> <li>➤ Siswa diminta untuk mendengarkan dan menyimak pemberian materi oleh guru <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kecepatan efektif gas <b>(Science)</b></li> <li>- Energi dalam <b>(Science)</b></li> </ul> </li> </ul>	
Mengorganisasikan siswa	Guru memberikan kesempatan pada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya dengan mengajukan pertanyaan	
Membimbing penyelidikan individu atau kelompok	Siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Membaca sumber lain selain buku teks</li> </ul>	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Siswa diminta untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Menjawab soal yang terdapat di LKS.</li> <li>➤ Perwalikan siswa untuk maju ke depan dengan hasil kerjanya</li> <li>➤ Guru membahas soal yang dikerjakan siswa</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan siswa.</li> </ul>	
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran.</li> <li>➤ Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan.</li> </ul>	
<b>Kegiatan Penutup</b>		
11 Guru membimbing siswa untuk menyimpulkan dan mereview kegiatan pembelajaran mengenai materi yang telah disampaikan.		40 menit
12 Siswa diminta untuk memberikan tanggapan mengenai materi yang telah dipelajari dan memberi masukan jika terdapat hal yang belum jelas.		
13 Guru melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan.		
14 Guru memberikan soal <i>post-test</i> kepada siswa untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa setelah melaksanakan pembelajaran.		
15 Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan mengucapkan salam.		

## H. Penilaian

1. *Pre-test*
2. *Post-test*

Semarang, 12 Mei 2023

Mengetahui,  
Guru Mata Pelajaran



Stefanus Tuju  
NIP: 1968081997031005

Mahasiswa Penelitian



Eva Dwi Mulyani  
NIM: 1708066049

## Lampiran 4 LKPD Berbasis PIT

### LKPD BERBASIS PIT

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS  
PROGNOSE, IMAJINATIF, DAN TERBUKA (PIT)  
FISIKA KELAS XI  
TEORI KINETIK GAS  
SMA NEGERI 15 SEMARANG

#### 1. Identitas

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| a. Nama Mata Pelajaran | Fisika            |
| b. Semester            | Genjuril          |
| c. Materi pokok        | Teori Kinetik Gas |
| d. Alokasi waktu       | 6 JP              |
| e. Kompetensi inti     |                   |

- |      |  |
|------|--|
| KI-1 | Menghormati dan menggunakan ajaran agama kepercayaan masing-masing   |
| KI-2 | Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif) dan melaksanakan sikap sebagai bagian dari nilai-nilai dan berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa di luar pergaulan dunia.                   |
| KI-3 | Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan humanioritas, kebangsaan, lokal, nasional, dan internasional terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah. |
| KI-4 | Mengolah, menalar, menyaji, mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan   |

#### 2. Kompetensi dasar:

- 3.6 Memahami teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup.  
4.7 Membuat sebuah karya yang berkaitan dengan teori kinetik gas dan makna fisiknya.

#### 3. Indikator pencapaian kompetensi

- 3.6.1 Mengidentifikasi sifat-sifat gas ideal  
3.6.2 Mengatakan hukum Boyle - Gay Lussac  
3.6.3 Mengidentifikasi persamaan gas ideal  
3.6.4 Menuliskan energi gas menurut teori kinetik  
3.6.5 Menuliskan energi kinetik dan energi dalam  
4.6.1 Mempresentasikan laporan hasil yang berkaitan dengan teori kinetik gas dan makna fisiknya

### TUJUAN PEMBELAJARAN

Melalui pembelajaran dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) berbantuan LKPD berbasis PIT (Produktif, Imajinatif, dan Terbuka) yang disajikan dengan sejumlah pertanyaan untuk mencari informasi, melatih ide-ide atau gagasan berdasarkan kreatifitas, berdiskusi, dan melakukan pengamatan. Sehingga, peserta didik dapat mengidentifikasi sifat-sifat gas ideal, menjelaskan hukum-hukum gas ideal, menjelaskan hukum Boyle-Gay Lussac, memahami energi kinetik gas, dan memahami energi ekapartisi.

### DESKRIPSI

LKPD ini disusun dengan memuat penerapan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) dan pertanyaan PIT (Produktif, Imajinatif, dan Terbuka) yang dikaitkan dengan materi teori kinetik gas. Tentunya, teori kinetik gas tidak pernah lepas dalam kehidupan sehari-hari serta teknologi yang sering digunakan, sehingga penting bagi kita untuk mempelajari konsep teori kinetik gas agar dapat menerapkannya dalam kehidupan. Untuk mempelajarinya siswa perlu melakukan beberapa kegiatan yang ada di LKPD.

### PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan bahan ajar yang berisi kegiatan yang dapat diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.
2. Kontens yang terdapat dalam LKPD diantara informasi, kegiatan ilmiah dan pertanyaan
3. Pahami terlebih dahulu indikator pencapaian dalam LKPD
4. Bacalah ilustrasi yang ada, kemudian pahami setiap langkah kerja yang ada dalam LKPD
5. Diskusikan dengan teman sekelompok untuk memecahkan masalah yang ditanyakan pada LKPD
6. Lakukan kegiatan ilmiah dengan mengikuti langkah kerja yang ada dalam LKPD
7. Jawablah pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada LKPD dengan benar

PETA KONSEP





## B. Kegiatan 2. Hukum Boyle



Adakah di antara kalian yang pernah melihat alat seperti pada gambar di samping? Alat tersebut adalah jarum suntik. Jarum suntik adalah salah satu alat yang menerapkan hukum Boyle.

Lakukan kegiatan berikut ini!

- Alat dan Bahan
  - Jarum suntik
  - Balon
  - Manometer
- Langkah kerja
  - Siapkan alat dan bahan
  - Tiup balon sesuai dengan ukuran yang dapat disesuaikan dengan ukuran wadah.
  - Gantung balon yang telah ditiup sesuai dengan tabung suntik
  - Masukkan balon tiup ke dalam tabung suntik
  - Pasang piston suntik
  - Pasang manometer pada ujung tabung suntik untuk membaca besar tekanan udara dalam wadah.
  - Tarik piston ke atas, amati apa yang terjadi pada balon tiup dalam tabung suntik
  - Tekan piston suntik ke bawah, amati apa yang terjadi pada balon tiup dalam tabung suntik

### Mari Berdiskusi!

Setelah melakukan kegiatan di atas, diskusikan dengan teman kalian!

1. Jelaskan apa yang terjadi pada balon tiup ketika piston ditarik ke atas dan ketika ditekan ke bawah pada saat ujung suntik terbuka? (*Produktif*)
2. Jelaskan apa yang terjadi pada balon tiup ketika piston ditarik ke atas dan ketika ditekan ke bawah pada saat ujung suntik tertutup? (*Produktif*)
3. Bagaimana perubahan volume dan tekanan ketika piston ditarik ke atas dan ditekan ke bawah pada saat ujung suntik tertutup? Hubungkan dengan hukum Boyle! (*Produktif, Science*)
4. Jika diketahui jumlah gas ideal di dalam suntikan memiliki sejumlah  $P$  dan volume  $V$ , jika tekanan gas tersebut naik menjadi 2 kali tekanan awal. Berapakan volume gas tersebut sekarang? (*Mathematic*)
5. Apa saja contoh teknologi yang menerapkan hukum Boyle dalam kehidupan sehari-hari? (*Technology*)
6. Bagaimana prinsip kerja salah satu teknologi yang telah kalian sebutkan dengan hukum Boyle? (*Engineering*)









## E. Kegiatan 5. Persamaan Gas Ideal

Setelah kalian belajar hukum Boyle, hukum Charles, dan hukum Gay-Lussac digabungkan menjadi hubungan yang lebih umum antara tekanan ( $P$ ), volume ( $V$ ), dan temperatur mutlak ( $T$ ). Lakukan percobaan sederhana untuk mengamati fenomena tersebut!

### ◆ Praktikum

- Aktifitas ilmiah : Persamaan Gas Ideal
- Tujuan : Mengamati peristiwa gas ideal
- Alat dan Bahan : 1 buah piring, 1 buah gelas kaca, 1 buah lilin, korek api, dan air yang telah diberi pewarna
- Langkah Kerja :



- Tuangkan air yang diberi pewarna kedalam piring bersih!
  - Letakan lilin ditengah-tengah piring yang telah diberi air pewarna!
  - Nyalakan lilin dengan menggunakan korek api!
  - Tutup lilin dengan menggunakan gelas kaca dan tunggu hingga beberapa detik!
- e. Pertanyaan:
- Apa yang terjadi pada ketinggian air jika ada 2 buah lilin di dalam gelas? [jelaskan menggunakan persamaan gas ideal!] (*Produktif, Science*)
  - Bagaimana jika terjadi kebocoran udara setelah lilin ditutup dengan menggunakan gelas kaca? (*Imajinatif*)
  - Jika terdapat sepuluh liter gas ideal suhunya  $127^{\circ}\text{C}$  mempunyai tekanan  $165,6\text{ N/m}^2$ . Banyaknya partikel tersebut adalah? (*Mathematic*)

## F. Kegiatan 6. Energi Kinetik Gas

Pelajari tentang kecepatan efektif, kelajuan efektif, dan energi dalam gas di Buku paket, LKS, atau sumber belajar lainnya! Setelah kalian pelajari tersebut, diskusikan bersama teman kalian jawaban dari pertanyaan berikut!

1. Apa yang mempengaruhi besarnya tekanan gas? jelaskan! (*Science*)  
Jawab:
2. Bagaimana hubungan antara besarnya energi kinetik gas dengan suhu gas? Tuliskan persamaannya! (*Science, Mathematic*)  
Jawab:
3. Apa yang kalian ketahui tentang kelajuan efektif gas? (*Science*)  
Jawab:
4. Sebutkan apa saja yang dapat mempengaruhi kelajuan efektif gas tersebut? Tuliskan persamaannya! (*Science*)  
Jawab:
5. Jika di angkasa luar terdapat kira-kira 1 atm hidrogen dengan suhu 3,5 K, jika massa atom hidrogen adalah 1 g/mol. Berapakah kelajuan efektifnya? (*Mathematic*)  
Jawab:
6. Apa yang dimaksud dengan teorema ekvipartisi? (*Science*)  
Jawab:
7. Apa yang dimaksud dengan energi dalam? (*Science*)  
Jawab:
8. Berapakan besarnya energi dalam suatu gas? (*Science*)  
Jawab:

## Penutup

Tabel Refleksi Diri Pemahaman Materi

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah kalian telah memahami sifat-sifat gas ideal?		
2.	Apakah kalian telah memahami hukum-hukum gas ideal?		
3.	Apakah kalian telah memahami persamaan gas ideal?		
4.	Dapatkan kalian menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi energi kinetik rata-rata gas?		
5.	Dapatkan kalian menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan efektif gas?		
6.	Apakah kalian dapat mempresentasikan hasil pemikiran tentang Teori Kinetik Gas?		
7.	Dapatkan kalian menghitung besaran-besaran dalam Teori Kinetik Gas?		

