

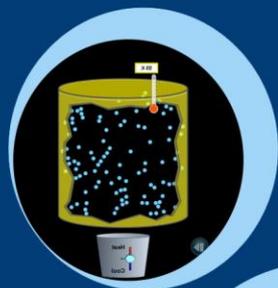


TEORI KINETIK GAS

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Berbasis Laboratorium Virtual

UNTUK SMA/MA
KELAS XI
SEMESTER 1



HIKMAH HANDAYANI
Dra. NURULWATI, M.Pd.
NURHAYATI, S.Si., M.Si.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan **Penyusunan Perangkat Pembelajaran Berbasis Laboratorium Virtual Pada Materi Teori Kinetik Gas** untuk kelas XI SMA/MA semester ganjil. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Ibu Dra. Nurulwati, M.Pd. dan Ibu Nurhayati, S.Si., M.Si., yang telah berkontribusi dengan memberikan sumbangan baik ide, gagasan, dan pikirannya. Ucapan terima kasih pula penulis haturkan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan untuk menyelesaikan perangkat pembelajaran ini.

LKPD berbasis laboratorium virtual ini memuat dua simulasi percobaan, berbasis laboratorium virtual yaitu Persamaan Gas Ideal dan Energi Kinetik dan Kecepatan Rata-rata Gas Ideal. Melalui LKPD ini, peserta didik diberi kesempatan untuk melakukan kegiatan simulasi percobaan berbasis laboratorium virtual sesuai dengan langkah-langkah model pembelajaran *discovery learning*.

Harapan penulis semoga perangkat pembelajaran berbasis laboratorium virtual ini dapat menambah pengetahuan dan pengalaman khususnya bagi penulis agar dapat lebih baik lagi dalam menyusun perangkat pembelajaran, serta diharapkan dapat berguna bagi pendidik dan peserta didik sehingga memudahkan pembelajaran di kelas. Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan perangkat pembelajaran ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca.

Banda Aceh, 21 Agustus 2020

Penulis,



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... ii

PANDUAN PENGGUNAAN LKPD 1

KERANGKA KONSEP LKPD 5

PETA KONSEP 6

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) 7

RINGKASAN TEORI 1 30

LKPD 1: PERSAMAAN GAS IDEAL 36

RINGKASAN TEORI 2 45

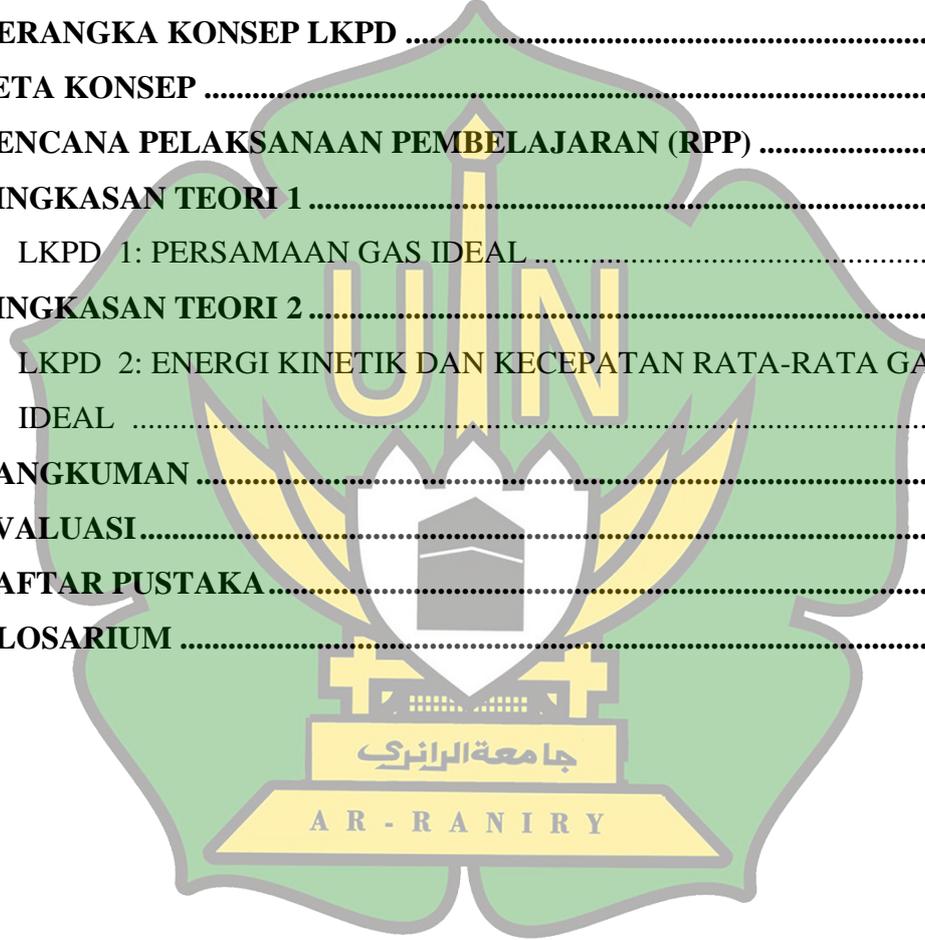
LKPD 2: ENERGI KINETIK DAN KECEPATAN RATA-RATA GAS
IDEAL 51

RANGKUMAN 62

EVALUASI..... 64

DAFTAR PUSTAKA..... 69

GLOSARIUM 70

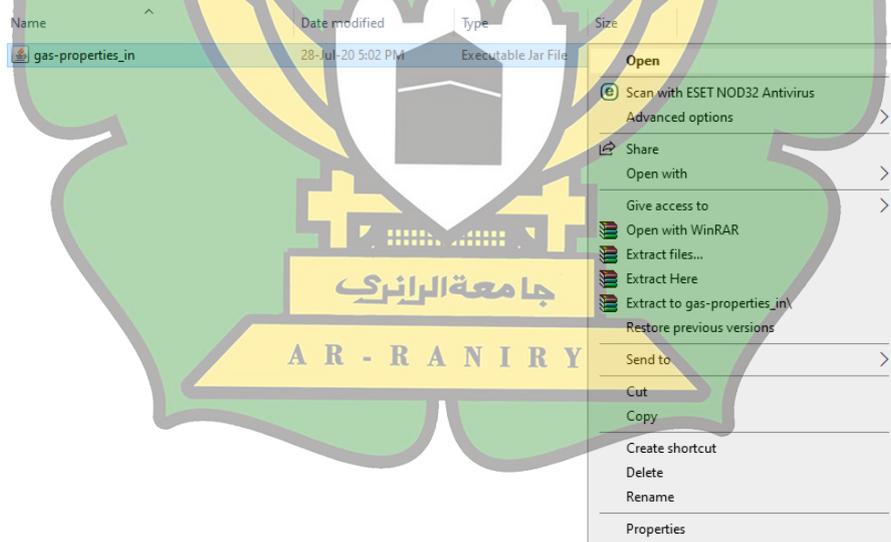




PANDUAN PENGGUNAAN LKPD

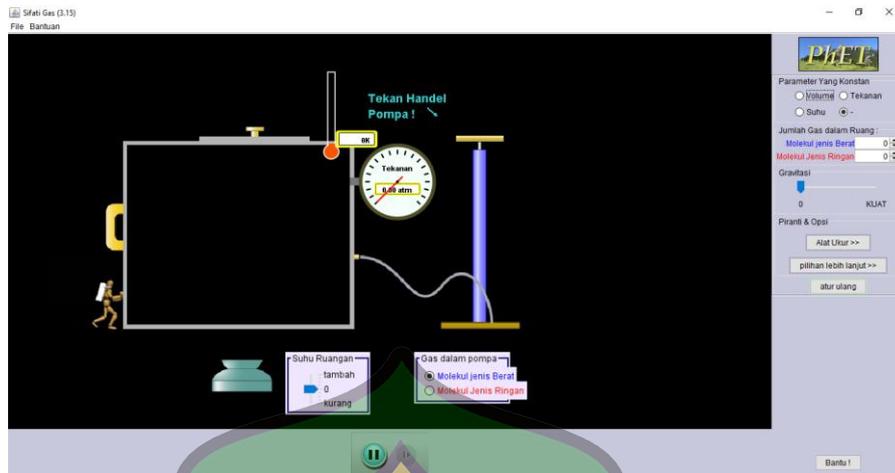
LKPD berbasis laboratorium virtual pada materi Teori Kinetik Gas adalah bagian dari perangkat pembelajaran yang disusun. Laboratorium virtual itu sendiri merupakan tempat terjadinya proses kegiatan eksperimen secara elektronik dengan menggunakan aplikasi atau simulasi pada komputer. Dalam LKPD ini laboratorium virtual yang digunakan adalah Aplikasi PhET Sifat Gas yang diakses secara *offline* setelah diunduh dan dijalankan menggunakan program *Java*. Oleh karena itu, aplikasi ini dapat dijalankan pada komputer yang telah terinstal program *Java*. Berikut ini merupakan pedoman dalam menggunakan aplikasi simulasi virtual.

1. Untuk menjalankan aplikasi PhET Sifat Gas tersebut di komputer, klik dua kali dengan mouse atau bisa juga dengan klik kanan pada aplikasi kemudian pilih *Open*.



Gambar 1 Tampilan aplikasi sebelum dijalankan

2. Lalu muncul tampilan simulasi PhET Sifat Gas di layar komputer/laptop seperti pada gambar 2.



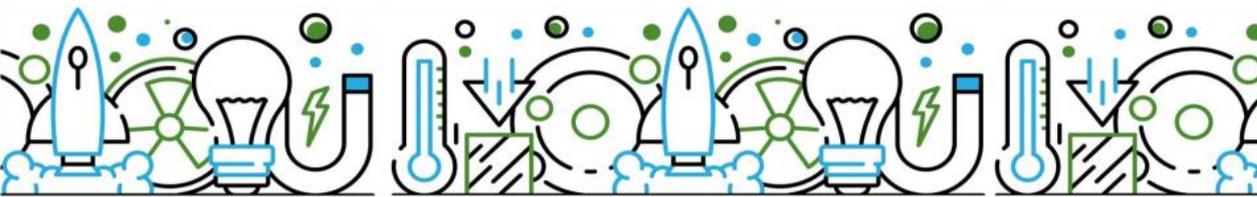
Gambar 2 Tampilan simulasi PhET Sifat Gas

3. Untuk mengisi wadah dengan gas, gunakan handel pompa dengan *men-drag* mouse pada handel pompa ke atas dan ke bawah. Keberadaan gas dalam wadah akan terdeteksi seiring dengan Bergeraknya jarum pada indikator tekanan gas.



Gambar 3 Gas dalam wadah

4. Untuk mengukur volume wadah, harus menggunakan penggaris, namun perlu dimunculkan terlebih dahulu. Klik “Alat Ukur” dan centang “Penggaris”.



Gambar 4 Alat ukur penggaris pada simulasi

 Pengukuran volume wadah hanya pada sisi bagian atas atau bagian bawah wadah. Panjang sisi tersebut menginterpretasikan volume wadah karena sisi kiri dan kanan wadah tidak dapat berubah.

5. Untuk mengubah nilai setiap variabel dalam percobaan,
- Volume wadah, caranya gerakkan dinding kiri wadah dengan men-*drag* menggunakan mouse ke kiri dan ke kanan.
 - Tekanan gas, caranya *drag* mouse pada handel pompa ke atas dan ke bawah.
 - Suhu wadah, caranya *drag* mouse pada tombol “suhu ruangan” ke atas dan ke bawah.



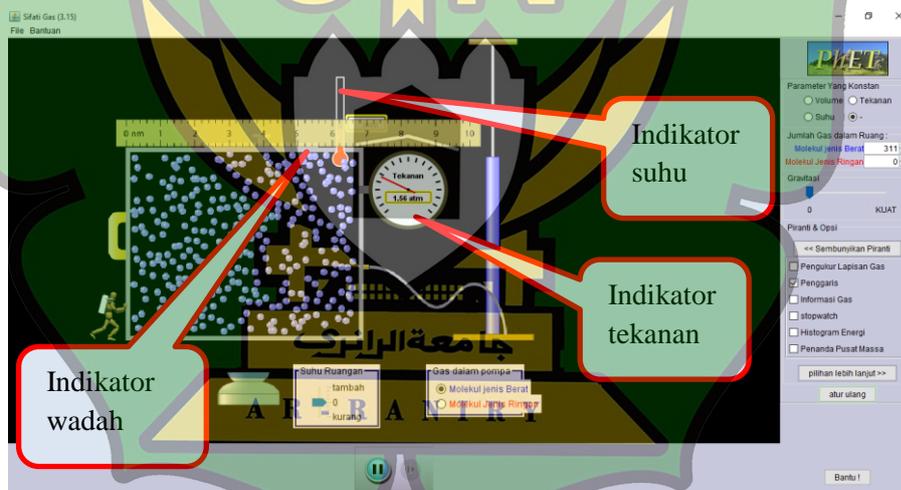
Gambar 5 Pengatur variabel suhu, tekanan, dan volume



Setelah mengubah satu variabel, maka biarkan beberapa saat hingga indikator merespon dan tidak berfluktuasi (tidak berubah-ubah)

6. Untuk mengukur setiap variabel dalam percobaan,

- Volume wadah, caranya lihat pada skala penggaris. Semakin panjang ukuran sisi atas / bawah wadah maka semakin besar nilai volume wadah
- Tekanan gas, caranya lihat pada indikator tekanan gas. Tekanan gas akan semakin meningkat seiring dengan gerakan jarum indikator tekanan gas bergerak ke kanan atau searah dengan arah gerak jarum jam.
- Suhu wadah, caranya lihat pada indikator suhu. Indikator suhu akan terisi dengan warna merah yang semakin terisi penuh ke atas maka suhu juga akan semakin meningkat.



Gambar 6 Indikator suhu, tekanan, dan volume



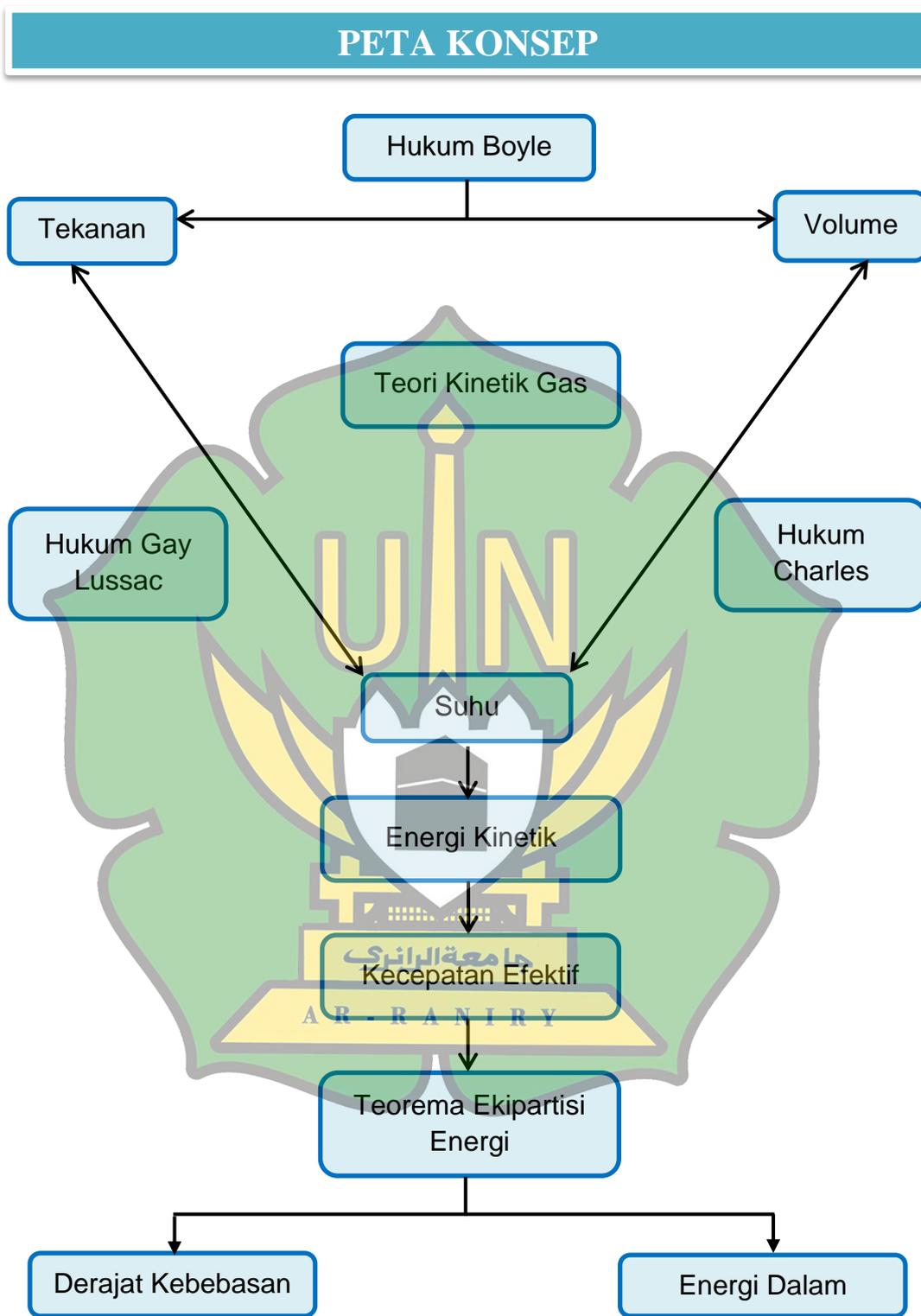


KERANGKA KONSEP LKPD

Penyusunan LKPD berbasis laboratorium virtual pada materi teori kinetik gas adalah perangkat pembelajaran yang dikembangkan mengikuti kurikulum 2013 yang menuntut peserta didik untuk lebih aktif dalam menemukan konsep materi dan adanya kegiatan simulasi percobaan yang melatih siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu, adanya kegiatan diskusi melatih siswa untuk bekerja secara kelompok sehingga siswa tidak hanya mampu bekerja secara individu saja. Pendidik hanya menjadi fasilitator dalam pembelajaran, dalam hal ini pendidik membantu dalam meningkatkan pengetahuan peserta didik sehingga peserta didik lebih mampu mendalami dan mengkaji sendiri pengetahuan yang ingin diketahui.

