



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
TES HASIL BELAJAR



- Lampiran 1.1 Kisi Kisi Tes Hasil Belajar (Uji Coba)
- Lampiran 1.2 Tes Hasil Belajar (Uji Coba)
- Lampiran 1.3 Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar (Uji Coba)
- Lampiran 1.4 Kisi Kisi Tes Hasil Belajar (*Pretest dan Posttest*)
- Lampiran 1.5 Tes Hasil Belajar (*Pretest dan Posttest*)
- Lampiran 1.6 Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar (*Pretest dan Posttest*)

Lampiran 1.1 Kisi Kisi Tes Hasil Belajar (Uji Coba)

KISI KISI TES HASIL BELAJAR FISIKA UJI COBA

Poko Bahasan	Indikator Soal	Tingkat Kognitif				Jumlah Soal
		C3	C4	C5	C6	
Hukum – hukum Termodinamika	Menerapkan hukum I termodinamika untuk menghitung perubahan energi dalam.	1, 2				2
	Menganalisis grafik PV untuk proses termodinamika.		3, 4			2
	Mengevaluasi kebenaran klaim tentang perubahan energi dalam sistem pemanas berdasarkan perhitungan hukum I termodinamika			5		1
	Menganalisis energi dalam berdasarkan perubahan suhu.		6, 7, 8			3
	Menentukan arah perpindahan kalor berdasarkan suhu sistem-lingkungan.		9, 10			2
	Menilai validitas pernyataan tentang hukum II.			11		1
	Menghitung usaha pada proses isobarik.	12				1
	Mengevaluasi koefisien performa alat pendingin.			13		1
	Menentukan kalor masuk berdasarkan efisiensi.	14, 15				2
	Menganalisis proses termodinamika		16			1

	dalam sistem tertutup dengan menerapkan hukum I termodinamika untuk menentukan usaha yang dilakukan gas berdasarkan perubahan energi dalam dan kalor yang diberikan.					
Gas Ideal	Menganalisis pengaruh suhu terhadap kecepatan partikel.		17, 18,			2
	Mengidentifikasi kesalahan dalam penerapan hukum gas.		19			1
	Menghitung jumlah molekul gas menggunakan hubungan antara tekanan, volume dan kinetik rata-rata per molekul	20, 21				2
	Menerapkan persamaan gas ideal untuk menghitung suhu akhir berdasarkan perubahan tekanan volume gas dalam sistem tertutup	22				1
	Menyusun simulasi sederhana hukum I.				23	1
	Menganalisis besaran termodinamika dengan persamaan gas ideal		24, 25, 26			3
	Memecahkan permasalahan mengenai besaran termodinamika menggunakan menggunakan hukum Boyle		27			1

	Menganalisis besaran termodinamika menggunakan hukum Gay Lussac		28			1
	Menganalisis besaran termodinamika dengan menggunakan hukum Charles		29			1
	Menganalisis besaran termodinamika hukum Boyle-Gay Lussac		30			1
	Jumlah	8	18	3	1	30



Lampiran 1.2 Tes Hasil Belajar (Uji Coba)

TES HASIL BELAJAR FISIKA UJI COBA

Kelas/ Semester : XI/II

Mata Pelajaran : Fisika

Alokasi Waktu : 90 menit

Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Tuliskan identitas anda secara jelas dan lengkap pada lembar jawaban!
2. Cermatilah seluruh soal! Jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan tanyakan kepada pengawas ruangan.
3. Kerjakan soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu!
4. Kerjakan soal secara mandiri dan jujur!

1. Gas ideal menerima kalor sebesar 500 J dan melakukan usaha sebesar 200 J. Berapa perubahan energi dalam gas tersebut...

- A. 100 J
- B. 200 J
- C. 300 J
- D. 500 J
- E. 700 J

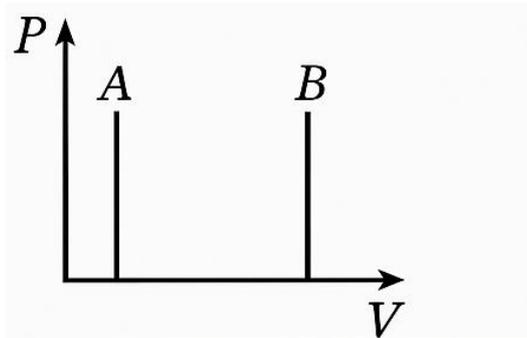
2. Sebuah gas melakukan usaha 150 J dan energi dalamnya berkurang 50 J. Hitung kalor yang diberikan pada gas...

- A. 100 J
- B. 150 J

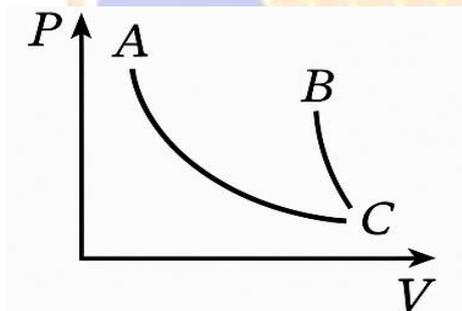
C. 200 J

D. 300 J

3. Sebuah grafik PV menampilkan proses dari titik A ke B secara vertikal, dengan volume tetap dan tekanan meningkat. Berdasarkan hal tersebut, maka...



- A. Terjadi perpindahan kalor tanpa perubahan tekanan
 - B. Gas melakukan usaha maksimum
 - C. Tidak ada usaha yang dilakukan oleh gas
 - D. Suhu gas pasti menurun
 - E. Volume gas berubah seiring tekanan
4. Perhatikan grafik PV berikut yang menunjukkan dua proses:



Proses A ke B adalah garis melengkung turun (hiperbola)

Proses B ke C adalah garis lurus vertikal ke atas

Jika gas berpindah dari A ke C melalui B, maka total usaha yang dilakukan selama proses adalah...

- A. Sama dengan usaha dari A ke B

- B. Nol karena kembali ke keadaan awal
- C. Sama dengan usaha dari B ke C
- D. Usaha total hanya berasal dari proses A ke B
- E. Tidak ada usaha karena volume akhirnya sama dengan awal
5. Sebuah tim siswa merancang alat pemanas air portabel bertenaga baterai. Mereka mengklaim bahwa alat tersebut mampu memanaskan 1 liter air dari 25°C ke 100°C dalam waktu 2 menit dengan daya listrik 200 watt. Evaluasilah kelayakan klaim tersebut berdasarkan perhitungan energi menggunakan hukum I Termodinamika...
- A. Klaim valid karena energi listrik cukup untuk menaikkan suhu air
- B. Klaim valid jika tidak ada energi yang hilang ke lingkungan
- C. Klaim tidak valid karena energi listrik yang disuplai tidak cukup
- D. Klaim valid karena seluruh energi listrik diubah menjadi kalor
- E. Klaim tidak valid karena hukum I tidak berlaku pada sistem tertutup
6. Perhatikan data berikut:
- Jumlah mol gas: 1 mol
- Jenis gas: diatomik
- Perubahan suhu: dari 300 K menjadi 500 K
- Maka perubahan energi dalam gas tersebut adalah...
- A. 2.080 J
- B. 4.157 J
- C. 3.470 J
- D. 5.200 J

7. Sebuah gas ideal monoatomik sebanyak 1,5 mol dipanaskan sehingga energi dalamnya bertambah sebesar 4.680 J. Berapa besar perubahan suhu yang dialami gas tersebut...

- A. 100 K
- B. 125 K
- C. 150 K
- D. 200 K
- E. 250 K

8. Gas monoatomik sebanyak 4 mol mengalami penurunan suhu dari 400 K menjadi 300 K. Hitung perubahan energi dalam gas tersebut...

- A. - 4.986 J
- B. - 3.324 J
- C. - 6.237 J
- D. - 8.316 J
- E. - 9.972 J

9. Sebuah benda bersuhu 150°C dimasukkan ke dalam ruangan bersuhu 30°C . Setelah beberapa menit, suhu benda menjadi 100°C . Jika massa benda 0,2 kg dan kalor jenisnya $900 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$, berapa kalor yang berpindah, dan ke mana arah perpindahan...

- A. 9.000 J, dari udara ke benda
- B. 9.000 J, dari benda ke udara
- C. 3.600 J, dari udara ke benda
- D. 3.600 J, dari benda ke udara
- E. 1.800 J, dari benda ke udara

10. Es bersuhu 0°C (massa 100 gram) dimasukkan ke dalam 200 gram air bersuhu 40°C . Kalor lebur es = 334.000 J/kg . Hitung kalor yang dibutuhkan untuk mencairkan es dan bandingkan dengan kalor yang dapat diberikan oleh air. Maka arah kalor adalah...
- A. Kalor mengalir dari es ke air, cukup mencairkan seluruh es
 - B. Kalor mengalir dari air ke es, cukup mencairkan seluruh es
 - C. Kalor mengalir dari air ke es, namun tidak cukup mencairkan seluruh es
 - D. Kalor mengalir dari es ke air, sebagian air membeku
 - E. Tidak ada kalor berpindah
11. Sebuah mesin Carnot bekerja antara suhu tinggi 600 K dan suhu rendah 300 K. Mesin menerima kalor 900 J dari sumber panas setiap siklus. Dengan pernyataan "Mesin ini mengubah seluruh 900 J kalor menjadi kerja.". Maka evaluasilah validitas pernyataan tersebut berdasarkan hukum II termodinamika adalah...
- A. Pernyataan valid, karena efisiensi mesin Carnot selalu 100%
 - B. Pernyataan valid, karena suhu tinggi cukup tinggi
 - C. Pernyataan tidak valid, karena efisiensi maksimum mesin Carnot kurang dari 100%
 - D. Pernyataan tidak valid, karena suhu rendah lebih kecil dari 0°C
 - E. Pernyataan valid, karena tidak ada kalor yang dibuang
12. Dalam proses pemuaiian isobarik, suatu gas melakukan usaha sebesar 500 J pada tekanan $2 \times 10^5 \text{ Pa}$. Berapakah perubahan volumenya...
- A. 1,0 liter
 - B. 2,0 liter
 - C. 2,5 liter

D. 3,0 liter

E. 4,0 liter

13. Diberikan data dua lemari es:

Lemari Es X: COP = 5, daya listrik = 100 W

Lemari Es Y: COP = 3, daya listrik = 60 W

Jika keduanya digunakan selama 1 jam, lemari es manakah yang memiliki efisiensi pendinginan lebih tinggi terhadap energi energi listrik yang digunakan?

A. Lemari Es X, karena menghasilkan pendinginan lebih besar per satuan energi.

B. Lemari Es Y, karena menggunakan daya lebih kecil.

C. Lemari Es X dan Y sama efisien.

D. Lemari Es Y, karena COP lebih rendah.

E. Tidak dapat ditentukan tanpa mengetahui suhu pendinginan.

14. Sebuah mesin kalor memiliki efisiensi 40% dan melakukan usaha sebesar 800

J. Berapa kalor masuk (kalor dari sumber panas) yang dibutuhkan mesin tersebut?

A. 1200 J

B. 1600 J

C. 1800 J

D. 2000 J

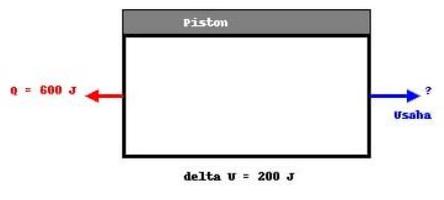
E. 2200 J

15. Sebuah mesin kalor bekerja dengan efisiensi 20% dan menghasilkan usaha sebesar 100 J. Kalor yang diperlukan mesin tersebut dari sumber panas adalah

...

- A. 200 J
- B. 300 J
- C. 400 J
- D. 500 J
- E. 600 J

16. Perhatikan gambar sistem dibawah ini:



Gambar menunjukkan sebuah piston yang memuai akibat pemanasan. Kalor sebesar 600 J diberikan ke sistem dan energi dalam gas bertambah sebesar 200 J. Berdasarkan informasi tersebut, analisislah besar usaha yang dilakukan oleh gas selama proses ini....J

- A. 500 J
- B. 400 J
- C. 300 J
- D. 200 J
- E. 100 J

17. Dua gas yang berbeda dipanaskan hingga suhu 400 K. Gas X memiliki massa molar dua kali lebih besar dari gas Y. Bagaimana perbandingan kecepatan rata-rata partikel kedua gas...

- A. Kecepatan gas X sama dengan gas Y
- B. Kecepatan gas X dua kali lebih cepat
- C. Kecepatan gas X lebih lambat dari gas Y

- D. Kecepatan gas Y dua kali lebih lambat
- E. Kecepatan kedua gas tergantung tekanan, bukan suhu

18. Gas oksigen (O_2) berada pada suhu 300 K memiliki kecepatan rata-rata 480 m/s. Jika suhu dinaikkan menjadi 600 K, berapakah kecepatan rata-rata partikel gas tersebut...

- A. 480 m/s
- B. 679 m/s
- C. 960 m/s
- D. 678 m/s
- E. 340 m/s

19. Seorang siswa melakukan eksperimen dengan gas tertutup. Data yang digunakan:

Tekanan awal = 1 atm

Volume awal = 2 L

Volume akhir = 1 L

Siswa menghitung tekanan akhir sebagai:

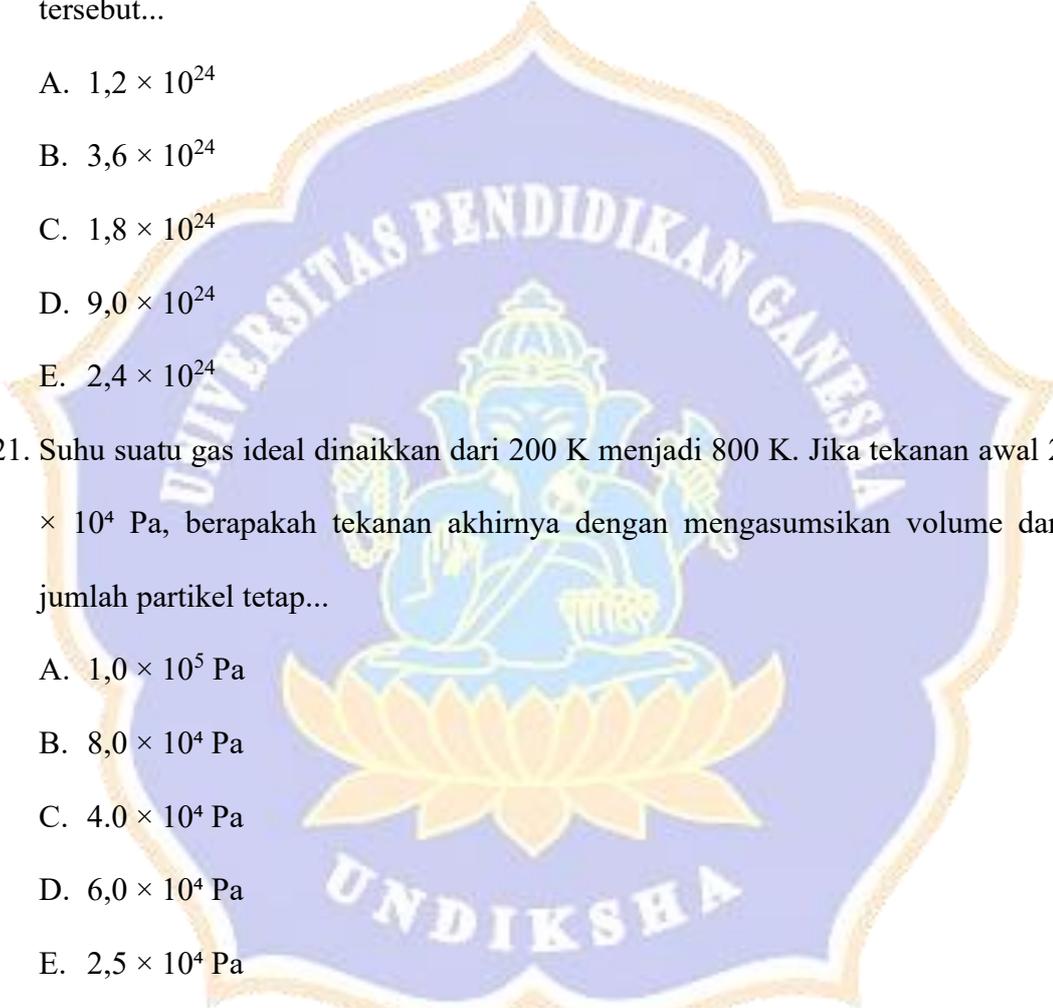
$$P_2 = \frac{V_1 \times P_1}{V_2} = \frac{2 \times 1}{1} = 2 \text{ atm}$$

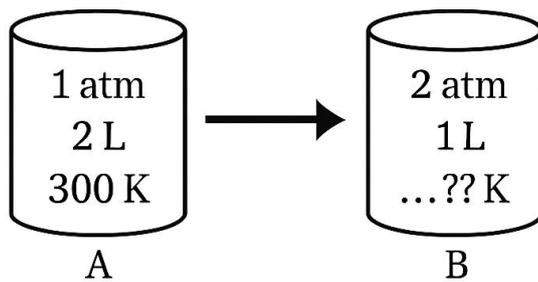
Namun, ia menuliskan kesimpulan:

"Volume dan tekanan berbanding lurus, artinya saat volume turun, tekanan juga turun."

Kesalahan dalam kesimpulan tersebut adalah...

- A. Volume memang tidak mempengaruhi tekanan
- B. Volume dan tekanan seharusnya konstan

- C. Volume dan tekanan seharusnya berbanding terbalik
- D. Siswa menggunakan rumus yang salah
- E. Tidak ada kesalahan, semua sudah benar
20. Gas dalam ruang $0,1 \text{ m}^3$ memiliki tekanan $4 \times 10^4 \text{ Pa}$. Jika energi kinetik rata-rata per molekul gas adalah $5 \times 10^{-21} \text{ J}$, berapa jumlah molekul gas dalam ruang tersebut...
- A. $1,2 \times 10^{24}$
- B. $3,6 \times 10^{24}$
- C. $1,8 \times 10^{24}$
- D. $9,0 \times 10^{24}$
- E. $2,4 \times 10^{24}$
21. Suhu suatu gas ideal dinaikkan dari 200 K menjadi 800 K . Jika tekanan awal $2 \times 10^4 \text{ Pa}$, berapakah tekanan akhirnya dengan mengasumsikan volume dan jumlah partikel tetap...
- A. $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$
- B. $8,0 \times 10^4 \text{ Pa}$
- C. $4,0 \times 10^4 \text{ Pa}$
- D. $6,0 \times 10^4 \text{ Pa}$
- E. $2,5 \times 10^4 \text{ Pa}$
22. Gas Sebuah ruang $0,1 \text{ m}^3$ memiliki tekanan $4 \times 10^4 \text{ Pa}$. Jika energi kinetik rata-rata per molekul gas adalah $5 \times 10^{-21} \text{ J}$, berapa jumlah molekul gas dalam ruang tersebut...
- 



- A. 150 K
- B. 200 K
- C. 300 K
- D. 450 K
- E. 600 K

23. Siswa diminta membuat simulasi hukum I termodinamika dengan bahan sederhana di rumah. Dari pilihan berikut, rancangan mana yang paling tepat untuk menggambarkan hubungan antara kalor, usaha, dan energi dalam?

- A. Menggunakan lilin untuk memanaskan kaleng tertutup hingga meledak.
- B. Memanaskan air dalam botol plastik tertutup tanpa ventilasi.
- C. Menggunakan suntikan (syringe) berisi udara, lalu memanaskannya dan mencatat perubahan gerak piston.
- D. Mengisi kantong plastik dengan gas dan menekannya untuk melihat perubahan warna.
- E. Meletakkan es batu di atas meja dan mencatat waktu meleleh.

24. Volume 4 gram oksigen O_2 ($M_r = 32$), pada keadaan normal ($T = 0^\circ C$ dan $P = 1$ atm) adalah...

- A. $1,4 \times 10^{-6} m^3$
- B. $2,8 \times 10^{-6} m^3$
- C. $22,4 \times 10^{-3} m^3$

D. $2,8 \text{ m}^3$

E. $22,4 \text{ m}^3$

25. Silinder yang volumenya 1 m^3 berisi 5 mol gas helium pada suhu 77°C , apabila helium dianggap gas ideal, maka tekanan gas dalam silinder adalah...

A. $140 \times 10^4 \text{ pa}$

B. $14 \times 10^5 \text{ pa}$

C. $14 \times 10^4 \text{ pa}$

D. $1,4 \times 10^4 \text{ pa}$

E. $1,4 \times 10^5 \text{ pa}$

26. Sebuah tangki bervolume 3000 cm^3 berisi gas oksigen pada suhu 20°C dan tekanan relatif pada alat 25 atm. Jika massa molar oksigen 32 kg/kmol , tekanan udara 1 atm, maka massa oksigen di dalam tangki tersebut adalah... kg

A. 0,1

B. 0,2

C. 0,3

D. 0,4

E. 0,5

27. Gas oksigen pada tekanan suhu 27° memiliki volume 25 liter dan tekanan 10^5 N/m^2 . Volume gas tersebut jika tekanan diubah menjadi $1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ pada suhu 100°C adalah...

A. 27,02 L

B. 26 L

C. 30,12 L

D. 21,72 L

E. 20,72 L

28. Tekanan udara di dalam ban mobil pada awal perjalanan adalah 406 kPa dengan suhu 15°C . Setelah berjalan dengan kecepatan tinggi, ban menjadi panas dan tekanan udara di dalam ban berubah menjadi 461 kPa. Jika pemuaian ban diabaikan, maka suhu udara di dalam ban sekarang adalah...

A. 54°C

B. 44°C

C. 34°C

D. 24°C

E. 14°C

29. Awal perjalanan volume udara di dalam ban mobil 25 liter dengan suhu 15°C . Setelah berjalan dengan kecepatan tinggi, ban menjadi panas dan volume udara menjadi 50 liter. Jika pemuaian ban diabaikan, maka suhu udara di dalam ban menjadi...

A. 576°C

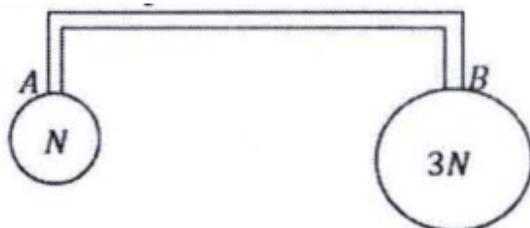
B. 150°C

C. 303°C

D. 140°C

E. 230°C

30. Perhatikan gambar dibawah ini!



Volume tabung B sama dengan 2 kali volume tabung A. Sistem tersebut diisi dengan gas ideal. Jumlah molekul sama dengan N dalam tabung A dan $3N$ dalam tabung B. Bila gas dalam tabung A bersuhu 300 K , maka dalam tabung B suhu gas adalah ... K

- A. 150
- B. 100
- C. 200
- D. 450
- E. 600



Lampiran 1.3 Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar (Uji Coba)

Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar Fisika (Uji Coba)

No	Pembahasan
1	<p>Diketahui: $Q = 500 \text{ J}$ $W = 200 \text{ J}$ Ditanya: ΔU Jawab: Pada gas berlaku hukum I termodinamika yaitu: $Q = \Delta U + W$ $\Delta U = Q - W$ $= 500 - 200$ $= 300 \text{ J}$</p> <p>Pada soal kita disebutkan bahwa gas melakukan usaha sehingga menghasilkan perubahan volume yang membesar/memuai. Jadi, perubahan energi dalam gas sebesar 300 J dan keadaan gas memuai.</p>
2	<p>Diketahui: Usaha yang dilakukan gas, $W = 150 \text{ J}$ Energi dalam berkurang, berarti $\Delta U = -50 \text{ J}$ Ditanya: Q $Q = \Delta U + W$ $Q = (-50) + 150 = 100 \text{ J}$ Jadi, kalor yang diberikan pada gas adalah 100 joule.</p>
3	<p>Proses dari titik A ke B ditampilkan secara vertikal pada grafik PV, artinya volume tetap (tidak berubah), tapi tekanan meningkat. Dalam proses ini, gas tidak mengalami perubahan volume, sehingga tidak ada usaha yang dilakukan, karena: $W = P\Delta V$ Jika $\Delta V = 0$, maka: $W = 0$ Mari kita telaah setiap opsi: A. Terjadi perpindahan kalor tanpa perubahan tekanan ✗ Salah, karena justru tekanan berubah, bukan tetap. B. Gas melakukan usaha maksimum ✗ Salah, tidak ada usaha karena volume tetap. C. Tidak ada usaha yang dilakukan oleh gas ✓ Benar, karena volume tidak berubah. D. Suhu gas pasti menurun ✗ Salah, tekanan meningkat, dan karena volume tetap, berarti suhu justru meningkat (berdasarkan hukum gas ideal $PV = nRT$ / $PV = nRT$). E. Volume gas berubah seiring tekanan ✗ Salah, volume tetap sesuai grafik vertikal. Jawaban yang benar: C. Tidak ada usaha yang dilakukan oleh gas.</p>

4	<ul style="list-style-type: none"> • Proses A ke B: Hiperbola menurun → ini ciri proses isothermal. Volume berubah, maka usaha $\neq 0$. • Proses B ke C: Garis vertikal naik → artinya volume konstan (isokhorik) → usaha = 0. • Perpindahan total: dari A ke C melalui B berarti gabungan dari dua proses. <p>Maka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usaha total hanya berasal dari proses A ke B (karena hanya ini yang melibatkan perubahan volume). • Proses B ke C tidak menyumbang usaha (volume tetap). <p>Jawaban yang benar adalah: D. Usaha total hanya berasal dari proses A ke B ✓</p>
5	<p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Massa air, $m = 1 \text{ liter} = 1 \text{ kg}$ • Suhu awal = 25°C, suhu akhir = 100°C → $\Delta T = 75^\circ\text{C}$ • Kalor jenis air, $c = 4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ • Daya listrik, $P = 200 \text{ W}$ • Waktu, $t = 2 \text{ menit} = 120 \text{ detik}$ <p>Langkah 1: Hitung energi yang dibutuhkan untuk memanaskan air $Q = mc\Delta T$ $= 1 \times 4186 \times 75$ $= 313,950 \text{ J}$</p> <p>Langkah 2: Hitung energi listrik yang disuplai $E = P \times t$ $= 200 \times 120$ $= 24,000 \text{ J}$</p> <p>Maka: Energi yang dibutuhkan (313,950 J) jauh lebih besar daripada energi yang tersedia (24,000 J). Artinya, alat ini tidak mungkin memanaskan air sesuai klaim hanya dengan daya dan waktu tersebut. Jadi, jawaban yang benar: C. Klaim tidak valid karena energi listrik yang disuplai tidak cukup ✓</p>
6	<p>Diketahui: $n = 1 \text{ mol}$ Jenis gas: diatomik $\Delta T = 500 \text{ K} - 300 \text{ K} = 200 \text{ K}$ Ditanya: ΔU</p> <p>Untuk gas diatomik (dalam kisaran suhu sedang), kapasitas kalor molar pada volume tetap: $C_v = \frac{5}{2} R$ $= \frac{5}{2} \times 8.314$ $= 20.785 \text{ J/mol}^\circ\text{K}$</p> <p>Hitung: $\Delta U = 1 \times 20.785 \times 200 = 4,157 \text{ J}$</p>

	Maka jawaban yang teapt adalah B. 4,157 J
7	<p>Diketahui: $\Delta U = 4680 \text{ J}$ $n = 1,5 \text{ mol}$ Untuk gas monoatomik, $C_v = \frac{3}{2} R = \frac{3}{2} \times 8,314 = 12.471 \text{ J/mol/ K}$ Ditanya: $\Delta T \dots ?$ Hitung perubahan suhu ΔT:</p> $\Delta T = \frac{\Delta U}{n \cdot C_v} = \frac{4680}{1,5 \cdot 12,471}$ $\Delta T = \frac{4680}{18,7065} \approx 250,1 \text{ K}$ <p>Jadi, jawaban yang benar adalah: E. 250 K ✓</p>
8	<p>Diketahui: $n = 4 \text{ mol}$ $R = 8,314 \text{ J/mol/ K}$ Ditanya: $\Delta U \dots ?$</p> $\Delta T = T_{awal} - T_{akhir} = 300 - 400 = -100 \text{ K}$ $\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8,314 \cdot (-100)$ $\Delta U = 6,8,314 \cdot (-100) = -4.988,4 \text{ J}$ <p>Dibulatkan: $\Delta U \approx -4.986 \text{ J}$</p> <p>Jawaban: A. - 4.986 ✓</p>
9	<p>Diketahui : $m = 0,2 \text{ kg}$ $c = 900 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ $\Delta T = 150^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$ Ditanya: $Q \dots ?$ Untuk menyelesaikan soal ini, kita gunakan rumus perpindahan kalor: $Q = M \cdot C \cdot \Delta T$ $Q = 0,2 \cdot 900 \cdot 50$ $= 9.000 \text{ J}$ Arah perpindahan kalor: Karena suhu benda lebih tinggi dari suhu ruangan, maka kalor berpindah dari benda ke udara. Jawaban yang benar: B. 9.000 J, dari benda ke udara ✓</p>
10	<p>Kita hitung dua hal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kalor yang dibutuhkan untuk mencairkan es. 2. Kalor yang dapat diberikan oleh air. <p>1. Kalor untuk mencairkan es Gunakan rumus:</p>

