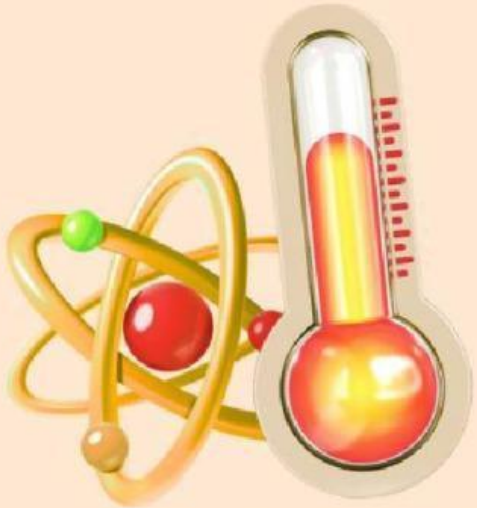
LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik



TERMODINAMIKA

Nama:

Kelas:

LIVEWORKSHEETS

LIVEWORKSHEETS

A. Pengantar Teori

Tekanan, volume, dan suhu adalah tiga besaran yang saling berkaitan dalam menentukan keadaan suatu gas. Fenomena ini dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya saat memompa ban sepeda, volume udara di dalam pompa mengecil sehingga tekanannya meningkat atau saat kaleng aerosol dipanaskan di bawah sinar matahari, tekanan gas di dalamnya naik hingga berisiko meledak. Contoh lain dapat kita jumpai pada ban mobil yang terasa lebih keras setelah menempuh perjalanan jauh karena suhu udara di dalam ban meningkat akibat gesekan dengan jalan, pada balon udara yang mengembang ketika udara di dalamnya dipanaskan menggunakan pembakar gas, maupun pada panci presto yang tekanannya meningkat tajam ketika air di dalamnya mendidih dalam ruang tertutup.

Perilaku gas semacam ini dijelaskan melalui teori kinetik gas, yang menganggap gas tersusun atas partikel-partikel yang bergerak acak, tidak saling tarik-menarik, dan bertumbukan secara lenting sempurna dengan dinding wadah maupun dengan sesamanya. Gas yang memenuhi seluruh asumsi tersebut disebut gas ideal. Secara lebih rinci, model gas ideal didasarkan pada beberapa anggapan dasar berikut:

1. Gas terdiri atas partikel (atom atau molekul) dalam jumlah sangat banyak yang tersebar merata di seluruh ruang wadah.
2. Ukuran partikel gas jauh lebih kecil dibandingkan jarak antarpartikel, sehingga dapat dianggap sebagai titik materi.
3. Partikel-partikel gas bergerak terus-menerus ke segala arah secara acak dengan kelajuan tertentu.
4. Tidak ada gaya tarik-menarik maupun tolak-menolak antarpartikel, kecuali pada saat terjadi tumbukan.
5. Tumbukan antarpartikel maupun antara partikel dengan dinding wadah bersifat lenting sempurna, sehingga energi kinetik total gas tidak berkurang.

Meskipun tidak ada gas nyata yang benar-benar memenuhi seluruh asumsi tersebut secara sempurna, gas-gas nyata seperti udara, oksigen, atau nitrogen berperilaku sangat mendekati gas ideal pada tekanan rendah dan suhu tinggi, yaitu ketika jarak antarpartikel gas relatif jauh sehingga interaksi antarpartikel dapat diabaikan. Sebaliknya, pada tekanan sangat tinggi atau suhu sangat rendah (mendekati titik cair gas tersebut), penyimpangan dari sifat gas ideal mulai tampak karena gaya antarmolekul dan ukuran partikel tidak lagi dapat diabaikan.

Pemahaman tentang perilaku gas ideal berkembang melalui serangkaian percobaan ilmuwan pada abad ke-17 hingga ke-19. Robert Boyle (1662) adalah orang pertama yang secara sistematis menyelidiki hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu tetap. Lebih dari satu abad kemudian, Jacques Charles (1787)

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

menemukan bahwa volume gas berbanding lurus dengan suhunya pada tekanan tetap, sedangkan Joseph Gay-Lussac (1802) menyelidiki hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume tetap. Pada tahun 1811, Amedeo Avogadro melengkapi pemahaman ini dengan menyatakan bahwa gas-gas dengan volume sama, pada suhu dan tekanan yang sama, mengandung jumlah partikel yang sama pula. Gabungan dari keempat hukum tersebut kemudian dirumuskan menjadi satu persamaan umum yang dikenal sebagai persamaan keadaan gas ideal.