LKPD ini dikembangkan dengan menggunakan kerangka yang mengacu pada teori konstruktivisme. Penyusunan Perangkat Pembelajaran ini bertujuan agar peserta didik yang menggunakannya dalam proses belajar mengajar akan mengalami proses yang bermakna untuk meningkatkan pemahaman dan aktivitas peserta didik. Partisipasi siswa dalam pembelajaran disebut juga dengan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran karena pada hakikatnya belajar merupakan interaksi siswa dengan lingkungannya. Oleh karena itu untuk mencapai hasil belajar yang optimal perlu adanya keterlibatan atau partisipasi yang tinggi dari siswa selama proses pembelajaran.

Teori konstruktivisme menuntut peserta didik untuk membangun pengetahuan awalnya sendiri dengan bantuan pendidik. Peserta didik dalam proses pembelajaran berusaha menemukan hal baru dan mengkonstruksi pengetahuan melalui pengalaman mereka sesuai dengan hasil pembelajaran yang diperoleh. Melalui kegiatan percobaan berbasis laboratorium virtual yang menarik dan menyenangkan dalam dapat membuat siswa menjadi lebih bersemangat dalam belajar sehingga akan berimbas kepada ketercapaian tujuan pembelajaran.



Gambar 7 Peta Konsep Teori Kinetik Gas



RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : Sekolah Menengah Atas

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/ Ganjil

Materi Pokok : Teori Kinetik Gas

Alokasi Waktu : 4 JP (4x45 Menit)

A. Kompetensi Inti (KI)

KI 1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI 2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

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.

KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.



B. Kompetensi Dasar (KD) dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

No.	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
1.	3.6 Menjelaskan teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup.	<p>Pertemuan I</p> <p>3.6.1 Menjelaskan pengertian Teori Kinetik Gas.</p> <p>3.6.2 Mengkategorikan sifat-sifat gas ideal.</p> <p>3.6.3 Menjelaskan tentang hukum Boyle.</p> <p>3.6.4 Menjelaskan tentang hukum Charles.</p> <p>3.6.5 Menjelaskan tentang hukum Gay Lussac</p> <p>3.6.6 Menjelaskan tentang hukum Boyle-Gay Lussac.</p> <p>3.6.7 Menjelaskan persamaan gas ideal.</p> <p>Pertemuan II</p> <p>3.6.9 Menjabarkan persamaan tekanan gas ideal.</p> <p>3.6.10 Menjabarkan persamaan energi kinetik rata-rata gas ideal.</p> <p>3.6.11 Menjabarkan persamaan kecepatan efektif gas ideal.</p> <p>3.6.12 Menjelaskan teorema ekipartisi energi.</p>
2.	4.6 Menyajikan karya yang berkaitan dengan teori kinetik gas dan makna fisisnya.	<p>Pertemuan I</p> <p>4.6.1 Melakukan percobaan tentang persamaan gas ideal berbasis laboratorium virtual (<i>PhET Simulation</i>).</p> <p>Pertemuan II</p> <p>4.6.2 Melakukan percobaan tentang energi kinetik dan kecepatan rata-</p>



No.	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
		rata berbasis laboratorium virtual (<i>PhET Simulation</i>).

C. Tujuan Pembelajaran

Pertemuan I

Setelah mengikuti serangkaian kegiatan pembelajaran peserta didik dapat:

1. Menjelaskan pengertian teori kinetik gas ideal.
2. Mengkategorikan sifat-sifat gas ideal.
3. Menjelaskan tentang hukum Boyle
4. Menjelaskan tentang hukum Charles.
5. Menjelaskan tentang hukum Gay Lussac.
6. Menjelaskan tentang hukum Boyle-Gay Lussac
7. Menjelaskan persamaan gas ideal.
8. Melakukan percobaan tentang persamaan gas ideal berbasis laboratorium virtual (*PhET Simulation*).

Pertemuan II

Setelah mengikuti serangkaian kegiatan pembelajaran peserta didik dapat:

1. Memformulasikan tekanan gas ideal.
2. Memformulasikan teneerji kinetik rata-rata gas ideal.
3. Memformulasikan kecepatan efektif gas ideal.
4. Menjelaskan teorema ekipartisi energi.
5. Melakukan percobaan tentang energi kinetik dan kecepatan rata-rata berbasis laboratorium virtual (*PhET Simulation*).

D. Media, Alat, dan Sumber Belajar

Media : LKPD, buku cetak, Simulasi PhET

Alat : Laptop/komputer, alat tulis, proyektor

Sumber Belajar :

- Bambang Haryadi, 2009, *Buku Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*, Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.



- Bambang Ruwanto, 2017, *Buku Fisika SMA Kelas XI Cetakan Kedua*, Jakarta: Yudhistira.
- Marthen Kanginan, 2013, *Buku Fisika SMA/MA Kelas XI*, Jakarta: Erlangga.
- Ni Ketut Lasmi, 2008, *Seri Pendalaman Materi Fisika Untuk SMA/MA*, Jakarta: Erlangga.
- Pujiyanto, dkk., 2016, *Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*, Klaten: PT Intan Pariwara.

E. Langkah-langkah Pembelajaran

Pertemuan I

Langkah-langkah Pembelajaran <i>Discovery learning</i>	Kegiatan Peserta Didik	Waktu
Kegiatan Awal		
Langkah persiapan	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersiap dan menjawab salam yang diberikan oleh guru dan menyiapkan diri untuk mulai belajar. • Peserta didik membaca doa sebelum memulai pembelajaran. • Peserta didik menjawab absen saat guru memeriksa kehadiran peserta didik. 	10 menit
Apersepsi	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab apersepsi yang ditanyakan guru: A R - R A N I R Y “Pernahkah kalian melihat tabung gas elpiji? Apa saja kandungan di dalamnya? Coba kalian sebutkan. Apa yang kalian ketahui tentang gas? Bagaimana pergerakan dari molekul-molekul gas?” 	
Motivasi	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mendengarkan motivasi yang disampaikan oleh guru tentang pemanfaatan gas dalam kehidupan sehari-hari. • Peserta didik mendengarkan tujuan pembelajaran yang akan dipelajari. 	



Kegiatan Inti		
<i>Stimulation</i>	<p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik duduk dengan kelompok yang telah dibagikan guru secara heterogen. • Setiap kelompok mendapat LKPD yang dibagikan oleh guru. • Peserta didik mengamati demonstrasi yang dilakukan oleh guru berupa simulasi PhET. <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 8 Simulasi Fasa Gas Sumber: Tampilan simulasi PhET</p> </div> <p>Menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bertanya mengenai demonstrasi yang telah diamati. 	70 menit
<i>Problem statement</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mendengarkan penyampaian masalah oleh guru. • Peserta didik menuliskan hipotesis/jawaban sementara terkait masalah yang disampaikan oleh guru. 	
<i>Data Collection</i>	<p>Mengeksplorasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik membaca LKPD 1 sesuai dengan arahan dari guru. • Peserta didik melakukan percobaan berbasis laboratorium virtual. • Peserta didik dibimbing oleh guru mencatat 	



	semua informasi yang berkaitan dan mengisi tabel data pengamatan.	
Data Processing	Mengasosiasi <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi mengolah data hasil percobaan sesuai LKPD 1. 	
Verification	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mendiskusikan hasil pengamatannya dan memverifikasi hipotesis yang ditetapkan. 	
Generalization	Mengomunikasikan <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mewakili kelompoknya mempresentasikan hasil kerja kelompok secara klasikal. • Peserta didik dari kelompok lain memberikan tanggapan terhadap kelompok yang mempresentasikan dan diklarifikasikan oleh guru. • Peserta didik bersama guru menyimpulkan hasil percobaan. 	
Kegiatan Akhir		
	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengulang kembali pembelajaran yang sudah dilakukan • Peserta didik bersama guru menyimpulkan hasil pembelajaran. • Peserta didik mendengar tugas yang diberikan guru yaitu mengulang materi yang telah dipelajari dan mempelajari materi selanjutnya tentang tekanan gas ideal, energi kinetik gas ideal, kecepatan efektif gas ideal, dan teorema ekipartisi energi. 	10 Menit

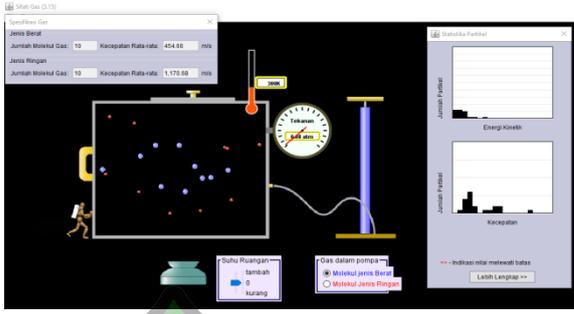


	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik membaca doa penutup majelis dan menjawab salam guru. 	
--	--	--

Pertemuan II

Langkah-langkah Pembelajaran <i>Discovery learning</i>	Kegiatan Peserta Didik	Waktu
Kegiatan Awal		
Langkah persiapan	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersiap dan menjawab salam yang diberikan oleh guru. • Peserta didik membaca doa sebelum memulai pembelajaran. • Peserta didik menjawab absen saat guru memeriksa kehadiran peserta didik. 	10 menit
Apersepsi	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab apersepsi yang ditanyakan guru: <i>“Pernahkah kalian memanaskan air? Apa yang terjadi ketika kita memanaskan air di dataran tinggi? Mengapa air yang dipanaskan di dataran tinggi lebih cepat mendidih? Bagaimana hubungannya dengan tekanan gas?”</i> 	
Motivasi	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mendengarkan motivasi yang disampaikan oleh guru tentang pemanfaatan teori kinetik gas pada proses pernapasan manusia. • Peserta didik mendengarkan tujuan pembelajaran yang akan dipelajari. 	
Kegiatan Inti		
Stimulation	Mengamati <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik duduk dengan kelompok yang telah dibagikan guru secara heterogen. • Setiap kelompok mendapat LKPD yang dibagikan oleh guru. • Peserta didik mengamati demonstrasi yang dilakukan oleh guru yaitu simulasi PhET 	70 menit



	<p>Sifati Gas.</p>  <p>Gambar 9 Simulasi Sifati Gas Sumber: Tampilan simulasi PhET</p>
	<p>Menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bertanya mengenai demonstrasi yang telah diamati.
Problem statement	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mendengarkan penyampaian masalah oleh guru. • Peserta didik menuliskan hipotesis/jawaban sementara terkait masalah yang disampaikan oleh guru.
Data Collection	<p>Mengeksplorasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik membaca LKPD 2 sesuai dengan arahan dari guru. • Peserta didik melakukan percobaan berbasis laboratorium virtual. • Peserta didik dibimbing oleh guru.mencatat semua informasi yang berkaitan dan mengisi tabel data pengamatan.
Data Processing	<p>Mengasosiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi mengolah data hasil percobaan sesuai LKPD 2.
Verification	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mendiskusikan hasil pengamatannya dan memverifikasi hipotesis



	yang ditetapkan.	
<i>Generalization</i>	<p>Mengomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mewakili kelompoknya mempresentasikan hasil kerja kelompok secara klasikal. • Peserta didik dari kelompok lain memberikan tanggapan terhadap kelompok yang mempresentasikan dan diklarifikasikan oleh guru. • Peserta didik bersama guru menyimpulkan hasil percobaan. 	
Kegiatan Akhir		
	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengulang kembali pembelajaran yang sudah dilakukan • Peserta didik bersama guru menyimpulkan hasil pembelajaran. • Peserta didik mendengarkan tugas yang diberikan guru yaitu mengulang materi yang telah dipelajari sebagai persiapan untuk ulangan harian. • Peserta didik membaca doa penutup majelis dan menjawab salam guru. 	10 Menit



F. Penilaian Hasil Pembelajaran

No.	Kompetensi	Teknik Penilaian	Bentuk Penilaian
1.	Pengetahuan	Tes tertulis	Format Penilaian Tugas
2.	Sikap	Observasi	Format pengamatan sikap
3.	Keterampilan	Penilaian kerja	Format pengamatan kinerja

Banda Aceh, 2020

Mengetahui
Kepala Sekolah

Guru Mata Pelajaran Fisika

.....
NIP.

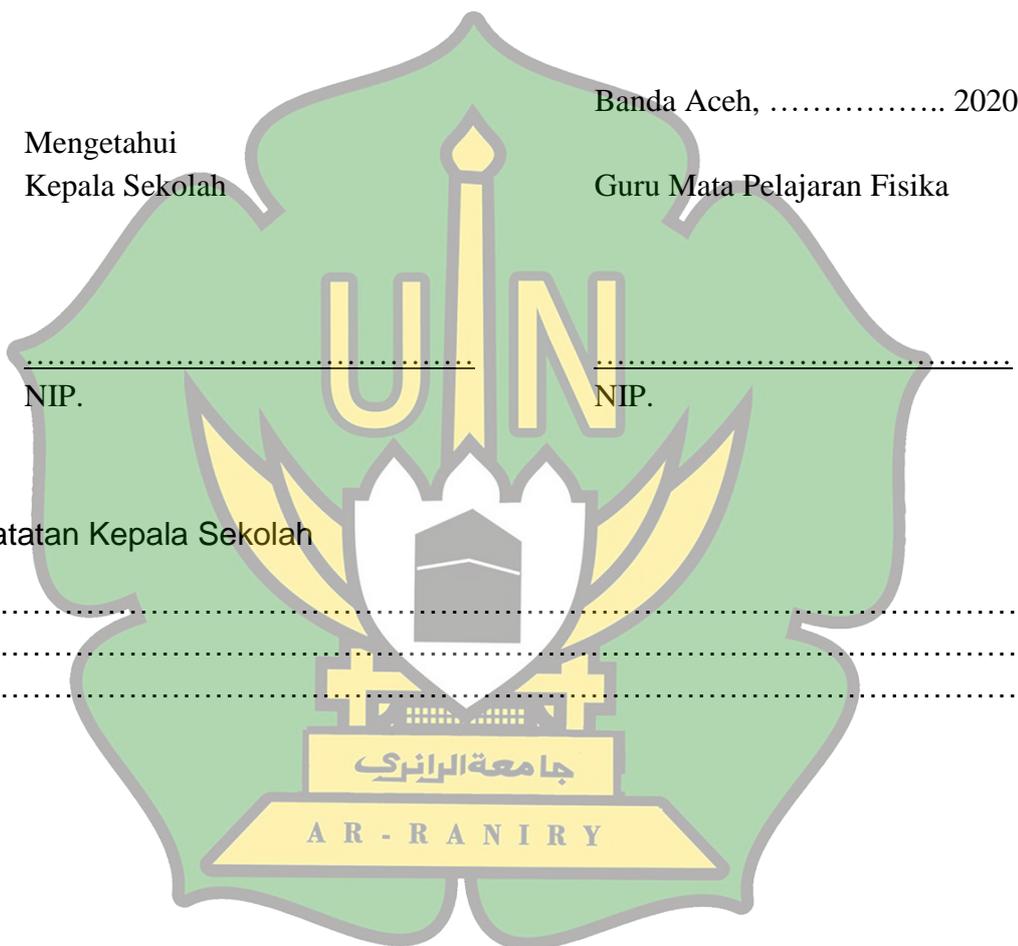
.....
NIP.