	$Q_{es} = m \cdot L$ <p>Dengan: $m = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$ $L = 334.000 \text{ J/kg}$ $Q_{es} = 0,1 \cdot 334.000 = 33.400 \text{ J}$ 2. Kalor yang dapat diberikan oleh air Gunakan: $m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$ $c = 4.200 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ $\Delta T = 40^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C}$ $Q_{air} = 0,2 \cdot 4.200 \cdot 40 = 33.600 \text{ J}$ Kesimpulan: <ul style="list-style-type: none"> • Kalor dari air: 33.600 J • Kalor yang dibutuhkan es: 33.400 J • Jadi, kalor dari air cukup untuk mencairkan seluruh es, meskipun sangat pas-pasan. • Arah kalor: dari air ke es. <input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang benar: B. Kalor mengalir dari air ke es, cukup mencairkan seluruh es </p>
11	<p>Untuk mengevaluasi pernyataan tersebut, kita gunakan konsep efisiensi maksimum mesin Carnot berdasarkan Hukum II Termodinamika, yaitu:</p> $\eta = 1 - \frac{T_{rendah}}{T_{tinggi}}$ <p>Dengan: $T_{rendah} = 300 \text{ K}$ $T_{tinggi} = 600 \text{ K}$ $\eta = 1 - \frac{300}{600} = 1 - 0,5 = 0,5 = 50\%$ Artinya: <ul style="list-style-type: none"> • Efisiensi maksimum mesin hanya 50%, sehingga hanya 450 J dari 900 J yang bisa diubah menjadi kerja. • Tidak mungkin seluruh 900 J diubah jadi kerja. • Sisa kalor (450 J) harus dibuang ke reservoir suhu rendah (sesuai Hukum II Termodinamika). Jadi, pernyataan "mesin mengubah seluruh 900 J menjadi kerja" adalah TIDAK VALID. <input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang benar: C. Pernyataan tidak valid, karena efisiensi maksimum mesin Carnot kurang dari 100% </p>
12	<p>Diketahui: $W = 500 \text{ J}$ $P = 2 \times 10^2 \text{ Pa}$ Ditanya: $\Delta V \dots\dots?$</p>

	<p>Kita cari perubahan volume ΔT:</p> $\Delta T = \frac{W}{P} = \frac{500}{2 \times 10^2} = 2,5 \times 10^{-3} m^3$ <p>Ubah ke liter (karena $1 m^3 = 1000 \text{ liter}$):</p> $\Delta V = 2,5 \times 10^{-3} \times 1000 = 2,5 \text{ liter}$ <p>✅ Jawaban yang benar: C. 2,5 liter</p>
13	<p>Diketahui:</p> <p>Q_{dingin} = kalor yang diserap dari ruang dingin (pendinginan), W = energi listrik yang dikonsumsi. Mari kita hitung pendinginan (Q_{dingin}) untuk masing-masing lemari es selama 1 jam (3600 detik).</p> <p>Lemari Es X</p> <ul style="list-style-type: none"> • COP = 5 • Daya = 100 W • Energi listrik: $W = 100 \times 3600 = 360.000 \text{ J}$ • Pendinginan: $Q_{dingin} = COP \times W = 5 \times 360.000 = 1.800.000 \text{ J}$ <p>Lemari Es Y</p> <ul style="list-style-type: none"> • COP = 3 • Daya = 60 W • Energi listrik: $W = 60 \times 3600 = 216.000 \text{ J}$ • Pendinginan: $Q_{dingin} = COP \times W = 3 \times 216.000 = 648.000 \text{ J}$ <p>Analisis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lemari Es X menghasilkan pendinginan lebih besar untuk waktu yang sama, meskipun dayanya lebih tinggi. • Karena COP-nya lebih tinggi dan pendinginannya lebih besar per energi, maka lebih efisien. <p>✅ Jawaban yang benar: A. Lemari Es X, karena menghasilkan pendinginan lebih besar per satuan energi.</p>
14	<p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efisiensi mesin (η) = 40% = 0,4 • Usaha yang dilakukan mesin (W) = 800 J <p>Ditanya: $Q_{in} \dots ?$</p> <p>Rumus efisiensi mesin kalor:</p> $\eta = \frac{w}{Q_{in}}$ <p>Maka:</p> $Q_{in} = \frac{W}{\eta} = \frac{800}{0,4} = 2000 \text{ J}$ <p>✅ Jawaban yang benar: D. 2000 J</p>

15	<p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> Efisiensi mesin (η) = 40% = 0,4 Usaha yang dilakukan mesin (W) = 800 J <p>Ditanya: $Q_{in} \dots ?$</p> <p>Rumus efisiensi mesin kalor:</p> $\eta = \frac{w}{Q_{in}}$ <p>Maka:</p> $Q_{in} = \frac{W}{\eta} = \frac{800}{0,4} = 2000 \text{ J}$ <p><input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang benar: D. 500 J</p>
16	<p>Diketahui $Q = 600 \text{ J}$ $\Delta U = 200 \text{ J}$</p> <p>Ditanya: $W \dots ?$</p> <p>Jawab: $W = Q - \Delta U$ $W = 600 - 200$ $W = 400 \text{ J}$</p>
17	<p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> Massa molar gas X = 2 × massa molar gas Y <p>Untuk membandingkan kecepatan rata-rata partikel gas, kita gunakan rumus kecepatan rms (root mean square):</p> $v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \text{ atau } v_{rms} \propto \sqrt{\frac{T}{M}}$ <p>Karena suhu T sama, maka:</p> $v_{rms} \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ <p>Maka:</p> $\frac{v_X}{v_Y} = \sqrt{\frac{M_Y}{M_X}} = \sqrt{\frac{1}{2}} \approx 0,707$ <p>Artinya, kecepatan gas X lebih lambat dari gas Y</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang benar: C. Kecepatan gas X lebih lambat dari gas Y</p>
18	<p>Untuk menghitung kecepatan rata-rata partikel gas pada suhu berbeda, kita gunakan prinsip:</p> $\propto \sqrt{T}$

	<p>jika $v_1 = 480 \frac{m}{s}$ pada $T_1 = 300 K$, dan suhu dinaikkan menjadi $T_2 = 600K$,</p> <p>maka:</p> $v_2 = v_1 \cdot \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 480 \cdot \sqrt{\frac{600}{300}} = 480 \cdot \sqrt{2} \approx 480 \cdot 1,414 = 678,72 \text{ m/s}$ <p><input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang benar: D. 678 m/s</p>
19	<p>Dalam eksperimen tersebut, siswa menggunakan rumus Hukum Boyle:</p> $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ <p>Dengan data:</p> $P_1 = 1 \text{ atm}, V_1 = 2L, V_2 = 1L$ <p>Maka:</p> $P_2 = \frac{P_1 \times V_1}{V_2} = \frac{1 \times 2}{1} = 2 \text{ atm}$ <p>Perhitungan siswa sudah benar, tapi kesimpulannya salah. Ia menyatakan bahwa: "Volume dan tekanan berbanding lurus, saat volume turun, tekanan juga turun." Ini berlawanan dengan hukum Boyle, yang menyatakan volume dan tekanan berbanding terbalik: Jika volume menurun, maka tekanan meningkat, dan sebaliknya, selama suhu tetap. Jadi, pilihan yang benar adalah: c. Volume dan tekanan seharusnya berbanding terbalik <input checked="" type="checkbox"/></p>
20	<p>Diketahui:</p> $P = 4 \times 10^4 \text{ Pa}$ $V = 0,1 \text{ m}^3$ $(E_k) = 5 \times 10^{-21} \text{ J}$ $N = \text{jumlah molekul gas}$ <p>Ditanya: N.....?</p> <p>Untuk menjawab soal ini, kita gunakan konsep hubungan antara tekanan (P), volume (V), dan energi kinetik rata-rata per molekul ((E_k)). Rumus yang digunakan:</p> $P \cdot V = \frac{2}{3} N \cdot (E_k)$ <p>Sibstitusi ke rumus:</p> $4 \times 10^4 \times 0,1 = \frac{2}{3} N \cdot 5 \times 10^{-21}$ $400 = \frac{2}{3} \cdot N \cdot 5 \times 10^{-21}$ $400 = \frac{10}{3} \cdot N \cdot 10^{-21}$ $400 = \frac{10N}{3} \times 10^{-21}$

	<p>Kalikan kedua sisi dengan 3:</p> $12000 = 10N \times 10^{-21}$ $N = \frac{12000}{10 \times 10^{-21}} = \frac{12000}{10^{-21}} = 1,2 \times 10^{24}$ <p>Jadi, jawaban sebelumnya benar: A. $1,2 \times 10^{24}$ ✓</p>
21	<p>Diketahui: $P_1 = 2 \times 10^4 \text{ Pa}$ $T_1 = 200 \text{ K}$ $T_2 = 800 \text{ K}$ Ditanya: P_2.....?</p> <p>Untuk menyelesaikan soal ini, kita gunakan hukum gas ideal dalam bentuk perbandingan, karena volume dan jumlah partikel tetap:</p> $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$ $P_2 = 2 \times 10^4 \cdot \frac{800}{200} = 2 \times 10^4 \cdot 4 = 8 \times 10^4 \text{ Pa}$ <p>✓ Jawaban: B. $8,0 \times 10^4 \text{ Pa}$</p>
22	<p>Diketahui: $P_1 = 1 \text{ atm}$ $V_1 = 2 \text{ L}$ $T_1 = 300 \text{ K}$ Setelah mengalami perubahan, gas berada dalam tabung B dengan: $P_2 = 2 \text{ atm}$ $V_2 = 1 \text{ L}$</p> <p>Ditanya: T_2 ...?</p> <p>Gunakan hukum gas ideal:</p> $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2 \cdot T_1}{P_1 V_1}$ $T_2 = \frac{2 \cdot 1 \cdot 300}{1 \cdot 2} = \frac{600}{2} = 300 \text{ K}$ <p>✓ Jawaban: C. 300 K</p>
23	<p>Untuk menunjukkan Hukum I Termodinamika yang menyatakan: $\Delta Q = \Delta U + W$ (Perubahan kalor = perubahan energi dalam + usaha oleh sistem), maka simulasi harus melibatkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penambahan kalor,

	<ul style="list-style-type: none"> • Perubahan energi dalam (suhu/gerakan partikel), • Dan/atau usaha (perubahan volume). <p>Mari kita analisis pilihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A. Kaleng meledak → Berbahaya dan kurang edukatif (tidak fokus ke konsep usaha & energi dalam). • B. Botol plastik tertutup dipanaskan → Juga berbahaya, risiko meledak, tidak aman. • C. Syringe (suntikan) berisi udara yang dipanaskan → piston bergerak → menunjukkan usaha, kalor, dan perubahan energi dalam secara aman dan jelas. <input checked="" type="checkbox"/> • D. Kantong plastik ditekan → tidak menggambarkan peran kalor dan energi dalam. • E. Es mencair → hanya menggambarkan kalor, tanpa usaha mekanik yang jelas. <p><input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang paling tepat: C. Menggunakan suntikan (syringe) berisi udara, lalu memanaskannya dan mencatat perubahan gerak piston.</p>
24	<p>Diketahui:</p> $m = 4 \text{ gram} = 4 \times 10^{-3} \text{ kg}$ $T = 0^{\circ}C = 273 \text{ K}$ $P = 1 \text{ atm} = 10^5$ $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ $M_r = 32$ <p>Ditanya:</p> <p>V.....?</p> <p>Jawab:</p> $PV = nRT$ $PV = \frac{m}{M_r} RT$ $V = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot M_r}$ $= \frac{4 \times 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 273}{10^5 \cdot 32}$ $= \frac{9078,888 \times 10^{-3}}{32 \times 10^5}$ $= 284 \times 10^{-8} m^3$ $= 2,8 \times 10^{-6} m^3$
25	<p>Diketahui:</p> $V = 1 \text{ m}^3$ $n = 5 \text{ mol}$ $T = 77^{\circ}C = 350 \text{ K}$ <p>Ditanya:</p> <p>P =.....?</p> <p>Jawab:</p>

	$P = \frac{nRT}{V}$ $P = \frac{(5)(8,314)(350)}{1}$ $P = 14542,5 \text{ Pa} \approx 1,4 \times 10^4 \text{ Pa}$
26	<p>Diketahui:</p> $V = 3000 \text{ cm}^3 = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $T = 20^\circ \text{C} = 293 \text{ K}$ $P_r = 25 \text{ atm} (P_{total} = P_0 + P_r = 1 + 25 = 26 \text{ atm} = 26 \times 10^5 \text{ Pa})$ $R = 8,314 \text{ J/mol. K}$ $M_r = 32$ <p>Ditanya:</p> <p>Jawab:</p> $PV = nRT$ $PV = \frac{m}{M_r} RT$ $m = \frac{PV(M_r)}{RT}$ $= \frac{(26 \times 10^5)(3 \times 10^{-3})(32)}{8.314 (295)}$ $= 0,1 \text{ kg}$
27	<p>Diketahui:</p> $T_1 = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ K}$ $V_1 = 25 \text{ L}$ $P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ $P_2 = 1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ $T_2 = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ K}$ <p>Ditanya:</p> <p>V_2.....?</p> <p>Jawab:</p> <p>Hukum Boyle-Gas Lussac</p> $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ $V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1}$ $V_2 = \frac{\left(\frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2}\right) (25 \text{ L}) (373 \text{ K})}{\left(1,5 \times \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2}\right) (300 \text{ K})}$ $V_2 = 20,72 \text{ L}$
28	<p>Diketahui:</p> $T_1 = 15^\circ \text{C} = 288 \text{ K}$ $P_1 = 406 \text{ kPa}$ $P_2 = 461 \text{ kPa}$ <p>Ditanya:</p> <p>T_2.....?</p>

	<p>Jawab:</p> <p>Hukum Boyle-Gas Lussac</p> $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1}$ $T_2 = \frac{(461 \text{ kPa})(288 \text{ K})}{(406 \text{ kPa})}$ $T_2 = 327 \text{ K} = 54^\circ\text{C}$
29	<p>Diketahui:</p> $T_1 = 15^\circ\text{C} = 288 \text{ K}$ $V_1 = 25 \text{ L}$ $V_2 = 50 \text{ L}$ <p>Ditanya:</p> <p>T_2.....?</p> <p>Jawab:</p> $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1}$ $T_2 = \frac{(50 \text{ L})(288 \text{ K})}{(25 \text{ L})}$ $T_2 = 576 \text{ K} = 303^\circ\text{C}$
30	<p>Diketahui:</p> $V_B = 2V_A$ $N_A = N$ $N_B = 3N$ $T_A = 300 \text{ K}$ <p>Ditanya:</p> <p>T_A.....?</p> <p>Jawab:</p> <p>Untuk menentukan suhu di tabung B dapat digunakan persamaan gas ideal</p> $PV = nRT$ $\frac{P_A V_A}{P V_A} = \frac{n_A R T_A}{n_B R T_B}$ $\frac{P V_A}{P V_A} = \frac{N R T_A}{3 N R T_B}$ $\frac{1}{2} = \frac{300}{3 T_B}$ $T_B = \frac{300(2)}{3}$ $T_B = 200 \text{ K}$

Lampiran 1.4 Kisi Kisi Tes Hasil Belajar (*Pretest dan Posttest*)

KISI KISI TES HASIL BELAJAR FISIKA

Poko Bahasan	Indikator Soal	Tingkat Kognitif				Jumlah Soal
		C3	C4	C5	C6	
Hukum – hukum Termodinamika	Menerapkan hukum I termodinamika untuk menghitung perubahan energi dalam.	1, 2				2
	Menganalisis grafik PV untuk proses termodinamika.		3			1
	Mengevaluasi kebenaran klaim tentang perubahan energi dalam sistem pemanas berdasarkan perhitungan hukum I termodinamika			4		1
	Menganalisis energi dalam berdasarkan perubahan suhu.		5, 6			2
	Menentukan arah perpindahan kalor berdasarkan suhu sistem-lingkungan.		7, 8			2
	Menilai validitas pernyataan tentang hukum II.			9		1
	Menghitung usaha pada proses isobarik.	10				1
	Mengevaluasi koefisien performa alat pendingin.			11		1
	Menentukan kalor masuk berdasarkan efisiensi.	12, 13				2

	Menganalisis proses termodinamika dalam sistem tertutup dengan menerapkan hukum I termodinamika untuk menentukan usaha yang dilakukan gas berdasarkan perubahan energi dalam dan kalor yang diberikan.		14			1
Gas Ideal	Menganalisis pengaruh suhu terhadap kecepatan partikel.		15			1
	Mengidentifikasi kesalahan dalam penerapan hukum gas.		16			1
	Menghitung jumlah molekul gas menggunakan hubungan antara tekanan, volume dan kinetik rata-rata per molekul	17,				1
	Menerapkan persamaan gas ideal untuk menghitung suhu akhir berdasarkan perubahan tekanan volume gas dalam sistem tertutup.	18				1
	Menganalisis besaran termodinamika dengan persamaan gas ideal		19, 20,			2

	Memecahkan permasalahan mengenai besaran termodinamika menggunakan menggunakan hukum Boyle		21			1
	Menganalisis besaran termodinamika menggunakan hukum Gay Lussac		22			1
	Menganalisis besaran termodinamika dengan menggunakan hukum Charles		23			1
	Menganalisis besaran termodinamika hukum Boyle-Gay Lussac		24			1
	Jumlah	7	14	3	0	24



Lampiran 1.5 Tes Hasil Belajar (*Pretest dan Posttest*)

TES HASIL BELAJAR FISIKA

Kelas/ Semester : XI/II

Mata Pelajaran : Fisika

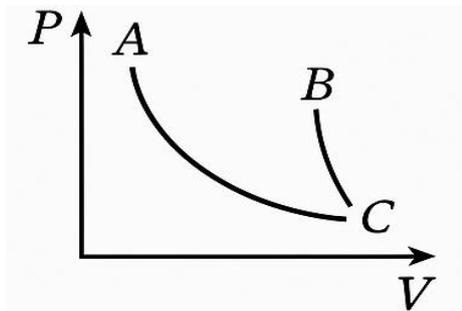
Alokasi Waktu : 90 menit

Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Tuliskan identitas anda secara jelas dan lengkap pada lembar jawaban!
 2. Cermatilah seluruh soal! Jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan tanyakan kepada pengawas ruangan.
 3. Kerjakan soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu!
 4. Kerjakan soal secara mandiri dan jujur!
-
1. Gas ideal menerima kalor sebesar 500 J dan melakukan usaha sebesar 200 J. Berapa perubahan energi dalam gas tersebut...
 - A. 100 J
 - B. 200 J
 - C. 300 J
 - D. 500 J
 - E. 700 J
 2. Sebuah gas melakukan usaha 150 J dan energi dalamnya berkurang 50 J. Hitung kalor yang diberikan pada gas...
 - A. 50 J
 - B. 100 J

- C. 150 J
- D. 200 J
- E. 300 J

3. Perhatikan grafik PV berikut yang menunjukkan dua proses:



Proses A ke B adalah garis melengkung turun (hiperbola)

Proses B ke C adalah garis lurus vertikal ke atas

Jika gas berpindah dari A ke C melalui B, maka total usaha yang dilakukan selama proses adalah...

- A. Sama dengan usaha dari A ke B
 - B. Nol karena kembali ke keadaan awal
 - C. Sama dengan usaha dari B ke C
 - D. Usaha total hanya berasal dari proses A ke B
 - E. Tidak ada usaha karena volume akhirnya sama dengan awal
4. Sebuah tim siswa merancang alat pemanas air portabel bertenaga baterai. Mereka mengklaim bahwa alat tersebut mampu memanaskan 1 liter air dari 25°C ke 100°C dalam waktu 2 menit dengan daya listrik 200 watt. Evaluasilah kelayakan klaim tersebut berdasarkan perhitungan energi menggunakan hukum I Termodinamika...
- A. Klaim valid karena energi listrik cukup untuk menaikkan suhu air
 - B. Klaim valid jika tidak ada energi yang hilang ke lingkungan

- C. Klaim tidak valid karena energi listrik yang disuplai tidak cukup
- D. Klaim valid karena seluruh energi listrik diubah menjadi kalor
- E. Klaim tidak valid karena hukum I tidak berlaku pada sistem tertutup
5. Sebuah gas ideal monoatomik sebanyak 1,5 mol dipanaskan sehingga energi dalamnya bertambah sebesar 4.680 J. Berapa besar perubahan suhu yang dialami gas tersebut...
- A. 100 K
- B. 125 K
- C. 150 K
- D. 200 K
- E. 250 K
6. Gas monoatomik sebanyak 4 mol mengalami penurunan suhu dari 400 K menjadi 300 K. Hitung perubahan energi dalam gas tersebut...
- A. - 4.986 J
- B. - 3.324 J
- C. - 6.237 J
- D. - 8.316 J
- E. - 9.972 J
7. Sebuah benda bersuhu 150°C dimasukkan ke dalam ruangan bersuhu 30°C . Setelah beberapa menit, suhu benda menjadi 100°C . Jika massa benda 0,2 kg dan kalor jenisnya $900 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$, berapa kalor yang berpindah, dan ke mana arah perpindahan...
- A. 9.000 J, dari udara ke benda
- B. 9.000 J, dari benda ke udara

- C. 3.600 J, dari udara ke benda
- D. 3.600 J, dari benda ke udara
- E. 1.800 J, dari benda ke udara
8. Es bersuhu 0°C (massa 100 gram) dimasukkan ke dalam 200 gram air bersuhu 40°C . Kalor lebur es = 334.000 J/kg. Hitung kalor yang dibutuhkan untuk mencairkan es dan bandingkan dengan kalor yang dapat diberikan oleh air. Maka arah kalor adalah...
- A. Kalor mengalir dari es ke air, cukup mencairkan seluruh es
- B. Kalor mengalir dari air ke es, cukup mencairkan seluruh es
- C. Kalor mengalir dari air ke es, namun tidak cukup mencairkan seluruh es
- D. Kalor mengalir dari es ke air, sebagian air membeku
- E. Tidak ada kalor berpindah
9. Sebuah mesin Carnot bekerja antara suhu tinggi 600 K dan suhu rendah 300 K. Mesin menerima kalor 900 J dari sumber panas setiap siklus. Dengan pernyataan "Mesin ini mampu mengubah seluruh 900 J kalor menjadi usaha.". Maka evaluasilah validitas pernyataan tersebut berdasarkan hukum II termodinamika adalah...
- A. Pernyataan valid, karena efisiensi mesin Carnot selalu 100%
- B. Pernyataan valid, karena suhu tinggi cukup tinggi
- C. Pernyataan tidak valid, karena efisiensi maksimum mesin Carnot kurang dari 100%
- D. Pernyataan tidak valid, karena suhu rendah lebih kecil dari 0°C
- E. Pernyataan valid, karena tidak ada kalor yang dibuang

10. Dalam proses pemuaian isobarik, suatu gas melakukan usaha sebesar 500 J pada tekanan 2×10^5 Pa. Berapakah perubahan volumenya...

- A. 1,0 liter
- B. 2,0 liter
- C. 2,5 liter
- D. 3,0 liter
- E. 4,0 liter

11. Diberikan data dua lemari es:

Lemari Es X: COP = 5, daya listrik = 100 W

Lemari Es Y: COP = 3, daya listrik = 60 W

Jika keduanya digunakan selama 1 jam, manakah yang lebih baik dalam hal efisiensi pendinginan terhadap konsumsi daya?

- A. Lemari Es X, karena menghasilkan pendinginan lebih besar per satuan energi.
- B. Lemari Es Y, karena menggunakan daya lebih kecil.
- C. Lemari Es X dan Y sama efisien.
- D. Lemari Es Y, karena COP lebih rendah.
- E. Tidak dapat ditentukan tanpa mengetahui suhu pendinginan.

12. Sebuah mesin kalor memiliki efisiensi 40% dan melakukan usaha sebesar 800

J. Berapa kalor masuk (kalor dari sumber panas) yang dibutuhkan mesin tersebut?

- A. 1200 J
- B. 1600 J
- C. 1800 J

D. 2000 J

E. 2200 J

13. Sebuah mesin kalor bekerja dengan efisiensi 20% dan menghasilkan usaha sebesar 100 J. Kalor yang diperlukan mesin tersebut dari sumber panas adalah

...

A. 200 J

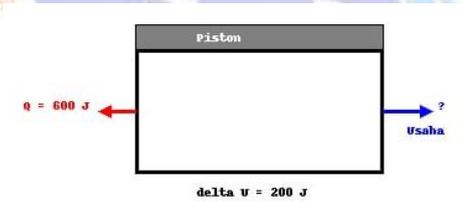
B. 300 J

C. 400 J

D. 500 J

E. 600 J

14. Perhatikan gambar sistem dibawah ini:



Gambar menunjukkan sebuah piston yang memuai akibat pemanasan. Kalor sebesar 600 J diberikan ke sistem dan energi dalam gas bertambah sebesar 200 J. Berdasarkan informasi tersebut, analisislah besar usaha yang dilakukan oleh gas selama proses ini....J

A. 500 J

B. 400 J

C. 300 J

D. 200 J

E. 100 J

15. Gas oksigen (O_2) berada pada suhu 300 K memiliki kecepatan rata-rata 480 m/s. Jika suhu dinaikkan menjadi 600 K, berapakah kecepatan rata-rata partikel gas tersebut...

- A. 480 m/s
- B. 679 m/s
- C. 960 m/s
- D. 678 m/s
- E. 340 m/s

16. Seorang siswa melakukan eksperimen dengan gas tertutup. Data yang digunakan:

Tekanan awal = 1 atm

Volume awal = 2 L

Volume akhir = 1 L

Siswa menghitung tekanan akhir sebagai:

$$P_2 = \frac{V_1 \times P_1}{V_2} = \frac{2 \times 1}{1} = 2 \text{ atm}$$

Namun, ia menuliskan kesimpulan:

"Volume dan tekanan berbanding lurus, artinya saat volume turun, tekanan juga turun."

Kesalahan dalam kesimpulan tersebut adalah...

- A. Volume memang tidak mempengaruhi tekanan
- B. Volume dan tekanan seharusnya konstan
- C. Volume dan tekanan seharusnya berbanding terbalik
- D. Siswa menggunakan rumus yang salah

E. Tidak ada kesalahan, semua sudah benar

17. Gas dalam ruang $0,1 \text{ m}^3$ memiliki tekanan $4 \times 10^4 \text{ Pa}$. Jika energi kinetik rata-rata per molekul gas adalah $5 \times 10^{-21} \text{ J}$, berapa jumlah molekul gas dalam ruang tersebut...

A. $1,2 \times 10^{24}$

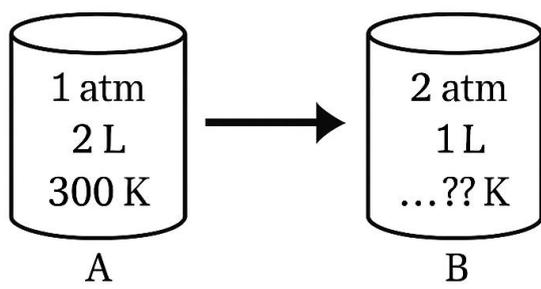
B. $3,6 \times 10^{24}$

C. $1,8 \times 10^{24}$

D. $9,0 \times 10^{24}$

E. $2,4 \times 10^{24}$

18. Perhatikan gambar dibawah ini:



Gas ideal awalnya berada pada tabung A dengan tekanan 1 atm, volume 2 L, dan suhu 300 K. Kemudian gas dipindahkan ke Tabung B sehingga tekanan menjadi 2 atm dan volume menjadi 1 L. Jika jumlah mol gas tetap, berapakah suhu akhir gas dalam tabung B.... K

A. 150 K

B. 200 K

C. 300 K

D. 450 K

E. 600 K

19. Volume 4 gram oksigen O_2 ($M_r = 32$), pada keadaan normal ($T = 0^\circ C$ dan $P = 1 \text{ atm}$) adalah...

- A. $1,4 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- B. $2,8 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- C. $22,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- D. $2,8 \text{ m}^3$
- E. $22,4 \text{ m}^3$

20. Silinder yang volumenya 1 m^3 berisi 5 mol gas helium pada suhu $77^\circ C$, apabila helium dianggap gas ideal, maka tekanan gas dalam silinder adalah...