Jika menjawab "TIDAK" pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajar kembali materi dan pelajar ulang lembar kegiatan peserta didik diatas yang sekiranya perlu kalian ulang dengan bimbingan Guru atau teman sejawat. **Tetap semangat jangan putus asa untuk mengulang lagi!**

*Lampiran 5* Daftar Nama Siswa Kelas Uji Coba

No	Kode	Nama
1	UC-1	Adam haritsa thahara
2	UC-2	Adinda putri anjani
3	UC-3	Agus jamaludin
4	UC-4	Alvan bagus nugraha
5	UC-5	Ardelia sekar salsabilla
6	UC-6	Arfa muhammad aufadillah
7	UC-7	Bagas aji pamungkas
8	UC-8	Carissa budi maheswari
9	UC-9	Clarissa angeline tandayu
10	UC-10	Daniyal ben saladin latif
11	UC-11	Dinda aisma fadilla
12	UC-12	Diva puji lestari
13	UC-13	Eki fauzi ansyah
14	UC-14	Elvino farezzi yulianto
15	UC-15	Farakh aulia fillaili
16	UC-16	Harjuna sarwa wiragana
17	UC-17	Heningtyas tita nugraheni
18	UC-18	Kadek adinda prabha mangalia
19	UC-19	Kireina almas shabrina
20	UC-20	M bagas daru fattah zubaidi
21	UC-21	Maretha kurnia ayu
22	UC-22	Muhamad fadil zaki ananta
23	UC-23	Nabil akmal aulia
24	UC-24	Nadhifa qurrotul a'yun
25	UC-25	Naila nasywa noverina
26	UC-26	Nasywa devi maharani
27	UC-27	Natasya triana putri
28	UC-28	Nufalda rahma fadhliyani
29	UC-29	Putri diyan asih
30	UC-30	Raditiya ananta athaya faiq
31	UC-31	Rakha yuswanda regar satria
32	UC-32	Shane daiva harahap
33	UC-33	Stevani azadira

34	UC-34	Vina ajeng fitriani
35	UC-35	Wenta ramadhani maisun makarim
36	UC-36	Windi velina ardya



*Lampiran 6* Kisi-kisi Soal Uji Coba Kemampuan Berpikir Kritis

KISI-KISI KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS (KBK)

No	Aspek Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Aspek KBK	No. soal
1	Melakukan Klarifikasi Dasar	Memfokuskan pertanyaan	5
		Menganalisis argumen	1, 2, 3, 4
		Menjawab suatu permasalahan atau suatu tantangan	6, 7, 8, 9
2	Membangun ketrampilan dasar	Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan hasil observasi	10, 11
3	Membuat kesimpulan	Mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi	12, 13
		Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	14, 15
4	Melakukan klarifikasi lanjut	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkannya	19, 20
		Mengidentifikasi asumsi	17, 18
5	Menerapkan strategi dan taktik	Memutuskan suatu tindakan	16

## KISI-KISI INSTRUMEN TES UJI COBA PENELITIAN

**Jenjang sekolah : SMA/MA**

**Alokasi Waktu : 30 menit**

**Mata pelajaran : Fisika**

**Jumlah Soal : 20 Soal**


**Materi pokok : Teori Kinetik Gas**

**Bentuk soal : Pilihan Ganda**

**Kelas/Semester : XI/Ganjil**

N o.	Indikator KBK	Indikator soal	Indikator STEM	Level Kognitif	Soal	Jawaban	Sk or
1	Menganalisis argumen	Siswa dapat menganalisis sifat-sifat gas ideal	<b>Science</b>	C4	Ana mengamati animasi gerak partikel gas dalam ruang tertutup. Hasil pengamatannya berupa: (1) Partikel-partikel zat bergerak lurus dengan laju tetap secara acak (2) Tumbukan yang terjadi antar partikel mengakibatkan partikel-	Jawaban E. Pembahasan: Pernyataan yang benar adalah 1,3,5 Sifat-sifat gas ideal: (1) Gas terdiri atas partikel padat yang bergerak dengan kecepatan tetap	1

				<p>partikel kehilangan sedikit energi</p> <p>(3) Partikel-partikel gas tersebar merata ke seluruh ruangan</p> <p>(4) Tidak berlaku hukum Newton tentang gerak</p> <p>(5) Selang waktu tumbukan antarpartikel sangat singkat</p> <p>Hasil pengamatannya tersebut merupakan sifat-sifat gas ideal. Bagaimana pendapatmu terhadap hasil pengamatan Ana?</p> <p>A. Benar, semua termasuk sifat gas ideal</p> <p>B. Pernyataan 1,2, dan 3 benar</p> <p>C. Pernyataan 3,4, dan 5 benar</p> <p>D. Pernyataan 1,4, dan 5 benar</p> <p>E. Pernyataan 1,3, dan 5 benar</p>	<p>dengan arah seimbang (acak).</p> <p>(2) Masing-masing partikel bergerak dalam garis lurus, gerakan partikel hanya dipengaruhi oleh tumbukan antara partikel atau antara partikel dengan dinding. Gaya tarik menarik dianggap tidak ada (diabaikan) karena bernilai sangat kecil.</p> <p>(3) Tumbukan antarpartikel merupakan tumbukan lenting sempurna dengan waktu singkat dan bisa diabaikan.</p> <p>(4) Ukuran partikel gas sangat kecil</p>
--	--	--	--	--	--

						(5) Memenuhi hukum Newton tentang gerak	
2		Siswa dapat menganalisis contoh penerapan hukum Boyle dalam kehidupan sehari-hari	<b>Science</b>	C4	 <p>Rani memasukkan balon yang sudah ditiup ke dalam suntik seperti pada gambar. Ketika piston ditarik ke luar, balon membesar. Sebaliknya, ketika piston ditekan ke dalam balon tiup mengecil. Rani menyimpulkan bahwa hal ini sesuai dengan hukum Boyle yaitu..</p> <p>A. Tekanan sebanding dengan volume  B. Tekanan sama dengan volume  C. Tekanan berbanding terbalik dengan volume</p>	Jawab. C Hukum Boyle berbunyi "volume suatu gas berbanding terbalik dengan tekanan yang diterimanya ketika temperatur dijaga konstan" artinya, ketika temperatur dalam keadaan konstan, volume diperbesar maka tekanannya kecil. Jika volumenya diperkecil maka tekannya besar.	1

					D. Tekanan lebih kecil dari pada volume E. Semua pernyataan salah		
3		Siswa dapat menganalisis contoh penerapan hukum Charles dalam kehidupan sehari-hari	<b>Science, Technology</b>	C4	Andre meletakkan sebuah balon yang sudah ditiup di bawah sinar matahari. Setelah satu jam, balon meletus. Andre menyatakan bahwa kenaikan suhu di dalam balon menyebabkan volume balon meningkat. Peristiwa ini sesuai dengan hukum Charles. Bagaimana pendapatmu terhadap pernyataan Andre? A. Pernyataan benar, tapi hukum yang digunakan salah B. Pernyataan benar, dan hukum yang digunakan benar	Jawab. <b>B</b> Pembahasan Hukum Charles menjelaskan bahwa volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlak, selama massa dan tekanan dijaga konstan. Dijelaskan dalam persamaan: $\frac{v}{T} = konstan$ Jadi, ketika suhu meningkat maka volume balon pun meningkat sehingga menyebabkan balon meletus.	1

					<p>C. Pernyataan salah, tapi hukum yang digunakan benar</p> <p>D. Pernyataan salah, dan hukum yang digunakan salah</p> <p>E. Semua jawaban salah</p>		
4		<p>Siswa dapat menganalisis contoh penerapan hukum Gay Lussac dalam kehidupan sehari-hari</p>	<p><b>Science, Technology</b></p>	C4	<p>Cindy melakukan perjalanan ke Jakarta menggunakan mobil. Setelah 2 jam perjalanan tiba-tiba ban mobilnya meletus. Cindy beranggapan peristiwa ini disebabkan perubahan suhu sehingga ban mengalami peningkatan tekanan. Hal tersebut sesuai dengan hukum Gay-Lussac. Bagaimana pendapatmu mengenai pernyataan Cindy?</p> <p>A. Pernyataan benar, dan hukum yang digunakan benar</p>	<p>Jawab. A Pembahasan. Hukum Gay-Lussac menyatakan bahwa “pada volume konstan, tekanan gas berbanding terbalik dengan temperatur mutlak” Menurut hukum Gay-Lussac, tekanan gas ideal berbanding lurus dengan suhu absolut. Artinya, semakin tinggi suhu udara di dalam ban mobil, semakin tinggi juga tekanan dalam ban. Jika tekanan ban melebihi batas yang</p>	1

					<p>B. Pernyataan benar, tapi hukum yang digunakan salah</p> <p>C. Pernyataan salah, dan hukum yang digunakan salah</p> <p>D. Pernyataan salah, tapi hukum yang digunakan benar</p> <p>E. Semua pernyataan salah</p>	<p>direkomendasikan, maka kemungkinan ban akan pecah.</p>	
5	Memfokuskan pertanyaan	Disajikan suatu deskripsi permasalahan tentang tekanan dan suhu pada gas ideal. Siswa diharapkan dapat fokus	<b>Technology, Engineering</b>	C4	<p>Setiap tahun festival balon udara dilaksanakan di Eropa. Semua balon udara diharuskan memenuhi persyaratan terbang yang baik. Salah satu alasannya adalah menggunakan pemanas berkualitas. Fokus permasalahan pada peristiwa tersebut adalah?</p> <p>A. Pemilihan sumber panas yang baik, agar memberikan pengaruh terhadap peningkatan</p>	<p>Jawaban A. Pembahasan Fokus dari permasalahan: Kewajiban memilih sumber panas yang baik</p> <p>Alasan: Hal ini dikarenakan dengan menggunakan sumber panas yang baik, akan memberikan pengaruh terhadap tekanan yang dihasilkan. Sesuai</p>	1

		pada permasalahan yang disampaikan			<p>tekanan sesuai dengan konsep gas ideal</p> <p>B. Pemilihan sumber panas yang baik, agar memberikan pengaruh terhadap tekanan tetapi tidak sesuai dengan konsep gas ideal</p> <p>C. Pemilihan sumber panas yang baik tidak memberikan pengaruh apapun terhadap balon udara</p> <p>D. Pemilihan sumber panas yang baik sesuai dengan konsep gas ideal yang dapat membuat tekanan menurun</p> <p>E. Pemilihan sumber panas yang baik tidak sesuai dengan konsep gas ideal yang dapat membuat tekanan menurun</p>	dengan konsep gas ideal, tekanan akan meningkat saat suhu dinaikkan. Hal ini akan menyebabkan balon udara melayang di udara.
--	--	------------------------------------	--	--	--	--