Catatan Kepala Sekolah

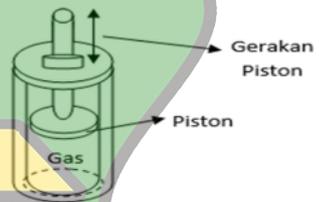
.....

.....

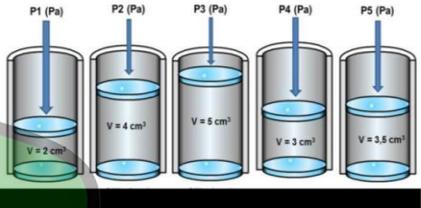
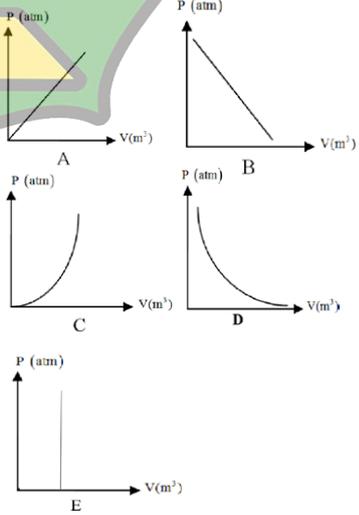
.....



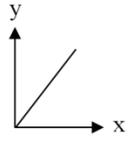
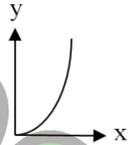
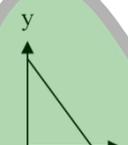
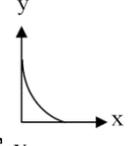
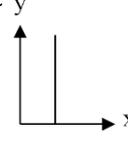


				<p>dengan kuadrat kecepatan partikel gas</p> <p>Pernyataan-pernyataan yang benar adalah . . .</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 dan 2 1 dan 3 1, 2 dan 3 2, 3 dan 4 2 dan 4 	
2	Mengategorikan sifat-sifat gas ideal	Tes tulis	Pilihan ganda	<p>3. Pernyataan berikut ini yang sesuai dengan sifat gas ideal adalah . . .</p> <ol style="list-style-type: none"> gaya tarik-menarik antar partikel gas dianggap bernilai nol. gaya tarik-menarik antar partikel gas sangat kuat. partikel gas bergerak bebas dan teratur. gaya tolak-menolak antar partikel gas tidak dapat diabaikan partikel-partikel gas kadang diam dan kadang bergerak 	5
3.	Menjelaskan tentang hukum Boyle	Tes Tulis	Pilihan ganda	<p>4. Perhatikan gambar di bawah ini!</p>  <p>Gas ideal dalam sistem tertutup dengan suhu yang dijaga konstan. Apabila piston didorong ke bawah sehingga volume gas di dalamnya menjadi setengah, maka . . .</p> <ol style="list-style-type: none"> Tekanan tetap tidak berubah Tekanan akan menjadi dua kali lipat Tekanan akan menjadi setengahnya 	5



				<p>d. Tekanan akan menjadi sepertiganya e. Tekanan akan menjadi tiga kali lipat</p> <p>5. Perhatikan gambar di bawah ini!</p>  <p>1 2 3 4 5</p> <p>Jika suhu gas dijaga konstan, maka piston yang memiliki tekanan gas paling besar dan paling kecil adalah ...</p> <ol style="list-style-type: none"> Piston 1 dan 2 Piston 1 dan 3 Piston 3 dan 4 Piston 4 dan 5 Piston 5 dan 3 <p>6. Grafik yang menyatakan hubungan antara tekanan dan volume pada gas ideal melalui proses isothermal adalah ...</p> 	<p>5</p> <p>5</p>
--	--	--	--	--	-------------------

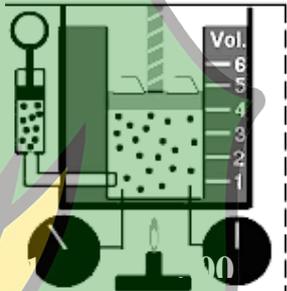


4.	Menjelaskan tentang hukum Charles	Tes tulis	Pilihan Ganda	<p>7. Grafik antara tekanan gas y yang memiliki massa tertentu pada volume tetap sebagai fungsi dari suhu mutlak x adalah . . .</p> <p>a. </p> <p>b. </p> <p>c. </p> <p>d. </p> <p>e. </p>	5
5.	Menjelaskan tentang hukum Gay Lussac	Tes tulis	Pilihan ganda	<p>8. Pernyataan yang benar tentang hukum Gay Lussac adalah . . .</p> <p>a. Suhu suatu gas dijaga konstan, maka tekanan gas akan berbanding terbalik dengan volume</p> <p>b. Tekanan berbanding terbalik dengan energi kinetik partikel gas</p> <p>c. gas yang berada dalam bejana tertutup volume dibuat konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlak</p> <p>d. Tekanan dan volume bernilai konstan</p> <p>e. Semua jawaban benar</p> <p>9. Jika gas ideal dalam sistem tertutup dipanaskan dari temperatur 273 K menjadi 546 K, sedangkan volume gas dipertahankan tetap sehingga tekanan gas dalam sistem tertutup akan menjadi</p>	5



				<p>...</p> <p>a. Seperempat dari tekanan semula</p> <p>b. Setengah dari tekanan semula</p> <p>c. Empat kali dari tekanan semula</p> <p>d. Enam kali dari tekanan semula</p> <p>e. Dua kali dari tekanan semula</p>	
6.	Menjelaskan tentang hukum Boyle-Gay Lussac	Tes tulis	Pilihan ganda	<p>10. Perhatikan hukum-hukum dibawah ini:</p> <p>1) Hukum Boyle</p> <p>2) Hukum Charles</p> <p>3) Hukum Gay Lussac</p> <p>4) Hukum termodinamika</p> <p>Penggabungan hukum dari persamaan $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ ialah...</p> <p>a. 1 dan 2</p> <p>b. 1 dan 3</p> <p>c. 2 dan 4</p> <p>d. 1, 2 dan 3</p> <p>e. 1, 2, 3 dan 4</p>	5
				<p>11. Gas dalam ruang tertutup bersuhu 27°C dan tekanan 6 atm serta volumenya 8 L. Apabila gas dipanasi sampai 77°C, tekanannya naik sebesar 1 atm, maka volume gas akan ...</p> <p>a. Berkurang</p> <p>b. Tetap</p> <p>c. Berkurang 20%</p> <p>d. Bertambah 20%</p> <p>e. Bertambah 12%</p>	5
7.	Menjelaskan persamaan gas ideal	Tes tulis	Pilihan ganda	<p>12. Pernyataan berikut yang sesuai dengan persamaan gas ideal adalah ...</p> <p>a. Tekanan gas sebanding dengan suhu gas tersebut dan berbanding terbalik dengan volume gas</p>	5



				<p>b. Tekanan gas berbanding terbalik dengan kuadrat kecepatan partikel gas</p> <p>c. Tekanan dan volume bernilai konstan</p> <p>d. Tekanan gas dalam sistem tertutup berbanding terbalik dengan energi kinetik partikel gas</p> <p>e. Tekanan gas dalam bejana tertutup bergantung pada massa jenis gas</p>	
				<p>13. Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>Tekanan (atm) Temperatur (K)</p> <p>Udara dalam sistem tertutup bersuhu 300K memiliki tekanan sebesar 1 atm pada volume 4 liter. Apabila tekanan terhadap udara dari piston dijaga konstan, maka apa yang akan terjadi ketika nyala api dimatikan . . .</p> <p>a. Suhu udara di dalamnya akan meningkat</p> <p>b. Piston akan bergerak menuju ke bawah</p> <p>c. Partikel udara akan bergerak lebih cepat</p> <p>d. Piston akan bergerak menuju ke atas</p> <p>e. Energi kinetik partikel udara akan meningkat</p>	5
				<p>14. Suhu gas ideal dalam tabung dirumuskan sebagai $E_k =$</p>	5



				<p>$\frac{3}{2} kT$, T menyatakan suhu mutlak dan $E =$ energi kinetik rata-rata molekul gas. Berdasarkan persamaan di atas . . .</p> <ol style="list-style-type: none"> Semakin tinggi suhu gas, energi kinetiknya semakin kecil Semakin tinggi suhu gas, gerak partikel gas semakin lambat Suhu gas berbanding terbalik dengan energi kinetik gas Suhu gas tidak mempengaruhi gerak partikel gas Semakin tinggi suhu gas, gerak partikel gas semakin cepat <p>15. Pada suhu 27°C sebuah tangki yang mempunyai volume 1,5 L dan berisi gas ideal pada tekanan $2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$. Bila suhunya menjadi 127°C volumenya menjadi 2 Liter maka perubahan tekanan didalam tangki adalah . . .</p> <ol style="list-style-type: none"> $2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ $1,2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ $0,2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ $0,12 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ $0,0 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ 	5
9.	Memformulasikan tekanan gas ideal.	Tes tulis	Pilihan ganda	<p>16. Dalam suatu ruangan terdapat 800 miligram gas dengan tekanana 1 atm. Kelajuan rata-rata partikel tersebut adalah 750 m/s. Jika $1 \text{ atm} = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, maka volume ruangan tersebut adalah . . .</p> <ol style="list-style-type: none"> $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $6,7 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 	5



				d. $1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ e. $6,7 \times 10^{-2} \text{ m}^3$	
10.	Memformulasikan energi kinetik rata-rata gas ideal	Tes tulis	Pilihan ganda	17. Besarnya energi kinetik sebuah atom helium pada suhu 227°C ($k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$) adalah . . . a. $9,25 \times 10^{-21} \text{ J}$ b. $10,25 \times 10^{-21} \text{ J}$ c. $10,35 \times 10^{-21} \text{ J}$ d. $10,50 \times 10^{-21} \text{ J}$ e. $10,60 \times 10^{-21} \text{ J}$	5
10.	Memformulasikan kelajuan efektif gas.	Tes tulis	Pilihan ganda	18. Besarnya kelajuan efektif dari molekul oksigen pada suhu 27°C adalah . . . a. 235 m/s b. 270 m/s c. 300 m/s d. 484 m/s e. 520 m/s	5
11.	Menjelaskan teorema ekipartisi energi	Tes tulis	Pilihan ganda	19. Pernyataan yang benar tentang teorema ekipartisi energi adalah . . . a. Partikel-partikel gas bergerak dengan laju dan arah yang sama b. Sebuah partikel tidak dapat bergerak pada tiga arah yang berbeda c. Suatu partikel memberikan kontribusi $k.T$ pada energi rata-rata partikel, d. Setiap derajat kebebasan f memberikan kontribusi pada energi mekanik partikel tersebut e. Semua jawaban benar	5
				20. Jika diketahui $k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ dan $N_A = 6,02 \times 10^{26} \text{ molekul/kmol}$, energi dalam 4 mol gas monoatomik ideal pada suhu 107°C adalah... a. $1,5 \times 10^7 \text{ J}$	5



					b. $1,7 \times 10^7 \text{ J}$	
					c. $1,90 \times 10^7 \text{ J}$	
					d. $2,0 \times 10^7 \text{ J}$	
					e. $2,1 \times 10^7 \text{ J}$	

Kunci Jawaban

1. e 2. c 3. a 4. b 5. b 6. d 7. a 8. c 9. e 10. d
 11. b 12. a 13. b 14. e 15. e 16. a 17. c 18. d 19. d 20. c

Format Penilaian Pengetahuan

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Ganjil
 Tahun Pelajaran : 2020/2021

No.	Nama Peserta Didik	Soal No.													Total Skor	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	19	20		
1																
2																
3																
4																
5																
...																
dst.																

Skor Perolehan:

- Benar (Sesuai dengan kunci) : 5 poin
- Salah (Tidak sesuai dengan kunci) : 0 poin

$$\text{Total Skor} = \sum \frac{\text{skor perolehan}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$



Lampiran 2

Penilaian Sikap

Format Penilaian Afektif

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Ganjil
 Tahun Pelajaran : 2020/2021

No	Nama Siswa	Aspek yang dinilai					Jumlah Skor	Nilai
		Jujur	Tanggung Jawab	Kerjasama	Disiplin	Teliti		
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
...								
dst.								

Pedoman Penskoran:

Jujur

Nilai 3 : Tidak melihat konsep dan tidak meniru karya yang dibuat orang lain saat ulangan berlangsung

Nilai 2 : Mampu mengerjakan salah satunya

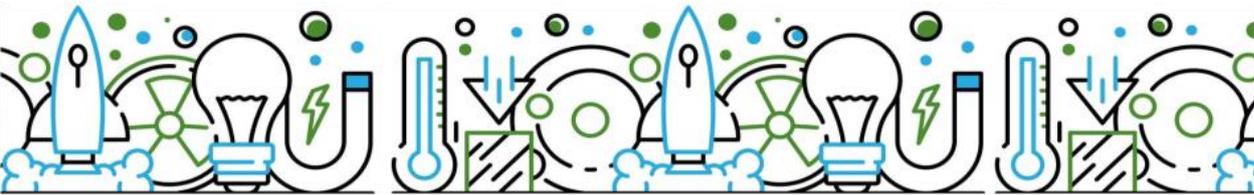
Nilai 1 : Tidak mampu mengerjakan keduanya

Tanggung Jawab

Nilai 3 : Melakukan diskusi dalam kelompok dengan serius dan mengerjakan tugas sesuai dengan instruksi guru

Nilai 2 : Mampu mengerjakan salah satunya

Nilai 1 : Tidak mampu mengerjakan semuanya



Kerja Sama

Nilai 3 : Berdiskusi dengan anggota kelompok dan peduli terhadap anggota kelompok

Nilai 2 : Mampu mengerjakan salah satunya

Nilai 1 : Tidak mampu mengerjakan semuanya

Disiplin

Nilai 3: Datang tepat waktu, dan tertib dalam mengikuti pembelajaran.

