

Pertemuan 3

Persamaan Keadaan

Fatimah, S.Pd., M.Si.



Pendahuluan

- **Persamaan keadaan** adalah persamaan yang menyatakan hubungan antara **state variable** yang menggambarkan keadaan dari suatu sistem pada kondisi fisik tertentu
- **State variable** adalah Property dari sistem yang hanya tergantung pada keadaan sistem saat ini, bukan pada jalannya proses.



Pendahuluan

Sifat gas ada dua, yaitu:

- **Makroskopis**, yaitu sifat sifat yang dapat diukur. Seperti volume, tekanan, suhu dan massa.
- **Mikroskopis**, yaitu sifat sifat yang didasarkan pada kelakuan molekul molekul gas.
- Sifat sifat mikroskopik bisa dijelaskan dengan menggunakan sifat sifat mikroskopik.
- Teori yang memandang gas dari sudut pandang mikroskopis dinamakan teori kinetik gas. Dalam teori ini, besaran besaran mikroskopis ditulis dalam suatu besaran mikroskopis (massa molekul, kecepatan molekul, dsb)



Variabel Keadaan

- Temperatur
- Tekanan
- Density
- Enthalpy
- Entropy
- Kapasitas Panas
- Energi bebas Gibbs



Gas Ideal

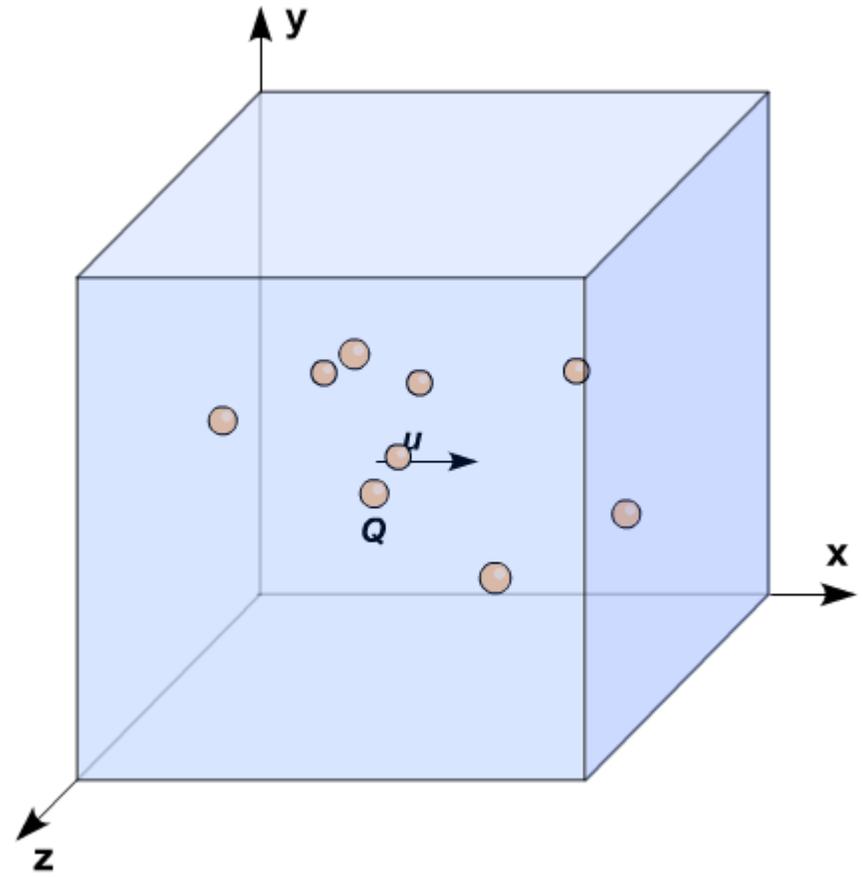
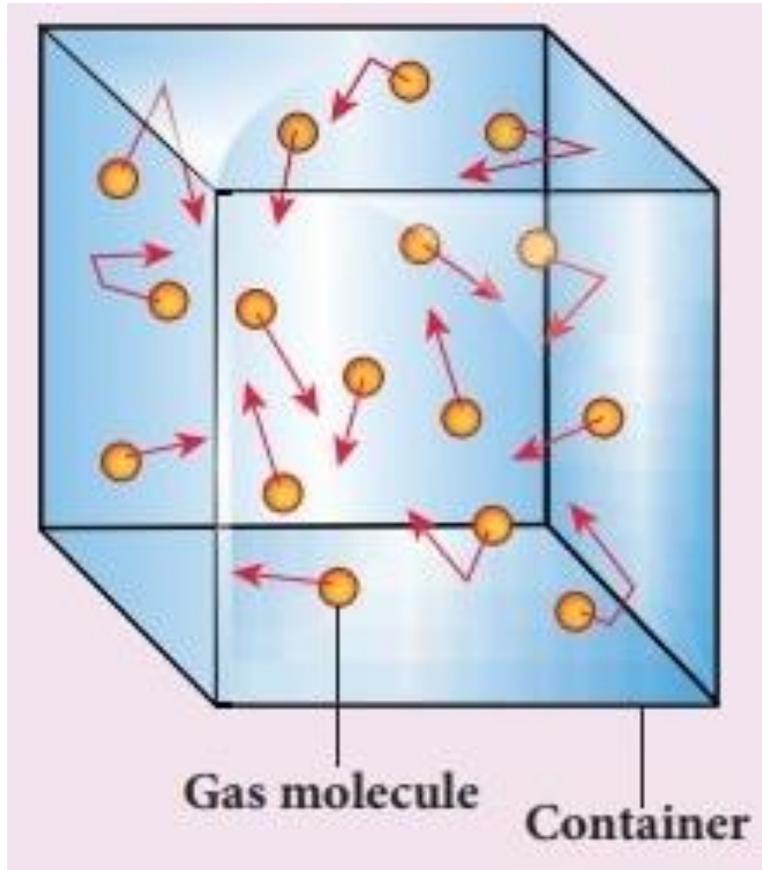