- A. $140 \times 10^4 \text{ pa}$
- B. $14 \times 10^5 \text{ pa}$
- C. $14 \times 10^4 \text{ pa}$
- D. $1,4 \times 10^4 \text{ pa}$
- E. $1,4 \times 10^5 \text{ pa}$

21. Gas oksigen pada tekanan suhu 27° memiliki volume 25 liter dan tekanan 10^5 N/m^2 . Volume gas tersebut jika tekanan diubah menjadi $1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ pada suhu $100^\circ C$ adalah...

- A. 27,02 L
- B. 26 L
- C. 30,12 L
- D. 21,72 L
- E. 20,72 L

22. Tekanan udara di dalam ban mobil pada awal perjalanan adalah 406 kPa dengan suhu $15^\circ C$. Setelah berjalan dengan kecepatan tinggi, ban menjadi

pana dan tekanan udara di dalam ban berubah menjadi 461 kPa. Jika pemuaian ban diabaikan, maka suhu udara di dalam ban sekarang adalah...

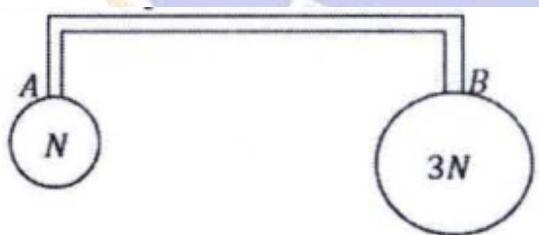
- A. 54°C
- B. 44°C
- C. 34°C
- D. 24°C
- E. 14°C

23. Awal perjalanan volume udara di dalam ban mobil 25 liter dengan suhu 15°C .

Setelah berjalan dengan kecepatan tinggi, ban menjadi panas dan volume udara menjadi 50 liter. Jika pemuaian ban diabaikan, maka suhu udara di dalam ban menjadi...

- A. 576°C
- B. 150°C
- C. 303°C
- D. 140°C
- E. 230°C

24. Perhatikan gambar dibawah ini!



Volume tabung B sama dengan 2 kali volume tabung A. Sistem tersebut diisi dengan gas ideal. Jumlah molekul sama dengan N dalam tabung A dan 3N dalam tabung B. Bila gas dalam tabung A bersuhu 300 K. maka dalam tabung B suhu gas adalah ... K

- A. 150
- B. 100
- C. 200
- D. 450
- E. 600

23	<p>Untuk menunjukkan Hukum I Termodinamika yang menyatakan: $\Delta Q = \Delta U + W$ (Perubahan kalor = perubahan energi dalam + usaha oleh sistem), maka simulasi harus melibatkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penambahan kalor, • Perubahan energi dalam (suhu/gerakan partikel), • Dan/atau usaha (perubahan volume). <p>Mari kita analisis pilihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A. Kaleng meledak → Berbahaya dan kurang edukatif (tidak fokus ke konsep usaha & energi dalam). • B. Botol plastik tertutup dipanaskan → Juga berbahaya, risiko meledak, tidak aman. • C. Syringe (suntikan) berisi udara yang dipanaskan → piston bergerak → menunjukkan usaha, kalor, dan perubahan energi dalam secara aman dan jelas. <input checked="" type="checkbox"/> • D. Kantong plastik ditekan → tidak menggambarkan peran kalor dan energi dalam. • E. Es mencair → hanya menggambarkan kalor, tanpa usaha mekanik yang jelas. <p><input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang paling tepat: C. Menggunakan suntikan (syringe) berisi udara, lalu memanaskannya dan mencatat perubahan gerak piston.</p>
24	<p>Diketahui: $m = 4 \text{ gram} = 4 \times 10^{-3} \text{ kg}$ $T = 0^{\circ} \text{C} = 273 \text{ K}$ $P = 1 \text{ atm} = 10^5$ $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ $M_r = 32$ Ditanya: V.....? Jawab: $PV = nRT$ $PV = \frac{m}{M_r} RT$ $V = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot M_r}$</p>

	$= \frac{4 \times 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 273}{10^5 \cdot 32}$ $= \frac{9078,888 \times 10^{-3}}{32 \times 10^5}$ $= 284 \times 10^{-8} m^3$ $= 2,8 \times 10^{-6} m^3$
25	<p>Diketahui: $V = 1 m^3$ $n = 5 \text{ mol}$ $T = 77^\circ C = 350 K$ Ditanya: $P = \dots?$ Jawab: $P = \frac{nRT}{V}$ $P = \frac{(5)(8,314)(350)}{1}$ $P = 14542,5 Pa \approx 1,4 \times 10^4 Pa$</p>
26	<p>Diketahui: $V = 3000 cm^3 = 3 \times 10^{-3} m^3$ $T = 20^\circ C = 293 K$ $P_r = 25 atm (P_{total} = P_0 + P_r = 1 + 25 = 26 atm = 26 \times 10^5 Pa)$ $R = 8,314 J/mol \cdot K$ $M_r = 32$ Ditanya: Jawab: $PV = nRT$ $PV = \frac{m}{M_r} RT$ $m = \frac{PV(M_r)}{RT}$ $= \frac{(26 \times 10^5)(3 \times 10^{-3})(32)}{8,314 (295)}$ $= 0,1 kg$</p>
27	<p>Diketahui: $T_1 = 27^\circ C = 300 K$ $V_1 = 25 L$ $P_1 = 10^5 N/m^2$ $P_2 = 1,5 \times 10^5 N/m^2$ $T_2 = 100^\circ C = 373 K$ Ditanya: $V_2 = \dots?$ Jawab: Hukum Boyle-Gas Lussac</p>

	$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ $V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1}$ $V_2 = \frac{\left(\frac{10^5 N}{m^2}\right) (25 L) (373 K)}{\left(1,5 \times \frac{10^5 N}{m^2}\right) (300 K)}$ $V_2 = 20,72 L$
28	<p>Diketahui:</p> $T_1 = 15^\circ C = 288 K$ $P_1 = 406 kPa$ $P_2 = 461 kPa$ Ditanya: $T_2 \dots\dots?$ Jawab: Hukum Boyle-Gas Lussac $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1}$ $T_2 = \frac{(461 kPa)(288 K)}{(406 kPa)}$ $T_2 = 327 K = 54^\circ C$
29	<p>Diketahui:</p> $T_1 = 15^\circ C = 288 K$ $V_1 = 25 L$ $V_2 = 50 L$ Ditanya: $T_2 \dots\dots?$ Jawab: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1}$ $T_2 = \frac{(50 L)(288 K)}{(25 L)}$ $T_2 = 576 K = 303^\circ C$
30	<p>Diketahui:</p> $V_B = 2V_A$ $N_A = N$ $N_B = 3N$ $T_A = 300 K$ Ditanya: $T_B \dots\dots?$ Jawab: Untuk menentukan suhu di tabung B dapat digunakan persamaan gas ideal

$$PV = nRT$$
$$\frac{P_A V_A}{P_B V_B} = \frac{n_A R T_A}{n_B R T_B}$$
$$\frac{P V_A}{P V_A} = \frac{NRT(300)}{3NRT_B}$$
$$\frac{1}{2} = \frac{300}{3T_B}$$
$$T_B = \frac{300(2)}{3}$$
$$T_B = 200 \text{ K}$$



Lampiran 1.4 Kisi Kisi Tes Hasil Belajar (*Pretest dan Posttest*)

KISI KISI TES HASIL BELAJAR FISIKA

Poko Bahasan	Indikator Soal	Tingkat Kognitif				Jumlah Soal
		C3	C4	C5	C6	
Hukum – hukum Termodinamika	Menerapkan hukum I termodinamika untuk menghitung perubahan energi dalam.	1, 2				2
	Menganalisis grafik PV untuk proses termodinamika.		3			1
	Mengevaluasi kebenaran klaim tentang perubahan energi dalam sistem pemanas berdasarkan perhitungan hukum I termodinamika			4		1
	Menganalisis energi dalam berdasarkan perubahan suhu.		5, 6			2
	Menentukan arah perpindahan kalor berdasarkan suhu sistem-lingkungan.		7, 8			2
	Menilai validitas pernyataan tentang hukum II.			9		1
	Menghitung usaha pada proses isobarik.	10				1
	Mengevaluasi koefisien performa alat pendingin.			11		1
	Menentukan kalor masuk berdasarkan efisiensi.	12, 13				2

	Menganalisis proses termodinamika dalam sistem tertutup dengan menerapkan hukum I termodinamika untuk menentukan usaha yang dilakukan gas berdasarkan perubahan energi dalam dan kalor yang diberikan.		14			1
Gas Ideal	Menganalisis pengaruh suhu terhadap kecepatan partikel.		15			1
	Mengidentifikasi kesalahan dalam penerapan hukum gas.		16			1
	Menghitung jumlah molekul gas menggunakan hubungan antara tekanan, volume dan kinetik rata-rata per molekul	17,				1
	Menerapkan persamaan gas ideal untuk menghitung suhu akhir berdasarkan perubahan tekanan volume gas dalam sistem tertutup.	18				1
	Menganalisis besaran termodinamika dengan persamaan gas ideal		19, 20,			2

	Memecahkan permasalahan mengenai besaran termodinamika menggunakan menggunakan hukum Boyle		21			1
	Menganalisis besaran termodinamika menggunakan hukum Gay Lussac		22			1
	Menganalisis besaran termodinamika dengan menggunakan hukum Charles		23			1
	Menganalisis besaran termodinamika hukum Boyle-Gay Lussac		24			1
	Jumlah	7	14	3	0	24



Lampiran 1.5 Tes Hasil Belajar (*Pretest dan Posttest*)

TES HASIL BELAJAR FISIKA

Kelas/ Semester : XI/II

Mata Pelajaran : Fisika

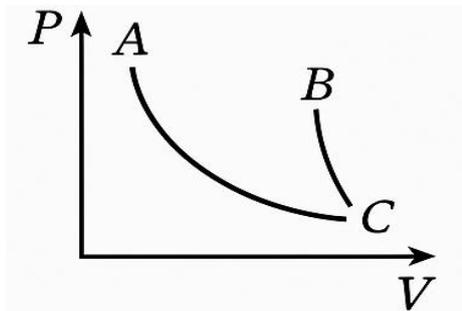
Alokasi Waktu : 90 menit

Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Tuliskan identitas anda secara jelas dan lengkap pada lembar jawaban!
 2. Cermatilah seluruh soal! Jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan tanyakan kepada pengawas ruangan.
 3. Kerjakan soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu!
 4. Kerjakan soal secara mandiri dan jujur!
25. Gas ideal menerima kalor sebesar 500 J dan melakukan usaha sebesar 200 J. Berapa perubahan energi dalam gas tersebut...
- A. 100 J
 - B. 200 J
 - C. 300 J
 - D. 500 J
 - E. 700 J
26. Sebuah gas melakukan usaha 150 J dan energi dalamnya berkurang 50 J. Hitung kalor yang diberikan pada gas...
- A. 50 J
 - B. 100 J

- C. 150 J
- D. 200 J
- E. 300 J

27. Perhatikan grafik PV berikut yang menunjukkan dua proses:



Proses A ke B adalah garis melengkung turun (hiperbola)

Proses B ke C adalah garis lurus vertikal ke atas

Jika gas berpindah dari A ke C melalui B, maka total usaha yang dilakukan selama proses adalah...

- A. Sama dengan usaha dari A ke B
- B. Nol karena kembali ke keadaan awal
- C. Sama dengan usaha dari B ke C
- D. Usaha total hanya berasal dari proses A ke B
- E. Tidak ada usaha karena volume akhirnya sama dengan awal

28. Sebuah tim siswa merancang alat pemanas air portabel bertenaga baterai.

Mereka mengklaim bahwa alat tersebut mampu memanaskan 1 liter air dari 25°C ke 100°C dalam waktu 2 menit dengan daya listrik 200 watt. Evaluasilah kelayakan klaim tersebut berdasarkan perhitungan energi menggunakan hukum I Termodinamika...

- A. Klaim valid karena energi listrik cukup untuk menaikkan suhu air
- B. Klaim valid jika tidak ada energi yang hilang ke lingkungan

- C. Klaim tidak valid karena energi listrik yang disuplai tidak cukup
- D. Klaim valid karena seluruh energi listrik diubah menjadi kalor
- E. Klaim tidak valid karena hukum I tidak berlaku pada sistem tertutup
29. Sebuah gas ideal monoatomik sebanyak 1,5 mol dipanaskan sehingga energi dalamnya bertambah sebesar 4.680 J. Berapa besar perubahan suhu yang dialami gas tersebut...
- A. 100 K
- B. 125 K
- C. 150 K
- D. 200 K
- E. 250 K
30. Gas monoatomik sebanyak 4 mol mengalami penurunan suhu dari 400 K menjadi 300 K. Hitung perubahan energi dalam gas tersebut...
- A. - 4.986 J
- B. - 3.324 J
- C. - 6.237 J
- D. - 8.316 J
- E. - 9.972 J
31. Sebuah benda bersuhu 150°C dimasukkan ke dalam ruangan bersuhu 30°C . Setelah beberapa menit, suhu benda menjadi 100°C . Jika massa benda 0,2 kg dan kalor jenisnya $900 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$, berapa kalor yang berpindah, dan ke mana arah perpindahan...
- A. 9.000 J, dari udara ke benda
- B. 9.000 J, dari benda ke udara

- C. 3.600 J, dari udara ke benda
- D. 3.600 J, dari benda ke udara
- E. 1.800 J, dari benda ke udara
32. Es bersuhu 0°C (massa 100 gram) dimasukkan ke dalam 200 gram air bersuhu 40°C . Kalor lebur es = 334.000 J/kg. Hitung kalor yang dibutuhkan untuk mencairkan es dan bandingkan dengan kalor yang dapat diberikan oleh air. Maka arah kalor adalah...
- A. Kalor mengalir dari es ke air, cukup mencairkan seluruh es
- B. Kalor mengalir dari air ke es, cukup mencairkan seluruh es
- C. Kalor mengalir dari air ke es, namun tidak cukup mencairkan seluruh es
- D. Kalor mengalir dari es ke air, sebagian air membeku
- E. Tidak ada kalor berpindah
33. Sebuah mesin Carnot bekerja antara suhu tinggi 600 K dan suhu rendah 300 K. Mesin menerima kalor 900 J dari sumber panas setiap siklus. Dengan pernyataan "Mesin ini mampu mengubah seluruh 900 J kalor menjadi usaha.". Maka evaluasilah validitas pernyataan tersebut berdasarkan hukum II termodinamika adalah...
- A. Pernyataan valid, karena efisiensi mesin Carnot selalu 100%
- B. Pernyataan valid, karena suhu tinggi cukup tinggi
- C. Pernyataan tidak valid, karena efisiensi maksimum mesin Carnot kurang dari 100%
- D. Pernyataan tidak valid, karena suhu rendah lebih kecil dari 0°C
- E. Pernyataan valid, karena tidak ada kalor yang dibuang

34. Dalam proses pemuaian isobarik, suatu gas melakukan usaha sebesar 500 J pada tekanan 2×10^5 Pa. Berapakah perubahan volumenya...

- A. 1,0 liter
- B. 2,0 liter
- C. 2,5 liter
- D. 3,0 liter
- E. 4,0 liter

35. Diberikan data dua lemari es:

Lemari Es X: COP = 5, daya listrik = 100 W

Lemari Es Y: COP = 3, daya listrik = 60 W

Jika keduanya digunakan selama 1 jam, manakah yang lebih baik dalam hal efisiensi pendinginan terhadap konsumsi daya?

- A. Lemari Es X, karena menghasilkan pendinginan lebih besar per satuan energi.
- B. Lemari Es Y, karena menggunakan daya lebih kecil.
- C. Lemari Es X dan Y sama efisien.
- D. Lemari Es Y, karena COP lebih rendah.
- E. Tidak dapat ditentukan tanpa mengetahui suhu pendinginan.

36. Sebuah mesin kalor memiliki efisiensi 40% dan melakukan usaha sebesar 800

J. Berapa kalor masuk (kalor dari sumber panas) yang dibutuhkan mesin tersebut?

- A. 1200 J
- B. 1600 J
- C. 1800 J

D. 2000 J

E. 2200 J

37. Sebuah mesin kalor bekerja dengan efisiensi 20% dan menghasilkan usaha sebesar 100 J. Kalor yang diperlukan mesin tersebut dari sumber panas adalah

...

A. 200 J

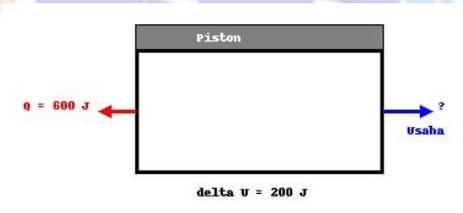
B. 300 J

C. 400 J

D. 500 J

E. 600 J

38. Perhatikan gambar sistem dibawah ini:



Gambar menunjukkan sebuah piston yang memuai akibat pemanasan. Kalor sebesar 600 J diberikan ke sistem dan energi dalam gas bertambah sebesar 200 J. Berdasarkan informasi tersebut, analisislah besar usaha yang dilakukan oleh gas selama proses ini....J

A. 500 J

B. 400 J

C. 300 J

D. 200 J

E. 100 J

39. Gas oksigen (O_2) berada pada suhu 300 K memiliki kecepatan rata-rata 480 m/s.

Jika suhu dinaikkan menjadi 600 K, berapakah kecepatan rata-rata partikel gas tersebut...

- A. 480 m/s
- B. 679 m/s
- C. 960 m/s
- D. 678 m/s
- E. 340 m/s

40. Seorang siswa melakukan eksperimen dengan gas tertutup. Data yang digunakan:

Tekanan awal = 1 atm

Volume awal = 2 L

Volume akhir = 1 L

Siswa menghitung tekanan akhir sebagai:

$$P_2 = \frac{V_1 \times P_1}{V_2} = \frac{2 \times 1}{1} = 2 \text{ atm}$$

Namun, ia menuliskan kesimpulan:

"Volume dan tekanan berbanding lurus, artinya saat volume turun, tekanan juga turun."

Kesalahan dalam kesimpulan tersebut adalah...

- A. Volume memang tidak mempengaruhi tekanan
- B. Volume dan tekanan seharusnya konstan
- C. Volume dan tekanan seharusnya berbanding terbalik
- D. Siswa menggunakan rumus yang salah

E. Tidak ada kesalahan, semua sudah benar

41. Gas dalam ruang $0,1 \text{ m}^3$ memiliki tekanan $4 \times 10^4 \text{ Pa}$. Jika energi kinetik rata-rata per molekul gas adalah $5 \times 10^{-21} \text{ J}$, berapa jumlah molekul gas dalam ruang tersebut...

A. $1,2 \times 10^{24}$

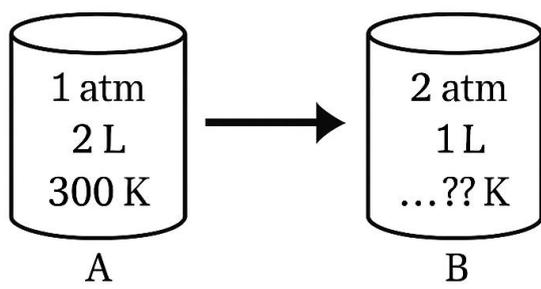
B. $3,6 \times 10^{24}$

C. $1,8 \times 10^{24}$

D. $9,0 \times 10^{24}$

E. $2,4 \times 10^{24}$

42. Perhatikan gambar dibawah ini:



Gas ideal awalnya berada pada tabung A dengan tekanan 1 atm, volume 2 L, dan suhu 300 K. Kemudian gas dipindahkan ke Tabung B sehingga tekanan menjadi 2 atm dan volume menjadi 1 L. Jika jumlah mol gas tetap, berapakah suhu akhir gas dalam tabung B.... K

A. 150 K

B. 200 K

C. 300 K

D. 450 K

E. 600 K

43. Volume 4 gram oksigen O_2 ($M_r = 32$), pada keadaan normal ($T = 0^\circ C$ dan $P = 1 \text{ atm}$) adalah...

- A. $1,4 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- B. $2,8 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- C. $22,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- D. $2,8 \text{ m}^3$
- E. $22,4 \text{ m}^3$

44. Silinder yang volumenya 1 m^3 berisi 5 mol gas helium pada suhu $77^\circ C$, apabila helium dianggap gas ideal, maka tekanan gas dalam silinder adalah...

- A. $140 \times 10^4 \text{ pa}$
- B. $14 \times 10^5 \text{ pa}$
- C. $14 \times 10^4 \text{ pa}$
- D. $1,4 \times 10^4 \text{ pa}$
- E. $1,4 \times 10^5 \text{ pa}$

45. Gas oksigen pada tekanan suhu 27° memiliki volume 25 liter dan tekanan 10^5 N/m^2 . Volume gas tersebut jika tekanan diubah menjadi $1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ pada suhu $100^\circ C$ adalah...

- A. 27,02 L
- B. 26 L
- C. 30,12 L
- D. 21,72 L
- E. 20,72 L

46. Tekanan udara di dalam ban mobil pada awal perjalanan adalah 406 kPa dengan suhu $15^\circ C$. Setelah berjalan dengan kecepatan tinggi, ban menjadi

pana dan tekanan udara di dalam ban berubah menjadi 461 kPa. Jika pemuaian ban diabaikan, maka suhu udara di dalam ban sekarang adalah...

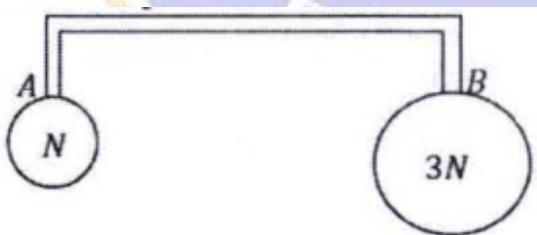
- A. 54°C
- B. 44°C
- C. 34°C
- D. 24°C
- E. 14°C

47. Awal perjalanan volume udara di dalam ban mobil 25 liter dengan suhu 15°C .

Setelah berjalan dengan kecepatan tinggi, ban menjadi panas dan volume udara menjadi 50 liter. Jika pemuaian ban diabaikan, maka suhu udara di dalam ban menjadi...

- A. 576°C
- B. 150°C
- C. 303°C
- D. 140°C
- E. 230°C

48. Perhatikan gambar dibawah ini!



Volume tabung B sama dengan 2 kali volume tabung A. Sistem tersebut diisi dengan gas ideal. Jumlah molekul sama dengan N dalam tabung A dan $3N$ dalam tabung B. Bila gas dalam tabung A bersuhu 300 K , maka dalam tabung B suhu gas adalah ... K

- A. 150
- B. 100
- C. 200
- D. 450
- E. 600

49. Volume 4 gram oksigen O_2 ($M_r = 32$), pada keadaan normal ($T = 0^\circ C$ dan $P = 1 \text{ atm}$) adalah...

- A. $1,4 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- B. $2,8 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- C. $22,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- D. $2,8 \text{ m}^3$
- E. $22,4 \text{ m}^3$

50. Silinder yang volumenya 1 m^3 berisi 5 mol gas helium pada suhu $77^\circ C$, apabila helium dianggap gas ideal, maka tekanan gas dalam silinder adalah...

- A. $140 \times 10^4 \text{ pa}$
- B. $14 \times 10^5 \text{ pa}$
- C. $14 \times 10^4 \text{ pa}$
- D. $1,4 \times 10^4 \text{ pa}$
- E. $1,4 \times 10^5 \text{ pa}$

51. Gas oksigen pada tekanan suhu 27° memiliki volume 25 liter dan tekanan 10^5 N/m^2 . Volume gas tersebut jika tekanan diubah menjadi $1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ pada suhu $100^\circ C$ adalah...

- A. 27,02 L
- B. 26 L

- C. 30,12 L
- D. 21,72 L
- E. 20,72 L

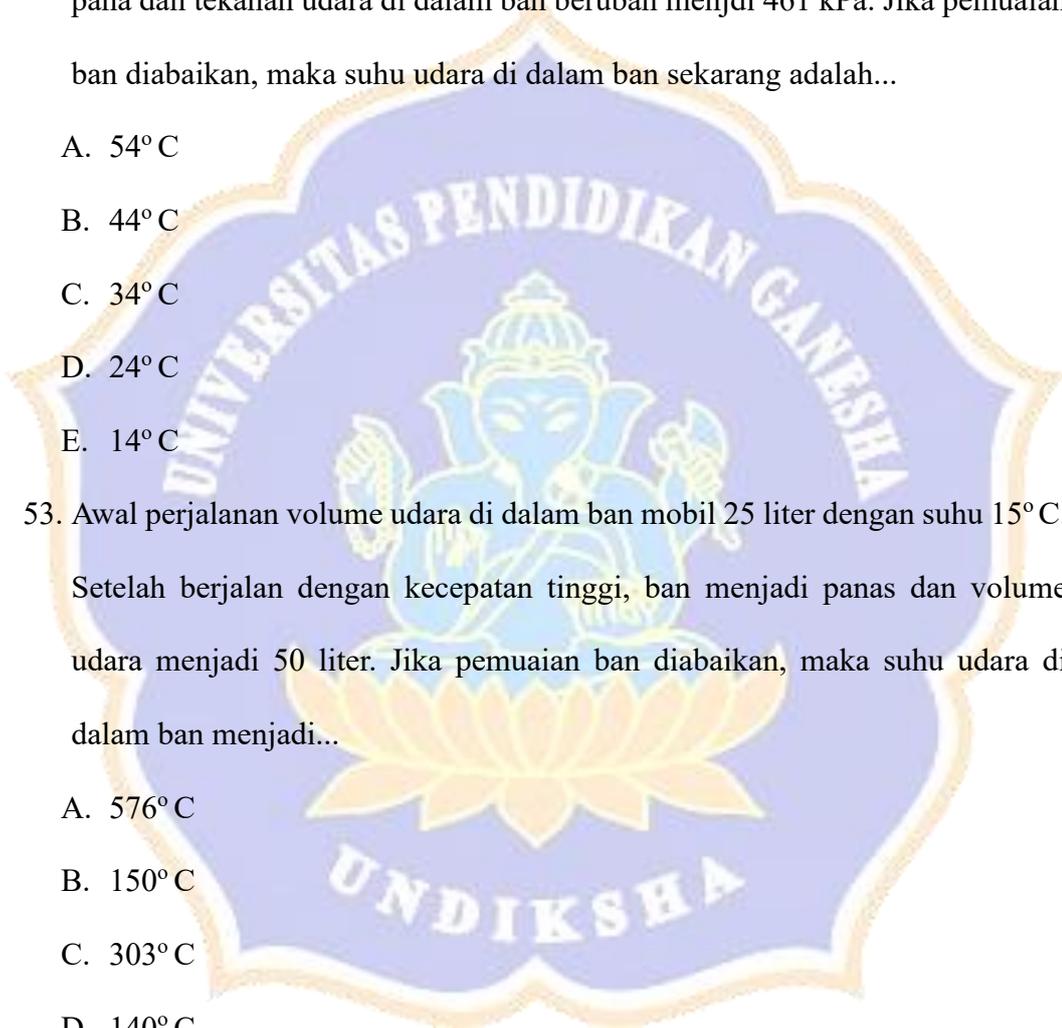
52. Tekanan udara di dalam ban mobil pada awal perjalanan adalah 406 kPa dengan suhu 15°C . Setelah berjalan dengan kecepatan tinggi, ban menjadi panas dan tekanan udara di dalam ban berubah menjadi 461 kPa. Jika pemuaian ban diabaikan, maka suhu udara di dalam ban sekarang adalah...

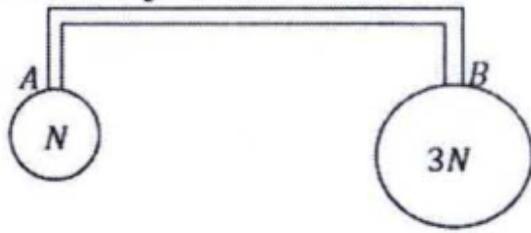
- A. 54°C
- B. 44°C
- C. 34°C
- D. 24°C
- E. 14°C

53. Awal perjalanan volume udara di dalam ban mobil 25 liter dengan suhu 15°C . Setelah berjalan dengan kecepatan tinggi, ban menjadi panas dan volume udara menjadi 50 liter. Jika pemuaian ban diabaikan, maka suhu udara di dalam ban menjadi...