Nilai 2 : Mampu mengerjakan salah satunya

Nilai 1 : Tidak mampu mengerjakan semuanya

Teliti

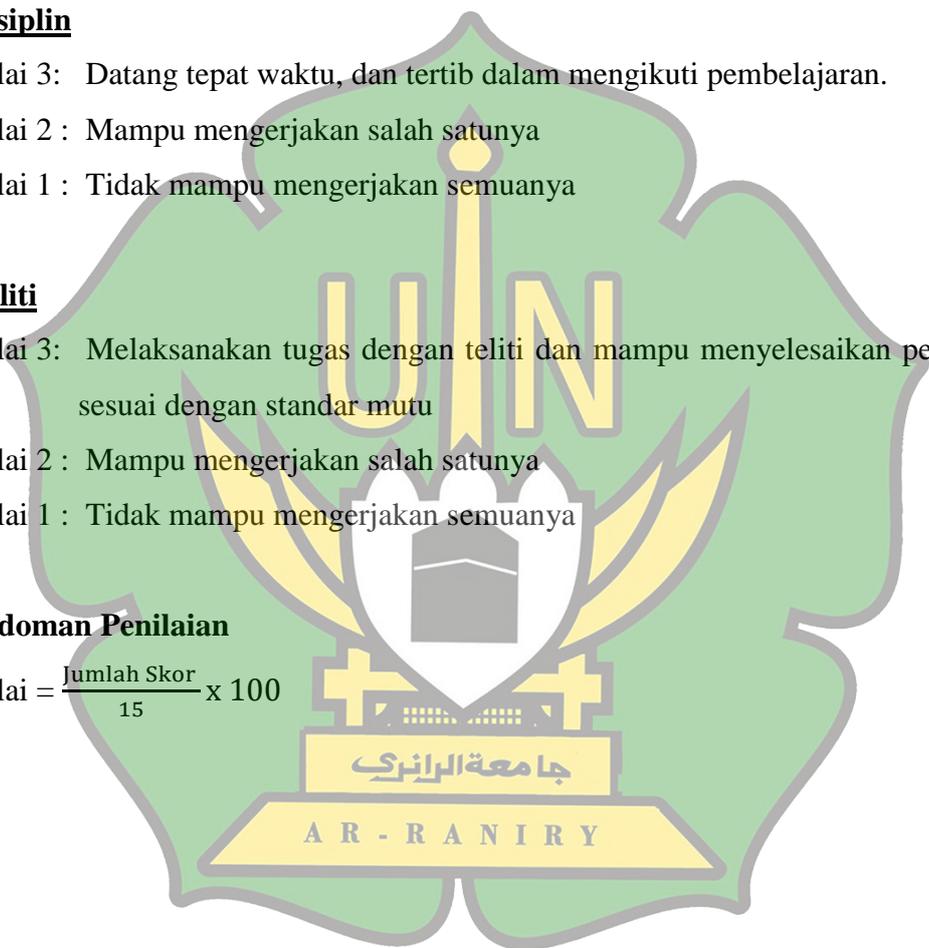
Nilai 3: Melaksanakan tugas dengan teliti dan mampu menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan standar mutu

Nilai 2 : Mampu mengerjakan salah satunya

Nilai 1 : Tidak mampu mengerjakan semuanya

Pedoman Penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{15} \times 100$$





Lampiran 3

Penilaian Keterampilan

Format Penilaian Keterampilan¹

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Ganjil
 Tahun Pelajaran : 2020/2021

No.	Nama Peserta Didik	Skor untuk				Total Skor
		Persiapan (1)	Pelaksanaan (2)	Hasil (3)	Laporan (4)	
1.						
2.						
dst.						

Total Skor = Nilai yang diperoleh
 Nilai maksimum = 100

Rubrik Penilaian Keterampilan²

No.	Kriteria	Skor	Indikator
1.	Persiapan (skor maksimum 15)	15	Pemilihan alat dan bahan tepat.
		10	Pemilihan alat atau bahan ada yang kurang tepat.
		5	Pemilihan alat dan bahan tidak tepat.
		0	Tidak menyiapkan alat dan bahan.
2.	Pelaksanaan (skor maksimum 40)	20	Melakukan simulasi praktikum tepat dan rapi.
		15	Melakukan simulasi praktikum tepat namun kurang rapi.
		10	Melakukan simulasi praktikum kurang tepat namun rapi.
		5	Melakukan simulasi praktikum kurang tepat dan kurang rapi.
		0	Tidak melakukan simulasi praktikum.

¹Sunardi, dkk. *Buku Guru Fisika Edisi Revisi 2016*, (Bandung Yrama Widya, 2016), h. 28.

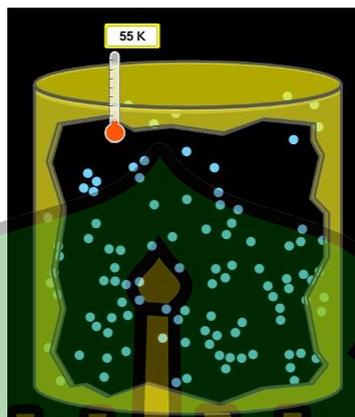
²Sunardi, dkk. *Buku Guru Fisika...*, h. 26-27.



No.	Kriteria	Skor	Indikator		
		10	Langkah kerja dan waktu pelaksanaan tepat.		
		5	Langkah kerja atau waktu pelaksanaan ada yang kurang tepat.		
		0	Langkah kerja dan waktu pelaksanaan tidak tepat.		
		10	Memperhatikan simulasi praktikum dengan baik.		
		5	Kurang memperhatikan simulasi praktikum dengan baik.		
		0	Memperhatikan simulasi praktikum dengan baik.		
		3.	Hasil (skor maksimum 30)	15	Mencatat dan mengolah data dengan tepat.
				10	Mencatat dan mengolah data kurang tepat.
5	Mencatat dan mengolah data tidak tepat.				
0	Tidak mencatat dan mengolah data dengan tepat.				
15	Kesimpulan tepat.				
10	Kesimpulan kurang tepat.				
5	Kesimpulan tidak tepat.				
0	Tidak membuat kesimpulan.				
4.	Laporan (skor maksimal 15)	15	Sistematika sesuai dengan kaidah penulisan dan isi laporan benar.		
		10	Sistematika sesuai dengan kaidah penulisan atau isi laporan benar.		
		5	Sistematika tidak sesuai dengan kaidah penulisan dan isi laporan tidak benar.		
		0	Tidak membuat laporan.		



RINGKASAN TEORI 1



Gambar 10 Partikes gas dalam wadah
Sumber: Tampilan simulasi PhET (Fasa Zat)

Gas memiliki struktur materi yang tidak beraturan dengan jarak antar molekul yang berjauhan. Untuk mempelajari sifat-sifat gas secara umum digunakan konsep gas ideal. Gas ideal yaitu gas yang mempunyai sifat-sifat yang sama pada kondisi yang sama atau gas yang diasumsikan untuk menyederhanakan persamaan matematika pada teori kinetik gas. Ciri-ciri gas ideal yaitu bertekanan rendah, bersuhu tinggi, dan memenuhi hukum-hukum gas ideal. Adapun sifat-sifat gas ideal sebagai berikut:

- Gas terdiri atas molekul-molekul yang jumlahnya sangat banyak.
- Molekul-molekul gas bergerak ke segala arah dan memenuhi Hukum Gerak Newton.
- Molekul gas tersebar merata pada seluruh bagian ruangan yang ditempati.
- Tidak ada gaya interaksi antarmolekul, kecuali ketika molekul bertumbukan.
- Tumbukan yang terjadi antarmolekul atau antara molekul dengan dinding wadah adalah lenting sempurna.
- Ukuran molekul sangat kecil dibandingkan jarak antara molekul-molekulnya.



1. Hukum Boyle

Seorang ilmuwan yang menyelidiki hubungan volume dengan tekanan gas adalah Robert Boyle (1627-1691). Boyle telah menyelidiki hubungan tekanan dan volume gas dalam wadah tertutup pada suhu tetap. Hukum ini kemudian dikenal sebagai Hukum Boyle. Volume gas dalam suatu ruang tertutup sangat bergantung pada tekanan dan suhunya. Apabila suhu dijaga konstan, maka tekanan yang diberikan akan memperkecil volumenya. Proses pada suhu konstan disebut proses isotermais. Hubungan, tersebut dikenal dengan Hukum Boyle yang dapat dinyatakan berikut ini.

“Apabila suhu gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya”.

Secara sistematis, pernyataan tersebut dapat dituliskan:

$$PV = \text{konstan}$$

Atau

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Keterangan :

P_1 = tekanan awal (N/m^2)

V_1 = volume awal (m^3)

P_2 = tekanan akhir (N/m^2)

V_2 = volume akhir (m^3)

Pada simulasi virtual, satuan volume wadah menggunakan skala nanometer (nm), sehingga penggaris yang disediakan oleh simulasi virtual adalah penggaris dalam skala nanometer. Hanya perlu salah satu panjang dinding wadahnya (sisi dinding atas atau bawah) yang diukur dan sisi pada dinding tersebut menginterpretasikan besarnya volume wadah.



2. Hukum Charles

Sebenarnya, ketika Boyle mengemukakan hukumnya, telah disadari para ilmuwan bahwa suhu gas juga memengaruhi volume. Namun, hubungan kuantitatif suhu dan volume tidak ditemukan. Hubungan kuantitatif suhu dan volume baru ditemukan sekitar satu abad setelah Boyle mengemukakan hukumnya. Ilmuwan yang berjasa menemukan hubungan ini adalah Jacques Charles (1747 – 1823).

Telah diketahui bahwa selain ditentukan oleh tekanan, volume gas dalam ruang tertutup juga dipengaruhi oleh suhu. Jika suhu gas dinaikkan, maka gerak partikel-partikel gas akan semakin cepat sehingga volumenya bertambah. Apabila tekanan tidak terlalu tinggi dan dijaga konstan, volume gas akan bertambah terhadap kenaikan suhu. Proses yang terjadi pada tekanan tetap disebut proses isobaris. Hubungan tersebut dikenal dengan Hukum Charles yang dapat dinyatakan berikut ini.

“Apabila tekanan gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya.”

Secara matematis, pernyataan tersebut dapat dituliskan:

$$P \cdot R \cdot \frac{V}{T} = \text{konstan}$$

atau

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

Keterangan :

V_1 = volume gas awal (m^3)

V_2 = volume gas akhir (m^3)

T_1 = suhu mutlak awal (K)

T_2 = suhu mutlak akhir (K)



3. Hukum Gay Lussac

Apabila terdapat gas dalam sebuah kaleng yang tertutup, misalnya kaleng pengharum ruangan, jika dibakar maka kaleng tersebut akan meledak. Hal ini terjadi karena naiknya tekanan gas di dalamnya akibat kenaikan suhu. Proses yang terjadi pada volume konstan disebut proses isokhoris. Seorang ilmuwan bernama Joseph Gay Lussac, telah menyelidiki hubungan tekanan dan suhu gas dalam volume tetap. Gay Lussac menyatakan

“Jika volume gas dalam ruang tertutup dibuat tetap, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu gas”.

Pernyataan di atas disebut Hukum Gay Lussac yang dituliskan dalam bentuk persamaan berikut :

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

atau

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

Keterangan :

P_1 = tekanan gas awal (N/m^2)

P_2 = tekanan gas akhir (N/m^2)

T_1 = suhu mutlak awal (K)

T_2 = suhu mutlak akhir (K)

4. Hukum Boyle-Gay Lussac

Persamaan hukum Boyle-Gay Lussac merupakan gabungan dari ketiga hukum di atas. Persamaan ini dikenal dengan persamaan Boyle-Gay Lussac. Hukum Boyle-gay Lussac menyatakan bahwa kuantitas menurut berat dari suatu



gas ideal dinyatakan sebagai hasil kali volume dan tekanannya yang dibagi dengan temperatur mutlaknya adalah konstan. Secara matematis, pernyataan diatas dapat ditulis sebagai berikut:

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

atau

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

5. Persamaan Umum Gas Ideal

Semua gas dengan komposisi kimia apapun ketika bersuhu tinggi dan bertekanan rendah akan memperlihatkan hubungan sederhana di antara sifat-sifat makroskopisnya. Dalam mendefinisikan gas ideal dapat dilakukan dengan beberapa asumsi yang sesuai definisi makroskopis. Setiap tumbukan baik antara molekul dan molekul yang lain maupun molekul dengan dinding wadah merupakan tumbukan elastis sempurna. Persamaan umum gas ideal yaitu:

$$PV = nRT$$

Keterangan:

P = tekanan (Pa atau atm) dengan $1 \text{ atm} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$

T = suhu (K)

R = konstanta umum gas (8.314 J/kmol)

V = volume (m^3)

n = jumlah mol

Kita dapat menuliskan persamaan umum gas ideal dalam basis per molekul. Hal tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan hubungan $N = N_A n$ dan $R = kN_A$. Hasilnya adalah $PV = nRT = \left(\frac{N}{N_A}\right) kN_A T$ atau

$$PV = NkT$$



Keterangan:

N = jumlah partikel

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

k = tetapan Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

Persamaan di atas menunjukkan bahwa tetapan Boltzmann k dapat dipandang sebagai suatu tetapan gas dalam basis per molekul menggantikan tetapan gas umum R dalam basis per mol.





LKPD 1

PERSAMAAN GAS IDEAL

Sekolah :
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas/Semester : XI/Ganjil
Alokasi Waktu :
Nama Kelompok :

1.
2.
3.
4.
5.

جامعة الرانيري

AR - RANIRY





KOMPETENSI DASAR

- 4.6 Menyajikan karya yang berkaitan dengan teori kinetik gas dan makna fisisnya.

INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

- 4.6.1 Melakukan percobaan tentang persamaan gas ideal berbasis laboratorium virtual (*PhET Simulation*).

TUJUAN

- Peserta didik mampu menjelaskan hubungan antara tekanan, volume, dan suhu gas ideal dalam ruang tertutup.
- Peserta didik mampu membuktikan persamaan gas ideal.



➤ *Stimulation*

Amatilah gambar berikut.



Gambar 11 Ban sepeda
Sumber: <http://bang-bro.blogspot.com>

Seorang anak sedang bermain bersama dengan teman-temannya di sekitar lapangan. Menjelang siang hari, dia mengendarai sepeda menuju rumahnya. Sesampainya di rumah, dia memperhatikan salah satu ban sepedanya ada yang kempes. Lalu, dia mengambil pompa yang terletak di gudang rumahnya.

Apa yang terjadi dengan ban sepeda tersebut? Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Lalu, apa yang terjadi pada ban sepeda setelah dipompa? Bagaimana cara kerja pompa sepeda?

➤ *Problem Statement*

Keadaan suatu gas dapat dijelaskan melalui besaran-besaran fisis seperti tekanan, volume, dan suhu. Sebagai contoh, sebuah tabung oksigen dilengkapi dengan barometer untuk mengukur tekanan dan label yang menyatakan volumenya. Kita juga dapat menambahkan sebuah termometer untuk menentukan suhunya. Besaran-besaran fisis yang mendeskripsikan keadaan zat dikenal sebagai variabel keadaan. Kita bisa menemukan hubungan antar variabel melalui proses isobaris, isokhoris, dan isoteremis.