Hubungan antara tekanan (P), volume (V), dan suhu (T) gas ideal dirumuskan melalui tiga hukum berikut:

1. hukum Boyle

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

pada suhu tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya.

2. hukum Charles

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

pada tekanan tetap, volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya.

3. hukum Gay-Lussac

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya.

ketiga hukum tersebut secara umum dituliskan dalam persamaan gas ideal $PV = nRT$, dengan $R = 8{,}314$ J/mol·K sebagai tetapan gas umum, n sebagai jumlah mol gas, dan T sebagai suhu mutlak dalam satuan kelvin.

Secara mikroskopis, tekanan gas yang terukur pada suatu wadah sesungguhnya merupakan akibat dari jutaan partikel gas yang menumbuk dinding wadah setiap detik. Semakin sering dan semakin keras tumbukan tersebut terjadi, semakin besar pula tekanan yang teramati. Ketika volume wadah diperkecil, partikel gas memiliki ruang gerak yang lebih sempit sehingga frekuensi tumbukan terhadap dinding meningkat dan tekanan pun naik. Demikian pula, ketika suhu gas dinaikkan, partikel-partikel gas bergerak lebih cepat karena energi kinetik rata-ratanya meningkat, sehingga tumbukan terhadap dinding wadah menjadi lebih sering dan lebih kuat. Dengan demikian, besaran makroskopis seperti tekanan dan suhu yang dapat kita ukur sesungguhnya mencerminkan perilaku mikroskopis partikel-partikel gas yang tidak dapat diamati secara langsung dengan mata telanjang.

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

Pada kegiatan penyelidikan ini, hubungan antarbesaran tersebut akan diselidiki secara virtual menggunakan simulasi PhET "Gas Properties". Simulasi ini memungkinkan peserta didik untuk mengubah volume wadah dan suhu gas, menambahkan jumlah partikel gas, serta mengamati secara langsung bagaimana partikel-partikel tersebut bergerak dan menumbuk dinding wadah sehingga menghasilkan tekanan tertentu. Dengan mengamati hubungan antarbesaran secara langsung melalui simulasi, peserta didik diharapkan dapat menemukan sendiri pola hubungan antara tekanan, volume, dan suhu gas, sebagaimana yang telah ditemukan oleh para ilmuwan melalui percobaan nyata.

B. Tujuan

Melalui kegiatan penyelidikan ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menyelidiki pengaruh volume terhadap tekanan gas pada suhu tetap (Hukum Boyle).
2. Menyelidiki pengaruh suhu terhadap volume gas pada tekanan tetap (Hukum Charles).
3. Menyelidiki pengaruh suhu terhadap tekanan gas pada volume tetap (Hukum Gay-Lussac).
4. Menganalisis hubungan antara tekanan, volume, dan suhu gas berdasarkan data hasil simulasi.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perubahan volume terhadap tekanan gas apabila suhu gas dijaga tetap?
2. Bagaimana pengaruh perubahan suhu terhadap volume gas apabila tekanan gas dijaga tetap?
3. Bagaimana pengaruh perubahan suhu terhadap tekanan gas apabila volume gas dijaga tetap?

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

D. Hipotesis

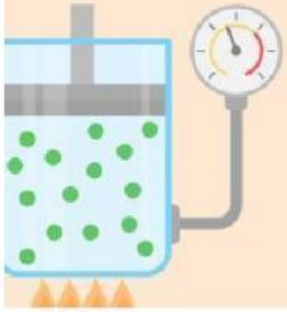
E. variabel

KEGIATAN 1. Menyelidiki pengaruh volume terhadap tekanan gas pada suhu tetap

Variabel Manipulasi	
Variabel Kontrol	
Variabel Respon	

KEGIATAN 2. Menyelidiki pengaruh suhu terhadap volume gas pada tekanan tetap

Variabel Manipulasi	
Variabel Kontrol	
Variabel Respon	



LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 3. Menyelidiki pengaruh volume terhadap tekanan gas pada suhu tetap

Variabel Manipulasi	
Variabel Kontrol	
Variabel Respon	

F. Alat dan Bahan

1. Laptop, komputer, atau smartphone yang terhubung internet.
2. Simulasi PhET "Gas Properties": https://phet.colorado.edu/en/simulations/gas-properties
3. Alat tulis dan kalkulator.
4. Penggaris, untuk membuat grafik pada kertas milimeter/blok bila diperlukan.