Asumsi Gas Ideal

- Terdiri dari molekul molekul yang sangat banyak jumlahnya
- Molekul molekulnya memenuhi hukum Newton tentang gerak
- Sebuah molekul bergerak secara acak dengan kecepatan tetap. Dalam ruang tiga ddimensi sebuah molekul bergerak ke arah sumbu X , Y dan Z dimana $v_x = v_y = v_z$
- Molekul molekul gas tidak seluruhnya bergerak dengan kecepatan yang sama
- Molekul molekul tersebar merata dalam ruang yang sempit
- Tidak ada gaya tarik menarik atau tolak menolak antar molekul. Yang ada hanya gaya tumbukan
- Tumbukan antar molekul atau antar molekul dengan dinding adalah tumbukan lenting sempurna
- Jarak antar molekul jauh lebih besar daripada ukuran molekul



Keadaan gas dalam sebuah ruang



Ukuran Jumlah Molekul dan Berat Gas

- **Satu mol** adalah banyaknya zat yang mengandung $6,023 \times 10^{23}$ molekul
- dimana $N_A = 6,023 \times 10^{23}$ adalah bilangan Avogadro
- **Massa Atom atau Massa Molar** adalah massa dari 1 mol gas dan satuannya adalah gr/mol atau kg/kmol.
- Massa untuk mol gas adalah

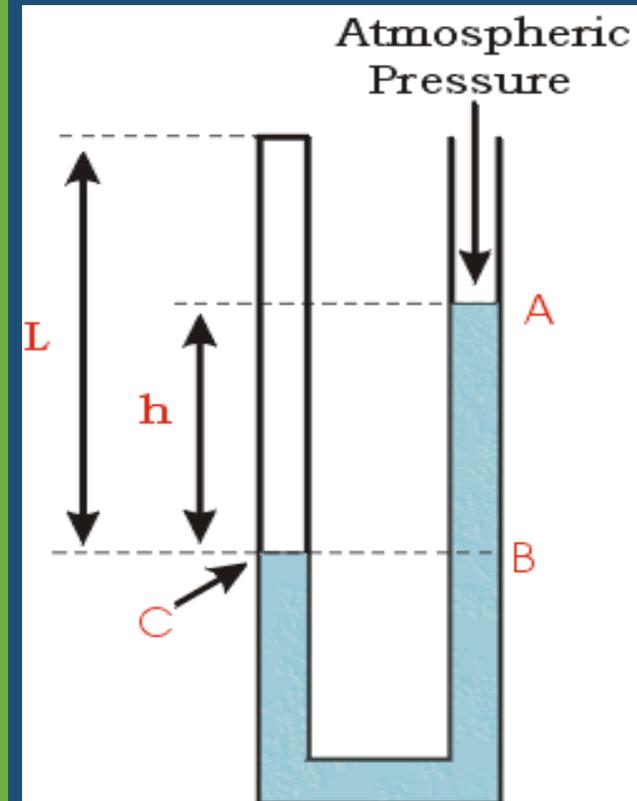
$$m = n \times M$$



HUKUM BOYLE (1662)

- Jika suhu gas di dalam ruang tertutup dijaga tetap (proses isoterm), maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya.
- Merkuri ditambahkan, volume gas diukur dengan teliti
- Tekanan diukur berdasarkan bedapermukaan merkuri

$$PV = \text{konstan}$$
$$P_1V_1 = P_2V_2$$



HUKUM CHARLES

- Jika tekanan gas di dalam ruang tertutup dijaga tetap (proses isobar), maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya
- Secara matematis di tulis

$$\frac{V}{T} = \textit{konstan} \text{ atau } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