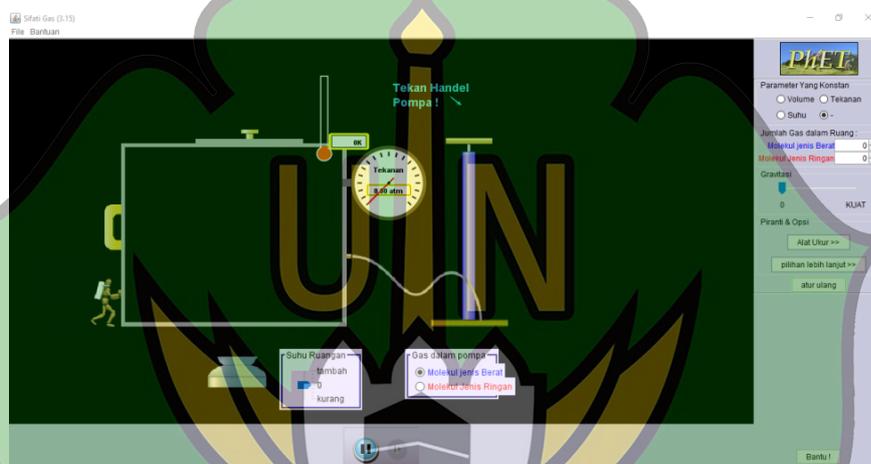
➤ Data Collection

Alat dan Bahan

1. Laptop/komputer
2. Simulasi PhET

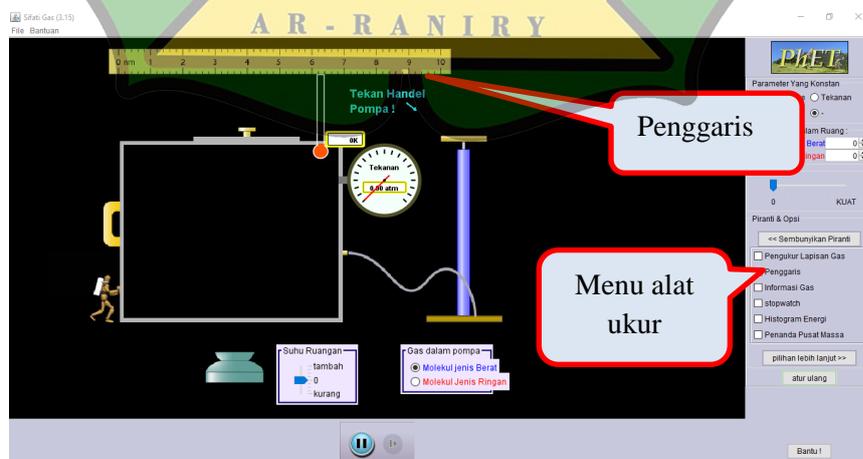
Prosedur Percobaan

1. Buka simulasi PhET bagian sifat gas di komputer/laptop.



Gambar 12 Simulasi PhET (Sifat Gas)
Sumber: Tampilan simulasi PhET

2. Tampilkan penggaris yang terdapat di menu *alat ukur*. Lalu, ukur volume wadah.

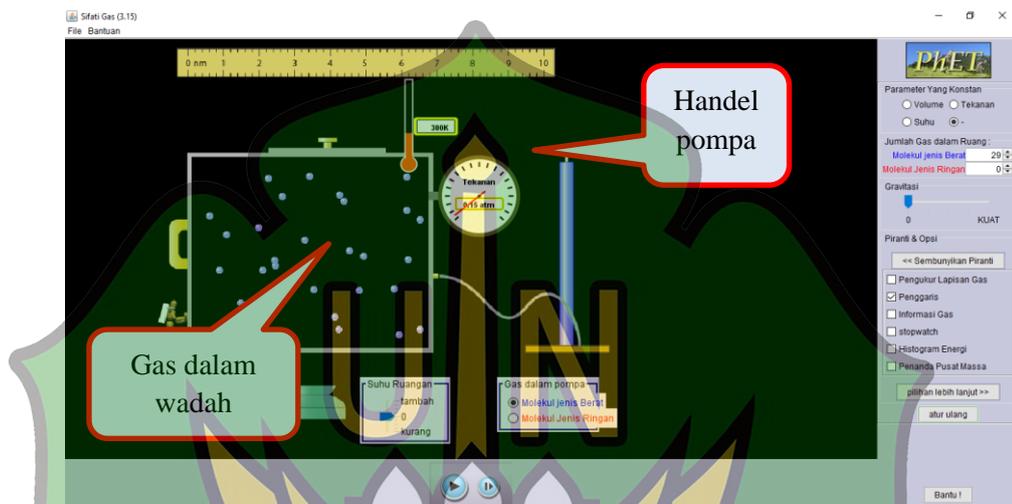


Gambar 13 Alat ukur pada simulasi
Sumber: Tampilan simulasi PhET



3. Isi wadah dengan gas menggunakan pompa sesuaikan dengan tabel pengamatan. Caranya dengan menarik handel pompa ke atas lalu diturunkan kembali ke posisi semula.

Catatan: Jangan terlalu kuat menarik handel pompa untukantisipasi kelebihan jumlah partikel gas dalam wadah.



Gambar 14 Mengisi gas ke dalam wadah
Sumber: Tampilan simulasi PhET

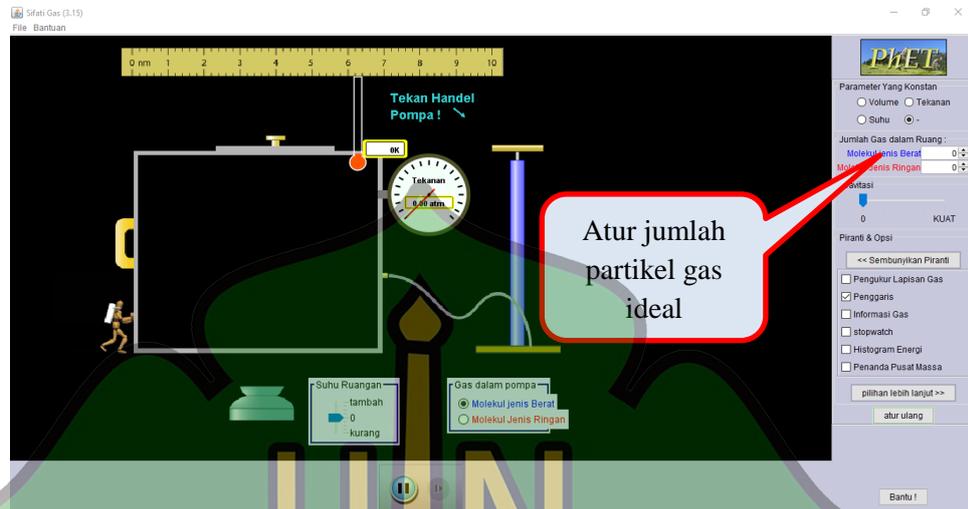
4. Amati jumlah partikel gas dalam wadah (N).



Gambar 15 Jumlah partikel gas
Sumber: Tampilan simulasi PhET

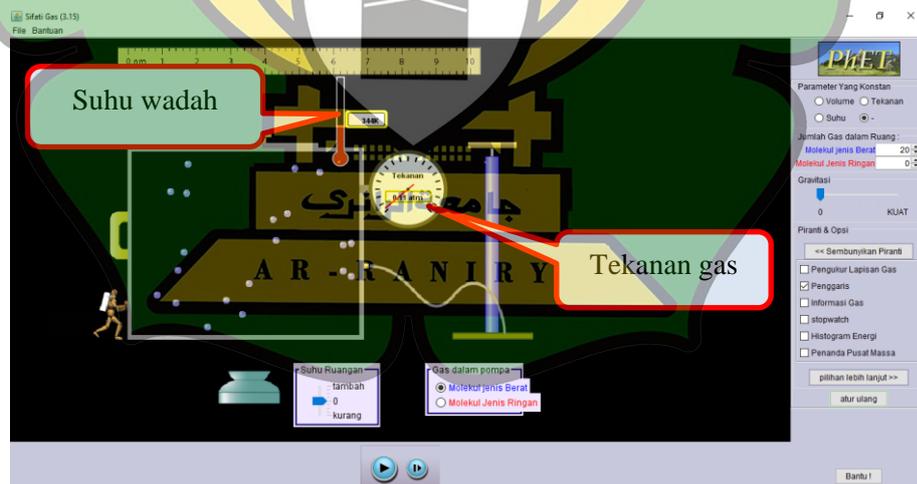


5. Apabila jumlah partikel gas melebihi dari yang ditentukan, maka pada menu “Jumlah Gas dalam Ruang” atur jumlah “Molekul Jenis Berat” sesuai ketentuan pada tabel pengamatan.



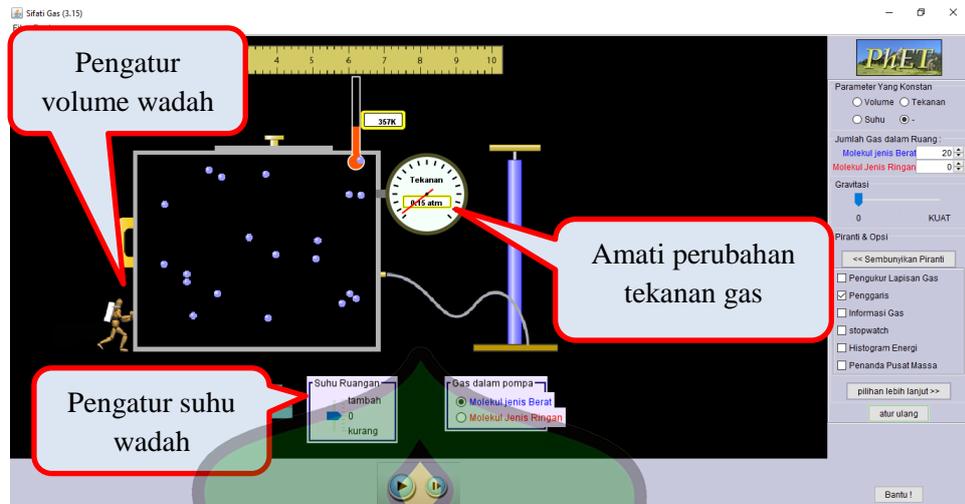
Gambar 16 Mengatur jumlah partikel
Sumber: Tampilan simulasi PhET

6. Kemudian catat suhu yang ditunjukkan oleh termometer dan nilai tekanan pada barometer ke dalam tabel pengamatan.



Gambar 17 Indikator suhu dan tekanan gas ideal
Sumber: Tampilan simulasi PhET

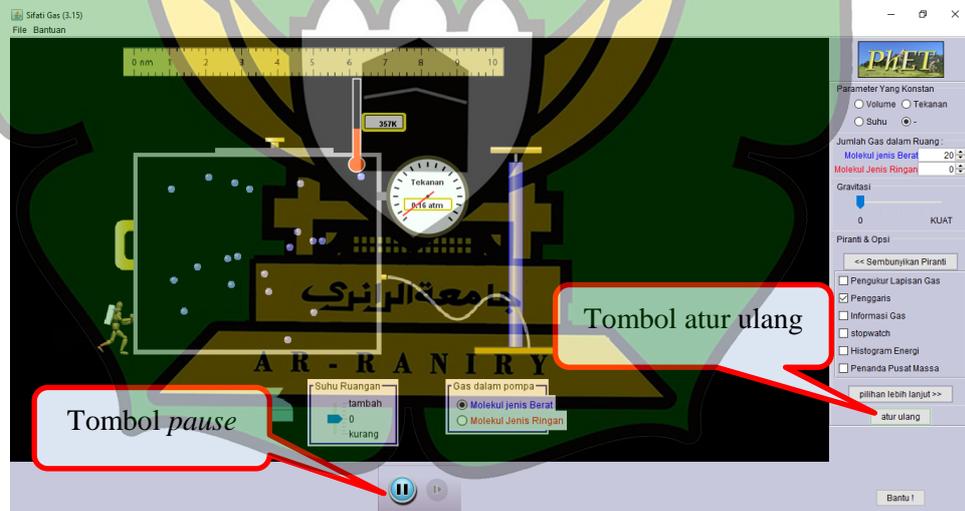
7. Ubah suhu wadah menggunakan pengatur suhu atau ubah volume wadah lalu ukur menggunakan penggaris. Diamkan beberapa saat hingga barometer menjadi stabil.



Gambar 18 Mengatur suhu atau volume wadah
Sumber: Tampilan simulasi PhET

8. Catat hasil pengamatan ke dalam tabel. Tekan tombol atur ulang untuk mengulangi simulasi.

Catatan: Untuk memudahkan pengamatan, tekan tombol *pause*.



Gambar 19 Tombol atur ulang dan *pause*
Sumber: Tampilan simulasi PhET

9. Ulangi prosedur 3 sampai 8 untuk jumlah partikel gas ideal yang berbeda.



➤ **Data Processing**

Data Pengamatan

No	Jumlah partikel gas [N]	Suhu (K) [T]	Volume (nm) [V]	Tekanan (atm) [P]	$\frac{P \cdot V}{T}$
1	Jumlah gas sedikit				
2	(1 ≤ partikel < 25)				
3				
4	Jumlah gas sedang				
5	(25 ≤ partikel < 50)				
6				
7	Jumlah gas banyak				
8	(50 ≤ partikel ≤ 75)				
9				

➤ **Verification**

Analisis Data

1. Jelaskan hubungan antara tekanan, volume, dan suhu gas ideal pada percobaan persamaan gas ideal?

.....

.....

.....

2. Bagaimanakah nilai $\frac{P \cdot V}{T}$ berdasarkan percobaan yang telah dilakukan?



.....

.....

.....

3. Apabila suhu diturunkan menjadi 0 K, apa yang akan terjadi pada gerakan partikel, tekanan, dan volume gas ideal? Buktikanlah dan berikan penjelasan.

.....

.....

.....

4. Berdasarkan data percobaan, apakah nilai yang diperoleh sesuai dengan persamaan gas ideal? Jelaskan. (Gunakan persamaan $\frac{P.V}{T} = Nk$).

.....

.....

.....

➤ **Generalization**

✚ Kesimpulan

.....

.....

.....

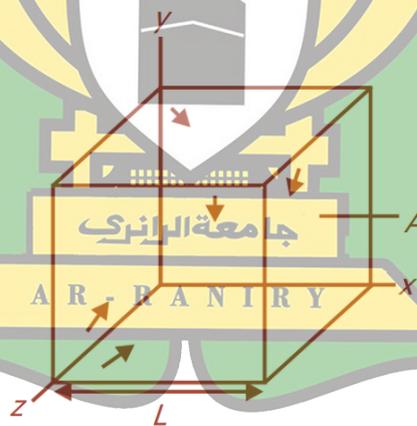
.....



RINGKASAN TEORI 2

1. Tekanan Gas Ideal

Teori kinetik menggunakan asumsi bahwa tumbukan molekul-molekul gas dengan dinding-dinding wadah adalah penyebab timbulnya tekanan gas. Untuk mempelajari keadaan gerak molekul gas, digunakan prinsip mekanika Newton. Berdasarkan teori kinetik, kita akan menentukan secara kuantitatif tekanan dalam gas. Misalnya, suatu gas yang mengandung sejumlah partikel berada dalam suatu ruang yang berbentuk kubus dengan sisi L dan luas masing-masing sisinya A . Tekanan yang diberikan gas pada dinding sama dengan besarnya momentum yang dilakukan oleh partikel gas tiap satuan luas tiap satuan waktu.



Gambar 20 Kubus tertutup berisi gas ideal³

Partikel yang massanya m_0 bergerak dengan kecepatan v_x dalam arah sumbu x . Partikel menumbuk dinding sebelah kiri yang luasnya A dengan kecepatan $-v_x$. Karena tumbukan bersifat lenting sempurna, maka partikel akan

³Bambang Haryadi, *Buku Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*, (Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2009), h. 185.



terpantul dengan kecepatan v_x . Perubahan momentum yang terjadi pada partikel gas X dirumuskan:

$$\begin{aligned}\Delta p &= p_2 - p_1 \\ &= m_0 v_x - (-m_0 v_x) \\ &= 2m_0 v_x\end{aligned}$$

Partikel akan kembali menumbuk dinding yang sama setelah menempuh jarak $2L$, dengan selang waktu:

$$\Delta t = \frac{2L}{v_x}$$

Besarnya impuls yang dialami dinding saat tumbukan adalah:

$$\begin{aligned}I &= \Delta p \\ F \cdot \Delta t &= \Delta p \\ F \cdot \Delta t &= 2m_0 v_x \\ F &= \frac{2m_0 v_x}{\Delta t} = \frac{2m_0 v_x}{\frac{2L}{v_x}} = \frac{m_0 v_x^2}{L}\end{aligned}$$

F adalah gaya yang dialami dinding pada saat tumbukan.

Besarnya tekanan gas dalam kubus adalah:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\frac{m_0 v_x^2}{L}}{A} = \frac{m_0 v_x^2}{L^3} = \frac{m_0 v_x^2}{V}$$

Apabila dalam wadah terdapat N partikel gas, maka tekanan gas pada dinding dirumuskan:

$$P = \frac{N \cdot m_0 \overline{v_x^2}}{V}$$

$\overline{v_x^2}$ adalah rata-rata kuadrat kecepatan partikel gas pada sumbu x .

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_{1x}^2} + \overline{v_{2x}^2} + \overline{v_{3x}^2} + \dots + \overline{v_{nx}^2}$$

Partikel-partikel gas tersebut bergerak ke segala arah dengan laju yang tetap, sehingga:

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

$$\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2} = 3\overline{v_x^2}$$

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



Dengan demikian, diperoleh persamaan lainnya untuk tekanan yaitu:

$$P = \frac{1}{3} \frac{Nm_0\overline{v^2}}{V}$$

Keterangan:

P = tekanan gas (N/m^2)

N = jumlah partikel

v = kecepatan (m/s)

m_0 = massa partikel (kg)

V = volume gas (m^3)

Karena $\frac{1}{2}m_0\overline{v^2}$ adalah energi kinetik rata-rata partikel dalam gas, maka persamaan tekanan sebelumnya dapat dituliskan:

$$P = \frac{2}{3} \frac{N \cdot \overline{Ek}}{V}$$

2. Suhu dan Energi Kinetik Rata-rata Gas Ideal

Energi kinetik rata-rata partikel gas bergantung pada besarnya suhu. Berdasarkan teori kinetik, semakin tinggi suhunya, maka gerak partikel-partikel gas akan semakin cepat. Menurut persamaan umum gas ideal:

$$PV = NkT$$

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

$$\frac{NkT}{V} = \frac{2}{3} \frac{N \cdot \overline{Ek}}{V}$$

$$T = \frac{2}{3k} \overline{Ek}$$

Atau



$$E_k = \frac{3}{2}kT = \frac{3}{2}nRT$$

Persamaan tersebut menyatakan bahwa energi kinetik rata-rata partikel gas sebanding dengan suhu mutlaknya.