6	Menjawab suatu permasalahan atau suatu tantangan	Siswa dapat menggunakan hukum Charles dalam menjawab permasalahan	<b>Mathematic</b>	C4	<p>Suatu gas ditempatkan dalam suatu sistem terisolasi. ketika suhu gas tersebut diturunkan dari 127°C menjadi 27°C dengan tekanan konstan maka volumenya menjadi 6 L. Berapa volume gas sebelum suhunya diturunkan...</p> <p>A. 4,5 L B. 28 L C. 8 L D. 1,3 L E. 2,5 L</p>	<p>Jawaban Pembahasan. Diketahui: <math>T_1 = 127^\circ\text{C} = (127 + 273)\text{K} = 400\text{K}</math> <math>T_2 = 27^\circ\text{C} = (27 + 273)\text{K} = 300\text{K}</math> <math>V_2 = 6\text{L}</math> Ditanya <math>V_1 = ?</math> Jawab. <math display="block">\frac{v}{T} = \text{konstan}</math><math display="block">\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}</math><math display="block">V_2 = \frac{V_1 \cdot T_1}{T_2}</math><math display="block">V_2 = \frac{400 \cdot 6}{300}</math><math display="block">V_2 = 8\text{L}</math> Jadi volume gas yang berada pada sistem adalah 8 L</p>	
7		Siswa dapat menggu	<b>Mathematic</b>	C4	Gas ideal terdapat di dalam ruangan tertutup dengan volume $V$ , tekanan $P$ dan suhu	Jawaban A. Pembahasan: Diketahui:	1

		nakan persamaan hukum Boyle-Gay Lussac dalam menjawab permasalahan			<p>T. Hitunglah tekanan gas yang berada pada sistem tersebut agar volumenya mengalami perubahan menjadi <math>\frac{1}{2}</math> kali semula dan suhunya meningkat menjadi 4 kali semula..</p> <p>A. <math>8 P_1</math>          B. <math>2 P_1</math>          C. <math>1/2 P_1</math>          D. <math>1/4 P_1</math>          E. <math>1/8 P_1</math></p>	<p><math>P_1 = P</math>  <math>V_1 = V</math>  <math>T_1 = T</math>  <math>T_2 = 4 T</math>  <math>V_2 = \frac{1}{2} V</math>          Ditanya <math>P_2 = ?</math>          Jawab.</p> $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ $\frac{PV}{T} = \frac{P_2 \frac{1}{2} v}{4T}$ $P_2 = \frac{4P}{\frac{1}{2}}$ $P_2 = 8 P = 8 P_1$ <p>Jadi tekanan gas yang berada pada sistem adalah <math>8 P_1</math></p>	
8		Siswa dapat menggunakan persamaan	<b>Mathematic</b>	C4	<p>Suatu gas ideal mula-mula menempati ruang yang volumenya 0,5 L dengan suhu 27°C dan tekanan 1 atm. Jika suhu gas ditingkatkan menjadi 327°C dan</p>	<p>Jawaban A.          Pembahasan:          Diketahui:  <math>P_1 = 1 \text{ atm}</math>  <math>P_2 = 2 \text{ atm}</math>  <math>V_1 = 10 \text{ L}</math></p>	1


		hukum Boyle-Gay Lussac dalam menjawab permasalahan			tekanannya menjadi 2 atm maka volumenya menjadi... A. 0,5 L B. 2 L C. 1 L D. 3 L E. 0,2 L	$T_1 = 27^\circ\text{C} = (27+273 = 300 \text{ K})$ $T_2 = 327^\circ\text{C} = (327+273 = 600 \text{ K})$ Ditanya $V_2 = ?$ Jawab. $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ $\frac{1 \cdot 0,5}{300} = \frac{2 \cdot V_2}{600}$ $P_2 = \frac{0,5 \cdot 600}{300}$ $V_2 = \frac{300}{600} = 0,5$ Jadi volume gas yang berada pada sistem adalah 0,5 liter	
9		Siswa dapat menggunakan persamaan hukum	<b>Mathematic</b>	C4	Jika terdapat suatu gas ideal sebanyak 4 liter memiliki tekanan 1,5 atm dan suhu 27 °C. hitunglah tekanan gas tersebut jika suhunya meningkat menjadi 47 °C dan volumenya menjadi 3,2 liter ...	Jawaban D. Pembahasan: Diketahui: $P_1 = 1,5 \text{ atm}$ $V_1 = 4 \text{ L}$ $V_2 = 3,2 \text{ L}$	1

		Boyle-Gay Lussac dalam menjawab permasalahan			A. 18 atm B. 1 atm C. 1,7 atm D. 2 atm E. 19 atm	$T_1 = 27^\circ\text{C} = (27+273 = 300 \text{ K})$ $T_2 = 47^\circ\text{C} = (47+273 = 320 \text{ K})$ Ditanya $P_2 = ?$ Jawab. $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ $\frac{1,5 \cdot 4}{300} = \frac{P_2 \cdot 3,2}{320}$ $P_2 = \frac{6 \cdot 320}{300 \cdot 3,2}$ $P_2 = \frac{1920}{960} = 2 \text{ atm}$ Jadi tekanan gas yang berada pada sistem adalah 2 atm	
10	Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan hasil observasi	Disajikan sebuah permasalahan hasil observasi. Siswa	<b>Science</b>	C4	Rendi mengobservasi gas dalam tabung tertutup. Ketika suatu gas dalam volume konstan dan suhu dinaikkan, maka tekanan gas mengecil. Hasil observasi tersebut menunjukkan bahwa...	Jawaban A. Pembahasan Joseph Gay Lussac menyatakan bahwa "pada volume konstan, tekanan gas berbanding	1

		diharapkan dapat memper timbang kan laporan hasil observasi			<p>A. Berlaku hukum Gay-Lussac, tekanan berbanding terbalik dengan suhu pada volume konstan</p> <p>B. Berlaku hukum Boyle, tekanan berbanding terbalik dengan suhu pada volume konstan</p> <p>C. Berlaku hukum Charles, tekanan berbanding terbalik dengan suhu pada volume konstan</p> <p>D. Berlaku hukum Gay-Lussac, tekanan berbanding lurus dengan suhu pada volume konstan</p> <p>E. Berlaku hukum Boyle, tekanan berbanding lurus dengan suhu pada volume konstan</p>	<p><i>terbalik dengan temperatur mutlak"</i></p> <p>Sehingga semakin besar suhu suatu gas, maka semakin kecil tekananya.</p>	
1 1		Disajikan sebuah permasalahan	<b>Science</b>	C4	Indi melakukan observasi untuk membandingkan gas helium dan gas nitrogen pada suhu yang sama. Hasil	Jawaban A. Pembahasan Gas helium memiliki massa molekul yang	1

		<p>hasil observasi. Siswa diharapkan dapat memperhatikan laporan hasil observasi</p>		<p>observasi menunjukkan bahwa gas helium memiliki massa molekul yang lebih kecil dibandingkan dengan massa molekul gas nitrogen. Bagaimana kesimpulan hasil observasi tersebut?</p> <p>A. Kecepatan rata-rata molekul gas helium lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan rata-rata molekul gas nitrogen</p> <p>B. Kecepatan rata-rata molekul gas helium lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan rata-rata molekul gas nitrogen</p> <p>C. Kecepatan rata-rata molekul gas helium sama dengan kecepatan rata-rata molekul gas nitrogen</p>	<p>lebih kecil dibandingkan gas nitrogen. Hal ini mempengaruhi perilaku kinetik gas helium dan nitrogen secara signifikan. Menurut teori kinetik gas, kecepatan molekul gas berkaitan dengan massa molekulnya. Dengan demikian, molekul helium dengan massa molekul yang lebih kecil akan memiliki kecepatan rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan molekul nitrogen yang memiliki massa molekul yang lebih besar.</p>
--	--	--	--	--	---

					<p>D. Kecepatan rata-rata molekul gas helium lebih dari sama dengan dengan kecepatan rata-rata molekul gas nitrogen</p> <p>E. Semua jawaban salah</p>	
1 2	Mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi	Disajikan masalah mengenai persamaan gas ideal, siswa diharapkan dapat menentukan jawaban	<b>Science</b>	C4	<p>Setiap jenis gas yang dipanaskan akan mengalami pemuaian. Suatu saat Alex mengisi balon A menggunakan gas dengan volume 2 liter pada tekanan 1 atm dan suhu 25°C. kemudian volume dinaikkan agar mencapai 4 liter pada suhu yang sama, maka tekanan gas pada balon A menjadi?</p> <p>A. 0,5 atm  B. 1 atm  C. 1,5 atm  D. 2 atm  E. 1,25 atm</p>	<p>Jawaban A.  Pembahasan  Jika volume gas meningkat dua kali lipat, maka tekanan gas berkurang menjadi setengahnya untuk mempertahankan suhu gas. Oleh karena itu, tekanan gas dalam balon akan menjadi sekitar 0,5 atm pada suhu yang sama</p> <p><math>P_1 = 1 \text{ atm}</math>  <math>V_1 = 2 \text{ L}</math>  <math>V_2 = 4 \text{ L}</math></p>

					$T_1 = 25^\circ\text{C} = (25+273 = 298 \text{ K})$ $T_2 = 25^\circ\text{C} = (25+273 = 298 \text{ K})$ Ditanya $P_2 = ?$ Jawab. $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ $\frac{1.2}{298} = \frac{P_2 \cdot 4}{298}$ $P_2 = \frac{2 \cdot 298}{298 \cdot 4}$ $P_2 = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ atm}$ Jadi tekanan gas pada balon A yang berada pada sistem adalah $0,5 \text{ atm}$
1 3		Disajikan masalah mengenai ai Hukum Gay			Jawab. A Pembahasan Diketahui: $T_1 = T$ $T_2 = 3 T_1$ $P_1 = P$ Ditanya $P_2 = ?$



		Lussac, siswa diharapkan dapat menentukan jawaban			Ketika tika merasa lapar saat tengah malam, ia menghangatkan sisa makanan menggunakan <i>microwave</i> . Agar makanannya cepat hangat, ia menaikkan suhu menjadi 3 kali dari suhu semula. Berapakah tekanan yang bekerja pada <i>microwave</i> ? A. $3 P_1$ B. $6 P_1$ C. $1/3 P_1$ D. $9 P_1$ E. $1/9 P_1$	Jawab. $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $\frac{P}{T} = \frac{P_2}{3T}$ $P_2 = \frac{3T \cdot P}{T}$ $P_2 = 3P_1$ Jadi tekanan akhir yang bekerja pada <i>microwave</i> adalah $3P_1$	
14	Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	Disajikan masalah mengenai kecepatan rata-rata gas, siswa diharapkan dapat	<b>science</b>	C4	Dua massa gas ideal memiliki volume yang sama dan terdapat dalam wadah yang sama pada suhu yang sama. Jika gas pertama memiliki massa ( $m_1$ ) lebih kecil dari massa gas kedua ( $m_2$ ), maka dapat disimpulkan bahwa... A. Kecepatan rata-rata molekul gas pertama	Jawaban B. Pembahasan Kecepatan rata-rata molekul gas pertama lebih besar dari pada gas kedua. Hal ini dapat dideduksi dari rumus kecepatan rata-rata	1

		menentukan jawaban			<p>lebih kecil dari pada gas ideal kedua</p> <p>B. Kecepatan rata-rata molekul gas pertama lebih besar dari pada gas kedua</p> <p>C. Gas pertama dan gas kedua memiliki kecepatan rata-rata molekul yang sama</p> <p>D. Kecepatan rata-rata molekul gas pertama lebih dari sama dengan molekul kedua</p> <p>E. Semua pernyataan salah</p>	<p>molekul gas <math>v_{rms} = \sqrt{\frac{3.R.T}{M}}</math></p> <p>Jika volume gas dan suhu sama, maka R dan T juga sama. Oleh karena itu kecepatan rata-rata bergantung pada massa molekul gas. Dengan demikian, kecepatan rata-rata molekul gas pertama lebih besar dari pada gas kedua.</p>	
14		Disajikan masalah mengenai energi kinetik gas, siswa diharapkan dapat	<b>Science</b>	C4	<p>Dalam tabung berisi gas. Jika suhu gas dinaikkan, maka...</p> <p>A. Rata-rata jarak antara molekul gas ideal akan meningkat</p> <p>B. Kecepatan rata-rata gas ideal akan menurun</p>	<p>Jawaban D.</p> <p>Pembahasan</p> <p>Energi kinetik rata-rata molekul gas ideal akan semakin meningkat. Hal ini dapat disimpulkan dari teori kinetik gas yang menyatakan bahwa energi kinetik rata-rata molekul gas</p>	1