- A. 576°C
- B. 150°C
- C. 303°C
- D. 140°C
- E. 230°C

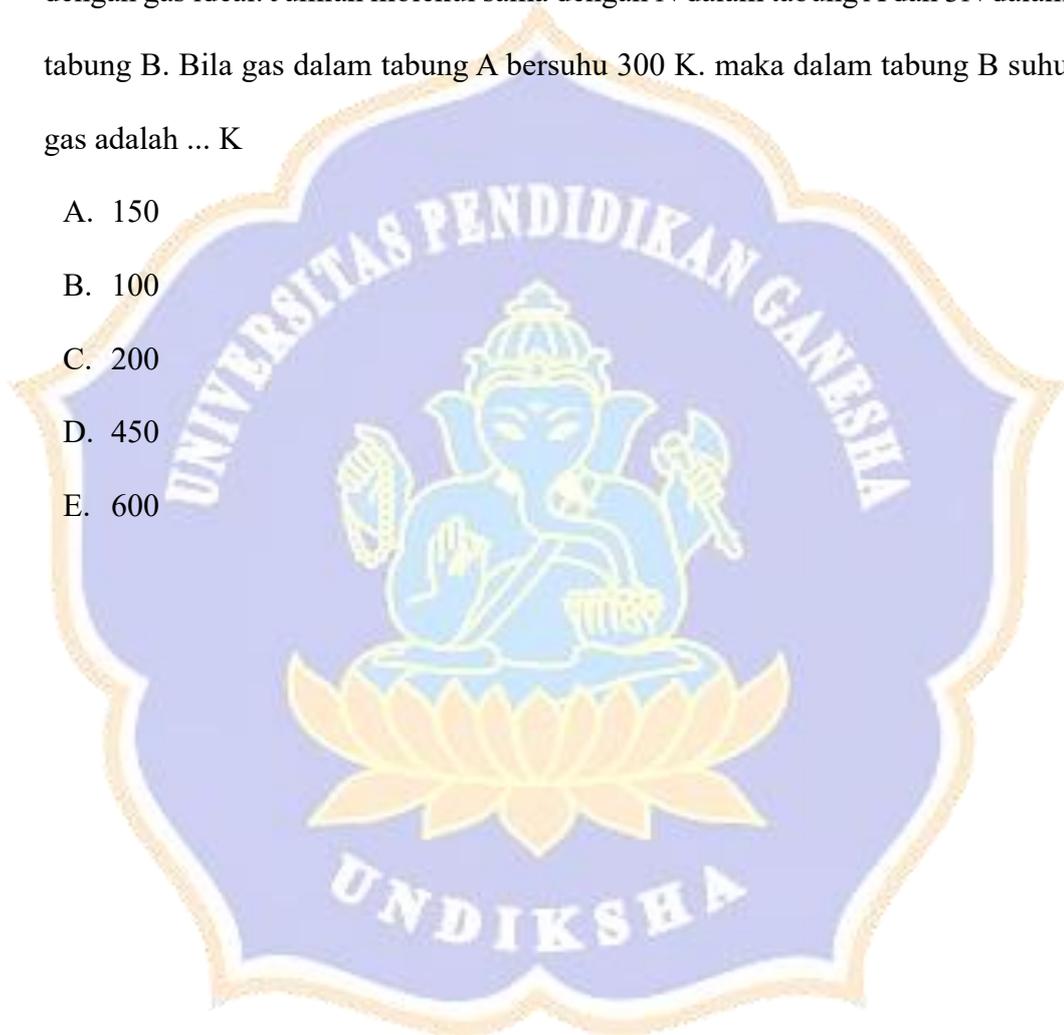
54. Perhatikan gambar dibawah ini!





Volume tabung B sama dengan 2 kali volume tabung A. Sistem tersebut diisi dengan gas ideal. Jumlah molekul sama dengan N dalam tabung A dan $3N$ dalam tabung B. Bila gas dalam tabung A bersuhu 300 K , maka dalam tabung B suhu gas adalah ... K

- A. 150
- B. 100
- C. 200
- D. 450
- E. 600





Lampiran 1.6 Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar (*Pretest dan Posttest*)
Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar Fisika

No	Pembahasan
1	<p>Diketahui: $Q = 500 \text{ J}$ $W = 200 \text{ J}$ Ditanya: ΔU Jawab: Pada gas berlaku hukum I termodinamika yaitu: $Q = \Delta U + W$ $\Delta U = Q - W$ $= 500 - 200$ $= 300 \text{ J}$</p> <p>Pada soal kita disebutkan bahwa gas melakukan usaha sehingga menghasilkan perubahan volume yang membesar/memuai. Jadi, perubahan energi dalam gas sebesar 300 J dan keadaan gas memuai.</p>
2	<p>Diketahui: Usaha yang dilakukan gas, $W = 150 \text{ J}$ Energi dalam berkurang, berarti $\Delta U = -50 \text{ J}$ Ditanya: Q $Q = \Delta U + W$ $Q = (-50) + 150 = 100 \text{ J}$ Jadi, kalor yang diberikan pada gas adalah 100 joule.</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> • Proses A ke B: Hiperbola menurun → ini ciri proses isothermal. Volume berubah, maka usaha $\neq 0$. • Proses B ke C: Garis vertikal naik → artinya volume konstan (isokhorik) → usaha = 0. • Perpindahan total: dari A ke C melalui B berarti gabungan dari dua proses. <p>Maka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usaha total hanya berasal dari proses A ke B (karena hanya ini yang melibatkan perubahan volume). • Proses B ke C tidak menyumbang usaha (volume tetap). <p>Jawaban yang benar adalah: D. Usaha total hanya berasal dari proses A ke B ✓</p>
4	<p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Massa air, $m = 1 \text{ liter} = 1 \text{ kg}$ • Suhu awal = 25°C, suhu akhir = 100°C → $\Delta T = 75^\circ\text{C}$ • Kalor jenis air, $c = 4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ • Daya listrik, $P = 200 \text{ W}$ • Waktu, $t = 2 \text{ menit} = 120 \text{ detik}$ <p>Langkah 1: Hitung energi yang dibutuhkan untuk memanaskan air $Q = mc\Delta T$ $= 1 \times 4186 \times 75$ $= 313,950 \text{ J}$</p>

	<p>Langkah 2: Hitung energi listrik yang disuplai</p> $E = P \times t$ $= 200 \times 120$ $= 24,000 \text{ J}$ <p>Maka: Energi yang dibutuhkan (313,950 J) jauh lebih besar daripada energi yang tersedia (24,000 J). Artinya, alat ini tidak mungkin memanaskan air sesuai klaim hanya dengan daya dan waktu tersebut.</p> <p>Jadi, jawaban yang benar: C. Klaim tidak valid karena energi listrik yang disuplai tidak cukup</p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>
5	<p>Diketahui: $\Delta U = 4680 \text{ J}$ $n = 1,5 \text{ mol}$</p> <p>Untuk gas monoatomik, $C_v = \frac{3}{2} R = \frac{3}{2} \times 8,314 = 12.471 \text{ J/mol/ K}$</p> <p>Ditanya: $\Delta T \dots ?$</p> <p>Hitung perubahan suhu ΔT:</p> $\Delta T = \frac{\Delta U}{n \cdot C_v} = \frac{4680}{1,5 \cdot 12,471}$ $\Delta T = \frac{4680}{18,7065} \approx 250,1 \text{ K}$ <p>Jadi, jawaban yang benar adalah: E. 250 K <input checked="" type="checkbox"/></p>
6	<p>Diketahui: $n = 4 \text{ mol}$ $R = 8,314 \text{ J/mol/ K}$</p> <p>Ditanya: $\Delta U \dots ?$</p> $\Delta T = T_{awal} - T_{akhir} = 300 - 400 = -100 \text{ K}$ $\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8,314 \cdot (-100)$ $\Delta U = 6,8314 \cdot (-100) = -4.988,4 \text{ J}$ <p>Dibulatkan: $\Delta U \approx -4.986 \text{ J}$</p> <p>Jawaban: A. - 4.986 <input checked="" type="checkbox"/></p>
7	<p>Diketahui :</p> $m = 0,2 \text{ kg}$ $c = 900 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ $\Delta T = 150^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$ <p>Ditanya: $Q \dots ?$</p> <p>Untuk menyelesaikan soal ini, kita gunakan rumus perpindahan kalor:</p> $Q = M \cdot C \cdot \Delta T$ $Q = 0,2 \cdot 900 \cdot 50$ $= 9.000 \text{ J}$

	<p>Arah perpindahan kalor: Karena suhu benda lebih tinggi dari suhu ruangan, maka kalor berpindah dari benda ke udara. Jawaban yang benar: B. 9.000 J, dari benda ke udara ✓</p>
8	<p>Kita hitung dua hal: 3. Kalor yang dibutuhkan untuk mencairkan es. 4. Kalor yang dapat diberikan oleh air. 1. Kalor untuk mencairkan es Gunakan rumus: $Q_{es} = m \cdot L$ Dengan: $m = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$ $L = 334.000 \text{ J/kg}$ $Q_{es} = 0,1 \cdot 334.000 = 33.400 \text{ J}$ 2. Kalor yang dapat diberikan oleh air Gunakan: $m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$ $c = 4.200 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ $\Delta T = 40^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C}$ $Q_{air} = 0,2 \cdot 4.200 \cdot 40 = 33.600 \text{ J}$ Kesimpulan: <ul style="list-style-type: none"> • Kalor dari air: 33.600 J • Kalor yang dibutuhkan es: 33.400 J • Jadi, kalor dari air cukup untuk mencairkan seluruh es, meskipun sangat pas-pasan. • Arah kalor: dari air ke es. ✓ Jawaban yang benar: B. Kalor mengalir dari air ke es, cukup mencairkan seluruh es</p>
9	<p>Untuk mengevaluasi pernyataan tersebut, kita gunakan konsep efisiensi maksimum mesin Carnot berdasarkan Hukum II Termodinamika, yaitu: $\eta = 1 - \frac{T_{rendah}}{T_{tinggi}}$ Dengan: $T_{rendah} = 300 \text{ K}$ $T_{tinggi} = 600 \text{ K}$ $\eta = 1 - \frac{300}{600} = 1 - 0,5 = 0,5 = 50\%$ Artinya: <ul style="list-style-type: none"> • Efisiensi maksimum mesin hanya 50%, sehingga hanya 450 J dari 900 J yang bisa diubah menjadi kerja. • Tidak mungkin seluruh 900 J diubah jadi kerja. • Sisa kalor (450 J) harus dibuang ke reservoir suhu rendah (sesuai Hukum II Termodinamika). </p>

	<p>Jadi, pernyataan "mesin mengubah seluruh 900 J menjadi kerja" adalah TIDAK VALID.</p> <p>✅ Jawaban yang benar: C. Pernyataan tidak valid, karena efisiensi maksimum mesin Carnot kurang dari 100%</p>
10	<p>Diketahui: $W = 500 \text{ J}$ $P = 2 \times 10^2 \text{ Pa}$ Ditanya: $\Delta V \dots ?$ Kita cari perubahan volume ΔT:</p> $\Delta T = \frac{W}{P} = \frac{500}{2 \times 10^2} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ <p>Ubah ke liter (karena $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ liter}$): $\Delta V = 2,5 \times 10^{-3} \times 1000 = 2,5 \text{ liter}$</p> <p>✅ Jawaban yang benar: C. 2,5 liter</p>
11	<p>Diketahui: Q_{dingin} = kalor yang diserap dari ruang dingin (pendinginan), W = energi listrik yang dikonsumsi. Mari kita hitung pendinginan (Q_{dingin}) untuk masing-masing lemari es selama 1 jam (3600 detik).</p> <p>Lemari Es X</p> <ul style="list-style-type: none"> • COP = 5 • Daya = 100 W • Energi listrik: $W = 100 \times 3600 = 360.000 \text{ J}$ • Pendinginan: $Q_{\text{dingin}} = COP \times W = 5 \times 360.000 = 1.800.000 \text{ J}$ <p>Lemari Es Y</p> <ul style="list-style-type: none"> • COP = 3 • Daya = 60 W • Energi listrik: $W = 60 \times 3600 = 216.000 \text{ J}$ • Pendinginan: $Q_{\text{dingin}} = COP \times W = 3 \times 216.000 = 648.000 \text{ J}$ <p>Analisis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lemari Es X menghasilkan pendinginan lebih besar untuk waktu yang sama, meskipun dayanya lebih tinggi. • Karena COP-nya lebih tinggi dan pendinginannya lebih besar per energi, maka lebih efisien. <p>✅ Jawaban yang benar: A. Lemari Es X, karena menghasilkan pendinginan lebih besar per satuan energi.</p>
12	<p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efisiensi mesin (η) = 40% = 0,4

	<ul style="list-style-type: none"> Usaha yang dilakukan mesin (W) = 800 J <p>Ditanya: $Q_{in} \dots ?$ Rumus efisiensi mesin kalor:</p> $\eta = \frac{w}{Q_{in}}$ <p>Maka:</p> $Q_{in} = \frac{W}{\eta} = \frac{800}{0,4} = 2000 \text{ J}$ <p><input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang benar: D. 2000 J</p>
13	<p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> Efisiensi mesin (η) = 40% = 0,4 Usaha yang dilakukan mesin (W) = 800 J <p>Ditanya: $Q_{in} \dots ?$ Rumus efisiensi mesin kalor:</p> $\eta = \frac{w}{Q_{in}}$ <p>Maka:</p> $Q_{in} = \frac{W}{\eta} = \frac{100}{0,2} = 500 \text{ J}$ <p><input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang benar: D. 500 J</p>
14	<p>Diketahui $Q = 600 \text{ J}$ $\Delta U = 200 \text{ J}$</p> <p>Ditanya: $W \dots ?$</p> <p>Jawab: $W = Q - \Delta U$ $W = 600 - 200$ $W = 400 \text{ J}$</p>
15	<p>Untuk menghitung kecepatan rata-rata partikel gas pada suhu berbeda, kita gunakan prinsip:</p> $\propto \sqrt{T}$ <p>jika $v_1 = 480 \frac{m}{s}$ pada $T_1 = 300 \text{ K}$, dan suhu dinaikkan menjadi $T_2 = 600 \text{ K}$,</p> <p>maka:</p> $v_2 = v_1 \cdot \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 480 \cdot \sqrt{\frac{600}{300}} = 480 \cdot \sqrt{2} \approx 480 \cdot 1,414 = 678,72 \text{ m/s}$ <p><input checked="" type="checkbox"/> Jawaban yang benar:</p>

	D. 678 m/s
16	<p>Dalam eksperimen tersebut, siswa menggunakan rumus Hukum Boyle:</p> $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ <p>Dengan data:</p> $P_1 = 1 \text{ atm}, V_1 = 2L, V_2 = 1L$ <p>Maka:</p> $P_2 = \frac{P_1 \times V_1}{V_2} = \frac{1 \times 2}{1} = 2 \text{ atm}$ <p>Perhitungan siswa sudah benar, tapi kesimpulannya salah. Ia menyatakan bahwa:</p> <p>"Volume dan tekanan berbanding lurus, saat volume turun, tekanan juga turun."</p> <p>Ini berlawanan dengan hukum Boyle, yang menyatakan volume dan tekanan berbanding terbalik:</p> <p>Jika volume menurun, maka tekanan meningkat, dan sebaliknya, selama suhu tetap.</p> <p>Jadi, pilihan yang benar adalah:</p> <p>c. Volume dan tekanan seharusnya berbanding terbalik <input checked="" type="checkbox"/></p>
17	<p>Diketahui:</p> $P = 4 \times 10^4 \text{ Pa}$ $V = 0,1 \text{ m}^3$ $(E_k) = 5 \times 10^{-21} \text{ J}$ <p>$N = \text{jumlah molekul gas}$</p> <p>Ditanya:</p> <p>N.....?</p> <p>Untuk menjawab soal ini, kita gunakan konsep hubungan antara tekanan (P), volume (V), dan energi kinetik rata-rata per molekul ((E_k)).</p> <p>Rumus yang digunakan:</p> $P \cdot V = \frac{2}{3} N \cdot (E_k)$ <p>Sibstitusi ke rumus:</p> $4 \times 10^4 \times 0,1 = \frac{2}{3} N \cdot 5 \times 10^{-21}$ $400 = \frac{2}{3} \cdot N \cdot 5 \times 10^{-21}$ $400 = \frac{10}{3} \cdot N \cdot 10^{-21}$ $400 = \frac{10N}{3} \times 10^{-21}$ <p>Kalikan kedua sisi dengan 3:</p> $12000 = 10N \times 10^{-21}$ $N = \frac{12000}{10 \times 10^{-21}} = \frac{12000}{10^{-21}} = 1,2 \times 10^{24}$ <p>Jadi, jawaban sebelumnya benar:</p> <p>A. $1,2 \times 10^{24}$ <input checked="" type="checkbox"/></p>

18	<p>Diketahui:</p> $P_1 = 1 \text{ atm}$ $V_1 = 2 \text{ L}$ $T_1 = 300 \text{ K}$ Setelah mengalami perubahan, gas berada dalam tabung B dengan: $P_2 = 2 \text{ atm}$ $V_2 = 1 \text{ L}$ <p>Ditanya:</p> $T_2 \dots?$ Gunakan hukum gas ideal: $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2 \cdot T_1}{P_1 V_1}$ $T_2 = \frac{2 \cdot 1 \cdot 300}{1 \cdot 2} = \frac{600}{2} = 300 \text{ K}$ <p>✓ Jawaban: C. 300 K</p>
19	<p>Diketahui:</p> $m = 4 \text{ gram} = 4 \times 10^{-3} \text{ kg}$ $T = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$ $P = 1 \text{ atm} = 10^5$ $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ $M_r = 32$ <p>Ditanya:</p> $V \dots?$ <p>Jawab:</p> $PV = nRT$ $PV = \frac{m}{M_r} RT$ $V = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot M_r}$ $= \frac{4 \times 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 273}{10^5 \cdot 32}$ $= \frac{9078,888 \times 10^{-3}}{32 \times 10^5}$ $= 284 \times 10^{-8} \text{ m}^3$ $= 2,8 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
20	<p>Diketahui:</p> $V = 1 \text{ m}^3$ $n = 5 \text{ mol}$ $T = 77^\circ \text{C} = 350 \text{ K}$ <p>Ditanya:</p> $P = \dots?$

	<p>Jawab:</p> $P = \frac{nRT}{V}$ $P = \frac{(5)(8,314)(350)}{1}$ $P = 14542,5 Pa \approx 1,4 \times 10^4 Pa$
21	<p>Diketahui:</p> $T_1 = 27^{\circ}C = 300 K$ $V_1 = 25 L$ $P_1 = 10^5 N/m^2$ $P_2 = 1,5 \times 10^5 N/m^2$ $T_2 = 100^{\circ}C = 373 K$ <p>Ditanya:</p> <p>V_2.....?</p> <p>Jawab:</p> <p>Hukum Boyle-Gas Lussac</p> $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ $V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1}$ $V_2 = \frac{\left(\frac{10^5 N}{m^2}\right)(25 L)(373 K)}{\left(1,5 \times \frac{10^5 N}{m^2}\right)(300 K)}$ $V_2 = 20,72 L$
22	<p>Diketahui:</p> $T_1 = 15^{\circ}C = 288 K$ $P_1 = 406 kPa$ $P_2 = 461 kPa$ <p>Ditanya:</p> <p>T_2.....?</p> <p>Jawab:</p> <p>Hukum Boyle-Gas Lussac</p> $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1}$ $T_2 = \frac{(461 kPa)(288 K)}{(406 kPa)}$ $T_2 = 327 K = 54^{\circ}C$
23	<p>Diketahui:</p> $T_1 = 15^{\circ}C = 288 K$ $V_1 = 25 L$ $V_2 = 50 L$ <p>Ditanya:</p> <p>T_2.....?</p> <p>Jawab:</p>

	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1}$ $T_2 = \frac{(50 L)(288 K)}{(25 L)}$ $T_2 = 576 K = 303^\circ C$
24	<p>Diketahui:</p> $V_B = 2V_A$ $N_A = N$ $N_B = 3N$ $T_A = 300 K$ <p>Ditanya:</p> $T_A \dots \dots ?$ <p>Jawab:</p> <p>Untuk menentukan suhu di tabung B dapat digunakan persamaan gas ideal</p> $PV = nRT$ $\frac{P_A V_A}{P_B V_B} = \frac{n_A R T_A}{n_B R T_B}$ $\frac{P V_A}{P V_A} = \frac{N R T(300)}{3 N R T_B}$ $\frac{1}{2} = \frac{300}{3 T_B}$ $T_B = \frac{300(2)}{3}$ $T_B = 200 K$



LAMPIRAN 2

DATA HASIL UJI COBA



Lampiran 2.1 Perhitungan validasi Isi Perangkat Pembelajaran

Lampiran 2.2 Data Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar Fisika

Lampiran 2.3 Hasil Analisis IDB dan IKB dari Data Hasil Uji Coba

Lampiran 2.4 Hasil Analisis Konsistensi Internal Butir dari Data Hasil Uji Coba

Lampiran 2.5 Hasil Analisis Reliabilitas Tes Hasil Belajar

Lampiran 2.6 Rekapitulasi Hasil Analisa Uji Coba Tes Hasil Belajar Fisika

Lampiran 2.1 Perhitungan Validasi Instrumen

Uji validasi isi instrumen penelitian dilakukan dua dosen pembimbing dan satu guru fisika. Perhitungan para penguji validasi instrumen penelitian ditabulasikan sebagai berikut

Perhitungan Validasi Instrumen

Matriks 2x2		Penguji 1	
		Relevan	Tidak relevan
Penguji 2	Relevan	30	0
	Tidak relevan	0	0

Berdasarkan tabel distribusi di atas, dapat dihitung validasi instrumen sebagai berikut.

$$Gregory Index = \frac{(30+0)-(0-0)}{(30-0)+(0+0)} = \frac{30}{30} = 1,00$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa validasi untuk instrumen penelitian memperoleh skor 1,00. Sehingga instrumen tersebut berada pada kategori validitas isi sangat tinggi.

Lampiran 2.2 Data Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar Fisika

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : XI IPA/Genap

Materi : Gas Ideal

N O	Nama	Nomor Soal																									Total Skor	Nilai					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			26	27	28	29	30
1	Emyr Hadinata Prayadi Elia	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	20	66,67
2	Gede ananta Rizky Pramana	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	15	50,00	
3	Gede Detha Wiharta	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	18	60,00	
4	Gede Teguh Prayoga	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	15	50,00	
5	I Gede Satria Pratama Yasa	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	17	56,67	
6	I Gusti Putu Bagus Krisna Putra	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	13	43,33	

7	I Kadek Bangkit sanjaya	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	16	53,33
8	I Kadek Krisnayuda Prawira Wisesa	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	10	33,33	
9	I Kadek Maha Agung Jaya Wijaya	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	18	60,00	
10	I Kadek Narendra Anantha Pramuditya	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	15	50,00	
11	I Kadek Okta Surdhy Ananta	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	13	43,33
12	I Dewa Gde Pandu Putra Tantrawan	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	10	33,33
13	I Ketut Dita Widiastra	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	17	56,67
14	I Komang Aditya Widya Rama	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	9	30,00
15	I Komang Dwipa Antara Yasa	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	17	56,67

16	I Komang Panji Kusuma Wardana	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	7	23,33	
17	I Made Dwipa Yana	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	22	73,33	
18	I Putu Arya Ersaniya Krisna Diva	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	11	36,67
19	I Putu Mahesa Danendra Yasa	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	18	60,00
20	Kadek Abi Aditiya	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	17	56,67
21	Ketut Nopendi Sastrawan	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	20	66,67
22	Ketut Satia Adi Prabawa	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	12	40,00
23	Komang Satria Widhiatma Harta	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	16	53,33
24	Made Ryan Arya Dinata	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	24	80,00
25	Nyoman Wahyu	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	10	33,33

Lampiran 2.3 Hasil Analisis IDB dan IKB dari Data Hasil Uji Coba

N O	Nama	Nomor Soal																									Total Skor	Nilai					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			26	27	28	29	30
1	Emyr Hadinata Prayadi Elia	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	20	66,67
2	Gede ananta Rizky Pramana	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	15	50,00	
3	Gede Detha Wiharta	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	18	60,00	
4	Gede Teguh Prayoga	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	15	50,00	
5	I Gede Satria Pratama Yasa	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	17	56,67		
6	I Gusti Putu Bagus Krisna Putra	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	13	43,33		
7	I Kadek Bangkit sanjaya	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	16	53,33		
8	I Kadek Krisnayuda Prawira Wisesa	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	10	33,33		

9	I Kadek Maha Agung Jaya Wijaya	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	18	60,00
10	I Kadek Narendra Anantha Pramuditya	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	15	50,00		
11	I Kadek Okta Surdhy Ananta	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	13	43,33	
12	I Dewa Gde Pandu Putra Tantrawan	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	10	33,33	
13	I Ketut Dita Widiastra	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	17	56,67	
14	I Komang Aditya Widya Rama	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	30,00	
15	I Komang Dwipa Antara Yasa	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	17	56,67		
16	I Komang Panji Kusuma Wardana	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	7	23,33		
17	I Made Dwipa Yana	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	22	73,33	

18	I Putu Arya Ersaniya Krisna Diva	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	11	36,67
19	I Putu Mahesa Danendra Yasa	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	18	60,00
20	Kadek Abi Aditiya	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	17	56,67	
21	Ketut Nopendi Sastrawan	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	20	66,67	
22	Ketut Satia Adi Prabawa	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	12	40,00	
23	Komang Satria Widhiatma Harta	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	16	53,33	
24	Made Ryan Arya Dinata	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	24	80,00
25	Nyoman Wahyu Danadyakasa Brynanda Parahita	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	10	33,33	
26	Putu Candra Amerta	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	17	56,67

27	Putu Kasyara Ardhanarasv ry	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	12	40,00
28	Putu Wahyu Putra Pratama	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	8	26,67		
29	Thomas Villanova Wisnu KS Maran	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	14	46,67		
30	Villard Alexant Dei Handoko	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22	73,33		
31	I Gusti Pt Arya Wicaksana	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	23	76,67	
Jumlah soal		1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2					
Benar		7	4	1	7	2	1	2	4	6	0	7	6	6	8	4	0	11	5	3	5	4	5	0	5	6	1	4	7	6	1			
IKB			0	0		0				0		0	0						0				0		0									
		0,	8	3	5	0,	0,	0,	0,	3	0,	5	5	0,	5	0,	0,	0,	5	0,	3	0,	0,	0,	0,									
		55	1	9	5	39	5	74	81	52	5	55	8	2	65	48	71	39	55	45	8	48	35	55	5	52	9	45	58	55	81			
IDB			0	0		0				0		0	0						0				0		0									
		0,	5	1	6	0,	0,	0,	0,	6	0,	3	5	0,	7	0,	0,	0,	3	0,		0,	0,	0,	0,									
		38	0	3	3	50	3	88	38	50	3	50	8	0	25	25	38	50	13	38	5	38	13	50	8	13		63	63	50	38			

Lampiran 2.4 Hasil Analisis Konsistensi Internal Butir dari Data Hasil Uji Coba

N O	Nama	Nomor Soal																									Total Skor	Nilai					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
1	Emyr Hadinata Prayadi Elia	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	20	66,67
2	Gede ananta Rizky Pramana	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	15	50,00
3	Gede Detha Wiharta	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	18	60,00
4	Gede Teguh Prayoga	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	15	50,00
5	I Gede Satria Pratama Yasa	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	17	56,67
6	I Gusti Putu Bagus Krisna Putra	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	13	43,33
7	I Kadek Bangkit sanjaya	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	16	53,33
8	I Kadek Krisnayuda	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	10	33,33

17	I Made Dwipa Yana	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	22	73,33
18	I Putu Arya Ersaniya Krisna Diva	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	11	36,67
19	I Putu Mahesa Danendra Yasa	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	18	60,00
20	Kadek Abi Aditiya	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	17	56,67
21	Ketut Nopendi Sastrawan	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	20	66,67
22	Ketut Satia Adi Prabawa	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	12	40,00
23	Komang Satria Widhiatma Harta	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	16	53,33
24	Made Ryan Arya Dinata	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	24	80,00
25	Nyoman Wahyu Danadyakasa Brynanda Parahita	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	10	33,33