3. Kecepatan Efektif Gas Ideal

Salah satu anggapan tentang gas ideal adalah bahwa partikel-partikel gas bergerak dengan laju dan arah yang beraneka ragam. Apabila di dalam suatu ruang tertutup terdapat N_1 partikel yang bergerak dengan kecepatan v_1 , N_2 partikel yang bergerak dengan kecepatan v_2 , dan seterusnya, maka rata-rata kuadrat kecepatan partikel gas $\overline{v^2}$, dapat dituliskan:

$$\begin{aligned}\overline{v^2} &= \frac{N_1 v_1^2 + N_2 v_2^2 + \dots + N_i v_i^2}{N_1 + N_2 + \dots + N_i} \\ &= \frac{\sum N_i v_i^2}{\sum N_i}\end{aligned}$$

Akar dari rata-rata kuadrat kecepatan disebut kecepatan efektif gas atau v_{rms} (*rms* = root mean square).

$$v_{rms} = \sqrt{\overline{v^2}}$$

Mengingat $\frac{1}{2}m_0 \overline{v^2} = \frac{1}{2}m_0 v_{rms}^2$, maka apabila kita gabungkan dengan persamaan sebelumnya diperoleh:

$$\frac{1}{2}m_0 \overline{v_{rms}^2} = \frac{3}{2}kT$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

Keterangan:

v_{rms} = kelajuan efektif gas (m/s)

T = suhu mutlak (K)



m_0 = massa sebuah partikel gas (kg)

k = konstanta Boltzmann (J/K)

4. Teorema Ekipartisi Energi

Berdasarkan sifat gas ideal, molekul-molekul gas bergerak dengan laju dan arah yang beraneka ragam, sehingga sebuah molekul yang bergerak dengan kecepatan v dapat memiliki komponen kecepatan pada sumbu X, Y dan sumbu Z, yang besarnya:

$$\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2} \quad \overline{v^2} = 3\overline{v_x^2}$$

Ekivalensi ini menunjukkan fakta bahwa kelakuan gas tidak bergantung pada pemilihan orientasi(arah) system koordinat XYZ, dan dapat ditulis:

$$\frac{1}{2} m_0 \overline{v_x^2} = \frac{1}{2} m_0 \overline{v_y^2} = \frac{1}{2} m_0 \overline{v_z^2} = \frac{1}{2} kT$$

Energi kinetik sebuah molekul adalah

$$\frac{1}{2} m_0 (\overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2})$$

karena ada tiga arah berbeda dimana molekul dapat bergerak, maka gas ideal monoatomik memiliki tiga derajat kebebasan, dan energi mekanik rata-rata per molekul sama dengan energi kinetik rata-rata per-molekul (energi potensial = 0).

$$\overline{EM} = \overline{E_k} = 3 \left(\frac{1}{2} kT \right)$$

Pernyataan umum di atas dikenal sebagai teorema ekipartisi energi, yang berbunyi sebagai berikut:

“Untuk suatu sistem molekul-molekul gas pada suhu mutlak T dengan tiap molekul memiliki f derajat kebebasan, rata-rata energi mekanik per-molekul $\overline{E_m}$ adalah:

$$\overline{EM} = \overline{E_k} = f \left(\frac{1}{2} kT \right)$$

Secara eksperimental hanya diperoleh lima derajat kebebasan saja pada gas diatomik bertemperatur kamar yang memberi kontribusi pada energi mekanik



atau energi kinetik tiap molekul yaitu tiga translasi dan dua rotasi. Bahkan pada suhu rendah, molekul-molekul gas diatomik hanya bergerak translasi saja. Ini berarti pada suhu rendah gas diatomik hanya memiliki tiga derajat kebebasan ($f = 3$). Jadi, derajat kebebasan gas diatomic bergantung pada suhunya dan ini juga akan menentukan persamaan energi kinetiknya seperti dinyatakan sebagai berikut.

Suhu rendah : ($f = 3$); $\overline{E}_k = 3 \left(\frac{1}{2} kT \right) = \frac{3}{2} kT$
Suhu kamar : ($f = 5$); $\overline{E}_k = 5 \left(\frac{1}{2} kT \right) = \frac{5}{2} kT$
Suhu tinggi : ($f = 7$); $\overline{E}_k = 7 \left(\frac{1}{2} kT \right) = \frac{7}{2} kT$

Gas ideal yang terkurung dalam sebuah wadah tertutup mengandung banyak sekali molekul. Tiap molekul gas memiliki energi kinetik rata-rata:

$$\overline{E}_k = f \left(\frac{1}{2} kT \right)$$

Energi dalam suatu gas didefinisikan sebagai jumlah energi kinetik seluruh molekul gas yang terdapat didalam wadah tertutup. Jika ada sejumlah N molekul gas dalam wadah, maka energi dalam gas U merupakan hasil kali N dengan energi kinetik tiap molekul, \overline{E}_k .

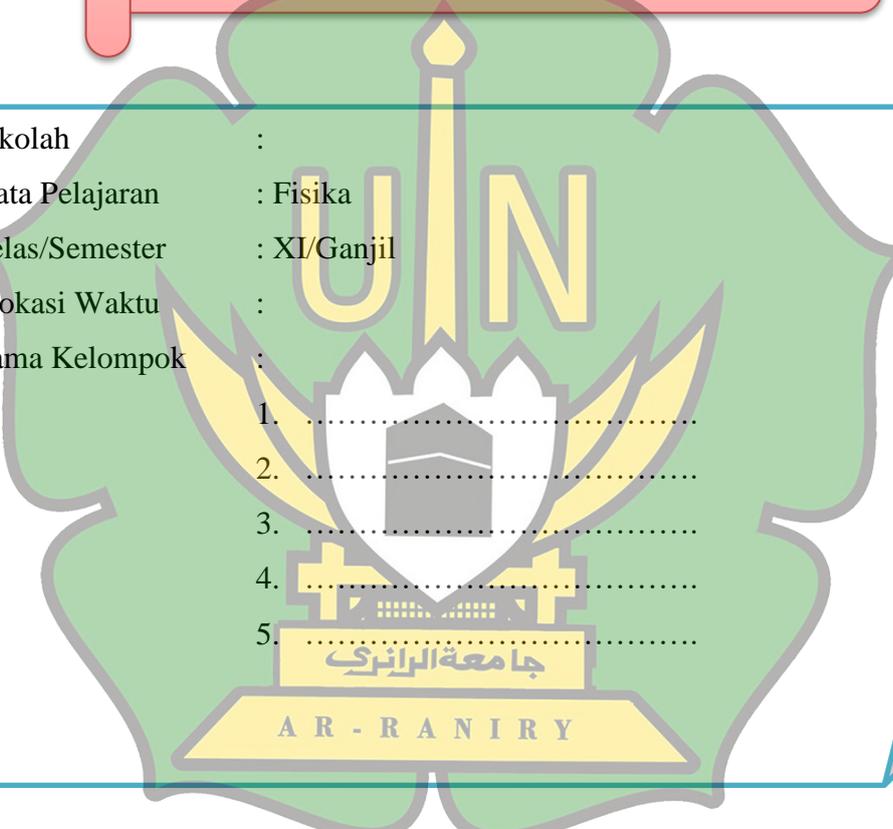
$$U = N\overline{E}_k = Nf \left(\frac{1}{2} kT \right) = f \frac{1}{2} nRT$$



LKPD 2

**ENERGI KINETIK DAN
KECEPATAN RATA-RATA
GAS IDEAL**

Sekolah :
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas/Semester : XI/Ganjil
Alokasi Waktu :
Nama Kelompok :
1.
2.
3.
4.
5.





KOMPETENSI DASAR

- 4.7 Menyajikan karya yang berkaitan dengan teori kinetik gas dan makna fisisnya.

INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

- 4.6.2 Melakukan percobaan tentang energi kinetik dan kecepatan rata-rata berbasis laboratorium virtual (*PhET Simulation*).

TUJUAN

- Peserta didik mampu menjelaskan hubungan antara suhu dengan sebaran energi kinetik partikel-partikel gas ideal.
- Peserta didik mampu menjelaskan hubungan antara suhu dengan kecepatan rata-rata partikel-partikel gas ideal.



➤ *Stimulation*



Gambar 21 Parfum⁴

Suatu hari, seorang anak sedang berada di dalam sebuah ruangan yang tertutup. Lalu, anak tersebut menyemprotkan parfum ke pakaian yang ia pakai. Orang-orang yang berada di sekitarnya akan merasakan bau wangi dari parfum yang disemprotkan tersebut. Mengapa bau wangi dari semprotan parfum akan menyebar hingga memenuhi satu ruangan yang tertutup? Bagaimanakah pergerakan partikel-partikel gas tersebut?

➤ *Problem Statement*



Gambar 22 Seorang anak yang sedang meniup balon

Sumber: <http://www.memobee.com/>

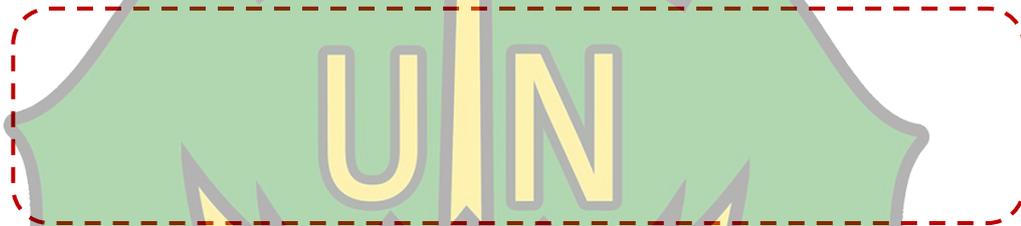
⁴Bambang Haryadi, *Buku Fisika Untuk SMA/MA...*, h. 192.



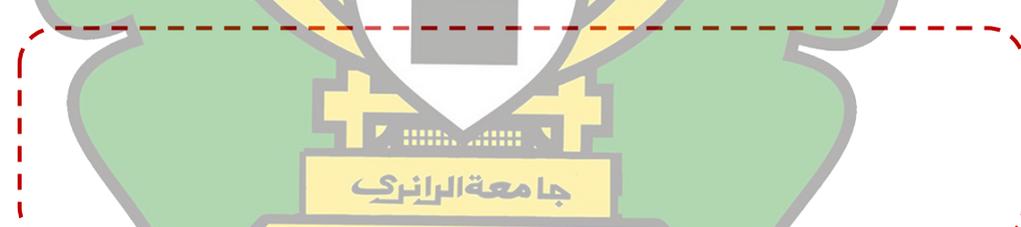
Seorang anak sedang meniup balon di halaman rumahnya. Ketika anak tersebut meniup balon, gas yang terdiri atas molekul-molekul bergerak secara acak di dalam balon. Jika balon yang telah ditiup tersebut dibiarkan terus-menerus terkena sinar matahari maka balon akan meletus. Salah satu faktor penyebabnya adalah adanya kenaikan suhu gas di dalam balon.

Kita bisa menyelidiki hubungan antara suhu gas di dalam wadah dengan energi kinetik rata-rata partikel gas ideal dan hubungan antara suhu dengan kecepatan rata-rata partikel gas ideal.

Buatlah rumusan masalah dari pernyataan di atas.



Buatlah hipotesis berdasarkan rumusan masalah yang telah dituliskan.



➤ **Data Collection**

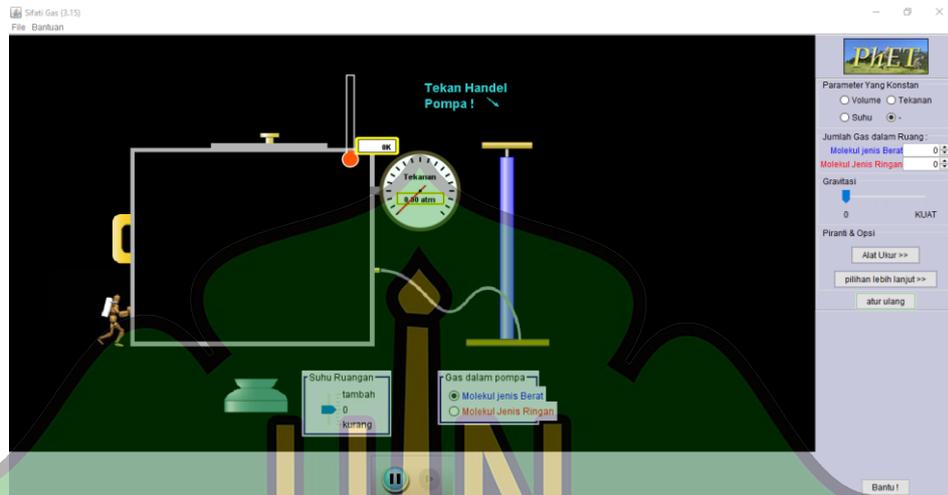
Alat dan Bahan

1. Laptop/komputer
2. Simulasi PhET



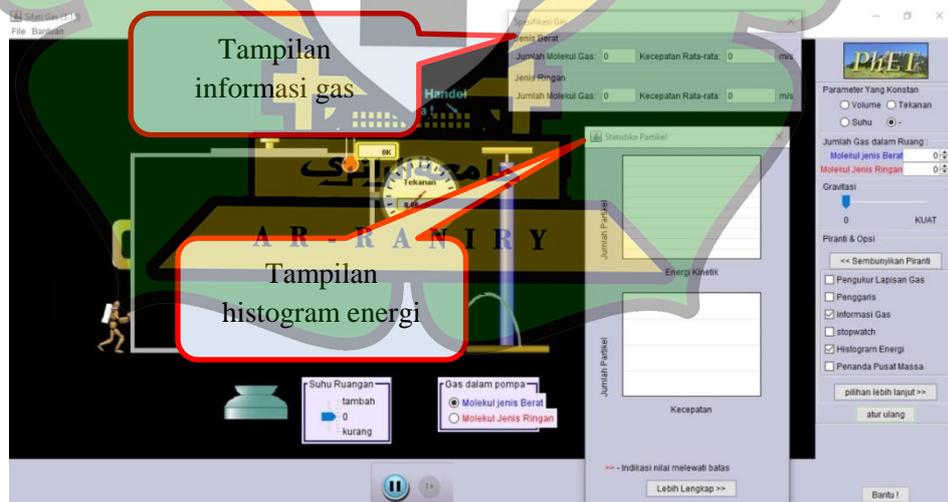
Prosedur Percobaan

1. Buka simulasi PhET bagian sifat gas di komputer/laptop.



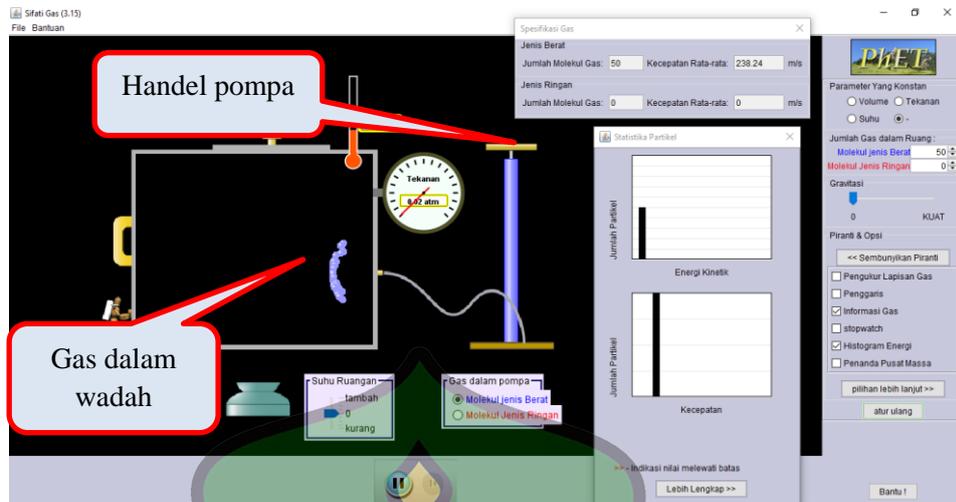
Gambar 23 Simulasi PhET (Sifat Gas)
Sumber: Tampilan simulasi PhET

2. Pada menu alat ukur, pilih histogram energi dan informasi gas. Lalu akan muncul tampilan histogram energi dan informasi gas pada layar.