		menentukan jawaban			<p>C. Tekanan gas ideal akan semakin menurun</p> <p>D. Energi kinetik rata-rata molekul gas ideal semakin meningkat</p> <p>E. Energi kinetik rata-rata molekul gas ideal semakin menurun</p>	<p>ideal berbanding lurus dengan suhu gas. Semakin tinggi suhu gas, semakin cepat molekul gas bergerak dan semakin besar energi kinetik rata-rata molekul gas. <math>T = \frac{2}{3} \overline{Ek}</math></p> $\overline{Ek} = \frac{2}{3} T$	
16	Memutuskan suatu tindakan	Disajikan sebuah pernyataan tentang konsep tekanan pada gas ideal, siswa diminta memutuskan tindakan	<b>Engineering</b>	C5	Dani ingin mengikuti lomba udara. Ia berencana membeli beberapa alat yang mendukung seperti mesin pemanas. Namun, Dani bingung bagaimana menentukan pemanas yang baik, apakah yang paling banyak menghasilkan panas atau tidak. Ia kemudian menyimpulkan bahwa tidak perlu mesin yang paling banyak menghasilkan panas. Karena akan menyebabkan di	Jawab. C Pembahasan Tindakan yang dilakukan kurang tepat, karena dibutuhkan pemanas yang baik agar dapat meningkatkan suhu hingga tekanan tertentu untuk balon melayang ke udara.	1

		yang harus dilakukan			<p>sekitar balon menjadi panas dan boros energi. Selain itu, ada bantuan dorongan angin sehingga balon udara dapat melayang ke atas. Apakah yang dilakukan Dani sudah tepat?</p> <p>A. Ya, karena tidak perlu pemanas yang baik untuk membantu balon udara melayang</p> <p>B. Ya, karena pemanas tidak mempengaruhi kinerja balon udara melayang</p> <p>C. Tidak, diperlukan pemanas yang baik untuk meningkatkan suhu hingga tekanan tertentu untuk membantu balon udara melayang</p> <p>D. Tidak, karena dorongan angin dapat membantu balon udara melayang</p> <p>E. Semua pernyataan benar</p>	
--	--	----------------------	--	--	--	--

17	Mengidentifikasi asumsi	Disajikan masalah mengenai kecepatan relative gas, siswa diharapkan dapat menentukan jawaban dengan alasan yang tepat	<b>Science, mathematic</b>	C5	<p>Riko melakukan percobaan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap tekanan gas. Hasil percobaan menunjukkan saat suhu gas dinaikkan, tekanan gas mengalami peningkatan. Berdasarkan asumsi kecepatan relative gas, maka...</p> <p>A. Molekul gas bergerak lebih lambat ketika suhu gas menurun</p> <p>B. Molekul gas bergerak lebih cepat ketika gas menurun</p> <p>C. Molekul gas bergerak lebih cepat ketika suhu gas naik</p> <p>D. Molekul gas bergerak lambat ketika suhu gas naik</p> <p>E. Semua pernyataan salah</p>	<p>Jawaban C.</p> <p>Pembahasan</p> <p>Berdasarkan asumsi kecepatan relative gas, dapat disimpulkan bahwa ketika suhu gas dinaikkan, partikel gas akan memiliki kecepatan yang lebih tinggi dan bergerak lebih cepat. Hal ini menyebabkan partikel gas bertumbukan dengan dinding wadah secara lebih sering dan dengan kekuatan yang lebih besar, sehingga meningkatkan tekanan gas dalam wadah. Oleh karena itu, hasil percobaan yang menunjukkan bahwa ketika suhu gas dinaikkan, tekanan gas juga meningkat, sesuai</p>	1
----	-------------------------	---	----------------------------	----	---	--	---

						dengan asumsi kecepatan relative gas.	
18		Disajikan masalah mengenai energi dalam gas, siswa diharapkan dapat menentukan jawaban dengan alasan yang tepat	<b>Science</b>	C4	Erina melakukan percobaan untuk menghitung energi dalam dua jenis gas dengan jumlah mol yang sama. Hasil percobaan menunjukkan ketika gas A dan B berada pada suhu yang sama, maka jumlah energinya juga sama. Ketika gas A mengalami kenaikan suhu, energi dalamnya menjadi lebih besar dari pada gas B. Berdasarkan persamaan energi dalam, apa yang dapat disimpulkan dari percobaan tersebut? A. Besar energi dalam gas berbanding terbalik dengan suhunya B. Besar energi dalam gas berbanding lurus dengan suhunya	Jawaban B. Dari persamaan energi dalam gas, $U = \frac{3}{2}nRT$ maka dapat diketahui bahwa besar energi dalam gas berbanding lurus dengan suhunya. Jadi, jika suhu gas A lebih besar dari gas B energi dalam gas A lebih besar dari pada gas B	1

					<p>C. Besar energi gas tidak sebanding dengan suhunya</p> <p>D. Besar energi gas lebih besar dari suhunya</p> <p>E. Semua pernyataan salah</p>		
1 9	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkannya	Disajikan sebuah persamaan energi kinetik gas, siswa dapat mendefinisikannya	<b>Science,</b>	C4	<p>Dalam mempelajari persamaan gas ideal terdapat sebuah persamaan yaitu <math>PV = nRT</math>. Persamaan tersebut menyatakan bahwa...</p> <p>A. Persamaan matematis yang menggambarkan hubungan antara tekanan, volume, jumlah mol, dan suhu gas</p> <p>B. Persamaan yang hanya berlaku untuk gas yang berada dalam keadaan ideal</p> <p>C. Persamaan yang mengabaikan efek interaksi antar partikel</p>	<p>Jawaban A.</p> <p>Pembahasan</p> <p>Persamaan gas ideal adalah suatu persamaan yang menggambarkan hubungan antara tekanan, volume, jumlah mol, dan suhu dari sebuah gas ideal secara matematis. Persamaan ini dikenal juga dengan nama persamaan keadaan gas ideal atau persamaan gas umum. Persamaan gas ideal dituliskan dalam bentuk <math>PV =</math></p>	1

					<p>D. Persamaan yang hanya berlaku pada tekanan dan suhu tertentu</p> <p>E. Persamaan yang hanya berlaku tekanan dan volume tertentu</p>	<p><math>nRT</math>., dimana P adalah tekanan, V adalah volume gas, n adalah jumlah mol gas dalam satuan mol, R adalah konstanta gas umum dengan nilai 8,31 J/(mol K), dan T adalah suhu gas.</p>
20		<p>Disajikan sebuah persamaan energi kinetik gas, siswa dapat mendefinisikannya</p>	<b>Science</b>	C4	<p>Kalian telah mempelajari bahwa setiap benda yang bergerak memiliki energi kinetik. Hubungan energi kinetik dituliskan dalam persamaan <math>\overline{Ek} = \frac{2}{3} T</math> . Persamaan tersebut menyatakan bahwa...</p> <p>A. Energi kinetik berbanding lurus terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya membesar.</p>	<p>Jawaban A. Pembahasan Dari persamaan <math>\overline{Ek} = \frac{2}{3} T</math> menyatakan bahwa energi kinetik berbanding lurus terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya membesar. Demikian juga sebaliknya, jika suhu gas turun, maka</p>



					<p>B. energi kinetik berbanding terbalik terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya membesar.</p> <p>C. energi kinetik berbanding lurus terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas turun, energi kinetiknya membesar.</p> <p>D. energi kinetik berbanding lurus terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya mengecil</p> <p>E. energi kinetik berbanding terbalik terhadap temperaturnya. Sehingga, jika</p>	energi kinetiknya akan mengecil
--	--	--	--	--	--	---------------------------------

					temperatur gas naik, energi kinetiknya mengecil.		
--	--	--	--	--	--	--	--

*Lampiran 7 Soal Uji Coba***SOAL UJI COBA**

<b>Jenjang sekolah : SMA/MA</b>	<b>Alokasi Waktu: 30 menit</b>
<b>Mata pelajaran : Fisika</b>	<b>Jumlah Soal : 20 Soal</b>
<b>Materi pokok : Teori Kinetik Gas</b>	<b>Bentuk soal : Pilihan Ganda</b>
<b>Kelas/Semester : XI/Ganjil</b>	

---

**Petunjuk Pengerjaan Soal:**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal
2. Tuliskan nama, kelas, dan nomor absen anda sebelum mengerjakan soal tes
3. Periksa kelengkapan soal
4. Bacalah soal dengan teliti
5. Pilihlah salah satu jawaban yang anda anggap benar
6. Soal yang harus dikerjakan sebanyak 20 butir
7. Waktu mengerjakan soal 90 menit
8. Kerjakan semua soal yang diberikan
9. Mulailah dengan mengerjakan soal yang dianggap mudah terlebih dahulu
10. Manfaatkan waktu untuk mengerjakan soal secara maksimal
11. Tidak diperkenankan bekerja sama dengan peserta ujian lain
12. Tidak diperbolehkan membuka lembar catatan ataupun sejenisnya saat mengerjakan soal
13. Jika telah selesai mengerjakan soal, periksalah kembali jawaban Anda
14. Pastikan semua soal sudah Anda Kerjakan

**Soal!**

1. Ana mengamati animasi gerak partikel gas dalam ruang tertutup. Hasil pengamatannya berupa:
  - (6) Partikel-partikel zat bergerak lurus dengan laju tetap secara acak
  - (7) Tumbukan yang terjadi antar partikel mengakibatkan partikel-partikel kehilangan sedikit energi
  - (8) Partikel-partikel gas tersebar merata ke seluruh ruangan
  - (9) Tidak berlaku hukum Newton tentang gerak
  - (10) Selang waktu tumbukan antarpartikel sangat singkat

Hasil pengamatannya tersebut merupakan sifat-sifat gas ideal. Bagaimana pendapatmu terhadap hasil pengamatan Ana?

- F. Benar, semua termasuk sifat gas ideal
- G. Pernyataan 1,2, dan 3 benar
- H. Pernyataan 3,4, dan 5 benar
- I. Pernyataan 1,4, dan 5 benar
- J. Pernyataan 1,3, dan 5 benar

2.

Rani memasukkan balon yang sudah ditiup ke dalam suntik seperti pada gambar. Ketika piston ditarik ke luar, balon membesar. Sebaliknya, ketika piston ditekan ke dalam balon tiup mengecil. Rani menyimpulkan bahwa hal ini sesuai dengan hukum Boyle yaitu..