26	Putu Candra Amerta	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	17	56,67	
27	Putu Kasyara Ardhanarasvary	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	12	40,00	
28	Putu Wahyu Putra Pratama	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	8	26,67	
29	Thomas Villanova Wisnu KS Maran	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	14	46,67
30	Villard Alexant Dei Handoko	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22	73,33	
31	I Gusti Pt Arya Wicaksana	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	23	76,67
Jumlah soal Benar		17	24	11	17	22	21	24	16	07	16	66	88	44	00	11	53	54	54	25	00	21	11	11	11	11	17	66	21				
Konsistensi internal Butir		0,49	0,82	0,04	0,07	0,06	0,08	0,01	0,06	0,04	0,09	0,05	0,05	0,00	0,01	0,02	0,06	0,01	0,05	0,02	0,07	0,02	0,01	0,07	0,01	0,01	0,04	0,04	0,05	0,08			

Lampiran 2.5 Hasil Analisis Reliabilitas Tes Hasil Belajar

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	31	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	31	100,0

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

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,819	30



Lampiran 2.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Uji Coba Tes Hasil Belajar Fisika

Tabel 3.12

Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar

No. Soal	Konsistensi Internal Butir $R_{pbi} > 0,344$		Indeks Daya Beda Butir (IDB) $> 0,20$		Indeks Kesukaran Butir (IKB) 0,30-0,70		Keputusan
	r_{xy}	Kriteria	IDB	Kriteria	IKB	Kriteria	
1	0,49	Valid	0,38	Rendah	0,55	Sedang	Diterima
2	0,82	Valid	0,50	Sedang	0,81	Sangat mudah	Diterima
3	-0,04	Tidak valid	0,13	Sangat rendah	0,39	Sukar	Tidak diterima
4	0,71	Valid	0,63	Tinggi	0,55	Sedang	Diterima
5	0,40	Valid	0,50	Sedang	0,39	Sukar	Diterima
6	0,16	Tidak valid	0,13	Sangat rendah	0,35	Sukar	Tidak diterima
7	0,60	Valid	0,88	Sangat tinggi	0,74	Mudah	Diterima
8	0,81	Valid	0,38	Rendah	0,81	Sangat mudah	Diterima
9	0,36	Valid	0,50	Sedang	0,52	Sedang	Diterima
10	0,44	Valid	0,63	Tinggi	0,35	Sukar	Diterima
11	0,39	Valid	0,50	Sedang	0,55	Sedang	Diterima
12	0,55	Valid	0,38	Rendah	0,58	Sedang	Diterima
13	0,45	Valid	0,50	Sedang	0,52	Sedang	Diterima
14	0,40	Valid	0,25	Rendah	0,65	Mudah	Diterima
15	0,71	Valid	0,38	Rendah	0,48	Sedang	Diterima
16	0,42	Valid	0,50	Sedang	0,71	Mudah	Diterima
17	0,26	Tidak valid	0,13	Sangat rendah	0,39	Sukar	Tidak diterima
18	0,81	Valid	0,38	Rendah	0,55	Sedang	Diterima
19	0,35	Valid	0,75	Tinggi	0,45	Sedang	Diterima
20	0,42	Valid	0,38	Rendah	0,58	Sedang	Diterima
21	0,32	Tidak valid	0,13	Sangat rendah	0,48	Sedang	Tidak diterima
22	0,47	Valid	0,38	Rendah	0,35	Sukar	Diterima
23	0,32	Tidak valid	-0,13	Sangat rendah	0,55	Sedang	Tidak diterima
24	0,41	Valid	0,50	Sedang	0,55	Sedang	Diterima
25	0,37	Valid	0,38	Rendah	0,52	Sedang	Diterima
26	0,11	Tidak valid	0,13	Sangat rendah	0,39	Sukar	Tidak diterima
27	0,41	Valid	0,63	Tinggi	0,45	Sedang	Diterima
28	0,40	Valid	0,63	Tinggi	0,58	Sedang	Diterima

29	0,65	Valid	0,50	Sedang	0,55	Sedang	Diterima
30	0,84	Valid	0,38	Rendah	0,81	Sangat mudah	Diterima



LAMPIRAN 3
PERANGKAT PEMBELAJARAN



Lampiran 3.1 Modul Ajar Kelas Kontrol (Model Pembelajaran Langsung (Direct Instruction))

Lampiran 3.2 Modul Ajar Kelas Eksperimen (Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan *PhET Simulations*)

**Lampiran 3.1 Modul Ajar Kelas Kontrol (Model Pembelajaran Langsung
(Direct Instruction))**

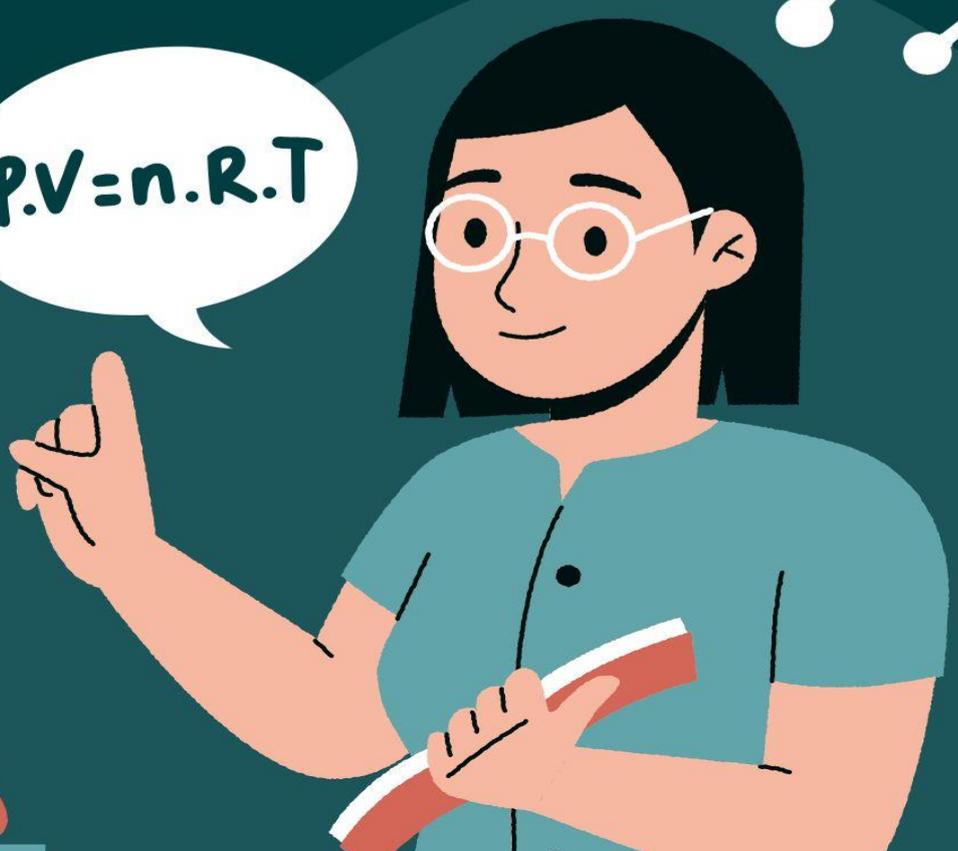


Kurikulum
Merdeka



Modul Ajar FISIKA

Untuk Kelas IX Semester 2



$P.V = n.R.T$



MODUL AJAR HUKUM TERMODINAMIKA DAN GAS IDEAL

I. INFORMASI UMUM

A. Identitas

Mata Pelajaran	Fisika
Fase/ Kelas	F/XI
Alokasi Waktu	3 JP (3×45 menit)
Total Alokasi Waktu	10 JP

B. Profil Pelajar Pancasila

- Berintegritas dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja, Memahami keterhubungan ekosistem bumi dan menjaga lingkungan (akhlak mulia wujud Beriman dan Bertakwa)
- Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri (wujud Kemandirian)
- Menunjukkan kolaborasi dan komunikasi untuk tujuan bersama (wujud Bergotong royong)
- Memperoleh dan mengolah informasi serta menganalisis, mengevaluasi, merefleksi, dan mengevaluasi pikirannya sendiri (wujud Bernalar kritis)
- Memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan (wujud Kreativitas)

C. Capaian Pembelajaran

Pemahaman Fisika

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi,

fluida, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar Pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.

Keterampilan Proses

1. Mengamati

Peserta didik mampu mengoptimalkan potensi menggunakan ragam alat bantu untuk melakukan pengamatan

2. Mempertanyakan dan memprediksi

Peserta didik mampu mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan mampu merumuskan permasalahan yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah

3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan

didik mengidentifikasi latar belakang masalah, merumuskan tujuan, dan menggunakan referensi dalam perencanaan penelitian Peserta didik membedakan variabel, termasuk yang dikendalikan dan variabel bebas, menggunakan instrumen yang sesuai dengan tujuan penelitian. Peserta didik menentukan langkah langkah kerja dan cara pengumpulan data.

4. Memproses, menganalisis data dan informasi

Peserta didik menyiapkan peralatan/ instrumen yang sesuai untuk penelitian ilmiah, menggunakan alat ukur secara teliti dan benar. mengenal keterbatasan dan kelebihan alat ukur yang dipakai. Peserta didik menerapkan teknis/ proses pengumpulan data, mengolah data sesuai jenisnya/sesuai keperluan, menganalisis data dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan rekomendasi tindak lanjut/saran dari hasil penelitian.

5. Mengevaluasi dan refleksi

Peserta didik berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, mengembangkan keingintahuan, dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan. Peserta didik mengajukan argumentasi ilmiah dan kritis berani mengusulkan perbaikan atas suatu kondisi dan bertanggungjawab terhadap usulannya. Peserta didik bersikap jujur terhadap temuan data/fakta.

6. Mengomunikasikan hasil

Peserta didik menyusun laporan tertulis hasil penelitian serta mengomunikasikan hasil penelitian, prosedur perolehan data, cara mengolah dan cara menganalisis data serta mengomunikasikan kesimpulan sesuai yang untuk menjawab masalah penelitian/penyelidikan secara lisan atau tulisan. Peserta didik menyajikan hasil pengolahan data dalam bentuk tabel, grafik, diagram alur/ flowchart dan/atau peta konsep, menyajikan data dengan simbol dan standar internasional dengan benar, dan menggunakan media yang sesuai dalam penyajian hasil pengolahan data. Peserta didik mendeskripsikan kecenderungan hubungan, pola, dan keterkaitan variabel dan menggunakan bahasa, simbol dan peristilahan yang sesuai untuk bidang fisika.

D. Model Pembelajaran

Model : Direct Intruction (DI)

Metode : Ceramah

B. KOMPONEN INTI

A. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian	Kriteria Keterampilan Tujuan Pembelajaran
Menganalisis berbagai hukum gas yang membentuk persamaan gas ideal	1. Menganalisis besaran termodinamika dengan persamaan gas ideal; 2. Memecahkan permasalahan mengenai besaran

	termodinamika menggunakan hukum Boyle; 3. Menganalisis besaran termodinamika menggunakan hukum Gay Lussac; 4. Menganalisis besaran termodinamika dengan menggunakan hukum Charles; dan 5. Menganalisis besaran termodinamika hukum Boyle- Gay Lussac.
--	--

B. Sarana dan Prasarana

- Papan tulis
- Buku ajar
- PPT

C. Materi ajar

- Pertemuan 1 : Hukum- Hukum Termodinamika dan Hukum Boyle
- Pertemuan 2 : Hukum Gay- Lussac
- Pertemuan 3 : Hukum Charles

D. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuam I

Fase	Aktivitas Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	

Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa, dilanjutkan dengan presensi 2. Guru menyinggung capaian pembelajaran yang ditargetkan dan karakter prifil pancasila yang dilatihkan 3. Guru memberikan apresepasi dan motivasi kepada siswa terkait materi hukum termodinamika. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengucapkan salam dan berdoa bersama 2. Siswa memperhatikan hal yang disampaikan oleh guru 3. Siswa mencermati pengantar pembelajaran yang disampaikan dari guru 	15 menit
Kegiatan Inti	Menyajikan Materi Guru menjelaskan materi pembelajaran di kelas secara terperinci.	Siswa memperhatikan dan menyimak pembelajaran dari guru	60 menit
	Mengecek Pemahaman Siswa Guru menanyakan kepada siswa terkait hal yang belum dipahami	Siswa bertanya terkait hal yang belum dipahami	15 menit
	Memberikan Latihan Guru memberikan soal latihan mengenai hukum termodinamika kepada siswa	Siswa mengerjakan soal yang diberikan oleh guru	30 menit
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya 2. Guru dan siswa berdoa untuk mengakhiri 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menyimak informasi yang diberikan oleh guru 2. Berdoa bersama serta mengucapkan sama penutup. 	15 menit

	kegiatan pembelajaran		
	3. Guru dan siswa mengucapkan salam penutup.		

Pertemuan II

Fase	Aktivitas Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
Pendahuluan	4. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa, dilanjutkan dengan presensi 5. Guru menyinggung capaian pembelajaran yang ditargetkan dan karakter prifil pancasila yang dilatihkan 6. Guru memberikan apresepsi dan motivasi kepada siswa terkait materi gas ideal.	4. Mengucapkan salam dan berdoa bersama 5. Siswa memperhatikan hal yang disampaikan oleh guru 6. Siswa mencermati pengantar pembelajaran yang disampaikan dari guru	15 menit
Kegiatan Inti	Menyajikan Materi Guru menjelaskan materi pembelajaran di kelas secara terperinci.	Siswa memperhatikan dan menyimak pembelajaran dari guru	60 menit
	Mengecek Pemahaman Siswa Guru menanyakan kepada siswa terkait hal yang belum dipahami	Siswa bertanya terkait hal yang belum dipahami	15 menit
	Memberikan Latihan	Siswa mengerjakan soal yang diberikan oleh guru	30 menit

	Guru memberikan soal latihan mengenai hukum termodinamika kepada siswa		
Penutup	<p>4. Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya</p> <p>5. Guru dan siswa berdoa untuk mengakhiri kegiatan pembelajaran</p> <p>6. Guru dan siswa mengucapkan salam penutup.</p>	<p>3. Siswa menyimak informasi yang diberikan oleh guru</p> <p>4. Berdoa bersama serta mengucapkan sama penutup.</p>	15 menit

Pertemuan III

Fase	Aktivitas Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
Pendahuluan	<p>7. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa, dilanjutkan dengan presensi</p> <p>8. Guru menyinggung capaian pembelajaran yang ditargetkan dan karakter profil pancasila yang dilatihkan</p> <p>9. Guru memberikan apresepsi dan motivasi kepada siswa terkait materi gas ideal.</p>	<p>7. Mengucapkan salam dan berdoa bersama</p> <p>8. Siswa memperhatikan hal yang disampaikan oleh guru</p> <p>9. Siswa mencermati pengantar pembelajaran yang disampaikan dari guru</p>	15 menit

Kegiatan Inti	Menyajikan Materi Guru menjelaskan materi pembelajaran di kelas secara terperinci.	Siswa memperhatikan dan menyimak pembelajaran dari guru	60 menit
	Mengecek Pemahaman Siswa Guru menanyakan kepada siswa terkait hal yang belum dipahami	Siswa bertanya terkait hal yang belum dipahami	15 menit
	Memberikan Latihan Guru memberikan soal latihan mengenai hukum termodinamika kepada siswa	Siswa mengerjakan soal yang diberikan oleh guru	30 menit
Penutup	7. Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya 8. Guru dan siswa berdoa untuk mengakhiri kegiatan pembelajaran 9. Guru dan siswa mengucapkan salam penutup.	5. Siswa menyimak informasi yang diberikan oleh guru 6. Berdoa bersama serta mengucapkan sama penutup.	15 menit

E. Asesmen Pembelajaran

Penilaian pemahaman sains dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung baik melalui pemberian tes atau kuis dan tes formatif. Penilaian sikap dilakukan pada proses pembelajaran berlangsung dan penilaian keterampilan dilakukan saat pelaksanaan penilaian produk.

F. Refleksi Guru

1. Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Penguasaan materi	Apakah saya sudah memahami cukup baik materi dan aktifitas pembelajaran ini?	
2	Penyampain materi	Apakah materi ini sudah tersampaikan dengan cukup baik kepada peserta didik?	
3	Umpan balik	Apakah 100% peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	

2. Lembar Refleksi Peserta Didik

No	Aspek	Refleksi Peserta Didik	Jawaban
1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran ini?	
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?	
3	Penguasaan materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini a. Baik b. Cukup c. Kurang	
4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?	
5	Gotong royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman satu kelompok?	

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dengan memberikan tugas individu tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.

2. Pengayaan

Peserta didik yang daya tangkapnya dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah diajarkan guru.

Lampiran 1. Materi Ajar

HUKUM HUKUM TERMODINAMIKA

A. Hukum I Termodinamika

Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Persamaan umum:

$$\Delta U = Q - W$$

Keterangan:

- ΔU : perubahan energi dalam (Joule)
- Q : kalor (masuk = positif, keluar = negatif)

- Isobarik (P konstan): $W = P\Delta V$

- Adiabatik ($Q = 0$): $\Delta U = -W$

B. Hukum II Termodinamika

Hukum II Termodinamika menjelaskan arah alami perpindahan kalor.

Bunyi hukum (versi Clausius): 'Kalor tidak dapat berpindah secara spontan dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi tanpa bantuan luar.'

Konsep Entropi (S): ukuran ketidakteraturan. Dalam proses alami, entropi cenderung bertambah.

C. Mesin Kalor dan Efisiensi

Mesin kalor bekerja dengan menyerap kalor dari sumber panas dan mengubah sebagian menjadi kerja.

Efisiensi:

$$e = (W / Q_1) \times 100\% = (Q_1 - Q_2) / Q_1 \times 100\%$$

Keterangan:

- Q_1 : kalor dari sumber panas

- Q_2 : kalor ke lingkungan



$e = 1 - (T_2 / T_1)$, suhu dalam Kelvin.

Ringkasan

1. Hukum I: energi kekal, $\Delta U = Q - W$
2. Hukum II: entropi meningkat, kalor mengalir dari suhu tinggi ke rendah
3. Mesin kalor tidak bisa efisien 100%
4. Mesin Carnot punya efisiensi maksimum teoritis

TEORI KINETIK GAS

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

Kata kinetik berasal dari adanya anggapan bahwa molekul-molekul gas selalu bergerak. Dalam teori kinetik gas, kita akan membahas tentang perilaku partikel-partikel gas dalam ruang yang terbatas. Partikel-partikel gas ini kita anggap sebagai sebuah bola yang selalu bergerak. Tiap-tiap partikel bergerak dengan arah sembarang dan dimungkinkan terjadi tumbukan antarmasing-masing partikel atau antara partikel dengan dinding ruang. Tumbukan yang terjadi tersebut berupa

kan yang demikian, maka tidak

iliki partikel gas pada saat terjadi tumbukan.

yang sesuai dengan anggapan tersebut. Objek gas ini disebut sebagai gas ideal. Sifat-sifat gas ideal, antara lain, sebagai berikut.

1. Gas terdiri atas partikel-partikel padat kecil yang bergerak dengan kecepatan tetap dan dengan arah sembarang.
2. Masing-masing partikel bergerak dalam garis lurus, gerakan partikel hanya dipengaruhi oleh tumbukan antara masing-masing partikel atau antara partikel dan dinding. Gaya tarik-menarik antar partikel sangat kecil sekali dan dianggap tidak ada (diabaikan).
3. Tumbukan antara masing-masing partikel atau antara partikel dengan dinding adalah tumbukan lenting sempurna.
4. Waktu terjadinya tumbukan antarpartikel atau antara partikel dengan dinding sangat singkat dan bisa diabaikan.
5. Ukuran volume partikel sangat kecil dibandingkan ukuran volume ruang tempat partikel tersebut bergerak.
6. Berlaku hukum Newton tentang gerak.

Hukum-Hukum yang Mendasari Teori Kinetik Gas

1. Hukum Boyle

Boyle melakukan percobaan untuk menyelidiki hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan.

Hubungan tersebut pertama kali dinyatakan pada tahun 1666, yang dikenal sebagai hukum Boyle, yang berbunyi: **"jika suhu gas yang berada**

terbalik dengan volumenya". Secara matematis, pernyataan diatas dapat ditulis sebagai berikut:

$$PV = \text{konstan} \quad P_1V_1 = P_2V_2 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana

P = tekana ($\text{N/m}^2 = \text{Pa}$)

V = Volume (m^3)

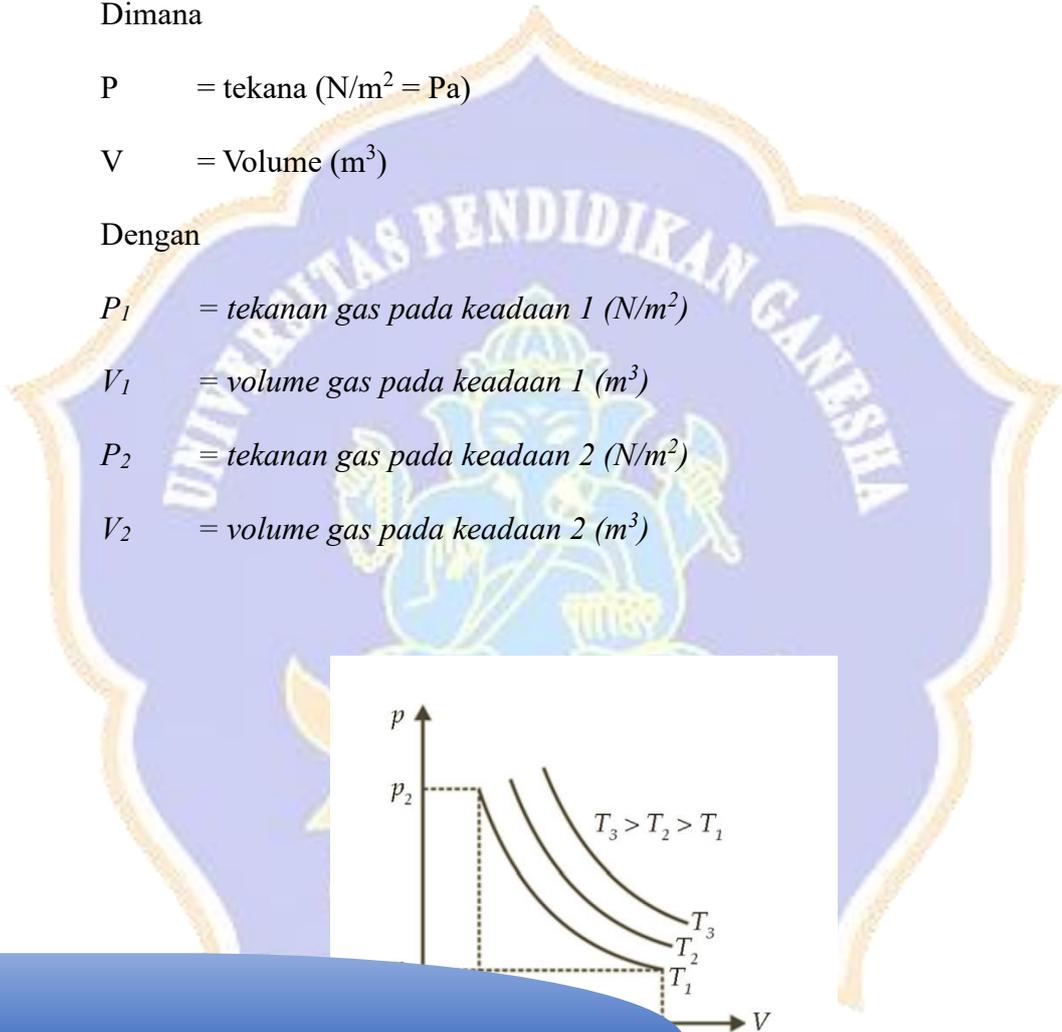
Dengan

P_1 = tekanan gas pada keadaan 1 (N/m^2)

V_1 = volume gas pada keadaan 1 (m^3)

P_2 = tekanan gas pada keadaan 2 (N/m^2)

V_2 = volume gas pada keadaan 2 (m^3)



Gambar 1.

Hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan dapat dilukiskan dengan grafik seperti yang tampak pada Gambar 1 diatas. Grafik tersebut menunjukkan bahwa pada saat volumenya bertambah, tekanan gas akan berkurang. Proses pada suhu konstan disebut proses isoteremis.

2. Hukum Charles

Jacques Charles (1746 – 1823) menyelidiki hubungan volume dengan suhu dalam suatu wadah tertutup pada tekanan konstan, yang berbunyi: “jika tekanan gas yang berada dalam bejana tertutup (tidak bocor) dijaga tetap, maka volume gas sebanding dengan suhu mutlaknya”.

Secara matematis pernyataan diatas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\frac{V}{T} = \text{konstan} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

V = Volume (m³) T = Suhu mutlak (K)

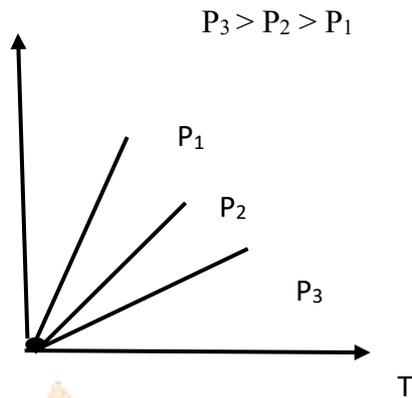
Dengan:

T₁ = suhu mutlak gas pada keadaan 1 (K)

V₁ = volume gas pada keadaan 1 (m³)

T₂ = suhu mutlak gas pada keadaan 2 (K)

V₂ = volume gas pada keadaan 2 (m³)



Gambar 2.

Hubungan volume dengan suhu gas pada tekanan konstan

Hubungan antara volume gas dan suhu pada tekanan konstan dapat dilakukan dengan grafik seperti yang tampak pada Gambar 2 diatas. Proses yang terjadi pada tekana tetap disebut proses isobaris.

3. Hukum Gay-Lussac

Joseph Gay Lussac (1778-1805) menyelidiki hubungan suhu dengan tekanan dalam suatu wadah tertutup pada volume konstan yang berbunyi: "jika volume gas yang berada dalam bejana tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas sebanding dengan suhu mutlaknya". Secara matematis pernyataan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

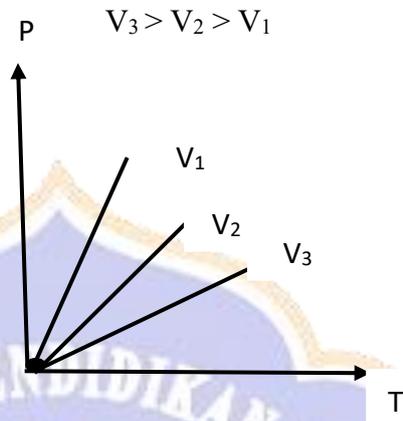
$$P \propto T \quad \text{atau} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{..... (3)}$$

P = Tekana gas (N/m^2) T = Suhu mutlak (K)

Dengan:

T_2 = suhu mutlak gas pada keadaan 2 (K)

P_2 = tekanan gas pada keadaan 2 (N/m^2)



Gambar 3.

Hubungan tekanan dan suhu gas pada volume konstan

Hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume konstan dapat dilukiskan dengan grafik seperti yang tampak pada Gambar 3 diatas. Proses yang terjadi pada volume konstan disebut proses isokhoris.

4. Hukum Boyle-Gay Lussac

Proses hukum Boyle Gay Lussac merupakan gabungan dari

$T = \text{konstan}$

$$\frac{PV_1}{T} = \frac{PV_2}{T} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan 4 ini dikenal dengan persamaan Boyle-Gay Lussac. Persamaan ini digunakan untuk menyelesaikan soal-soal suatu gas yang jumlahnya tetap (massanya tetap) yang mengalami dua keadaan (keadaan 1 dan keadaan 2). Massa suatu gas adalah tetap jika ditaruh dalam wadah yang tidak bocor.

Jika suhu T tetap, dihasilkan $PV = \text{tetap}$, jika tekanan P tetap, dihasilkan $V = \text{tetap}$.