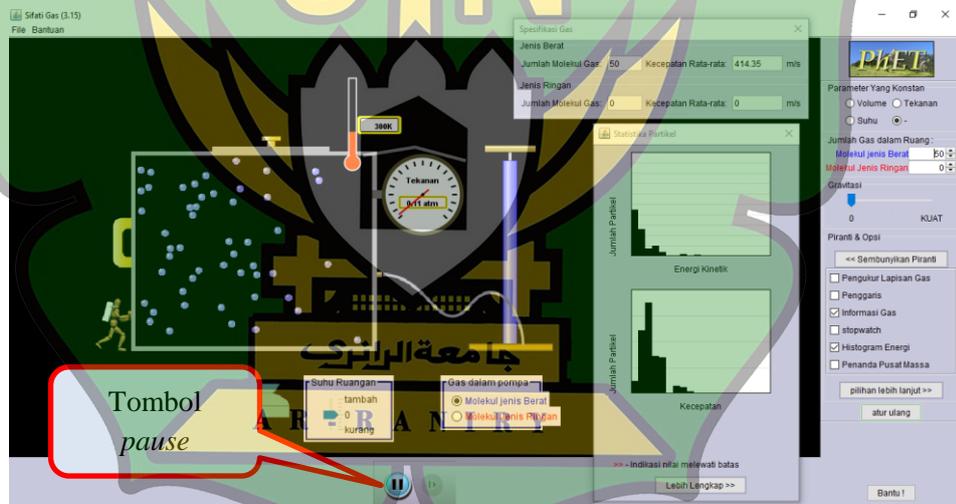
Gambar 24 Tampilan histogram energi dan informasi gas pada simulasi
Sumber: Tampilan simulasi PhET

3. Isi wadah dengan gas menggunakan pompa dengan cara menekan handel pompa.



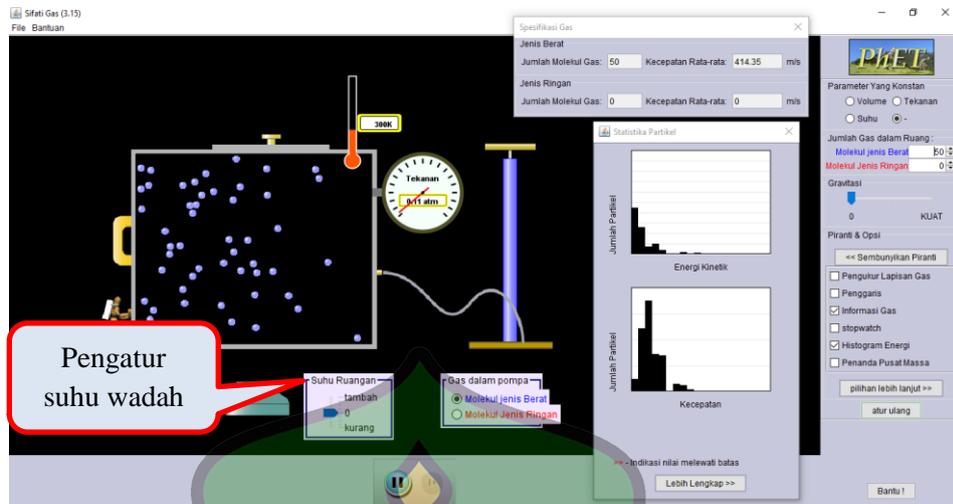
Gambar 25 Mengisi gas ke dalam wadah
Sumber: Tampilan simulasi PhET

- Amati diagram sebaran energi kinetik dan kecepatan rata-rata partikel gas ideal. Untuk memudahkan klik tombol *pause*.



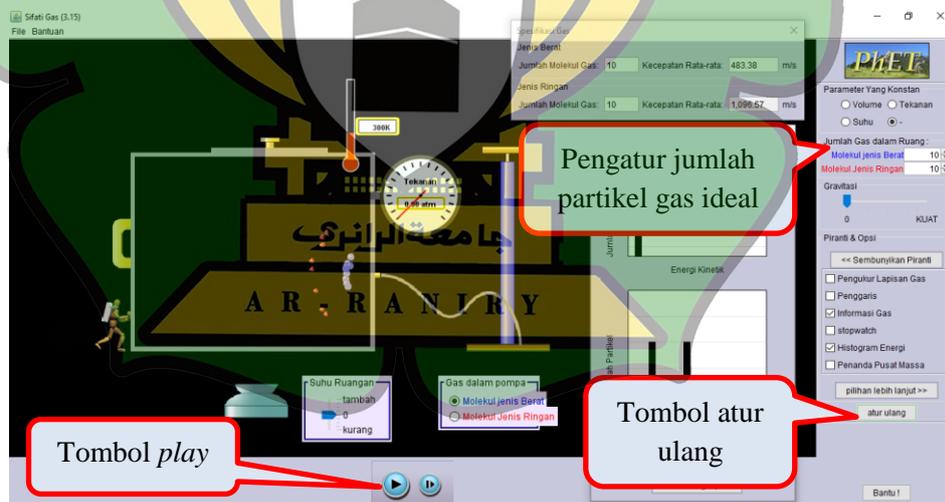
Gambar 26 Tampilan histogram energi dan informasi gas ideal
Sumber: Tampilan simulasi PhET

- Ubah suhu wadah dan amati perubahan yang terjadi setelah suhu ditingkatkan dan suhu diturunkan.



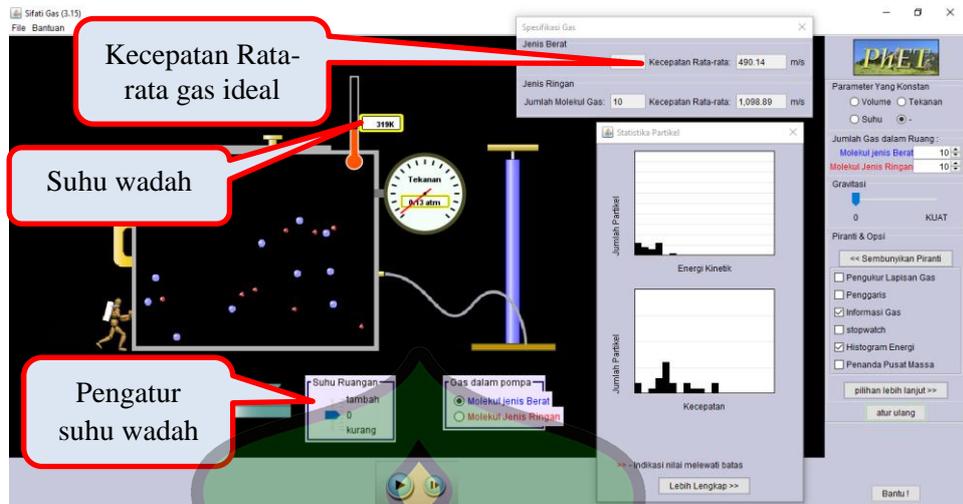
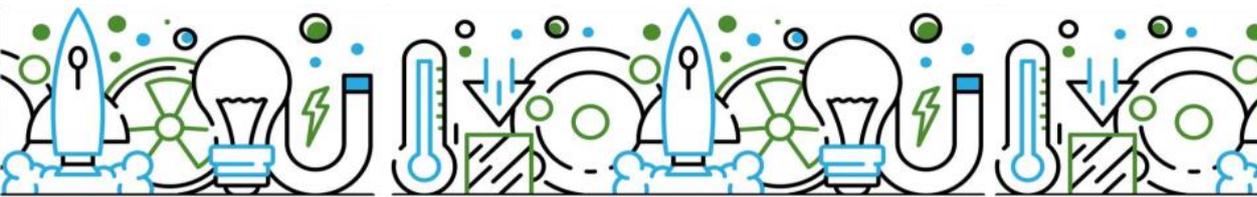
Gambar 27 Mengatur suhu wadah
Sumber: Tampilan simulasi PhET

6. Tuliskan hasil pengamatan ke dalam tabel 1.
7. Klik tombol atur ulang. Pada menu “Jumlah Gas dalam Ruang” atur jumlah molekul jenis berat dan molekul jenis ringan yang diinginkan, misalnya sebanyak 10 buah. Lalu, tekan tombol *play*.



Gambar 28 Mengatur jumlah partikel gas
Sumber: Tampilan simulasi PhET

8. Ubah suhu wadah menggunakan pengatur suhu. Catat nilai suhu dan kecepatan rata-rata gas pada tabel 2.



Gambar 29 Mengatur suhu wadah
Sumber: Tampilan simulasi PhET

9. Ulangi langkah 7 dan 8 untuk suhu wadah yang berbeda.





➤ **Data Processing**

Data Pengamatan

Tabel 1 Hubungan antara energi kinetik dengan suhu gas ideal

No.	Suhu (K)	Gambaran Histogram Energi Kinetik Partikel
1.	Suhu ditingkatkan $T = \dots\dots K$	
2.	Suhu diturunkan $T = \dots\dots K$	

Tabel 2 Hubungan antara suhu gas dengan kecepatan rata-rata partikel gas ideal

No.	Suhu (K)	A R - R A Kecepatan Rata-rata (m/s)	
		Molekul jenis ringan	Molekul jenis berat
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			



➤ **Verification**

Analisis Data



1. Bagaimana hubungan antara suhu dengan energi kinetik partikel gas ideal?

.....

.....

.....

2. Bagaimana hubungan antara suhu dengan kecepatan rata-rata partikel gas ideal?

.....

.....

.....

3. Apa yang terjadi pada partikel gas ideal, jika suhu dinaikkan dan diturunkan menggunakan pengatur suhu? Jelaskan.

.....

.....

.....

4. Amati gerakan partikel gas ideal, bagaimana gerakan partikel gas dan interaksi antar partikel?



.....

.....

.....

➤ **Generalization**

Kesimpulan

UIN

جامعة الرانيري

AR-RANIRY



RANGKUMAN

1. Gas ideal yaitu gas yang mempunyai sifat-sifat yang sama pada kondisi yang sama.
2. Sifat-sifat gas ideal yaitu terdiri atas molekul-molekul yang jumlahnya sangat banyak, bergerak ke segala arah dan memenuhi Hukum Gerak Newton, tersebar merata, tidak ada gaya interaksi antarmolekul, terjadi tumbukan lenting sempurna, dan ukuran molekul sangat kecil dibandingkan jarak antara molekul-molekulnya.

3. Hukum Boyle berbunyi:

“Apabila suhu gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya.”

Secara sistematis, pernyataan tersebut dapat dituliskan:

$$P \propto \frac{1}{V} \text{ atau } P \cdot V = \text{konstan}$$

4. Hukum Charles berbunyi

“Apabila tekanan gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya.”

Secara matematis, pernyataan tersebut dapat dituliskan:

$$V \propto T, \text{ atau } \frac{V}{T} = \text{konstan}$$

5. Hukum Gay Lussac berbunyi

“Apabila volume gas yang berada pada ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya.”

Secara matematis dapat dituliskan:

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

6. Hukum Boyle-Gay Lussac menyatakan bahwa hasil kali volume dan tekanannya yang dibagi dengan temperatur mutlaknya adalah konstan. Secara matematis, pernyataan diatas dapat ditulis sebagai berikut:

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



- Persamaan umum gas ideal yaitu $PV = nRT$ atau $PV = NkT$. Persamaan ini berlaku untuk seluruh tekanan dan suhu gas ideal.
- Berdasarkan hukum II Newton, laju perubahan momentum setara dengan gaya yang diberikan oleh dinding seluas A terhadap molekul gas dan gaya yang diberikan oleh molekul pada dinding, maka tekanan gas dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{N \cdot m_0 \overline{v_x^2}}{V}$$

- Energi kinetik gas ideal berbanding lurus dengan suhu mutlaknya, dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$Ek = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} nRT$$

- Salah satu anggapan tentang gas ideal adalah bahwa partikel-partikel gas bergerak dengan laju dan arah yang beraneka ragam. Kecepatan efektif gas ideal dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$v_{rms} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

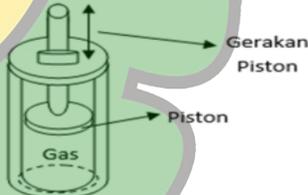
- Teorema ekipartisi energi berbunyi:

“Untuk suatu sistem molekul-molekul gas pada suhu mutlak T dengan tiap molekul memiliki f derajat kebebasan, rata-rata energi mekanik per-molekul $\overline{E_m}$ adalah:

$$\overline{EM} = \overline{E_k} = f \left(\frac{1}{2} kT \right)$$

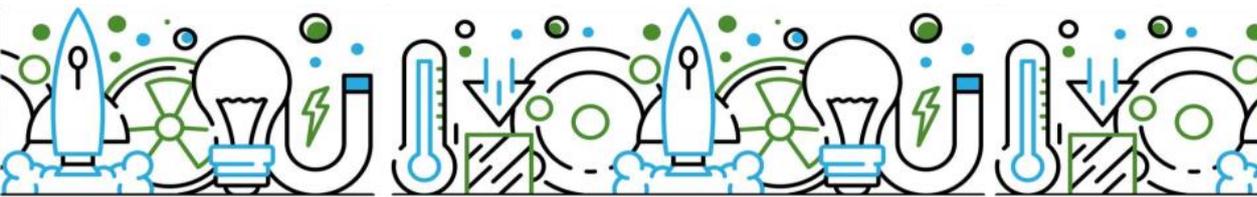


EVALUASI

- Perhatikan pernyataan teori kinetik gas di bawah ini:
 - Menjelaskan sifat-sifat gas secara makroskopik.
 - Molekul-molekul gas bergerak teratur.
 - Tekanan disebabkan oleh denyut-denyut statis di antara molekul-molekul.
 - Menjelaskan sifat-sifat gas secara mikroskopik.Pernyataan di atas yang benar tentang teori kinetik gas . . .
 - 1, 2 dan 3
 - 2 dan 4
 - 2, 3 dan 4
 - 1 dan 3
 - 1 dan 4
- Menurut teori kinetik gas, tekanan gas dalam ruangan tertutup:
 - Berbanding lurus dengan energi kinetik rata-rata partikel
 - Berbanding terbalik dengan volume gas dalam ruang
 - Berbanding lurus dengan jumlah partikel gas
 - Berbanding terbalik dengan kuadrat kecepatan partikel gasPernyataan-pernyataan yang benar adalah . . .
 - 1 dan 2
 - 1 dan 3
 - 1, 2 dan 3
 - 2, 3 dan 4
 - 2 dan 4
- Pernyataan berikut ini yang sesuai dengan sifat gas ideal adalah . . .
 - partikel gas bergerak bebas dan teratur
 - gaya tarik-menarik antar partikel gas sangat kuat
 - gaya tarik-menarik antar partikel gas dianggap bernilai nol
 - gaya tolak-menolak antar partikel gas tidak dapat diabaikan
 - partikel-partikel gas kadang diam dan kadang bergerak
- Perhatikan gambar di bawah ini!

Gas ideal dalam sistem tertutup dengan suhu yang dijaga konstan. Apabila piston didorong ke bawah sehingga volume gas di dalamnya menjadi setengah, maka . . .

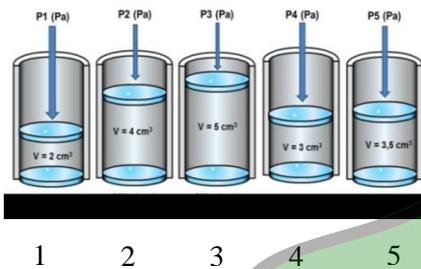
 - Tekanan tetap tidak berubah
 - Tekanan akan menjadi sepertiganya
 - Tekanan akan menjadi setengahnya
 - Tekanan akan menjadi dua kali lipat



e. Tekanan akan menjadi tiga kali lipat

volume tetap sebagai fungsi dari suhu mutlak x adalah . . .