HUKUM GAY-LUSSAC

- Jika volume gas di dalam ruang tertutup dijaga tetap (proses isokhorik), maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya.
- Secara matematis di tulis

$$\frac{P}{T} = \text{konstan} \text{ atau } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

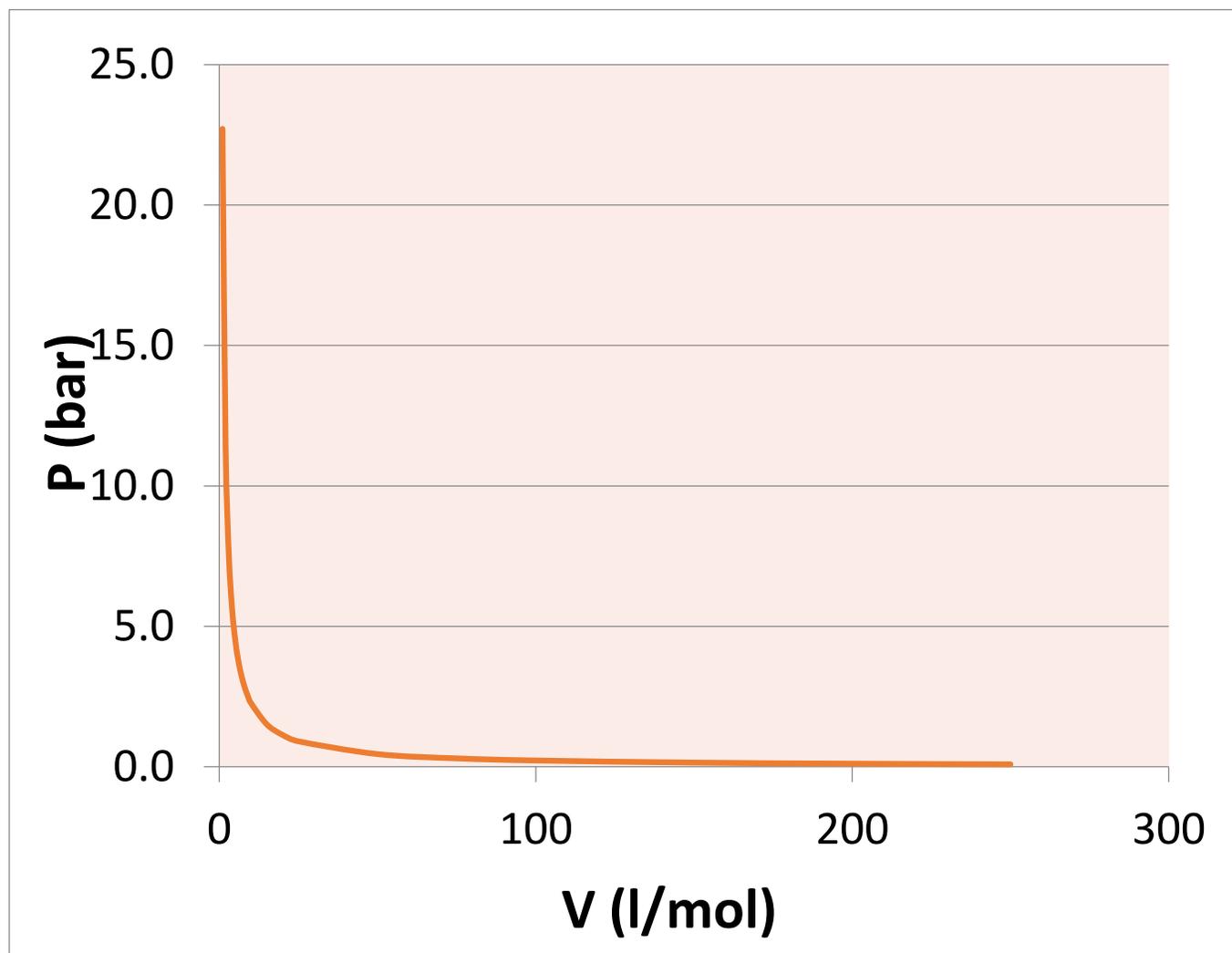
Persamaan Gas Ideal

- Pada tahun 1834 Émile Clapeyron menggabungkan Hukum Boyle dan Hukum Charles menjadi:

Hukum Gas Ideal.