Persamaan (4) berlaku untuk percobaan gas ideal dalam bejana tertutup (tidak ada kebocoran) sehingga massa gas tetap selama percobaan. Jika massa atau mol gas diubah, misal kita menggandakan mol gas n , dengan menjaga tekanan dan suhu tetap, ternyata hasil volum V yang ganda (lipat dua) juga. karena itu, boleh ditulis bilangan tetap diruas kanan persamaan (4) dengan nR , dengan R diperoleh dari percobaan, dan diperoleh persamaan umum gas ideal:

$$PV = nRT$$

Dengan

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

T = Suhu mutlak (K)

R = Konstanta umum gas: 8314 J kmo-K-1

Lampiran 2. Latihan Soal

PERTEMUAN I

1. Dalam suatu wadah terdapat 4 liter gas dengan tekanan 4 atm dan suhu 47°C kemudian tekanangas menjadi $\frac{1}{4}$ dari tekanan semula dan suhu gas dijaga konstan, berapakah volum gas sekarang?
2. Diketahui jumlah suatu gas ideal memiliki tekanan sejumlah P dan volume sejumlah V. Kemudian, tekanan gas tersebut naik dan berubah menjadi 2 kali tekanan awal. Berapakah volume gas tersebut sekarang?

UJI PEMAHAMAN

PERTEMUAN II

1. Tekanan awal gas di dalam tangki adalah 2 Pa pada suhu 100 K. Tentukan tekanan akhir jika gas dipanaskan hingga suhu 200 K.
2. Tekanan awal gas di dalam tangki adalah 2 Pa pada suhu 300 K. Carilah suhu akhir gas yang meningkatkan nilai tekanannya menjadi 8 Pa

PERTEMUAN III

1. Sebuah tabung gas yang berisi udara memiliki volume 4 L dan suhu 20°C

2. Sebuah pelampung awalnya memiliki volume 3 L dan suhu 15°C . Jika pelampung tersebut dipanaskan hingga suhu 25°C , berapa besar volume pelampung tersebut?

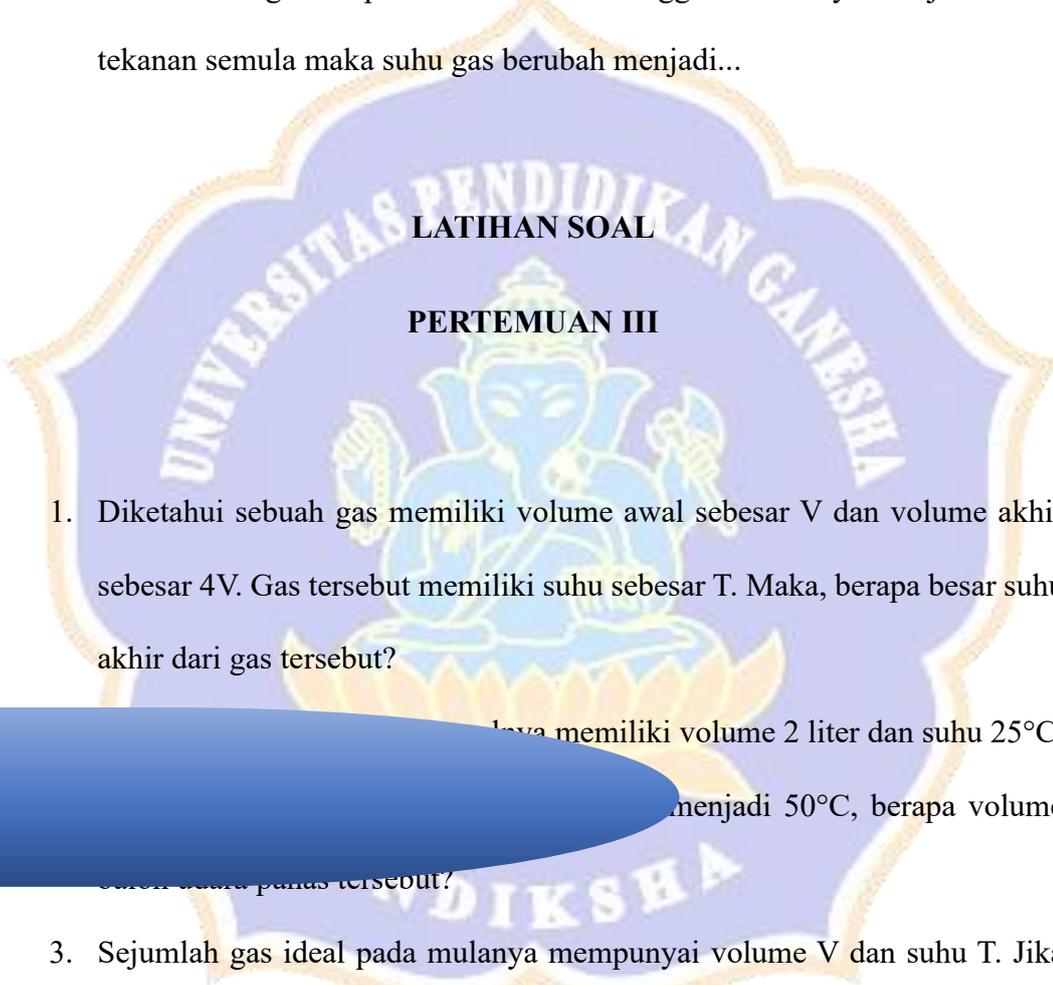
LATIHAN SOAL

PERTEMUAN I

1. Sejumlah gas di ruang tertutup yang volumenya 40 ml memiliki tekanan 60 cmHg. Berapa besar tekanan gas jika volumenya diubah menjadi 8 ml?
2. Diketahui awalnya jumlah suatu gas ideal memiliki tekanan sejumlah P dan volume sejumlah V. Kemudian, tekanan gas berubah menjadi 2 kali tekanan awal. Berapa volume gas tersebut?
3. Dalam sebuah wadah tertutup, gas mengalami pemuaian, sehingga volumenya menjadi 2 kali volume awal ($V =$ volume awal, $P =$ tekanan awal). Tekanan gasnya berubah menjadi...
4. Sebuah ban sepeda memiliki volume 100 cm Tekanan awal dalam sepeda
Tekanan ban sepeda jika volumenya diubah menjadi

LATIHAN SOAL

1. Tekanan akhir gas di dalam tangki adalah 12 Pa pada suhu 200 K. Carilah tekanan awal jika suhu awal gas adalah 50 K.
2. Tekanan akhir gas di dalam tangki adalah 15 Pa pada suhu 900 K. Carilah suhu awal jika tekanan awal gas adalah 3 Pa.
3. Sejumlah gas pada mulanya mempunyai tekanan P dan suhu T. Jika gas tersebut mengalami proses isokhorik sehingga tekanannya menjadi 4 kali tekanan semula maka suhu gas berubah menjadi...



LATIHAN SOAL

PERTEMUAN III

1. Diketahui sebuah gas memiliki volume awal sebesar V dan volume akhir sebesar 4V. Gas tersebut memiliki suhu sebesar T. Maka, berapa besar suhu akhir dari gas tersebut?
2. Sebuah gas memiliki volume 2 liter dan suhu 25°C. Jika suhu gas tersebut menjadi 50°C, berapa volume gas tersebut?
3. Sejumlah gas ideal pada mulanya mempunyai volume V dan suhu T. Jika gas tersebut mengalami proses isobarik sehingga suhunya menjadi 2 kali suhu semula maka volume gas berubah menjadi...

menjadi...

5. Dalam suatu wadah tertutup, gas memuai sehingga volumenya berubah menjadi 3 kali volume awal ($V =$ volume awal, T suhu awal). Suhu gas berubah menjadi 2 kali suhu awal. Berapa suhu akhir gas tersebut?



Lampiran 3. Instrumen Penilaian Kognitif

Materi : Gas Ideal

NO	Nama	Nomor Soal		Total Skor	Nilai
		1	2		

Instrumen Penilaian Sikap (Afektif)

No	Nama	Rasa Ingin Tau	Disiplin	Kerjasama	Teliti	Jujur	Nilai Akhir
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							

27							
28							
29							
30							

Aspek dan Indikator Penelitian	Keterangan
<p>Rasa Ingin Tau</p> <ul style="list-style-type: none"> Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber 	<p>Teknik Penilaian</p> <p>Skor maksimum = 5 × 4 = 20</p> $\text{NILAI} = \frac{\text{total skor}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$
<p>Disiplin</p> <ul style="list-style-type: none"> Selalu tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif Sering tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif Kadang-kadang tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif 	
<p>Kerjasama</p>	

4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

Rubrik Penilaian Keterampilan

Aspek dan Indikator Penilaian	Skor	Keterangan
Visualisasi		

Presentasi/ bertanya/ menanggapi/ dengan bahasa yang jelas dan lancar serta menggunakan gesture.	4	Skor maksimum = $2 \times 4 = 8$ $\text{NILAI} = \frac{\text{total skor}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$
Presentasi/ bertanya/ menanggapi/ dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gesture.	3	
Presentasi/ bertanya/ menanggapi/ dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta menggunakan gesture.	2	
Presentasi/ bertanya/ menanggapi/ dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tanpa menggunakan gesture.	1	
Konten		
Tepat, jelas, dan lengkap	4	
Tepat, jelas, dan tidak lengkap	3	
Tepat, tidak jelas, dan tidak lengkap	2	
Salah, tidak jelas, dan tidak lengkap	1	

DAFTAR PUSTAKA

Nurachmandani, S. (2009). Setya Nurachmandani. In *Buku Sekolah Elektronik*.

Radjawane

M. M., Tinambuna

n, A., & Jono, S. (2022) *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*



**Lampiran 3.2 Modul Ajar Kelas Eksperimen (Model Pembelajaran Inkuiri
Terbimbing Berbantuan *PhET Simulations*)**





SMA N I KUBUTAMBAHAN

MODUL AJAR FISIKA

TAHUN AJARAN 2025/2026

Kurikulum Merdeka
Kelas XI semester 2

MODUL AJAR HUKUM HUKUM TERMODINAMIKA DAN GAS IDEAL

II. INFORMASI UMUM

A. Identitas

Mata Pelajaran	Fisika
Fase/ Kelas	F/XI
Alokasi Waktu	3 JP (3×45 menit)
Total Alokasi Waktu	10 JP

B. Profil Pelajar Pancasila

- Berintegritas dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja, Memahami keterhubungan ekosistem bumi dan menjaga lingkungan (akhlak mulia wujud Beriman dan Bertakwa)
- Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri (wujud Kemandirian)
- Menunjukkan kolaborasi dan komunikasi untuk tujuan bersama (wujud Bergotong royong)
- Memperoleh dan mengolah informasi serta menganalisis, mengevaluasi, merefleksi, dan mengevaluasi pikirannya sendiri (wujud Bernalar kritis)
- Memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan (wujud Kreativitas)

C. Capaian Pembelajaran

Pemahaman Fisika

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi, fluida, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.

D. Keterampilan Proses

1. Mengamati

Peserta didik mampu mengoptimalkan potensi menggunakan ragam alat bantu untuk melakukan pengamatan

2. Mempertanyakan dan memprediksi

Peserta didik mampu mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan mampu merumuskan permasalahan yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah

3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan

Peserta didik mengidentifikasi latar belakang masalah, merumuskan tujuan, dan menggunakan referensi dalam perencanaan penelitian Peserta didik membedakan variabel, termasuk yang dikendalikan dan variabel bebas, menggunakan instrumen yang sesuai dengan tujuan penelitian. Peserta didik menentukan langkah langkah kerja dan cara pengumpulan data.

4. Memproses, menganalisis data dan informasi

Peserta didik menyiapkan peralatan/ instrumen yang sesuai untuk penelitian ilmiah, menggunakan alat ukur secara teliti dan benar. mengenal keterbatasan dan kelebihan alat ukur yang dipakai. Peserta didik menerapkan teknis/ proses pengumpulan data, mengolah data sesuai jenisnya/sesuai keperluan, menganalisis data dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan rekomendasi tindak lanjut/saran dari hasil penelitian.

5. Mengevaluasi dan refleksi

Peserta didik berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, mengembangkan keingintahuan, dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan. Peserta didik mengajukan argumentasi ilmiah dan kritis berani mengusulkan perbaikan atas suatu kondisi dan

bertanggungjawab terhadap usulannya. Peserta didik bersikap jujur terhadap temuan data/fakta.

6. Mengomunikasikan hasil

Peserta didik menyusun laporan tertulis hasil penelitian serta mengomunikasikan hasil penelitian, prosedur perolehan data, cara mengolah dan cara menganalisis data serta mengomunikasikan kesimpulan sesuai yang untuk menjawab masalah penelitian/penyelidikan secara lisan atau tulisan. Peserta didik menyajikan hasil pengolahan data dalam bentuk tabel, grafik, diagram alur/ flowchart dan/atau peta konsep, menyajikan data dengan simbol dan standar internasional dengan benar, dan menggunakan media yang sesuai dalam penyajian hasil pengolahan data. Peserta didik mendeskripsikan kecenderungan hubungan, pola, dan keterkaitan variabel dan menggunakan bahasa, simbol dan peristilahan yang sesuai untuk bidang fisika.

E. Model Pembelajaran

Model : Inkuiri Terbimbing

Metode : Diskusi, Eksperimen, Presentasi

B. KOMPONEN INTI

F. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian	Kriteria Keterampilan Tujuan Pembelajaran
-------------------	---

Menganalisis berbagai hukum gas yang membentuk persamaan gas ideal	6. Menganalisis besaran termodinamika dengan persamaan gas ideal; 7. Memecahkan permasalahan mengenai besaran termodinamika menggunakan hukum Boyle; 8. Menganalisis besaran termodinamika menggunakan hukum Gay Lussac; 9. Menganalisis besaran termodinamika dengan hukum Charles; dan 10. Menganalisis besaran termodinamika hukum Boyle- Gay Lussac.
--	--

G. Sarana dan Prasarana

- *PhET Simulations*
- Modul Ajar
- LKPD
- Internet

H. Materi ajar

- Pertemuan 1 : Hukum Boyle
- Pertemuan 2 : Hukum Gay- Lussac
- Pertemuan 3 : Hukum Charles

I. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuam I

Fase	Aktivitas Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	

Pendahuluan	<p>10. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa, dilanjutkan dengan presensi</p> <p>11. Guru menyinggung capaian pembelajaran yang ditargetkan dan karakter profil pancasila yang dilatihkan</p> <p>12. Guru memberikan apresepsi dan motivasi kepada siswa terkait materi hukum termodinamika.</p> <p>13. Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok, yang terdiri dari 4-5 siswa dan mengarahkan siswa untuk duduk sesuai dengan kelompok masing-masing.</p>	<p>10. Mengucapkan salam dan berdoa bersama</p> <p>11. Siswa memperhatikan hal yang disampaikan oleh guru</p> <p>12. Siswa mencermati pengantar pembelajaran yang disampaikan dari guru</p> <p>13. Siswa memilih kelompok masing-masing.</p>	10 menit
Kegiatan Inti	<p>Merumuskan Masalah Guru membagikan LKPD kepada setiap kelompok.</p>	<p>Siswa bersama kelompoknya membuat rumusan masalah dengan menganalisis fenomena yang telah disediakan pada LKPD</p>	10 menit
	<p>Merumuskan Hipotesis Guru membimbing siswa dalam merumuskan hipotesis supaya sesuai dengan rumusan masalah,</p>	<p>Siswa dengan kelompoknya merumuskan hipotesis sesuai dengan rumusan masalah yang telah dibuat.</p>	10 menit

	<p>mengandung hubungan antara variabel, sesuai dengan fakta-fakta pada fenomena dan mengandung prediksi-prediksi sesuai dengan pengetahuan awal siswa.</p>		
	<p>Merancang dan Melakukan Percobaan</p> <p>1. Guru meminta siswa untuk mencermati dan mengidentifikasi hal-hal yang diperlukan untuk melakukan percobaan pada LKPD.</p> <p>2. Guru memfasilitasi siswa selama percobaan berlangsung.</p>	<p>1. Siswa mencermati dan mengidentifikasi hal-hal yang diperlukan untuk melakukan percobaan pada LKPD.</p> <p>2. Siswa merancang <i>set up</i> percobaan secara berkelompok dengan mengikuti langkah-langkah yang tersedia pada LKPD.</p>	30 menit
	<p>Mengumpulkan Data dan Mengelola Data</p> <p>Guru membimbing siswa untuk berpikir dan mencari informasi yang dibutuhkan sesuai dengan LKPD.</p>	<p>1. Siswa melakukan percobaan dengan mengikuti Langkah-langkah percobaan yang diberikan dan mengumpulkan data mengisi dengan setiap table pada LKPD sesuai dengan hasil pengamatan dan pengukuran saat percobaan dilakukan.</p> <p>2. Siswa melakukan diskusi dalam kelompok terhadap hasil</p>	25 menit

		percobaan yang terkumpul.	
	<p>Menginterpretasi Hasil Analisis Data dan Pembahasan</p> <p>Guru memberikan bimbingan kepada siswa dalam melakukan interpretasi dan pembahasan.</p>	7. Siswa melakukan interpretasi, pemaknaan, dan pembahasan terhadap hasil percobaan yang dibimbing dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada LKPD.	25 menit
<p>Menarik Kesimpulan</p>	<p>Mengumpulkan Data dan mengelola data</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru meminta salah satu 1 kelompok menyampaikan untuk basil percobaan yang telah dilaksanakan melalui presentasi di depan kelas. dan melaksanakan diskusi kelas. 2. Guru mengarahkan siswa untuk menanggapi hasil diskusi dipresentasikan kelompok penyaji. Yan 3. Guru memberikan evaluasi dan pengarahannya terkait hasil 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Salah kelompok melakukan presentasi, satu dan kelompok yang lain menyimak dan mencermati penyampaian dari kelompok yang presentasi 2. Setiap kelompok aktif memberikan tanggapan dalam diskusi. 3. Siswa menyimak evaluasi dan arahan dari guru 	20 menit

	presentasi setiap kelompok.		
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru evaluasi memberikan terhadap jalannya pembelajaran. 2. Guru mengkonfirmasi siswa jika terdapat suatu hal belum yang dipahami. 3. Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya 4. Guru dan siswa berdoa untuk mengakhiri kegiatan pembelajaran 5. Guru dan siswa mengucapkan salam penutup. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menyimak informasi yang diberikan oleh guru 2. Siswa bertanya jika ada yang belum dipahami 3. Berdoa beesama serta mengucapkan salam penutup 	10 menit

Pertemuan II

Fase	Aktivitas Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 14. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa, dilanjutkan dengan presensi 15. Guru menyinggung capain pembelajaran yang ditargetkan dan karakter prifil 	<ol style="list-style-type: none"> 14. Mengucapkan salam dan berdoa bersama 15. Siswa memperhatikan hal yang disampaikan oleh guru 16. Siswa mencermati pengantar pembelajaran 	10 menit

	<p>pancasila yang dilatihkan</p> <p>16. Guru memberikan apresepasi dan motivasi kepada siswa terkait materi hukum termodinamika.</p> <p>17. Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok, yang terdiri dari 4-5 siswa dan mengarahkan siswa untuk duduk sesuai dengan kelompok masing-masing.</p>	<p>yang disampaikan dari guru</p> <p>17. Siswa memilih kelompok masing-masing.</p>	
Kegiatan Inti	<p>Merumuskan Masalah</p> <p>Guru membagikan LKPD kepada setiap kelompok.</p>	<p>Siswa bersama kelompoknya membuat rumusan masalah dengan menganalisis fenomena yang telah disediakan pada LKPD</p>	10 menit
	<p>Merumuskan Hipotesis</p> <p>Guru membimbing siswa dalam merumuskan hipotesis supaya sesuai dengan rumusan masalah, mengandung hubungan antara variabel, sesuai dengan fakta-fakta pada fenomena dan mengandung prediksi-prediksi sesuai dengan pengetahuan awal siswa.</p>	<p>Siswa dengan kelompoknya merumuskan hipotesis sesuai dengan rumusan masalah yang telah dibuat.</p>	10 menit

	<p>Merancang dan Melakukan Percobaan</p> <p>3. Guru meminta siswa untuk mencermati dan mengidentifikasi hal-hal yang diperlukan untuk melakukan percobaan pada LKPD.</p> <p>4. Guru memfasilitasi siswa selama percobaan berlangsung.</p>	<p>3. Siswa mencermati dan mengidentifikasi hal-hal yang diperlukan untuk melakukan percobaan pada LKPD.</p> <p>4. Siswa merancang <i>set up</i> percobaan secara berkelompok dengan mengikuti langkah-langkah yang tersedia pada LKPD.</p>	30 menit
	<p>Mengumpulkan Data dan Mengelola Data</p> <p>Guru membimbing siswa untuk berpikir dan mencari informasi yang dibutuhkan sesuai dengan LKPD.</p>	<p>3. Siswa melakukan percobaan dengan mengikuti Langkah-langkah percobaan yang diberikan dan mengumpulkan data mengisi dengan setiap table pada LKPD sesuai dengan hasil pengamatan dan pengukuran saat percobaan dilakukan.</p> <p>4. Siswa melakukan diskusi dalam kelompok terhadap hasil percobaan yang terkumpul.</p>	25 menit

	<p>Menginterpretasi Hasil Analisis Data dan Pembahasan</p> <p>Guru memberikan bimbingan kepada siswa dalam melakukan interpretasi dan pembahasan.</p>	<p>8. Siswa melakukan interpretasi, pemaknaan, dan pembahasan terhadap hasil percobaan yang dibimbing dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada LKPD.</p>	<p>25 menit</p>
<p>Menarik Kesimpulan</p>	<p>Mengumpulkan Data dan mengelola data</p> <p>4. Guru meminta salah satu 1 kelompok menyampaikan untuk basil percobaan yang telah dilaksanakan melalui presentasi di depan kelas. dan melaksanakan diskusi kelas.</p> <p>5. Guru mengarahkan siswa untuk menanggapi hasil diskusi dipresentasikan kelompok penyaji. Yan</p> <p>6. Guru memberikan evaluasi dan pengarahannya terkait hasil presentasi setiap kelompok.</p>	<p>4. Salah kelompok melakukan presentasi, satu dan kelompok yang lain menyimak dan mencermati penyampaian dari kelompok yang presentasi</p> <p>5. Setiap kelompok aktif memberikan tanggapan dalam diskusi.</p> <p>6. Siswa menyimak evaluasi dan arahan dari guru</p>	<p>20 menit</p>

Penutup	<p>6. Guru evaluasi memberikan terhadap jalannya pembelajaran.</p> <p>7. Guru mengkonfirmasi siswa jika terdapat suatu hal belum yang dipahami.</p> <p>8. Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya</p> <p>9. Guru dan siswa berdoa untuk mengakhiri kegiatan pembelajaran</p> <p>10. Guru dan siswa mengucapkan salam penutup.</p>	<p>4. Siswa menyimak informasi yang diberikan oleh guru</p> <p>5. Siswa bertanya jika ada yang belum dipahami</p> <p>6. Berdoa beesama serta mengucapkan salam penutup</p>	10 menit
----------------	---	--	----------

Pertemuan III

Fase	Aktivitas Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
Pendahuluan	<p>18. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa, dilanjutkan dengan presensi</p> <p>19. Guru menyinggung capain pembelajaran yang ditargetkan dan karakter prifil pancasila yang dilatihkan</p>	<p>18. Mengucapkan salam dan berdoa bersama</p> <p>19. Siswa memperhatikan hal yang disampaikan oleh guru</p> <p>20. Siswa mencermati pengantar pembelajaran yang</p>	10 menit

	<p>20. Guru memberikan apresepsi dan motivasi kepada siswa terkait materi hukum termodinamika.</p> <p>21. Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok, yang terdiri dari 4-5 siswa dan mengarahkan siswa untuk duduk sesuai dengan kelompok masing-masing.</p>	<p>disampaikan dari guru</p> <p>21. Siswa memilih kelompok masing-masing.</p>	
Kegiatan Inti	<p>Merumuskan Masalah</p> <p>Guru membagikan LKPD kepada setiap kelompok.</p>	<p>Siswa bersama kelompoknya membuat rumusan masalah dengan menganalisis fenomena yang telah disediakan pada LKPD</p>	10 menit
	<p>Merumuskan Hipotesis</p> <p>Guru membimbing siswa dalam merumuskan hipotesis supaya sesuai dengan rumusan masalah, mengandung hubungan antara variabel, sesuai dengan fakta-fakta pada fenomena dan mengandung prediksi-prediksi sesuai dengan pengetahuan awal siswa.</p>	<p>Siswa dengan kelompoknya merumuskan hipotesis sesuai dengan rumusan masalah yang telah dibuat.</p>	10 menit

	<p>Merancang dan Melakukan Percobaan</p> <p>5. Guru meminta siswa untuk mencermati dan mengidentifikasi hal-hal yang diperlukan untuk melakukan percobaan pada LKPD.</p> <p>6. Guru memfasilitasi siswa selama percobaan berlangsung.</p>	<p>5. Siswa mencermati dan mengidentifikasi hal-hal yang diperlukan untuk melakukan percobaan pada LKPD.</p> <p>6. Siswa merancang <i>set up</i> percobaan secara berkelompok dengan mengikuti langkah-langkah yang tersedia pada LKPD.</p>	30 menit
	<p>Mengumpulkan Data dan Mengelola Data</p> <p>Guru membimbing siswa untuk berpikir dan mencari informasi yang dibutuhkan sesuai dengan LKPD.</p>	<p>5. Siswa melakukan percobaan dengan mengikuti Langkah-langkah percobaan yang diberikan dan mengumpulkan data mengisi dengan setiap table pada LKPD sesuai dengan hasil pengamatan dan pengukuran saat percobaan dilakukan.</p> <p>6. Siswa melakukan diskusi dalam kelompok terhadap hasil percobaan yang terkumpul.</p>	25 menit

	<p>Menginterpretasi Hasil Analisis Data dan Pembahasan</p> <p>Guru memberikan bimbingan kepada siswa dalam melakukan interpretasi dan pembahasan.</p>	<p>9. Siswa melakukan interpretasi, pemaknaan, dan pembahasan terhadap hasil percobaan yang dibimbing dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada LKPD.</p>	<p>25 menit</p>
<p>Menarik Kesimpulan</p>	<p>Mengumpulkan Data dan mengelola data</p> <p>7. Guru meminta salah satu 1 kelompok menyampaikan untuk basil percobaan yang telah dilaksanakan melalui presentasi di depan kelas. dan melaksanakan diskusi kelas.</p> <p>8. Guru mengarahkan siswa untuk menanggapi hasil diskusi dipresentasikan kelompok penyaji. Yan</p> <p>9. Guru memberikan evaluasi dan pengarahannya terkait hasil presentasi setiap kelompok.</p>	<p>7. Salah kelompok melakukan presentasi, satu dan kelompok yang lain menyimak dan mencermati penyampaian dari kelompok yang presentasi</p> <p>8. Setiap kelompok aktif memberikan tanggapan dalam diskusi.</p> <p>9. Siswa menyimak evaluasi dan arahan dari guru</p>	<p>20 menit</p>

Penutup	11. Guru evaluasi memberikan terhadap jalannya pembelajaran. 12. Guru mengkonfirmasi siswa jika terdapat suatu hal belum yang dipahami. 13. Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya 14. Guru dan siswa berdoa untuk mengakhiri kegiatan pembelajaran 15. Guru dan siswa mengucapkan salam penutup.	7. Siswa menyimak informasi yang diberikan oleh guru 8. Siswa bertanya jika ada yang belum dipahami 9. Berdoa beesama serta mengucapkan salam penutup	10 menit
----------------	--	---	-------------

J. Asesmen Pembelajaran

- a. Penilaian Sikap/Profil Pelajar Pancasila Selama proses mengajar berlangsung guru mengamati profil pelajar Pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi Beriman. bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan Global, Mandiri, Bernalar Kritis, Gotong Royong, dan Kreatif
- b. Penilaian Pengetahuan Penilaian pengetahuan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai adalah dengan tes tertulis.

- c. Penilaian keterampilan Penilaian keterampilan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai adalah dengan tes unjuk kerja/praktek.

K. Refleksi Guru

3. Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Penguasaan materi	Apakah saya sudah memahami cukup baik materi dan aktifitas pembelajaran ini?	
2	Penyampain materi	Apakah materi ini sudah tersampaikan dengan cukup baik kepada peserta didik?	
3	Umpan balik	Apakah 100% peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	

4. LembarRefleksi Peserta Didik

No	Aspek	Refleksi Peserta Didik	Jawaban
1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran ini?	
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?	
3	Penguasaan materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini d. Baik e. Cukup f. Kurang	

4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?	
5	Gotong royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman satu kelompok?	

L. Remedial dan Pengayaan

3. Remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dengan memberikan tugas individu tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.