G. Prosedur Kerja

KEGIATAN 1. Hubungan Tekanan dan Volume Gas

1. Buka simulasi PhET Gas Properties, lalu pilih menu "Intro".
2. Masukkan sejumlah partikel gas (misalnya 100 partikel) ke dalam wadah menggunakan pompa yang tersedia.
3. Aktifkan fitur "Hold Temperature Constant" agar suhu gas tetap konstan selama percobaan (kondisi isotermal).
4. Catat suhu awal (T) yang tertera pada simulasi.
5. Ubah volume wadah dengan menggeser dinding wadah ke beberapa posisi berbeda (misalnya 3 posisi).
6. Catat nilai volume (V) dan tekanan (P) untuk setiap posisi ke dalam Tabel 1, lalu hitung P × V.

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 2. Hubungan Volume dan Suhu Gas

1. Atur ulang simulasi (reset), lalu masukkan kembali sejumlah partikel gas ke dalam wadah.
2. Aktifkan fitur "Hold Pressure Constant" agar tekanan gas tetap konstan selama percobaan (kondisi isobarik).
3. Catat nilai tekanan awal (P) yang tertera pada simulasi.
4. Ubah suhu gas menggunakan pengatur suhu untuk beberapa nilai berbeda (misalnya 3 nilai).
5. Catat nilai suhu (T) dan volume (V) untuk setiap perubahan ke dalam Tabel 2, lalu hitung V/T.

KEGIATAN 3. Hubungan Suhu dan Tekanan Gas

1. Atur ulang simulasi (reset), lalu masukkan kembali sejumlah partikel gas ke dalam wadah.
2. Aktifkan fitur "Hold Volume Constant" agar volume gas tetap konstan selama percobaan (kondisi isokhorik).
3. Catat nilai volume awal (V) yang tertera pada simulasi.
4. Ubah suhu gas menggunakan pengatur suhu untuk beberapa nilai berbeda (misalnya 3 nilai).
5. Catat nilai suhu (T) dan tekanan (P) untuk setiap perubahan ke dalam Tabel 3, lalu hitung P/T.

H. Pengamatan

KEGIATAN 1. Hubungan Tekanan dan Volume Gas

Suhu (T) = K	N = mol

Tabel 1. Hasil Pengamatan Hubungan Tekanan dan Volume

No.	Volume, V (n/m)	Tekanan, P (atm)	P × V
1.			
2.			
3.			

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 2. Hubungan Volume dan Suhu Gas

Tekanan (P) = atm	N = mol

Tabel 2. Hasil Pengamatan Hubungan Suhu dan Volume

No.	Suhu, T (K)	Volume, V (L)	V / T
1.			
2.			
3.			

KEGIATAN 3. Hubungan Suhu dan Tekanan Gas

Volume (V) = n/m	N = mol

Tabel 3. Hasil Pengamatan Hubungan Suhu dan Volume

No.	Suhu, T (K)	Tekanan, P (atm)	P / V
1.			
2.			
3.			

I. Analisis

1 Berdasarkan Tabel 1, bagaimana hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu tetap? Apakah nilai P × V pada setiap data relatif konstan?

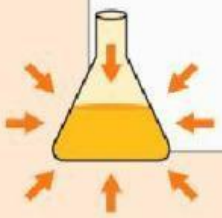
LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

2 Berdasarkan Tabel 2, bagaimana hubungan antara volume dan suhu gas pada tekanan tetap? Apakah nilai V/T pada setiap data relatif konstan?

3 Berdasarkan Tabel 3, bagaimana hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume tetap? Apakah nilai P/T pada setiap data relatif konstan?

LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS

J. Kesimpulan





LIVEWORKSHEETS
LIVEWORKSHEETS