- F. Tekanan sebanding dengan volume
  - G. Tekanan sama dengan volume
  - H. Tekanan berbanding terbalik dengan volume
  - I. Tekanan lebih kecil dari pada volume
  - J. Semua pernyataan salah
3. Andre meletakkan sebuah balon yang sudah ditiup di bawah sinar matahari. Setelah satu jam, balon meletus. Andre menyatakan bahwa kenaikan suhu di dalam balon menyebabkan volume balon meningkat. Peristiwa ini sesuai dengan hukum Charles. Bagaimana pendapatmu terhadap pernyataan Andre?
- A. Pernyataan benar, tapi hukum yang digunakan salah
  - B. Pernyataan benar, dan hukum yang digunakan benar
  - C. Pernyataan salah, tapi hukum yang digunakan benar
  - D. Pernyataan salah, dan hukum yang digunakan salah

- E. Semua jawaban salah
4. Cindy melakukan perjalanan ke Jakarta menggunakan mobil. Setelah 2 jam perjalanan tiba-tiba ban mobilnya meletus. Cindy beranggapan peristiwa ini disebabkan perubahan suhu sehingga ban mengalami peningkatan tekanan. Hal tersebut sesuai dengan hukum Gay-Lussac. Bagaimana pendapatmu mengenai pernyataan Cindy?
- A. Pernyataan benar, dan hukum yang digunakan benar
  - B. Pernyataan benar, tapi hukum yang digunakan salah
  - C. Pernyataan salah, dan hukum yang digunakan salah
  - D. Pernyataan salah, tapi hukum yang digunakan benar
  - E. Semua pernyataan salah
5. Setiap tahun festival balon udara dilaksanakan di Eropa. Semua balon udara diharuskan memenuhi persyaratan terbang yang baik. Salah satu alasannya adalah menggunakan pemanas berkualitas. Fokus permasalahan pada peristiwa tersebut adalah?
- A. Pemilihan sumber panas yang baik, agar memberikan pengaruh terhadap peningkatan tekanan sesuai dengan konsep gas ideal
  - B. Pemilihan sumber panas yang baik, agar memberikan pengaruh terhadap tekanan tetapi tidak sesuai dengan konsep gas ideal
  - C. Pemilihan sumber panas yang baik tidak memberikan pengaruh apapun terhadap balon udara

- D. Pemilihan sumber panas yang baik sesuai dengan konsep gas ideal yang dapat membuat tekanan menurun
  - E. Pemilihan sumber panas yang baik tidak sesuai dengan konsep gas ideal yang dapat membuat tekanan menurun
6. Suatu gas ditempatkan dalam suatu sistem terisolasi. ketika suhu gas tersebut diturunkan dari  $127^{\circ}\text{C}$  menjadi  $27^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan konstan maka volumenya menjadi 6 L. Berapa volume gas sebelum suhunya diturunkan...
- A. 4,5 L
  - B. 28 L
  - C. 8 L
  - D. 1,3 L
  - E. 2,5 L
7. Gas ideal terdapat di dalam ruangan tertutup dengan volume  $V$ , tekanan  $P$  dan suhu  $T$ . Hitunglah tekanan gas yang berada pada sistem tersebut agar volumenya mengalami perubahan menjadi  $\frac{1}{2}$  kali semula dan suhunya meningkat menjadi 4 kali semula..
- A.  $8 P_1$
  - B.  $2 P_1$
  - C.  $\frac{1}{2} P_1$
  - D.  $\frac{1}{4} P_1$
  - E.  $\frac{1}{8} P_1$
8. Suatu gas ideal mula-mula menempati ruang yang volumenya 0,5 L dengan suhu  $27^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Jika suhu gas ditingkatkan menjadi  $327^{\circ}\text{C}$  dan tekanannya menjadi 2 atm maka volumenya menjadi...
- A. 0,5 L
  - B. 2 L
  - C. 1 L

- D. 3 L
  - E. 0,2 L
9. Jika terdapat suatu gas ideal sebanyak 4 liter memiliki tekanan 1,5 atm dan suhu 27 °C. hitunglah tekanan gas tersebut jika suhunya meningkat menjadi 47 °C dan volumenya menjadi 3,2 liter ...
- A. 18 atm
  - B. 1 atm
  - C. 1,7 atm
  - D. 2 atm
  - E. 19 atm
10. Rendi mengobservasi gas dalam tabung tertutup. Ketika suatu gas dalam volume konstan dan suhu dinaikkan, maka tekanan gas mengecil. Hasil observasi tersebut menunjukkan bahwa...
- A. Berlaku hukum Gay-Lussac, tekanan berbanding terbalik dengan suhu pada volume konstan
  - B. Berlaku hukum Boyle, tekanan berbanding terbalik dengan suhu pada volume konstan
  - C. Berlaku hukum Charles, tekanan berbanding terbalik dengan suhu pada volume konstan
  - D. Berlaku hukum Gay-Lussac, tekanan berbanding lurus dengan suhu pada volume konstan
  - E. Berlaku hukum Boyle, tekanan berbanding lurus dengan suhu pada volume konstan
11. Indi melakukan observasi untuk membandingkan gas helium dan gas nitrogen pada suhu yang sama. Hasil observasi menunjukkan bahwa gas helium memiliki massa molekul yang lebih kecil dibandingkan dengan massa molekul gas nitrogen. Bagaimana kesimpulan hasil observasi tersebut?



- A. Kecepatan rata-rata molekul gas helium lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan rata-rata molekul gas nitrogen
  - B. Kecepatan rata-rata molekul gas helium lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan rata-rata molekul gas nitrogen
  - C. Kecepatan rata-rata molekul gas helium sama dengan kecepatan rata-rata molekul gas nitrogen
  - D. Kecepatan rata-rata molekul gas helium lebih dari sama dengan dengan kecepatan rata-rata molekul gas nitrogen
  - E. Semua jawaban salah
12. Setiap jenis gas yang dipanaskan akan mengalami pemuaiian. Suatu saat Alex mengisi balon A menggunakan gas dengan volume 2 liter pada tekanan 1 atm dan suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . kemudian volume dinaikkan agar mencapai 4 liter pada suhu yang sama, maka tekanan gas pada balon A menjadi?
- A. 0,5 atm
  - B. 1 atm
  - C. 1,5 atm
  - D. 2 atm
  - E. 1,25 atm
- 13.



Ketika tika merasa lapar saat tengah malam, ia menghangatkan sisa makanan menggunakan *microwave*. Agar makanannya cepat hangat, ia

menaikkan suhu menjadi 3 kali dari suhu semula. Berapakah tekanan yang bekerja pada *microwave*?

- A.  $3 P_1$
- B.  $6 P_1$
- C.  $1/3 P_1$
- D.  $9 P_1$
- E.  $1/9 P_1$

14. Dua massa gas ideal memiliki volume yang sama dan terdapat dalam wadah yang sama pada suhu yang sama. Jika gas pertama memiliki massa ( $m_1$ ) lebih kecil dari massa gas kedua ( $m_2$ ), maka dapat disimpulkan bahwa...
- A. Kecepatan rata-rata molekul gas pertama lebih kecil dari pada gas ideal kedua
  - B. Kecepatan rata-rata molekul gas pertama lebih besar dari pada gas kedua
  - C. Gas pertama dan gas kedua memiliki kecepatan rata-rata molekul yang sama
  - D. Kecepatan rata-rata molekul gas pertama lebih dari sama dengan molekul kedua
  - E. Semua pernyataan salah
15. Dalam sebuah tabung berisi gas. Jika suhu gas dinaikkan, maka...
- A. Rata-rata jarak antara molekul gas ideal akan meningkat
  - B. Kecepatan rata-rata gas ideal akan menurun
  - C. Tekanan gas ideal akan semakin menurun
  - D. Energi kinetik rata-rata molekul gas ideal semakin meningkat
  - E. Energi kinetik rata-rata molekul gas ideal semakin menurun

16. Dani ingin mengikuti lomba udara. Ia berencana membeli beberapa alat yang mendukung seperti mesin pemanas. Namun, Dani bingung bagaimana menentukan pemanas yang baik, apakah yang paling banyak menghasilkan panas atau tidak. Ia kemudian menyimpulkan bahwa tidak perlu mesin yang paling banyak menghasilkan panas. Karena akan menyebabkan di sekitar balon menjadi panas dan boros energi. Selain itu, ada bantuan dorongan angin sehingga balon udara dapat melayang ke atas. Apakah yang dilakukan Dani sudah tepat?
- A. Ya, karena tidak perlu pemanas yang baik untuk membantu balon udara melayang
  - B. Ya, karena pemanas tidak mempengaruhi kinerja balon udara melayang
  - C. Tidak, diperlukan pemanas yang baik untuk meningkatkan suhu hingga tekanan tertentu untuk membantu balon udara melayang
  - D. Tidak, karena dorongan angin dapat membantu balon udara melayang
  - E. Semua pernyataan benar
17. Riko melakukan percobaan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap tekanan gas. Hasil percobaan menunjukkan saat suhu gas dinaikkan, tekanan gas mengalami peningkatan. Berdasarkan asumsi kecepatan relative gas, maka...
- A. Molekul gas bergerak lebih lambat ketika suhu gas menurun
  - B. Molekul gas bergerak lebih cepat ketika gas menurun
  - C. Molekul gas bergerak lebih cepat ketika suhu gas naik
  - D. Molekul gas bergerak lambat ketika suhu gas naik

- E. Semua pernyataan salah
18. Erina melakukan percobaan untuk menghitung energi dalam dua jenis gas dengan jumlah mol yang sama. Hasil percobaan menunjukkan ketika gas A dan B berada pada suhu yang sama, maka jumlah energinya juga sama. Ketika gas A mengalami kenaikan suhu, energi dalamnya menjadi lebih besar dari pada gas B. Berdasarkan persamaan energi dalam, apa yang dapat disimpulkan dari percobaan tersebut?
- A. Besar energi dalam gas berbanding terbalik dengan suhunya
  - B. Besar energi dalam gas berbanding lurus dengan suhunya
  - C. Besar energi gas tidak sebanding dengan suhunya
  - D. Besar energi gas lebih besar dari suhunya
  - E. Semua pernyataan salah
19. Dalam mempelajari persamaan gas ideal terdapat sebuah persamaan yaitu  $PV = nRT$ . Persamaan tersebut menyatakan bahwa...
- A. Persamaan matematis yang menggambarkan hubungan antara tekanan, volume, jumlah mol, dan suhu gas
  - B. Persamaan yang hanya berlaku untuk gas yang berada dalam keadaan ideal
  - C. Persamaan yang mengabaikan efek interaksi antar partikel
  - D. Persamaan yang hanya berlaku pada tekanan dan suhu tertentu
  - E. Persamaan yang hanya berlaku tekanan dan volume tertentu
20. Kalian telah mempelajari bahwa setiap benda yang bergerak memiliki energi kinetik. Hubungan energi

kinetik dituliskan dalam persamaan  $\overline{Ek} = \frac{2}{3} T$ .

Persamaan tersebut menyatakan bahwa...

- A. Energi kinetik berbanding lurus terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya membesar.
- B. energi kinetik berbanding terbalik terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya membesar.
- C. energi kinetik berbanding lurus terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas turun, energi kinetiknya membesar.
- D. energi kinetik berbanding lurus terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya mengecil
- E. energi kinetik berbanding terbalik terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya mengecil.