4. Pengayaan

Peserta didik yang daya tangkapnya dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah diajarkan guru.

M. Lembar Kerja Peserta Didik

Terlampir.

Daftar Pustaka

Lasmi, Ni Ketut. 2015. Seri Pendalaman Materi (SPM) Fisika. Bandung:

Penerbit Esis

Sears, Zemansky. 1994. Fisika untuk Universitas 2 (Terjemahan). Bandung

: Penerbit Binacipta.

Surya, Yohanes. 1996. Olimpiade Fisika SMU Caturwulan Kedua Kelas 2.

Jakarta : Penerbit PT Primatika Cipta Ilmu.



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

Kata kinetik berasal dari adanya anggapan bahwa molekul-molekul gas selalu bergerak. Dalam teori kinetik gas, kita akan membahas tentang perilaku partikel-partikel gas dalam ruang yang terbatas. Partikel-partikel gas ini kita anggap sebagai sebuah bola yang selalu bergerak. Tiap-tiap partikel bergerak dengan arah sembarang dan dimungkinkan terjadi tumbukan antarmasing-masing partikel atau antara partikel dengan dinding ruang. Tumbukan yang terjadi tersebut berupa tumbukan lenting sempurna. Dengan sifat tumbukan yang demikian, maka tidak ada proses kehilangan energi yang dimiliki partikel gas pada saat terjadi tumbukan.

Gas yang tersusun atas partikel-partikel dengan perilaku seperti anggapan di atas pada kenyataannya tidak ada. Dalam bahasan teoritik, diperlukan objek gas yang sesuai dengan anggapan tersebut. Objek gas ini disebut sebagai gas ideal. Sifat-sifat gas ideal, antara lain, sebagai berikut.

1. Gas terdiri atas partikel-partikel padat kecil yang bergerak dengan kecepatan tetap dan dengan arah sembarang.
2. Masing-masing partikel bergerak dalam garis lurus, gerakan partikel hanya dipengaruhi oleh tumbukan antara masing-masing partikel atau antara partikel dan dinding. Gaya tarik-menarik antar partikel sangat kecil sekali dan dianggap tidak ada (diabaikan).

3. Tumbukan antara masing-masing partikel atau antara partikel dengan dinding adalah tumbukan lenting sempurna.
4. Waktu terjadinya tumbukan antarpartikel atau antara partikel dengan dinding sangat singkat dan bisa diabaikan.
5. Ukuran volume partikel sangat kecil dibandingkan ukuran volume ruang tempat partikel tersebut bergerak.
6. Berlaku hukum Newton tentang gerak.

Hukum-Hukum yang Mendasari Teori Kinetik Gas

1. Hukum Boyle

Robert Boyle (1627-1691) melakukan percobaan untuk menyelidiki hubungan tekanan dengan volume gas dalam suatu wadah tertutup pada suhu konstan.

Hubungan tersebut pertama kali dinyatakan pada tahun 1666, yang dikenal sebagai hukum Boyle, yang berbunyi: ***"jika suhu gas yang berada dalam bejana tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya"***. Secara matematis, pernyataan diatas dapat ditulis sebagai berikut:

$$PV = \text{konstan} \quad P_1V_1 = P_2V_2 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana

P = tekana ($\text{N/m}^2 = \text{Pa}$)

V = Volume (m^3)

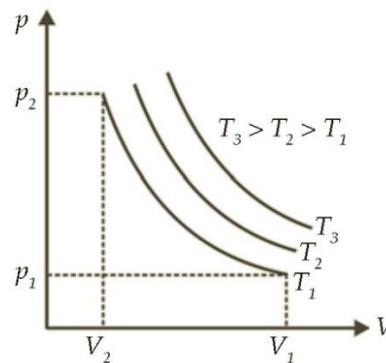
Dengan

P_1 = tekanan gas pada keadaan 1 (N/m^2)

V_1 = volume gas pada keadaan 1 (m^3)

P_2 = tekanan gas pada keadaan 2 (N/m^2)

V_2 = volume gas pada keadaan 2 (m^3)



Gambar 1

Hubungan volume dan tekanan pada suhu konstan

Hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan dapat dilukiskan dengan grafik seperti yang tampak pada Gambar 1 diatas. Grafik tersebut menunjukkan bahwa pada saat volumenya bertambah, tekanan gas akan berkurang. Proses pada suhu konstan disebut proses isotermis.

2. Hukum Charles

Jacques Charles (1746 – 1823) menyelidiki hubungan volume dengan suhu dalam suatu wadah tertutup pada tekanan konstan, yang berbunyi: “jika tekanan gas yang berada dalam bejana tertutup (tidak bocor) dijaga tetap,

makana volume gas sebanding dengan suhu mutlaknya”. Secara matematis pernyataan diatas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\frac{V}{T} = \text{konstan} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

V = Volume (m³) T = Suhu mutlak (K)

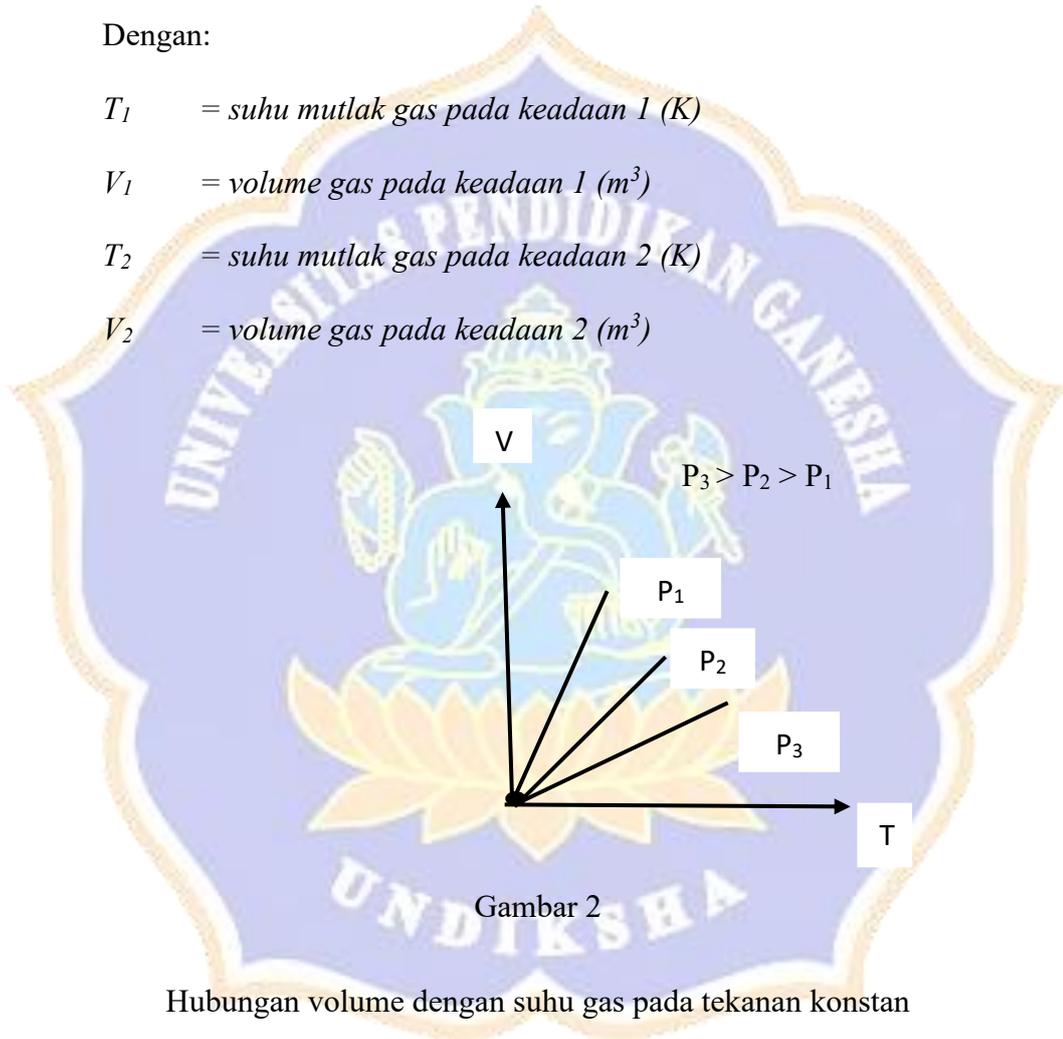
Dengan:

T₁ = suhu mutlak gas pada keadaan 1 (K)

V₁ = volume gas pada keadaan 1 (m³)

T₂ = suhu mutlak gas pada keadaan 2 (K)

V₂ = volume gas pada keadaan 2 (m³)



Hubungan antara volume gas dan suhu pada tekanan konstan dapat dilakukan dengan grafik seperti yang tampak pada Gambar 2 diatas. Proses yang terjadi pada tekana tetap disebut proses isobaris.

3. Hukum Gay-Lussac

Joseph Gay Lussac (1778-1805) menyelidiki hubungan suhu dengan tekanan dalam suatu wadah tertutup pada volume konstan yang berbunyi: "jika volume gas yang berada dalam bejana tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas sebanding dengan suhu mutlaknya". Secara matematis pernyataan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\frac{P}{T} = \text{konstan} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

P = Tekana gas (N/m^2) T = Suhu mutlak (K)

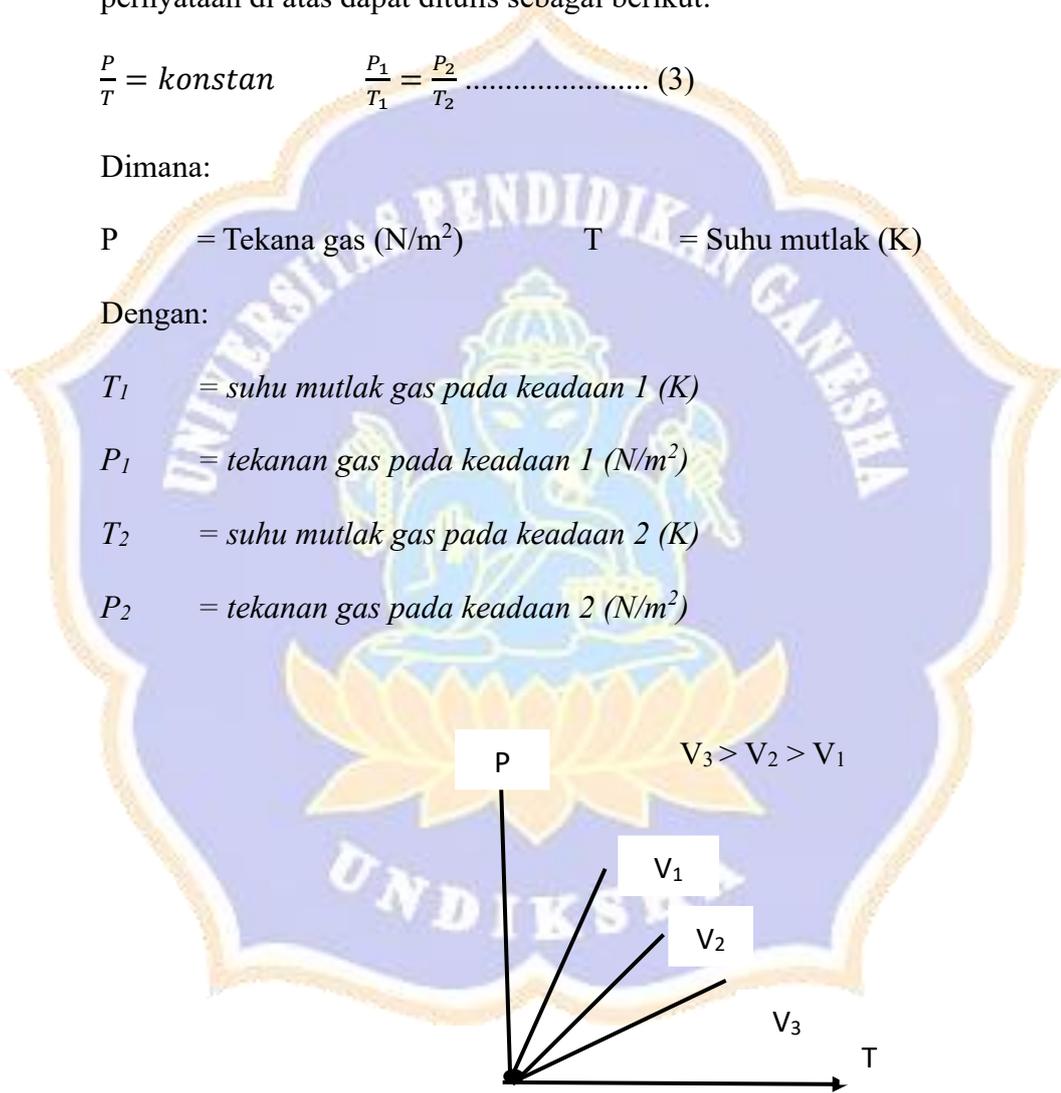
Dengan:

T_1 = suhu mutlak gas pada keadaan 1 (K)

P_1 = tekanan gas pada keadaan 1 (N/m^2)

T_2 = suhu mutlak gas pada keadaan 2 (K)

P_2 = tekanan gas pada keadaan 2 (N/m^2)



Gambar 3.

Hubungan tekanan dan suhu gas pada volume konstan

Hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume konstan dapat dilukiskan dengan grafik seperti yang tampak pada Gambar 3 diatas. Proses yang terjadi pada volume konstan disebut proses isokhoris.

4. Hukum Boyle-Gay Lussac

Persamaan hukum Boyle Gay Lussac merupakan gabungan dari ketiga hukum diatas dimana:

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

$$\frac{PV_1}{T_1} = \frac{PV_2}{T_2} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan 4 ini dikenal dengan persamaan Boyle-Gay Lussac. Persamaan ini digunakan untuk menyelesaikan soal-soal suatu gas yang jumlahnya tetap (massanya tetap) yang mengalami dua keadaan (keadaan 1 dan keadaan 2). Massa suatu gas adalah tetap jika ditaruh dalam wadah yang tidak bocor.

Jika suhu T tetap, dihasilkan PV - tetap, jika tekanan P tetap, dihasilkan V tetap.

Persamaan (4) berlaku untuk percobaan gas ideal dalam bejana tertutup (tidak ada kebocoran) sehingga massa gas tetap selama percobaan. Jika massa atau mol gas diubah, misal kita menggandakan mol gas n , dengan menjaga tekanan dan suhu tetap, ternyata hasil volum V yang ganda (lipat dua) juga. karena itu, boleh ditulis bilangan tetap diruas kanan persamaan (4) dengan nR , dengan R diperoleh dari percobaan, dan diperoleh persamaan umum gas ideal:

$$PV = nRT$$

Dengan

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

T = Suhu mutlak (K)

R = Konstanta umum gas: 8314 J kmo-K-1

V = Volume (m^3)



Lembar Kerja Peserta Didik
(LKPD)

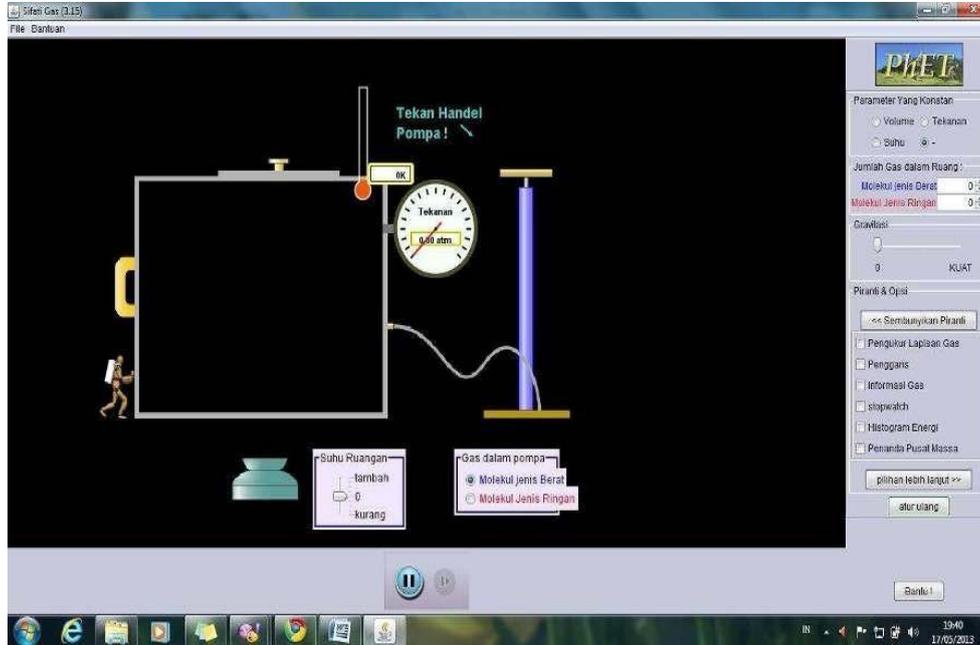
HUKUM HUKUM GAS IDEAL

Berbasis Virtual Phet Colorado Simulation

Kelompok
Nama Anggota Kelompok	1. 2. 3. 4. 5. 6.
Kelas	XI-.....

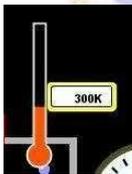


Toolbox Pada Simulasi



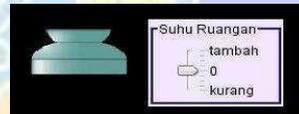
Gambar 1. Tampilan simulasi percobaan teori kinetik gas

Keterangan:



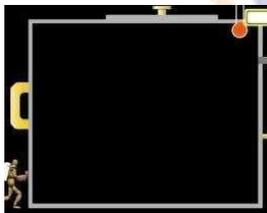
Termometer:

Mengukur suhu di dalam kotak



Pengatur Suhu:

Menaikkan atau menurunkan suhu



Kotak: wadah tempat memasukkan partekile-partikel gas



Barometer: mengukur tekanan gas di dalam kotak



Pompa: memompa gas ke dalam kotak

Teori Kinetik Gas



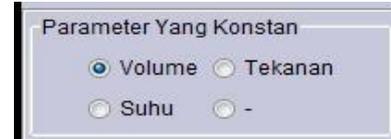
Gagang:
mengubah ukuran
kotak



Gas dalam
pompa: memilih
jenis gas yang
digunakan



Alat ukur:
memilih alat ukur
yang ingin
digunakan dalam
percobaan



Parameter yang
konstan: memilih
variabel dalam
percobaan yang
akan dibuat tetap

Toolbox	Tampilan	Fungsi
Pengukur lapisan gas		Mengukur tekanan gas (dalam atm) yang berada pada ketinggian tertentu (dalam nm)
Penggaris		Mengukur panjang dalam satuan nanometer. Panjang nantinya akan merepresentasikan volume
Informasi gas		Memberikan informasi jumlah molekul gas dan kecepatan rata-rata gas yang digunakan
Stopwatch		Mengitung waktu



Kegiatan Praktikum Virtual



1. Hukum Boyle

1.2 Tujuan:

Menyelidiki hubungan tekanan dengan volume gas dalam ruang tertutup pada

1.1 Rumusan Masalah:

Bagaimana hubungan antara tekanan dan volume gas dalam ruang tertutup pada

1.3 Hipotesis:

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tuliskan hipotesismu!

.....

.....

.....

1.4 Variabel:

Sebutkan variabel-variabel yang digunakan dalam praktikum!

a. Variabel kontrol (yang dipertahankan konstan):

.....

b. Variabel manipulasi (yang dimanipulasi):

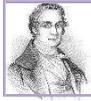
.....

c. Variabel respon (yang merespon):

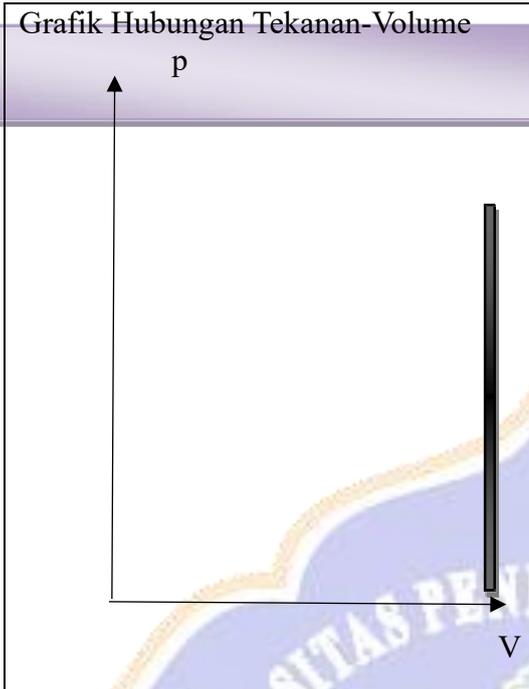
.....

1.5 Langkah Kerja

- a. Jalankan program PhET bagian sifat gas dari komputer/hp kamu di <http://bit.ly/gasidealF2> .
- b. Pada “parameter konstant” pilih “suhu”, lalu tekan handle pompa untuk memasukkan gas, amati suhu yang tertera pada termometer. Suhu tersebut merupakan nilai T tetap
- c. Ukur panjang kotak, dengan mengklik “alat ukur” lalu pilih “penggaris”. Penggaris akan muncul di bagian atas layar, gerakkan penggaris sehingga Anda bisa mengukur panjang kotak. Catat nilai panjang kotak awal.
- d. Amati tekanan yang tertera pada Barometer, besar tekanan akan berubah- ubah. Pilih nilai tekanan terbesar yang terbaca di barometer kemudian catat hasilnya pada tabel pengamatan
- e. Ubahlah ukuran kotak, tunggu hingga nilai suhu kembali ke T tetap , kemudian catat panjang kotak dan nilai tekanan yang terukur.
- f. Ulangi langkah e untuk mendapatkan beberapa nilai tekanan dan panjang kotak.
- g. Tuliskan hasil pengukuran di tabel 1.



Grafik Hubungan Tekanan-Volume



Jelaskan hubungan antara tekanan dan volume dari grafik di samping!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

d. Mengapa terjadi perubahan tekanan ketika volume kotak diubah?

.....

.....

.....

Kesimpulan

e. Jika suhu gas dijaga tetap, maka tekanan gas ideal

..... dengan volumenya.

f. Saat suhu gas ideal dijaga tetap, maka hasil perkalian antara tekanan dan

volume ($P.V$)

g. Secara matematis, hubungan tekanan (P) dengan volume (V) gas

dalam ruang tertutup pada suhu tetap dituliskan sebagai :

..... =

2. Hukum Gay-Lussac

2.1 Tujuan:

Menyelidiki hubungan tekanan dengan suhu gas dalam ruang tertutup pada volume tetap.

2.2 Rumusan Masalah:

Bagaimanakah hubungan antara tekanan dengan suhu gas dalam ruang tertutup pada volume tetap?

2.3 Hipotesis:

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tuliskan hipotesismu !

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

2.4 Variabel:

Sebutkan variabel-variabel yang digunakan dalam praktikum!

a. Variabel kontrol (yang dipertahankan konstan):

.....

b. Variabel manipulasi (yang dimanipulasi):

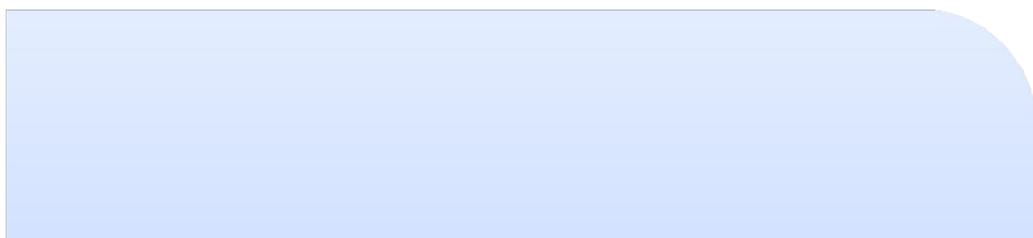
.....

c. Variabel respon (yang merespon):

.....

Teori Kinetik Gas

2.5 Langkah Kerja:



- Buka aplikasi Phet <http://bit.ly/gasidealF2>.
- Pada “parameter yang konstant”, pilih “volume” lalu tekan handle pompa untuk memasukkan gas.
- Ukur panjang kotak dengan mengklik alat bantu “penggaris”.
- Amati tekanan yang tertukur pada Barometer, besar tekanan akan berubah- ubah. Pilih nilai tekanan terbesar yang terbaca di barometer kemudian catat hasilnya pada tabel pengamatan.
- Catat nilai suhu yang terbaca pada termometer.
- Ubah suhu gas dalam ruangan dengan menggunakan pengatur suhu, lalu catat suhu dan tekanan gas yang terbaca.
- Ulangi langkah lima untuk mendapatkan beberapa nilai suhu dan tekanan.
- Tuliskan hasil pengukuran pada tabel 3

2.6 Tabel Pengamatan

Bagaimana Keadaan gas ideal yang kamu amati?

.....

.....

.....

Tabel 3: Hubungan antara tekanan dengan suhu, pada volume konstan

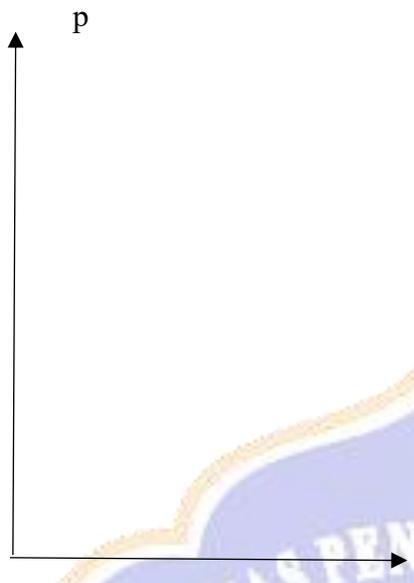
$$V = \dots\dots\dots$$

No.	Tekanan (atm) >> P	Suhu (K) >> T	$\frac{P}{T}$
1			

Teori Kinetik Gas

2.7 Analisis

- Dari data yang diperoleh, gambarlah grafik dibawah ini:

<p>Grafik Hubungan Tekanan-suhu</p> 	<p>Jelaskan hubungan antara tekanan dan volume dari grafik di samping!</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
---	--

b. Apakah hasil (P/T) pembagian antara tekanan dan suhu pada data percobaan ini mendekati nilai konstant ?Jelaskan !

.....

.....

.....

c. Bagaimana gerakan partikel saat suhu dinaikkan dan saat suhu diturunkan?

.....

.....

.....

.....

Teori Kinetik Gas

d. Apa yang terjadi pada partikel-partikel gas ketika gas dipanaskan sampai suhu maksimal?

.....

.....

.....



2.8 Kesimpulan:

- Jika Volume tetap, maka tekanan gas ideal dengan suhunya.
- Pada volume tetap, nilai tekanan banding suhu (\rightarrow) adalah
- Secara matematis, hubungan tekanan (P) dengan suhu gas (T) dalam ruang tertutup pada suhu tetap dituliskan sebagai

:
..... =

3. Hukum Charles

3.1 Tujuan:

Menyelidiki hubungan volume dengan suhu gas dalam ruang tertutup pada tekanan tetap

3.2 Rumusan Masalah:

Bagaimanakah hubungan antara volume dengan suhu gas dalam ruang tertutup pada tekanan tetap?

3.2 Hipotesis :

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tuliskan hipotesismu!

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

3.4 Variabel:

Sebutkan variabel-variabel yang digunakan dalam partikel!

a. Variabel kontrol (yang dipertahankan konstan):

.....

..... manipulasi (yang dimanipulasi):

..... *Teori Kinetik Gas*

..... variabel respon (yang merespon):

.....

3.5 Langkah Kerja:

- a. Buka aplikasi Phet di <http://bit.ly/gasidealF2>.
- b. Tekan handle pompa untuk memasukkan gas ke dalam pompa, pada "parameter yang konstant", pilih "tekanan" perhatikan tekanan pada barometer, catat nilai tekanan yang terbaca pada barometer sebagai nilai P tetap.
- c. Ukur panjang kotak dengan menggunakan alat bantu "penggaris".
- d. Catat nilai suhu yang terbaca pada termometer.



3.6 Tabel Pengamatan

Bagaimana Keadaan gas ideal yang kamu amati?