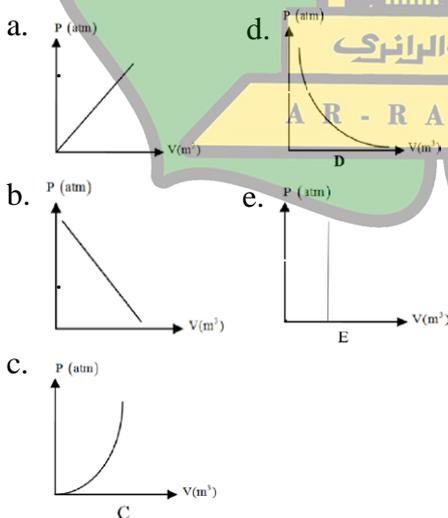
5. Perhatikan gambar di bawah ini!



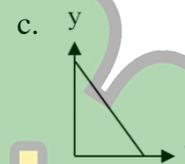
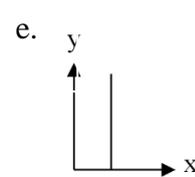
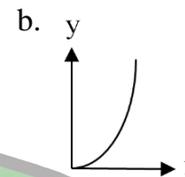
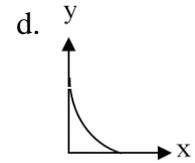
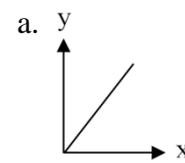
Jika suhu gas dijaga konstan, maka piston yang memiliki tekanan gas paling besar dan paling kecil adalah . . .

- Piston 1 dan 2
- Piston 1 dan 3
- Piston 3 dan 4
- Piston 4 dan 5
- Piston 5 dan 3

6. Grafik yang menyatakan hubungan antara tekanan dan volume pada gas ideal melalui proses isothermal adalah . . .



7. Grafik antara tekanan gas y yang memiliki massa tertentu pada



8. Pernyataan yang benar tentang hukum Gay Lussac adalah . . .

- Suhu suatu gas dijaga konstan, maka tekanan gas akan berbanding terbalik dengan volume
- Tekanan berbanding terbalik dengan energi kinetik partikel gas
- gas yang berada dalam bejana tertutup volume dibuat konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlak
- Tekanan dan volume bernilai konstan
- Semua jawaban benar

9. Jika gas ideal dalam sistem tertutup dipanaskan dari temperatur 273 K menjadi 546 K, sedangkan volume gas dipertahankan tetap sehingga



tekanan gas dalam sistem tertutup akan menjadi . . .

- a. Seperempat dari tekanan semula
- b. Setengah dari tekanan semula
- c. Dua kali dari tekanan semula
- d. Empat kali dari tekanan semula
- e. Enam kali dari tekanan semula

10. Perhatikan hukum-hukum dibawah ini:

- 1) Hukum Boyle
- 2) Hukum Charles
- 3) Hukum Gay Lussac
- 4) Hukum termodinamika

Penggabungan hukum dari persamaan $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ ialah...

- a. 1 dan 2
- b. 1 dan 3
- c. 2 dan 4
- d. 1, 2 dan 3
- e. 1, 2, 3 dan 4

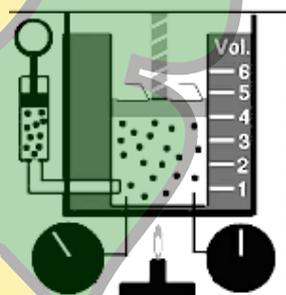
11. Gas dalam ruang tertutup bersuhu 27°C dan tekanan 6 atm serta volumenya 8 L. Apabila gas dipanasi sampai 77°C , tekanannya naik sebesar 1 atm, maka volume gas akan . . .

- a. Berkurang
- b. Tetap
- c. Berkurang 20%
- d. Bertambah 20%
- e. Bertambah 12%

12. Pernyataan berikut yang sesuai dengan persamaan gas ideal adalah . . .

- a. Tekanan gas sebanding dengan suhu gas tersebut dan berbanding terbalik dengan volume gas.
- b. Tekanan gas berbanding terbalik dengan kuadrat kecepatan partikel gas.
- c. Tekanan dan volume bernilai konstan.
- d. Tekanan gas dalam sistem tertutup berbanding terbalik dengan energi kinetik partikel gas.
- e. Tekanan gas dalam bejana tertutup bergantung pada massa jenis gas.

13. Perhatikan gambar berikut!



Udara dalam sistem tertutup bersuhu 300K memiliki tekanan sebesar 1 atm pada volume 4 liter. Apabila tekanan terhadap udara dari piston dijaga konstan, maka apa yang akan terjadi ketika nyala api dimatikan . . .

- a. Suhu udara di dalamnya akan meningkat
- b. Partikel udara akan bergerak lebih cepat



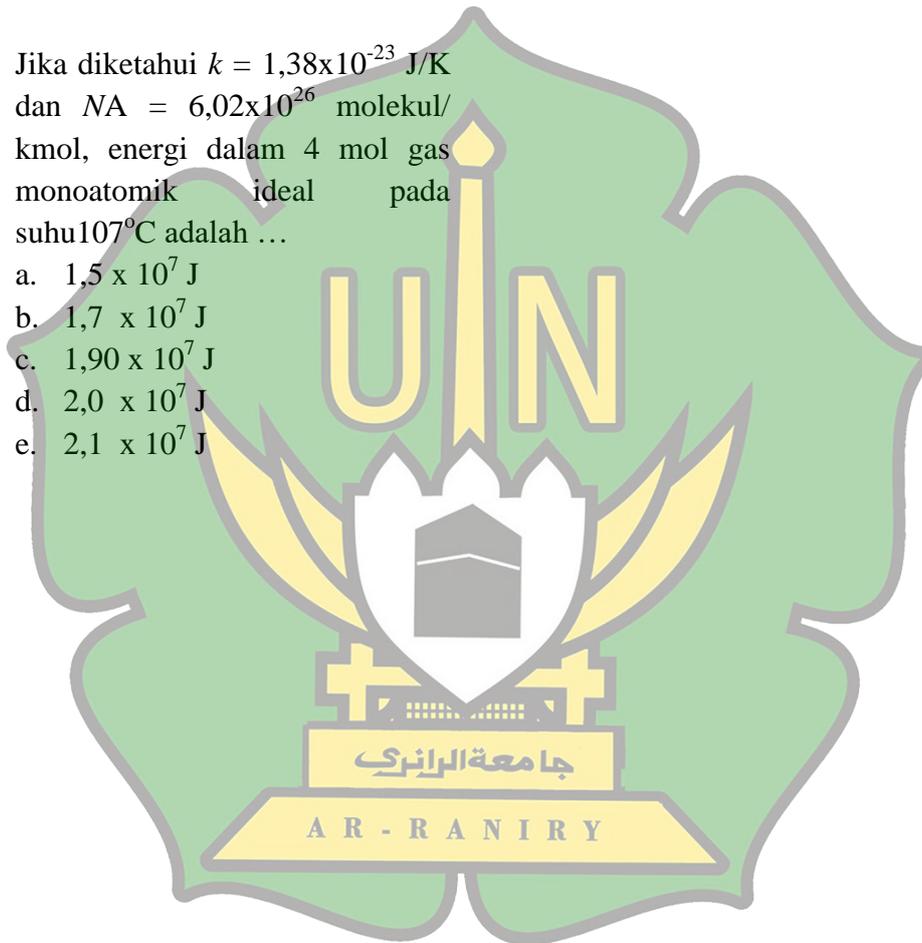
- c. Piston akan bergerak menuju ke bawah
- d. Piston akan bergerak menuju ke atas
- e. Energi kinetik partikel udara akan meningkat
14. Suhu gas ideal dalam tabung dirumuskan sebagai $E_k = 3/2 kT$, T menyatakan suhu mutlak dan $E_k =$ energi kinetik rata-rata molekul gas. Berdasarkan persamaan di atas . . .
- a. Semakin tinggi suhu gas, energi kinetiknya semakin kecil
- b. Semakin tinggi suhu gas, gerak partikel gas semakin lambat
- c. Semakin tinggi suhu gas, gerak partikel gas semakin cepat
- d. Suhu gas berbanding terbalik dengan energi kinetik gas
- e. Suhu gas tidak mempengaruhi gerak partikel gas
15. Pada suhu 27°C sebuah tangki yang mempunyai volume 1,5 L dan berisi gas ideal pada tekanan $2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$. Bila suhunya menjadi 127°C volumenya menjadi 2 Liter maka perubahan tekanan didalam tangki adalah . .
- a. $2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
- b. $1,2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
- c. $0,2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
- d. $0,12 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
- e. $0,01 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
16. Dalam suatu ruangan terdapat 800 miligram gas dengan tekanana 1 atm. Kelajuan rata-rata partikel tersebut adalah 750 m/s. Jika $1 \text{ atm} = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, maka volume ruangan tersebut adalah . . .
- a. $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- b. $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- c. $6,7 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- d. $1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
- e. $6,7 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
17. Besarnya energi kinetik sebuah atom helium pada suhu 227°C ($k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$) adalah . . .
- a. $9,25 \times 10^{-21} \text{ J}$
- b. $10,25 \times 10^{-21} \text{ J}$
- c. $10,35 \times 10^{-21} \text{ J}$
- d. $10,50 \times 10^{-21} \text{ J}$
- e. $10,60 \times 10^{-21} \text{ J}$
18. Besarnya kelajuan efektif dari molekul oksigen pada suhu 27°C adalah . . .
- a. 235 m/s
- b. 270 m/s
- c. 300 m/s
- d. 484 m/s
- e. 520 m/s
19. Pernyataan yang benar tentang teorema ekipartisi energi adalah . . .
- a. Partikel-partikel gas bergerak dengan laju dan arah yang sama
- b. Sebuah partikel tidak dapat bergerak pada tiga arah yang berbeda



- c. Suatu partikel memberikan kontribusi $k.T$ pada energi rata-rata partikel,
- d. Setiap derajat kebebasan f memberikan kontribusi pada energi mekanik partikel tersebut.
- e. Semua jawaban benar.

20. Jika diketahui $k = 1,38 \times 10^{-23}$ J/K dan $NA = 6,02 \times 10^{26}$ molekul/kmol, energi dalam 4 mol gas monoatomik ideal pada suhu 107°C adalah ...

- a. $1,5 \times 10^7$ J
- b. $1,7 \times 10^7$ J
- c. $1,90 \times 10^7$ J
- d. $2,0 \times 10^7$ J
- e. $2,1 \times 10^7$ J





DAFTAR PUSTAKA

Haryadi, Bambang. 2009. *Buku Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Kanginan, Marthen. 2013. *Buku Fisika SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.

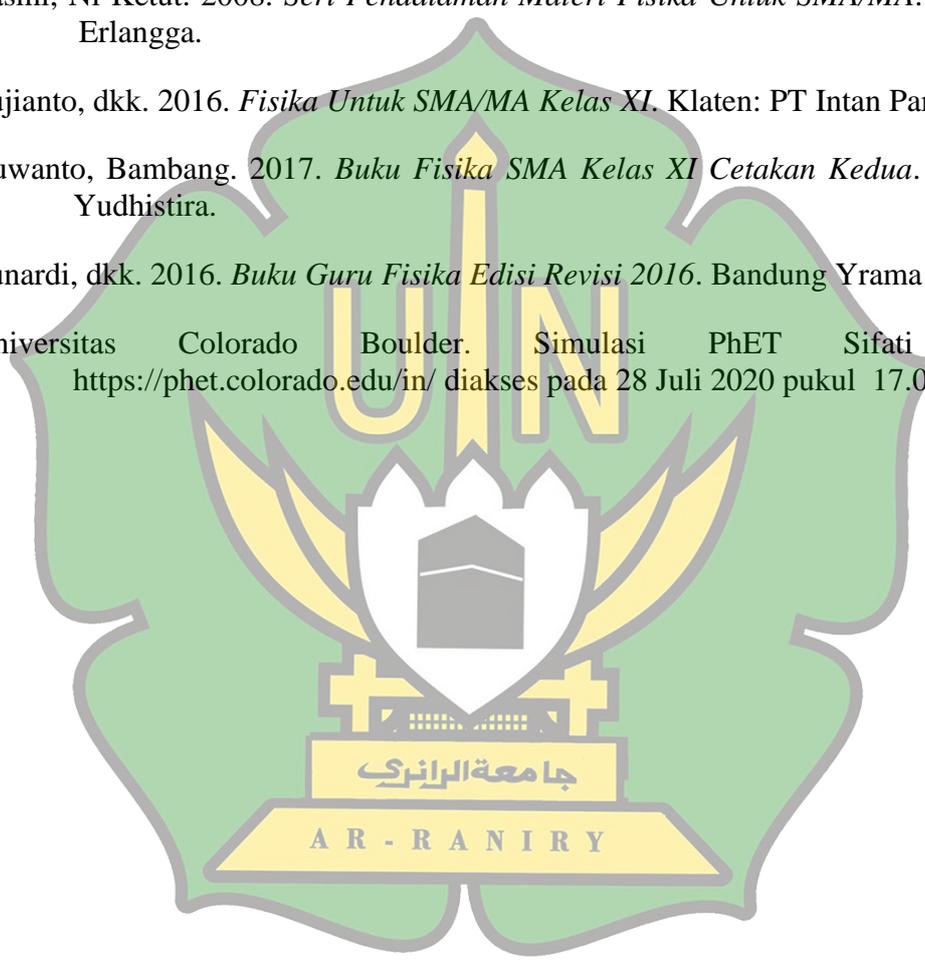
Lasmi, Ni Ketut. 2008. *Seri Pendalaman Materi Fisika Untuk SMA/MA*. Jakarta: Erlangga.

Pujianto, dkk. 2016. *Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*. Klaten: PT Intan Pariwara.

Ruwanto, Bambang. 2017. *Buku Fisika SMA Kelas XI Cetakan Kedua*. Jakarta: Yudhistira.

Sunardi, dkk. 2016. *Buku Guru Fisika Edisi Revisi 2016*. Bandung Yrama Widya.

Universitas Colorado Boulder. Simulasi PhET Sifat Gas. <https://phet.colorado.edu/in/> diakses pada 28 Juli 2020 pukul 17.02.





GLOSARIUM

D

Derajat kebebasan setiap cara bebas yang dapat digunakan partikel untuk menyerap energi.

E

Energi dalam Jumlah energi kinetik seluruh molekul gas yang berada dalam ruang tertutup.

Energi kinetik Energi yang dimiliki sebuah benda karena gerakannya.

Energi mekanik Hasil penjumlahan energi potensial dan energi kinetik.

Energi potensial Energi yang tersimpan pada benda karena kedudukan atau posisi benda terhadap titik acuannya.

G

Gas diatomik gas yang terdiri dari dua atom dari unsur yang sama maupun berbeda.

Gas monoatomik gas yang atomnya tidak berikatanj satu sama lain!

AR - RANIRY

Impuls Perubahan moMentum. Hasil kali gaya dengan lamanya gaya bekerja.

Isobaris Proses yang terjadi pada tekanan tetap.

Isokhoris Proses yang terjadi pada volume tetap.

isotermis Proses yang terjadi pada suhu tetap.

M

Momentum Ukuran kesukaran untuk memberhentikan gerak suatu benda.

R



Rotasi Gerak suatu benda yang mengalami perputaran terhadap poros tertentu.

S

Suhu Temperatur. Besaran fisika yang dimiliki bersama oleh dua buah sistem atau lebih dalam keadaan setimbang termal.

Suhu mutlak Suhu dalam satuan Kelvin.

T

Tekanan Besarnya gaya tiap satuan luas.

Translasi Gerak suatu benda dengan bentuk dan lintasan yang sama di setiap titiknya dapat berupa vertikal atau horisontal.

V

Volume Penghitungan seberapa banyak ruang yang bisa ditempati dalam suatu benda.





LKPD TEORI KINETIK GAS

Berbasis Laboratorium Virtual