*Lampiran 8 Kunci Jawaban Soal Uji Coba***Kunci Jawaban Soal Uji Coba**

- |     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|
| 1.  | E | 11. | A |
| 2.  | C | 12. | A |
| 3.  | B | 13. | A |
| 4.  | A | 14. | B |
| 5.  | A | 15. | D |
| 6.  | C | 16. | C |
| 7.  | A | 17. | C |
| 8.  | A | 18. | B |
| 9.  | D | 19. | A |
| 10. | A | 20. | A |

## Lampiran 9 Lembar Hasil Uji Coba

LEMBAR HASIL UJI COBA

Nama : JHanna, d.a. d.a. g. No. Absen : 91 No. Absen : 92	Nilai <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">50</div>
---	--

Perikah parikah yang paling tepat dengan menggunakan simbol silang (X) pada parikah A, B, C, D, dan E yang di anggap benar.

No	A	B	C	D	E
1				X	
2				X	
3		X			
4				X	
5	X				
6	X				
7				X	
8	X				
9			X		
10				X	
11					X
12				X	
13					X
14			X		
15		X			
16	X				
17			X		
18		X			
19	X				
20					X

LEMBAR HASIL UJI COBA

Nama : MINTA-LEPRA (YAH) No. Absen : 91 No. Absen : 15	Nilai <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">50</div>
--	--

Perikah parikah yang paling tepat dengan menggunakan simbol silang (X) pada parikah A, B, C, D, dan E yang di anggap benar.

No	A	B	C	D	E
1					X
2			X		
3		X			
4	X				
5		X			
6	X		X		
7		X			
8			X		
9				X	
10					X
11	X				
12		X			
13		X			
14				X	
15				X	
16				X	
17		X			
18		X			
19	X		X		
20	X				





## 2. Tabel Analisis Uji Reliabilitas Skor Butir Soal

**Reliability****Scale: ALL VARIABLES****Case Processing Summary**

		N	%
Cases	Valid	36	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	36	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
.674	14

## 3. Analisis Uji Taraf Kesukaran Skor Butir Soal

No. Soal	B	JS	P	Kriteria
1	17	36	0,472	Sedang
2	13	36	0,361	Sedang
4	21	36	0,583	Sedang
5	23	36	0,639	Sedang
6	27	36	0,75	Mudah
7	23	36	0,639	Sedang
8	21	36	0,583	Sedang
9	23	36	0,639	Sedang
10	24	36	0,667	Sedang
12	22	36	0,611	Sedang
15	22	36	0,611	Sedang
16	19	36	0,528	Sedang
18	26	36	0,722	Sedang
20	18	36	0,5	Sedang

## 4. Analisis Uji Daya Beda Soal

No	BA	JA	PA	BB	JB	PB	DP= PA-PB	Kriteria
1	16	18	0,889	11	18	0,611	0,278	Soal cukup baik
2	13	18	0,722	10	18	0,556	0,166	Soal jelek
4	14	18	0,778	7	18	0,389	0,389	Soal cukup baik
5	14	18	0,778	9	18	0,500	0,278	Soal cukup baik
6	15	18	0,833	12	18	0,667	0,166	Soal jelek
7	14	18	0,778	9	18	0,500	0,278	Soal cukup baik
8	14	18	0,778	7	18	0,389	0,389	Soal cukup baik
9	14	18	0,778	9	18	0,500	0,278	Soal cukup baik
10	16	18	0,889	8	18	0,444	0,445	Soal baik
12	14	18	0,778	8	18	0,444	0,334	Soal cukup baik
15	14	18	0,778	8	18	0,444	0,334	Soal cukup baik
16	12	18	0,667	7	18	0,389	0,278	Soal cukup baik
18	17	18	0,944	9	18	0,500	0,444	Soal baik
20	11	18	0,611	7	18	0,389	0,222	Soal cukup baik

*Lampiran 10* Daftar Nama Siswa Kelas Eksperimen

No.	Kode	Nama
1	UE-1	Adeline yannis honey p
2	UE-2	Ading maulana alkautsar
3	UE -3	Aisha naila zahra
4	UE -4	Akbar prasetyo
5	UE -5	Anisa cahyaningrum
6	UE -6	Anneta lily dharmaji
7	UE -7	Aryan rajendra wresniadi
8	UE -8	Aulia ramadhani kurniastuti
9	UE -9	Aulia syahrianata
10	UE-10	Birela miadeta purita
11	UE-11	Briant evan pangaribuan
12	UE-12	Dafa choirul umam
13	UE-13	Dewi nosa
14	UE-14	Dhirghaam hasyid puspitojati
15	UE-15	Faza muthiurrohman
16	UE-16	Fiki bachtiar
17	UE-17	Gabriella shalisha widyadhana siregar
18	UE-18	Hanif wafiq nur azizah
19	UE-19	Jericho abida pratama
20	UE-20	Kezia indria kumala
21	UE-21	Kinanti hidayah ariftina
22	UE-22	Lintang maulida
23	UE-23	Mikhael aditya rizki
24	UE-24	Moch. Almi mozzariesto
25	UE-25	Nadia marcella irawan
26	UE-26	Nafa isma fattih nur widiana
27	UE-27	Naila freja suryo subagjo
28	UE-28	Najwa putri petrina
29	UE-29	Nathen deandre syallom
30	UE-30	Raditya prasdya twinursito
31	UE-31	Rahmania atalla muhta
32	UE-32	Rifky firmansyah andhika aprilianto

33	UE-33	Tectona hizkia evranza
34	UE-34	Teguh wicaksono
35	UE-35	Tesalonika ayunda pramitha
36	UE-36	Zipora sheillamita rianawati rianto

*Lampiran 11* Daftar Nama Kelas Kontrol

## Daftar Nama Kelas Kontrol

No.	Kode	Nama
1	UK-1	Adinda naila salsabila
2	UK-2	Aldito nova pratama
3	UK-3	Alvanza chandra wardhana
4	UK-4	Aly muhsin atpanovan
5	UK-5	Amanda parahita putri ramadhani
6	UK-6	Angela echa naresti
7	UK-7	Angeline malemita sasikirana
8	UK-8	Angellyna octamulya putri sunarwi
9	UK-9	Annisa zahra ramadhani
10	UK-10	Aqila khairina ramadhani
11	UK-11	Arliana chantika suksma putri wijaya
12	UK-12	Atta surya saputra
13	UK-13	Cahya qolbu latifah
14	UK-14	Chairiansyah najib rizal advani
15	UK-15	Darren bellamy farrell
16	UK-16	Emanuela ciosa regina maheswari
17	UK-17	Laurenasia chelsea mutiara vianney
18	UK-18	Linda nur alif
19	UK-19	Maria annunciata retnawulan paradisti
20	UK-20	Meyfa ruqiyana asniaristi
21	UK-21	Miltiades nathan distya nandana
22	UK-22	Mochamad fajar sidik
23	UK-23	Muhammad rafi byzanorva ramadhan
24	UK-24	Muthia putri pramesti
25	UK-25	Naila atha danti
26	UK-26	Nayla indiradevi
27	UK-27	Rafael ivan drewayoga
28	UK-28	Rezza liliana dewi
29	UK-29	Ridhan harneto putra
30	UK-30	Salfa putri lestari

31	UK-31	Sivanya monica alivia audra
32	UK-32	Toya beningtan yulianto
33	UK-33	Vincentius revant prihatmoko
34	UK-34	Zaki akmal fadhil
35	UK-35	Zhafran aqila billy mubarok
36	UK-36	Zildjian reyvananta



*Lampiran 12 Soal Pre-Test dan Post-Test***SOAL PRE-TEST dan POST-TEST**

<b>Jenjang sekolah</b> : SMA/MA	<b>Alokasi Waktu</b> : 30 menit
<b>Mata pelajaran</b> : Fisika	<b>Jumlah Soal</b> : 14 Soal
<b>Materi pokok</b> : Teori Kinetik Gas	<b>Bentuk soal</b> : Pilihan Ganda
<b>Kelas/Semester</b> : XI/Ganjil	

---

**Petunjuk Pengerjaan Soal:**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal
2. Tuliskan nama, kelas, dan nomor absen anda sebelum mengerjakan soal tes
3. Periksa kelengkapan soal
4. Bacalah soal dengan teliti
5. Pilihlah salah satu jawaban yang anda anggap benar
6. Soal yang harus dikerjakan sebanyak 20 butir
7. Waktu mengerjakan soal 90 menit
8. Kerjakan semua soal yang diberikan
9. Mulailah dengan mengerjakan soal yang dianggap mudah terlebih dahulu
10. Manfaatkan waktu untuk mengerjakan soal secara maksimal
11. Tidak diperkenankan bekerja sama dengan peserta ujian lain
12. Tidak diperbolehkan membuka lembar catatan ataupun sejenisnya saat mengerjakan soal
13. Jika telah selesai mengerjakan soal, periksalah kembali jawaban Anda
14. Pastikan semua soal sudah Anda Kerjakan

**Soal!**

1. Ana mengamati animasi gerak partikel gas dalam ruang tertutup. Hasil pengamatannya berupa:
  - (1) Partikel-partikel zat bergerak lurus dengan laju tetap secara acak
  - (2) Tumbukan yang terjadi antar partikel mengakibatkan partikel-partikel kehilangan sedikit energi
  - (3) Partikel-partikel gas tersebar merata ke seluruh ruangan
  - (4) Tidak berlaku hukum Newton tentang gerak
  - (5) Selang waktu tumbukan antarpartikel sangat singkat

Hasil pengamatannya tersebut merupakan sifat-sifat gas ideal. Bagaimana pendapatmu terhadap hasil pengamatan Ana?

- A. Benar, semua termasuk sifat gas ideal
  - B. Pernyataan 1,2, dan 3 benar
  - C. Pernyataan 3,4, dan 5 benar
  - D. Pernyataan 1,4, dan 5 benar
  - E. Pernyataan 1,3, dan 5 benar
- 
2. Rani memasukkan balon yang sudah ditiup ke dalam suntik seperti pada gambar. Ketika piston ditarik ke luar, balon membesar. Sebaliknya, ketika piston ditekan ke dalam balon tiup mengecil. Rani

menyimpulkan bahwa hal ini sesuai dengan hukum Boyle yaitu..