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

Tabel 3: Hubungan antara volume dengan suhu, pada tekanan konstan

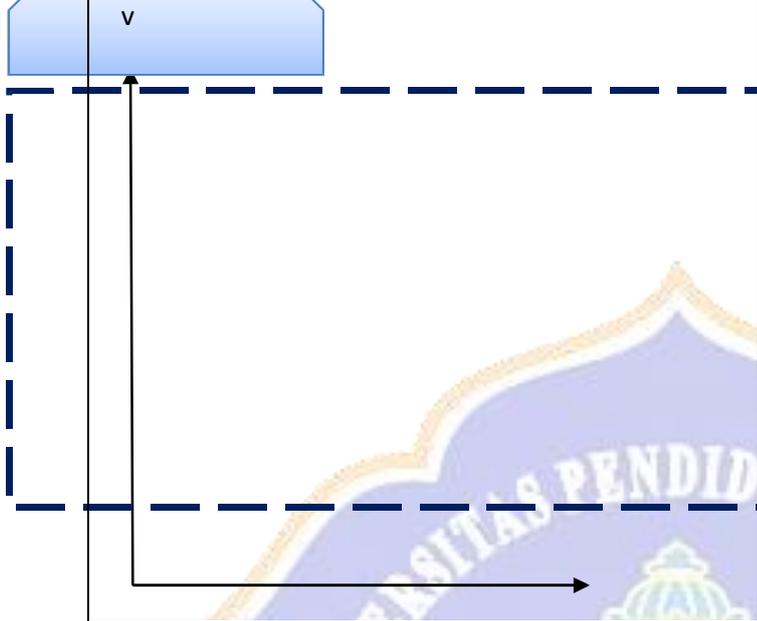
P = atm

No.	Panjang (nm) >>V	Suhu (K) >> T	$\frac{V}{T}$
1			
2			
3			
4			

3.7 Analisis



a. Dari data yang diperoleh, gambarkan grafik di bawah ini:

<p>Grafik Hubungan Volume - Suhu</p> 	<p>Jelaskan hubungan antara volume dan suhu dari grafik di samping!</p> <p>.....</p>
--	---

b. Apakah hasil (V/T) pembagian antara volume dan suhu pada data percobaan ini mendekati nilai konstan? Jelaskan!

.....

.....

.....

3.8 Kesimpulan:

- a. Jika tekanan gas dijaga tetap, maka volume gas ideal dengan suhunya.
- b. Pada tekanan tetap, nilai volume banding suhu (\rightarrow) adalah
- c. Secara matematis, hubungan volume (V) dengan suhu gas (T) dalam ruang tertutup pada suhu tekanan dituliskan sebagai :
..... =



Lampiran 3. Instrumen Penilaian Kognitif

Mata Pelajaran : Fisika

$$\text{NILAI} = \frac{\text{total skor}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Instrumen Penilaian Sikap (Afektif)

No	Nama	Rasa Ingin Tau	Disiplin	Kerjasama	Teliti	Jujur	Nilai Akhir
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							

20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Aspek dan Indikator Penelitian	Keterangan
<p>Rasa Ingin Tau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber • Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber • Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber • Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber 	<p>Teknik Penilaian</p> <p>Skor maksimum = $5 \times 4 = 20$</p> $\text{NILAI} = \frac{\text{total skor}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$
<p>Disiplin</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • Selalu tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif • Sering tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif • Kadang-kadang tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif • Tidak pernah tertib mengikuti instruksi/membuat kondisi kelas menjadi kondusif 	
<p>Kerjasama</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Selalu ikut berperan/kerjsama dalam menyelesaikan tugas kelompok • Sering ikut berperan/kerjsama dalam menyelesaikan tugas kelompok • Kadang-kadang ikut berperan/kerjsama dalam menyelesaikan tugas kelompok • Tidak pernah ikut berperan/kerjsama dalam menyelesaikan tugas kelompok 	
<p>Teliti</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Selalu teliti dalam hal melakukan pengamatan/mengerjakan latihan • Sering teliti dalam hal melakukan pengamatan/ mengerjakan latihan • Kadang-kadang teliti dalam hal melakukan pengamatan/ mengerjakan latihan • Tidak pernah teliti dalam hal melakukan pengamatan/ mengerjakan latihan 	
<p>Jujur</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Selalu menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur • Sering menjawab pertanyaan yang diberikan dengan jujur 	

25									
26									
27									
28									
29									
30									

Rubrik Penilaian Keterampilan

Aspek dan Indikator Penilaian	Skor	Keterangan
Visualisasi		Skor maksimum = 2 × 4 = 8
Presentasi/ bertanya/ menanggapi/ dengan bahasa yang jelas dan lancar serta menggunakan gesture.	4	$\text{NILAI} = \frac{\text{total skor}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$
Presentasi/ bertanya/ menanggapi/ dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gesture.	3	
Presentasi/ bertanya/ menanggapi/ dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta menggunakan gesture.	2	
Presentasi/ bertanya/ menanggapi/ dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tanpa menggunakan gesture.	1	
Konten		
Tepat, jelas, dan lengkap	4	
Tepat, jelas, dan tidak lengkap	3	
Tepat, tidak jelas, dan tidak lengkap	2	
Salah , tidak jelas, dan tidak lengkap	1	

LAMPIRAN 4
DATA HASIL PENELITIAN



- Lampiran 4.1 Data Hasil *Pretest* dengan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan *PhET Simulations* (Kelas Eksperimen)
- Lampiran 4.2 Data Hasil *Pretest* dengan Model Pembelajaran Langsung (DI) (Kelas Kontrol)
- Lampiran 4.3 Data Hasil *Postest* dengan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan *PhET Simulations* (Kelas Eksperimen)
- Lampiran 4.4 Data Hasil *Postest* dengan Model Pembelajaran Langsung (DI) (Kelas Kontrol)

Lampiran 4.1 Data Hasil *Pretest* dengan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan *PhET Simulations* (Kelas Eksperimen)

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : XI-1/Genap

Materi : Hukum Termodinamika dan Gas Ideal

No	Nama	Nomor Soal																								Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1	Gede Gina Putra	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	20,83
2	Gede Leonel Agustian	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	7	29,17
3	Gede Mertayasa	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	6	25,00
4	I Gede Candana Pratama	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	16,67
5	I Gede Raka Eka Suputra	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	25,00
6	I Kadek Ogi Bramasta	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	7	29,17

7	I Ketut Sri Guna Wijaya	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	10	41,67
8	I Komang Buditriasa	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	7	29,17
9	I Putu Michael Wisnu Candra Widia	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	8	33,33
10	Kadek Astiti Ayu Suryani	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	7	29,17
11	Kadek Murniasih	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	25,00
12	Ketutu Sisian Anggarini	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	8	33,33
13	Komang Hany Swandewi	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	16,67
14	Luh Christin Regina Putri	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	5	20,83
15	Luh Dari Sri Dewi	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16,67
16	Luh Keisia Fransiska Putri	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	9	37,50
17	Luh Widhi Ratnadi	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	25,00

18	Ni Kadek Dian Febriani	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	8	33,33
19	Ni Kadek Sari Handayani	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	11	45,83
20	Ni Ketut Dewi Mulyani	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	8	33,33
21	Ni Komang Deby Muliartini	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	25,00
22	Ni Komang Dwipayanti	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	25,00
23	Ni Luh Nia Werdiasih	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	9	37,50
24	Ni Luh Purniasih	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	5	20,83
25	Ni Luh Vellysia	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	29,17
26	Ni Putu Nadya Sari	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	8	33,33
27	Ni Putu Sinta Ayu Sulastri	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	16,67

28	Ni Putu Soniya Agustin Kumara Dewi	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	8	33,33	
29	Putu Rima Sanescea Devi	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	9	37,50	
30	Putu Suratnadi	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	25,00



Lampiran 4.2 Data Hasil *Pretest* dengan Model Pembelajaran Langsung (DI) (Kelas Kontrol)

Mata Pelajaran : Fisika

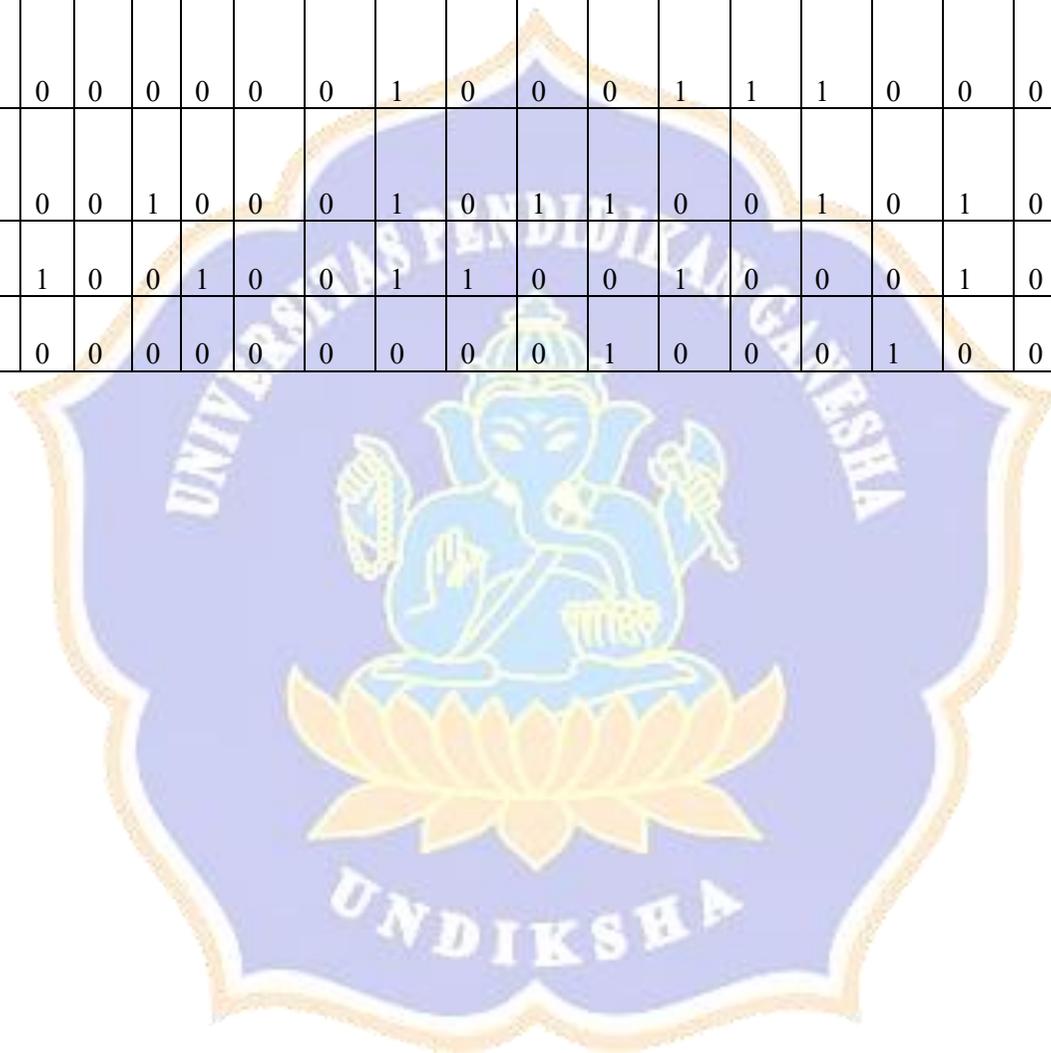
Kelas : XI-4/Genap

Materi : Hukum-Hukum Termodinamika dan Gas Ideal

N O	Nama	Nomor Soal																								Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1	Gede Widi Pradnyana Putra	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	8	33,33
2	I Gede Agus Danayasa	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	7	29,17
3	I Kadek Paris Adi Tama	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	16,67
4	I kadek Suanggadika Mahesa G	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12,50
5	I Ketut Suara Yasa	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	5	20,83
6	I Komang Albi Aditya Putra Regina	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	8	33,33

17	Komang Ayu Weda Swari	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	12,50
18	Komang Rendra Adi Suputra	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	8	33,33
19	Luh Agustini	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	5	20,83	
20	Luh Niti Martasih	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	8	33,33	
21	Ni Cening Ayu Budiarpini	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	16,67	
22	Ni Cening Budiari	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	12,50	
23	Ni Kadek Mesya Dewi Arimas	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	20,83	
24	Ni Kadek Seniwi Widiani	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5	20,83	
25	Ni Kadek Sumarianing	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	5	20,83	
26	Ni Ketut Sutresni Putra Arsani	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	8	33,33	

27	Ni Komang Bella Paramitha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	16,67
28	Ni Nyoman Astiti Sarinandi	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	7	29,17	
29	Putu Ari Fitriyani	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	9	37,50
30	Putu Nela Sasmita	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4	16,67



Lampiran 4.3 Data Hasil *Postest* dengan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan *PhET Simulations* (Kelas Eksperimen)

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : XI-1/Genap

Materi : Hukum-Hukum Terodinamika dan Gas Ideal

N O	Nama	Nomor Soal																								Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1	Gede Gina Putra	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	17	70,83
2	Gede Leonel Agustian	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	21	87,50
3	Gede Mertayasa	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	16	66,67
4	I Gede Candana Pratama	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20	83,33
5	I Gede Raka Eka Suputra	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	18	75,00
6	I Kadek Ogi Bramasta	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	18	75,00

7	I Ketut Sri Guna Wijaya	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	22	91,67
8	I Komang Buditriasa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	17	70,83	
9	I Putu Michael Wisnu Candra Widia	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	83,33	
10	Kadek Astiti Ayu Suryani	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	23	95,83	
11	Kadek Murniasih	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20	83,33	
12	Ketutu Sisian Anggarini	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	75,00
13	Komang Hany Swandewi	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	17	70,83
14	Luh Christin Regina Putri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	23	95,83
15	Luh Dari Sri Dewi	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	19	79,17
16	Luh Keisia Fransiska Putri	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	20	83,33
17	Luh Widhi Ratnadi	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	18	75,00

28	Ni Putu Soniya Agustin Kumara Dewi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	91,67	
29	Putu Rima Sanescea Devi	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	21	87,50	
30	Putu Suratnadi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	19	79,17



Lampiran 4.4 Data Hasil *Posttest* dengan Model Pembelajaran Langsung (DI) (Kelas Kontrol)

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : XI-4/Genap

Materi : Hukum-Hukum Termodinamika dan Gas Ideal

N O	Nama	Nomor Soal																								Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1	Gede Widi Pradnyana Putra	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	17	70,83	
2	I Gede Agus Danayasa	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	15	62,50	
3	I Kadek Paris Adi Tama	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	11	45,83
4	I kadek Suanggadika Mahesa G	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	16	66,67
5	I Ketut Suara Yasa	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	12	50,00
6	I Komang Albi Aditya Putra Regina	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	14	58,33

7	I Putu Sopian Adi Adnya Putra	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	18	75,00	
8	Kadek Budarwa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	12	50,00	
9	Kadek Dwi Ratnadi	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	16	66,67	
10	Kadek Linda Febryiani	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	14	58,33		
11	Kadek Sari Sukreni	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	14	58,33	
12	Ketut Manuarta Yasa	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	11	45,83	
13	Ketut Rangga Wijaya	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	13	54,17
14	Ketut Sutarmi	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	14	58,33	
15	Komang Ariasa Nuriada	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	16	66,67	
16	Komang Artika Suriani	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18	75,00	
17	Komang Ayu Weda Swari	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	16	66,67

18	Komang Rendra Adi Suputra	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	18	75,00	
19	Luh Agustini	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	12	50,00	
20	Luh Niti Martasih	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	16	66,67	
21	Ni Cening Ayu Budiarpini	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	13	54,17
22	Ni Cening Budiarini	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	12	50,00	
23	Ni Kadek Mesya Dewi Arimas	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	15	62,50	
24	Ni Kadeak Seniwi Widiani	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	70,83
25	Ni Kadek Sumarianing	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	15	62,50
26	Ni Ketut Sutresni Putra Arsani	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	12	50,00	
27	Ni Komang Bella Paramitha	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	14	58,33	

28	Ni Nyoman Astiti Sarinandi	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	15	62,50
29	Putu Ari Fitriyani	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	18	75,00
30	Putu Nela Sasmita	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	16	66,67



LAMPIRAN 5
ANALISIS DATA



- Lampiran 5.1 *Output* SPSS Analisis Hasil Uji Normalitas
- Lampiran 5.2 *Output* SPSS Analisis Hasil Uji Homogenitas Data
- Lampiran 5.3 *Output* SPSS Analisis Hasil Uji Linieritas
- Lampiran 5.4 *Output* SPSS Analisis Hasil Uji Analisis Kovarian (ANAKOVA)
Satu Jalur
- Lampiran 5.5 *Output* SPSS Analisis LSD (*Least Significant Difference*)

Lampiran 5.1 *Output* SPSS Analisis Hasil Uji Normalitas

Analisis Normalitas Data Pretest

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
eksperimen	,136	30	,165	,955	30	,230
kontrol	,157	30	,056	,939	30	,085

a. Lilliefors Significance Correction

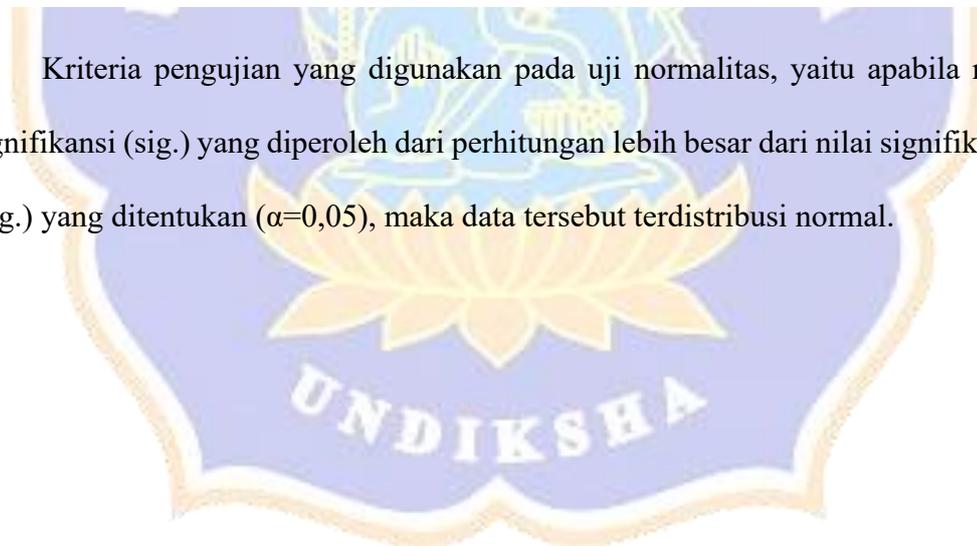
Posttest

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
eksperimenn	,170	30	,200	,943	30	,107
kontroll	,148	30	,200	,949	30	,158

a. Lilliefors Significance Correction

Kriteria pengujian yang digunakan pada uji normalitas, yaitu apabila nilai signifikansi (sig.) yang diperoleh dari perhitungan lebih besar dari nilai signifikansi (sig.) yang ditentukan ($\alpha=0,05$), maka data tersebut terdistribusi normal.



Lampiran 5.2 *Output* SPSS Analisis Hasil Uji Homogenitas Data

Analisis Homogenitas Data Pretest

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
hasilbljr_kontrol	Based on Mean	,034	1	58	,855
	Based on Median	,013	1	58	,909
	Based on Median and with adjusted df	,013	1	56,652	,909
	Based on trimmed mean	,038	1	58	,847

Posttest

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
hasil_bljr	Based on Mean	,033	1	58	,856
	Based on Median	,016	1	58	,899
	Based on Median and with adjusted df	,016	1	57,073	,899
	Based on trimmed mean	,039	1	58	,843

Kriteria pengujian yang digunakan pada uji homogenitas, yaitu apabila nilai signifikansi (sig.) yang diperoleh dari perhitungan dilihat dari *Based on Mean* lebih besar dari nilai signifikansi (sig.) yang ditentukan ($\alpha=0,05$), maka data tersebut terdistribusi homogen.

Lampiran 5.3 *Output* SPSS Analisis Hasil Uji Linieritas

Analisis Linearitas

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
POSTTEST * PRETEST	Between Groups	(Combined)	1699,723	8	212,465	1,309	,260
		Linearity	1474,090	1	1474,090	9,083	,004
		Deviation from Linearity	225,633	7	32,233	,199	,984
	Within Groups		8276,595	51	162,286		
	Total		9976,318	59			

Pedoman pengambilan keputusan uji linearitas menggunakan nilai signifikansi (sig.) dengan 0,05.

1. Jika nilai *Deviation From Linearity sig.* > 0,05 maka hubungan yang linear secara signifikan antara variabel independent dengan variabel dependent.
2. Apabila nilai signifikansi (sig.) yang diperoleh pada *Linearity* lebih kecil dari nilai signifikansi yang ditentukan ($\alpha=0,05$), maka data tersebut memiliki koefisien arah regresi berarti.

Lampiran 5.4 Output SPSS Analisis Hasil Uji Analisis Kovarian (ANAKOVA) Satu Jalur

Analisis Kovarian (ANAKOVA) Satu Jalur

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
MODEL_PEMB	1	X1-1	30
	2	XI-4	30

Descriptive Statistics

Dependent Variable: postest

MODEL_PEMB	Mean	Std. Deviation	N
INKUIRI	81,2503	7,23841	30
DI	61,1110	9,04583	30
Total	71,1807	13,00347	60

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: postest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5343,366 ^a	2	2671,683	91,437	,000
Intercept	24365,419	1	24365,419	286,698	,000
pretest	70,304	1	170,304	18,827	,000
MODEL_PEMB	4776,707	1	4776,707	156,206	,000
Error	4844,224	57	44,986		
Total	331023,528	60			
Corrected Total	10187,591	59			

a. R Squared = ,782 (Adjusted R Squared = ,776)

Kriteria pengujian yang digunakan pada uji analisis kovarian (ANAKOVA) satu jalur, yaitu apabila nilai signifikansi (sig.) yang diperoleh dari perhitungan lebih kecil dari nilai signifikansi (sig.) yang ditentukan ($\alpha=0,05$), maka nilai hitung yang diperoleh signifikan menunjukkan H_0 diterima atau ditolak.

Lampiran 5.5 Output SPSS Analisis LSD (*Least Significant Difference*)

Analisis LSD (*Least Significant Difference*)

Estimates

Dependent Variable: postest

MODEL_PEMB	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
EKSPERIMEN	81,380 ^a	1,508	78,360	84,400
KONTROL	61,675 ^a	1,508	58,655	64,695

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: pretest = 26,7360.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: postest

(I) MODEL_PEMB	(J) MODEL_PEMB	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
EKSPERIMEN	KONTROL	19,704 [*]	2,154	,000	15,392	24,017
KONTROL	EKSPERIMEN	-19,704 [*]	2,154	,000	-24,017	-15,392

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Perbedaan nilai hasil belajar siswa antara siswa yang belajar dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan PhET simulations dengan siswa yang belajar dengan model pembelajaran langsung (DI) sebesar $\Delta\mu = \mu(I) - \mu(J) = 19,704$. Berdasarkan hasil output SPSS di atas, maka diperoleh bahwa:

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, N-a} \sqrt{MS_E \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

Keterangan:

α = taraf signifikansi (0,05)

N = jumlah sampel total (60)

A = jumlah kelompok (2)

n_1 = jumlah sampel kelompok pertama (30)

n_2 = jumlah sampel kelompok kedua (30)

Sehingga nilai $t(0,025;60) = 1,995$. Berdasarkan, analisis kovarian (ANAKOVA) satu jalur diperoleh nilai MS_E untuk hasil belajar siswa 58,521, maka besar penolakan LSD, yaitu:

$$LSD = t \frac{\alpha}{2} \cdot N - a \sqrt{MS_E \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$LSD = 1,995 \sqrt{58,521 \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)}$$

$$LSD = 1,995 \sqrt{(58,521)(0,066)}$$

$$LSD = 1,995 \sqrt{3,862386}$$

$$LSD = (1,995)(1,965)$$

$$LSD = 3,921$$

Sehingga untuk $\Delta\mu = \mu(I) - \mu(J) = 18,749$ maka $|\mu(I) - \mu(J)| > LSD$ yang berarti H_0 ditolak.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata hasil belajar fisika antara kelompok siswa yang belajar menggunakan model inkuiri terbimbing berbantuan simulasi *PhET* dengan kelompok siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran langsung (DI). Siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan simulasi *PhET* memperoleh hasil belajar fisika lebih besar dibandingkan siswa yang belajar dengan model pembelajaran langsung (DI). Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar fisika siswa sesudah mengikuti pembelajaran dengan model inkuiri terbimbing berbantuan simulasi *PhET* relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok siswa yang belajar dengan model langsung (DI).

LAMPIRAN 6

DOKUMENTASI



Lampiran 6.1 Dokumentasi Pelaksanaan Uji Coba

Lampiran 6.2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Lampiran 6.1 Dokumentasi Pelaksanaan Uji Coba



UNDIKSHA

Lampiran 6.2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Gambar pelaksanaan pretest kelas X1 4 (Kelas Kontrol)

UNDIKSHA



Gambar pelaksanaan pretest kelas XI- 1 (Kelas eksperimen)



Gambar pelaksanaan proses pembelajaran di kelas XI-4 (kelas Kontrol)



Gambar pelaksanaan proses pembelajaran di kelas XI-1 (Kelas Eksperimen)



Gambar pelaksanaan posttest kelas XI-1 (Kelas Eksperimen)



Gambar pelaksanaan posttest kelas XI-4 (Kelas Kontrol)

LAMPIRAN 7

SURAT KETERANGAN PENELITIAN



Lampiran 6.1 Surat Keterangan Uji Coba Instrumen

Lampiran 6.2 Surat Keterangan Penelitian

Lampiran 7.1 Surat Keterangan Uji Coba Instrumen Penelitian



LEMBAR DISPOSISI

NO URUT : 023	TANGGAL : 30 Maret 2025
---------------	-------------------------

ASAL SURAT : FMIPA UNDIKSHA
TANGGAL SURAT : 30 Maret 2025
NOMOR SURAT : 98/UN98.9.10/TV/2025
PERIHAL : Izin pengambilan data kecepatan.

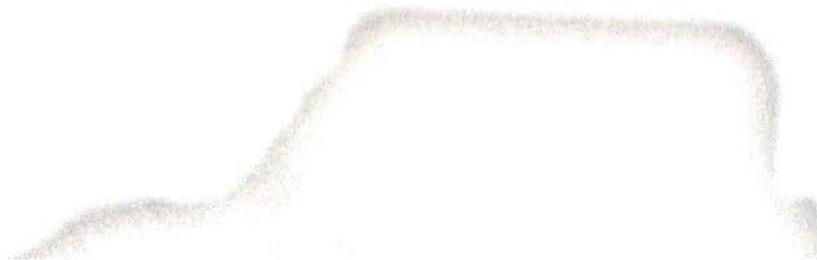
DITUNJUKAN KEPADA : Mr. Eka, Mr. Roy	ISI DISPOSISI : Ditujukan dan diberikan untuk mengambil data	TANDA TANGAN :
---	--	--------------------

Demikian surat ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

a.n. Dekan
Ketua Jurusan Fisika dan Pengajaran
IPA



NIMADE PUJANI
NIP 196311041988032001



Lampiran 7.2 Surat Keterangan Penelitian


පිළිගිණු ප්‍රාදේශීය පාලන
PEMERINTAH PROVINSI BALI
ශ්‍රී ලංකා විද්‍යා මණ්ඩලය
SMA NEGERI 1 KUBUTAMBAHAN
මාතලේ දිස්ත්‍රික්කයේ කුඹුටාමාන නගරයේ
Alamat: Desa Tamblang, Kec. Kubutambahan, Kab. Buleleng
Laman : www.sman1kubutambahan.sch.id, Pos-el : smansakukbt@gmail.com



SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor : B.10.400.3.8/2406/SMANIKBT/DIKPORA

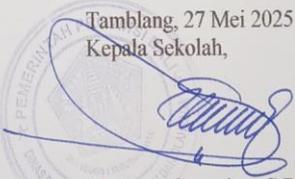
Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Kubutambahan menerangkan mahasiswa yang tersebut di bawah ini :

Nama	: Marta Marombas Pardede.
NIM	: 2113021011
Program Studi	: Pendidikan Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi	: Universitas Pendidikan Ganesha

Telah melakukan Pengambilan Data untuk keperluan Karya Akhir (Skripsi) di SMA Negeri 1 Kubutambahan dari tanggal 11 April 2025 sampai dengan 15 Mei 2025, dengan Judul Penelitian "Pengaruh Model Pembelajaran Inquiry Terbimbing Berbantuan Pehtsimulation terhadap hasil belajar siswa"

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tamblang, 27 Mei 2025
Kepala Sekolah,


I Wawan Suarsina, S.Pd., M.Pd.
NIP.19680724 199203 1 007