- A. Tekanan sebanding dengan volume
  - B. Tekanan sama dengan volume
  - C. Tekanan berbanding terbalik dengan volume
  - D. Tekanan lebih kecil dari pada volume
  - E. Semua pernyataan salah
3. Cindy melakukan perjalanan ke Jakarta menggunakan mobil. Setelah 2 jam perjalanan tiba-tiba ban mobilnya meletus. Cindy beranggapan peristiwa ini disebabkan perubahan suhu sehingga ban mengalami peningkatan tekanan. Hal tersebut sesuai dengan hukum Gay-Lussac. Bagaimana pendapatmu mengenai pernyataan Cindy?
- A. Pernyataan benar, dan hukum yang digunakan benar
  - B. Pernyataan benar, tapi hukum yang digunakan salah
  - C. Pernyataan salah, dan hukum yang digunakan salah
  - D. Pernyataan salah, tapi hukum yang digunakan benar
  - E. Semua pernyataan salah

4. Setiap tahun festival balon udara dilaksanakan di Eropa. Semua balon udara diharuskan memenuhi persyaratan terbang yang baik. Salah satu alasannya adalah menggunakan pemanas berkualitas. Fokus permasalahan pada peristiwa tersebut adalah?
  - A. Pemilihan sumber panas yang baik, agar memberikan pengaruh terhadap peningkatan tekanan sesuai dengan konsep gas ideal
  - B. Pemilihan sumber panas yang baik, agar memberikan pengaruh terhadap tekanan tetapi tidak sesuai dengan konsep gas ideal
  - C. Pemilihan sumber panas yang baik tidak memberikan pengaruh apapun terhadap balon udara
  - D. Pemilihan sumber panas yang baik sesuai dengan konsep gas ideal yang dapat membuat tekanan menurun
  - E. Pemilihan sumber panas yang baik tidak sesuai dengan konsep gas ideal yang dapat membuat tekanan menurun
5. Suatu gas ditempatkan dalam suatu sistem terisolasi. ketika suhu gas tersebut diturunkan dari  $127^{\circ}\text{C}$  menjadi  $27^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan konstan maka volumenya menjadi 6 L. Berapa volume gas sebelum suhunya diturunkan...
  - A. 4,5 L
  - B. 28 L
  - C. 8 L
  - D. 1,3 L
  - E. 2,5 L
6. Gas ideal terdapat di dalam ruangan tertutup dengan volume  $V$ , tekanan  $P$  dan suhu  $T$ . Hitunglah tekanan gas yang berada pada sistem tersebut agar volumenya

- mengalami perubahan menjadi  $\frac{1}{2}$  kali semula dan suhunya meningkat menjadi 4 kali semula..
- A.  $8 P_1$
  - B.  $2 P_1$
  - C.  $\frac{1}{2} P_1$
  - D.  $\frac{1}{4} P_1$
  - E.  $\frac{1}{8} P_1$
7. Suatu gas ideal mula-mula menempati ruang yang volumenya 0,5 L dengan suhu  $27^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Jika suhu gas ditingkatkan menjadi  $327^\circ\text{C}$  dan tekanannya menjadi 2 atm maka volumenya menjadi...
- A. 0,5 L
  - B. 2 L
  - C. 1 L
  - D. 3 L
  - E. 0,2 L
8. Jika terdapat suatu gas ideal sebanyak 4 liter memiliki tekanan 1,5 atm dan suhu  $27^\circ\text{C}$ . hitunglah tekanan gas tersebut jika suhunya meningkat menjadi  $47^\circ\text{C}$  dan volumenya menjadi 3,2 liter ...
- A. 18 atm
  - B. 1 atm
  - C. 1,7 atm
  - D. 2 atm
  - E. 19 atm
9. Rendi mengobservasi gas dalam tabung tertutup. Ketika suatu gas dalam volume konstan dan suhu dinaikkan, maka tekanan gas mengecil. Hasil observasi tersebut menunjukkan bahwa...
- A. Berlaku hukum Gay-Lussac, tekanan berbanding terbalik dengan suhu pada volume konstan
  - B. Berlaku hukum Boyle, tekanan berbanding terbalik dengan suhu pada volume konstan

- C. Berlaku hukum Charles, tekanan berbanding terbalik dengan suhu pada volume konstan
  - D. Berlaku hukum Gay-Lussac, tekanan berbanding lurus dengan suhu pada volume konstan
  - E. Berlaku hukum Boyle, tekanan berbanding lurus dengan suhu pada volume konstan
10. Setiap jenis gas yang dipanaskan akan mengalami pemuaiian. Suatu saat Alex mengisi balon A menggunakan gas dengan volume 2 liter pada tekanan 1 atm dan suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . kemudian volume dinaikkan agar mencapai 4 liter pada suhu yang sama, maka tekanan gas pada balon A menjadi?
- A. 0,5 atm
  - B. 1 atm
  - C. 1,5 atm
  - D. 2 atm
  - E. 1,25 atm
11. Dalam sebuah tabung berisi gas. Jika suhu gas dinaikkan, maka...
- A. Rata-rata jarak antara molekul gas ideal akan meningkat
  - B. Kecepatan rata-rata gas ideal akan menurun
  - C. Tekanan gas ideal akan semakin menurun
  - D. Energi kinetik rata-rata molekul gas ideal semakin meningkat
  - E. Energi kinetik rata-rata molekul gas ideal semakin menurun
12. Dani ingin mengikuti lomba udara. Ia berencana membeli beberapa alat yang mendukung seperti mesin pemanas. Namun, Dani bingung bagaimana menentukan pemanas yang baik, apakah yang paling banyak menghasilkan panas atau tidak. Ia kemudian menyimpulkan bahwa tidak perlu mesin yang paling

banyak menghasilkan panas. Karena akan menyebabkan di sekitar balon menjadi panas dan boros energi. Selain itu, ada bantuan dorongan angin sehingga balon udara dapat melayang ke atas. Apakah yang dilakukan Dani sudah tepat?

- A. Ya, karena tidak perlu pemanas yang baik untuk membantu balon udara melayang
  - B. Ya, karena pemanas tidak mempengaruhi kinerja balon udara melayang
  - C. Tidak, diperlukan pemanas yang baik untuk meningkatkan suhu hingga tekanan tertentu untuk membantu balon udara melayang
  - D. Tidak, karena dorongan angin dapat membantu balon udara melayang
  - E. Semua pernyataan benar
13. Erina melakukan percobaan untuk menghitung energi dalam dua jenis gas dengan jumlah mol yang sama. Hasil percobaan menunjukkan ketika gas A dan B berada pada suhu yang sama, maka jumlah energinya juga sama. Ketika gas A mengalami kenaikan suhu, energi dalamnya menjadi lebih besar dari pada gas B. Berdasarkan persamaan energi dalam, apa yang dapat disimpulkan dari percobaan tersebut?
- A. Besar energi dalam gas berbanding terbalik dengan suhunya
  - B. Besar energi dalam gas berbanding lurus dengan suhunya
  - C. Besar energi gas tidak sebanding dengan suhunya
  - D. Besar energi gas lebih besar dari suhunya
  - E. Semua pernyataan salah
14. Kalian telah mempelajari bahwa setiap benda yang bergerak memiliki energi kinetik. Hubungan energi

kinetik dituliskan dalam persamaan  $\overline{Ek} = \frac{2}{3} T$ .

Persamaan tersebut menyatakan bahwa...

- A. Energi kinetik berbanding lurus terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya membesar.
- B. energi kinetik berbanding terbalik terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas naik, energi kinetiknya membesar.
- C. energi kinetik berbanding lurus terhadap temperaturnya. Sehingga, jika temperatur gas turun, energi kinetiknya membes



*Lampiran 14 Kunci Jawaban soal Pretest-Posttest***Kunci Jawaban Soal *Pre-Test* dan *Post-Test***

- |      |       |
|------|-------|
| 1. E | 8. A  |
| 2. C | 9. A  |
| 3. B | 10. A |
| 4. A | 11. B |
| 5. A | 12. D |
| 6. C | 13. C |
| 7. A | 14. C |

Lampiran 13 Lembar Hasil Pretest Kelas Kontrol

LEMBAR HASIL PRETEST (Kelas Kontrol)

Nama	S. M. A. S. S.				No.	21
Kelas	X (Kelas)					
No. Absen	1					

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan menuliskan huruf pilihan (A, B, C, D, dan E) yang di anggap benar.

No.	Pilihan Jawaban				
	A	B	C	D	E
1		X			
2	X				
3			X		
4				X	
5					X
6	X				
7		X			
8			X		
9				X	
10	X				
11					X
12					
13	X				
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

LEMBAR HASIL PRETEST (Kelas Kontrol)

Nama	S. M. A. S. S.				No.	21
Kelas	X (Kelas)					
No. Absen	1					

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan menuliskan huruf pilihan (A, B, C, D, dan E) yang di anggap benar.

No.	Pilihan Jawaban				
	A	B	C	D	E
1			X		
2	X				
3		X			
4			X		
5				X	
6	X				
7		X			
8			X		
9				X	
10	X				
11					X
12					
13	X				
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					





Lampiran 16 Lembar Hasil Post-test Kelas Eksperimen

LEMBAR HASIL HASIL POST-TEST

Nama : Fauzan Fauzan  
 Kelas : XI IPA 1  
 No. Absen : 50

Nilai: 50

Pilihlah jawaban yang paling benar dengan menuliskan huruf A, B, C, D, dan E yang dianggap benar.

No	A	B	C	D	E
1					X
2					X
3	X			X	
4	X				
5	X				
6	X				
7			X		
8					X
9					X
10					X
11					X
12					X
13					X
14					X
15					X
16					X
17					X
18					X
19					X
20					X

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR HASIL HASIL POST-TEST

Nama : Adia Nur Hafid  
 Kelas : XI IPA 1  
 No. Absen : 1

Nilai: 93

Pilihlah jawaban yang paling benar dengan menuliskan huruf A, B, C, D, dan E yang dianggap benar.

No	A	B	C	D	E
1					X
2	X				
3	X				
4	X				
5	X				
6	X				
7	X				
8	X				
9	X				
10	X				
11	X				
12	X				
13	X				
14	X				
15	X				
16	X				
17	X				
18	X				
19	X				
20	X				

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 17 Nilai Pre-Test Kelas Eksperimen dan kelas kontrol

Kode	Kontrol	Kode	Eksperimen
UK-1	50	UE-1	50
UK-2	21	UE-2	57
UK-3	50	UE -3	64
UK-4	43	UE -4	21
UK-5	50	UE -5	43
UK-6	36	UE -6	43
UK-7	43	UE -7	50
UK-8	50	UE -8	57
UK-9	50	UE -9	64
UK-10	36	UE-10	57
UK-11	43	UE-11	64
UK-12	43	UE-12	50
UK-13	36	UE-13	57
UK-14	36	UE-14	43
UK-15	57	UE-15	43
UK-16	21	UE-16	36
UK-17	21	UE-17	36
UK-18	64	UE-18	50
UK-19	64	UE-19	21
UK-20	57	UE-20	36
UK-21	50	UE-21	43
UK-22	64	UE-22	43

UK-23	43	UE-23	36
UK-24	64	UE-24	21
UK-25	43	UE-25	36
UK-26	57	UE-26	43
UK-27	36	UE-27	50
UK-28	57	UE-28	21
UK-29	43	UE-29	57
UK-30	43	UE-30	36
UK-31	36	UE-31	43
UK-32	43	UE-32	43
UK-33	21	UE-33	36
UK-34	21	UE-34	21
UK-35	21	UE-35	36
UK-36	36	UE-36	21
Jumlah	1549	Jumlah	1529
Rata-rata	43	Rata-rata	42
Max	64	Max	64
Min	21	Min	21

*Lampiran 18* Nilai *Post-Test* Kelas Eksperimen dan kelas kontrol

Kode	Kontrol	Kode	Eksperimen
UK-1	86	UE-1	93
UK-2	50	UE-2	79
UK-3	86	UE -3	93
UK-4	71	UE -4	50
UK-5	79	UE -5	71
UK-6	57	UE -6	71
UK-7	64	UE -7	71
UK-8	86	UE -8	79
UK-9	86	UE -9	93
UK-10	57	UE-10	86
UK-11	71	UE-11	93
UK-12	71	UE-12	86
UK-13	57	UE-13	86
UK-14	64	UE-14	79
UK-15	93	UE-15	79
UK-16	50	UE-16	71
UK-17	57	UE-17	71
UK-18	93	UE-18	79
UK-19	93	UE-19	50
UK-20	79	UE-20	64



UK-21	71	UE-21	79
UK-22	64	UE-22	71
UK-23	79	UE-23	64
UK-24	79	UE-24	64
UK-25	71	UE-25	64
UK-26	71	UE-26	86
UK-27	64	UE-27	93
UK-28	79	UE-28	64
UK-29	71	UE-29	93
UK-30	71	UE-30	64
UK-31	79	UE-31	79
UK-32	79	UE-32	79
UK-33	57	UE-33	57
UK-34	57	UE-34	57
UK-35	57	UE-35	64
UK-36	64	UE-36	57
Jumlah	2564	Jumlah	2679
Rata-rata	71	Rata-rata	74
Max	93	Max	93
Min	50	Min	50

*Lampiran 19* Uji Homogenitas Tahap Awal Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

8

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil belajar siswa	Based on Mean	.002	1	70	.988
	Based on Median	.010	1	70	.921
	Based on Median and with adjusted df	.010	1	69.988	.921
	Based on trimmed mean	.002	1	70	.988

*Lampiran 20 Uji Normalitas Tahap Awal Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen*

<b>Tests of Normality</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
prekontrol	.138	36	.080	.921	36	.014
poskontrol	.126	36	.160	.944	36	.067
preeksperimen	.142	36	.064	.923	36	.016
posteksperimen	.140	36	.071	.937	36	.042

a. Lilliefors Significance Correction

<b>Descriptives</b>							
		Statistic	Std. Error				
prekontrol	Mean	43.03	2.198				
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.56				
		Upper Bound	47.49				
	5% Trimmed Mean	43.09					
	Median	43.00					
	Variance	173.971					
	Std. Deviation	13.190					
	Minimum	21					
	Maximum	64					
	Range	43					
	Interquartile Range	14					
	Skewness	-.220	.393				
	Kurtosis	-.619	.768				
preeksperimen	Mean	42.44	2.152				
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.08				
		Upper Bound	46.81				
	5% Trimmed Mean	42.44					
	Median	43.00					
	Variance	166.654					
	Std. Deviation	12.909					
	Minimum	21					
	Maximum	64					
	Range	43					
	Interquartile Range	14					
	Skewness	-.192	.393				
	Kurtosis	-.624	.768				

*Lampiran 21 Uji Homogenitas Tahap Akhir Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen*

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
hasil belajar siswa	Based on Mean	279	1	70	.999
	Based on Median	304	1	70	.983
	Based on Median and with adjusted df	304	1	69.623	.983
	Based on trimmed mean	283	1	70	.998

## Lampiran 22 Uji Normalitas Tahap Awal Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

postkontrol	Mean		71.19	2.050
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	67.03	
		Upper Bound	75.36	
	5% Trimmed Mean		71.16	
	Median		71.00	
	Variance		151.361	
	Std. Deviation		12.303	
	Minimum		50	
	Maximum		93	
	Range		43	
	Interquartile Range		20	
	Skewness		.105	.393
	Kurtosis		-.910	.768
posteksperimen	Mean		74.42	2.129
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	70.10	
		Upper Bound	78.74	
	5% Trimmed Mean		74.74	
	Median		75.00	
	Variance		163.107	
	Std. Deviation		12.771	
	Minimum		50	
	Maximum		93	
	Range		43	
	Interquartile Range		22	
	Skewness		-.111	.393
	Kurtosis		-.902	.768

*Lampiran 23 Uji Hipotesis Post-Test kelas kontrol dan Eksperimen*

Paired Samples Statistics				
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Post-Test Eksperimen	74.40	38	12.731	2.139
Kontrol	71.18	38	12.823	2.080

Paired Samples Correlations			
	Post-Test Eksperimen	Post-Test Kontrol	Correlation
Post-Test Eksperimen & Kontrol	38	122	.479

Paired Samples Test									
	Paired Samples Statistics	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper	t	df	
Post-Test Eksperimen - Kontrol	3.222	16.819	1.776	-2.465	6.945	5.186	.05	36	

### Lampiran 24 Uji N-Gain Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Ngain Kontrol

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	38	.00	.84	.5095	.17062
NGain_Persien	38	.00	83.72	90.5513	17.08162
Valid N (listwise)	38				

Ngain Eksperimen

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	38	.33	.88	.5777	.15179
NGain_Persien	38	32.81	86.00	67.7692	15.17891
Valid N (listwise)	38				

## Lampiran 25 Uji N-Gain Per Indikator Kelas Kontrol

### a. Aspek 1

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	36	.00	1.00	.5145	.26333
NGain_Percent	36	.00	100.00	51.4757	26.33323
Valid N (listwise)	36				

### b. Aspek 2

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	21	.00	1.00	.5714	.50709
NGain_Percent	21	.00	100.00	57.1429	50.70928
Valid N (listwise)	21				

### c. Aspek 3

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	33	.00	1.00	.5495	.48695
NGain_Percent	33	.00	100.00	54.5455	48.69538
Valid N (listwise)	33				

### d. Aspek 4

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	31	.00	1.00	.4194	.41022
NGain_Percent	31	.00	100.00	41.9355	41.02189
Valid N (listwise)	31				

### e. Aspek 5

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	21	.00	1.00	.5238	.51177
NGain_Percent	21	.00	100.00	52.3810	51.17663
Valid N (listwise)	21				



## Lampiran 26 Uji N-Gain Per Indikator Kelas Eksperimen

Aspek 1

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	36	-.19	1.00	.6200	.22534
NGain_Persen	36	19.35	100.00	61.9975	22.53392
Valid N (listwise)	36				

Aspek 2

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	22	.00	1.00	.5495	.50965
NGain_Persen	22	.00	100.00	54.5495	50.96472
Valid N (listwise)	22				

Aspek 3

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	32	-1.00	1.00	.4531	.51367
NGain_Persen	32	-100.00	100.00	45.3125	51.36739
Valid N (listwise)	32				

Aspek 4

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	32	.00	1.00	.5312	.43879
NGain_Persen	32	.00	100.00	53.1250	43.87942
Valid N (listwise)	32				

Aspek 5

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Score	24	.00	1.00	.5000	.51075
NGain_Persen	24	.00	100.00	50.0000	51.07539
Valid N (listwise)	24				



*Lampiran 27* Dokumentasi Pembelajaran



Gambar 1. Diskusi siswa kelas eksperimen menggunakan LKPD



Gambar 2. Perwakilan kelompok presentasi hasil diskusi



Gambar 3. Siswa kelas eksperimen melakukan  
*Post-Test*



Gambar 4. Pembelajaran kelas kontrol



Gambar 5. Siswa kelas kontrol mengerjakan *Post-Test*



Gambar 6. Siswa Kelas Uji Coba mengerjakan Soal Uji Coba

## Lampiran 28 Surat Keterangan Izin Riset UIN Walisongo



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jalan. Dr. Husein Rini 1, Semarang 50132  
Email: info@uinsw.ac.id, 021-76611000, 021-76611001

Nomor : B.2145/UH.10.AA/SP.01.08/01/2023 Semarang, 16 Maret 2023  
Lampiran : Proposal Skripsi  
Judul : Pemeliharaan Etno Riset

Kepada Yth,  
Kepala Cabang Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Wilayah I  
Provinsi Jawa Tengah,  
di tempat.

Assalamu'alaikum Bir. Wb.

Dibertahukan dengan hormat dalam rangka pemuliaan skripsi Prodi Pendidikan Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, bersama ini kami sampaikan suratnya :

Nama : Eva Dwi Mulyani  
NPM : 11708066249

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi Pendidikan Fisika.

Judul Skripsi : Penerapan Pendekatan STEM Berbasis UKPD Berbasis PTT pada  
Papan Tercat Kinetik Gas untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis  
Siswa Kelas XI SMA Negeri 15 Semarang.

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Andi Fustian, M.Sc  
2. Hartono, M.Sc

Untuk melaksanakan riset di sekolah SMA Negeri 15 Semarang yang akan dilaksanakan  
tanggal 20 Maret 2023 – 18 April 2023, maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa  
diakses.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum W. Wb.



Tembusan Yth.  
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo ( sebagai laporan )  
2. Arsip





PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH  
DINAS PENDIDIKAN DAN KEMAHAYARAN  
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 15  
SEMARANG

Jalan Endangmuda Raya No. 15 Semarang, Kode Pos 50131 Telp. (021) 4719171  
Faksimili (021) 4718840, Email: smn15@disdik.jateng.go.id, Web site: smn15@smn15.sch.id

**SURAT KETERANGAN**

Nomor: 070 / 2022 / 2023

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 15 Semarang, menerangkan bahwa:

Nama	EVA DWIHETYANI
NIDN	270606000
Fakultas / Program Studi	PENDIDIKAN FISIKA, S-1
Perguruan Tinggi	EIN WALISONGO SEMARANG
Jenis Penelitian	Penelitian Pendidikan STEM Berbasis LQTP Model P4Y Pada Nisam Tani Klatik Gas Bumi Menggunakan Komposisi Berpaku Kalis Sawa Kelas XI SMAN 15 Semarang

Informasi tersebut telah benar – benar dilaksanakan Penelitian dalam rangka penelitian Skripsi di SMA Negeri 15 Semarang pada tanggal 09 Maret 2023 sampai dengan tanggal 19 April 2023.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



## Lampiran 31 Surat Keterangan Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Harna kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185

Semarang, 9 Oktober 2023

Nomor : B-7592/UN.15.R/6/DA.04.09/10/2023

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth. :

1. Dr. Andi Fadlan, M.Sc
2. Hartono, M.Sc

di Semarang

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Eva Devi Mulyani

NIM : 1708066049

Judul : Persepsi Pendekatan STEM berbantuan LKPD Berbasis PTT pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA N 15 Semarang

Dan menunjuk Saudara :

1. Dr. Andi Fadlan, M.Sc
2. Hartono, M.Sc

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini diuraikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

A.n Dekan  
Ketera Jurusan Pendidikan Fisika

Dr. Joku Budi Paernemo, M.Pd.  
NIP. 19760214 200801 1 001

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip



*Lampiran 33* Daftar Riwayat Hidup**Riwayat Hidup**

## A. Identitas Diri

1. Nama lengkap :Eva Dwi Mulyani
2. Tempat, Tanggal Lahir :Jepara, 13 Juni 1999
3. Alamat :Muryolobo RT 01 RW 01  
Kecamatan Nalumsari,  
Kabupaten Jepara
4. Email : [evadmlyn13@gmail.com](mailto:evadmlyn13@gmail.com)

## B. Riwayat Pendidikan

1. SD N 2 Muryolobo (Lulus tahun 2011)
2. SMP N 2 Nalumasari (Lulus tahun 2014)
3. SMA N 1 Gebog Kudus (Lulus tahun 2017)

Semarang, 9 Oktober 2023



Eva Dwi Mulyani

NIM. 1708066049