$$PV = RT$$





Persamaan keadaan gas secara umum adalah

$$PV = nRT$$

dimana

P adalah tekanan satuannya Pa

V adalah volume satuannya m^3

T adalah suhu mutlak satuannya K

n adalah jumlah molekul satuannya mol

R adalah konstanta besar dan satuannya $8,314 \text{ Joule mol}^{-1} K^{-1}$



Jika N adalah jumlah molekul dalam suatu ruang tertutup maka $n = \frac{N}{N_A}$ sehingga

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{N}{N_A} RT$$

$$PV = N \frac{R}{N_A} T$$

$$PV = NkT$$

Dalam bentuk lain persamaan keadaan gas ideal adalah

$$PV = NkT$$

dimana

k adalah konstanta Boltzman besar dan satuannya $1,38 \times 10^{-23} \text{ Joule K}^{-1}$



Ruang Kolaborasi

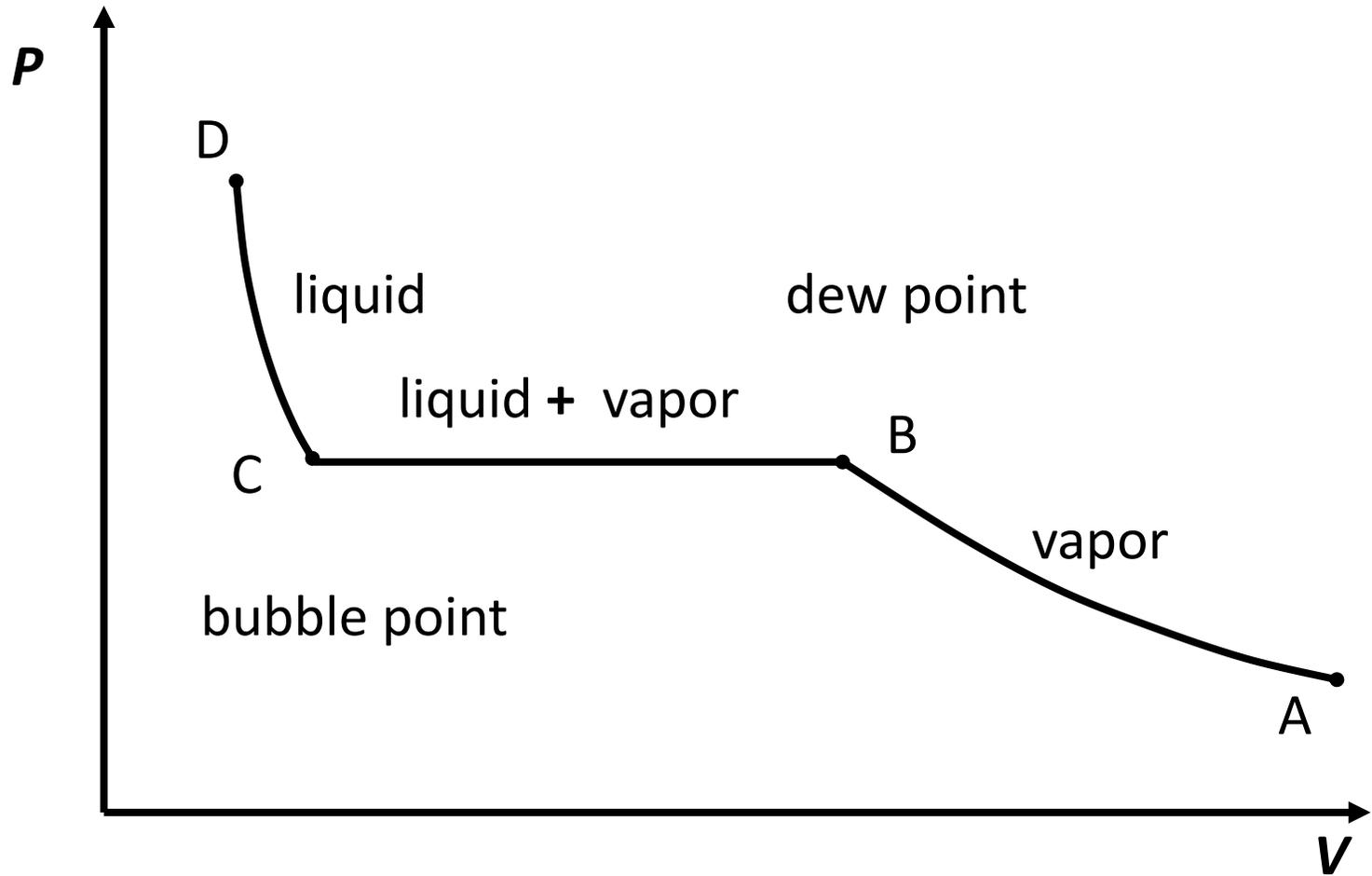
Download LKM dan diskusikan bersama anggota kelompokmu.



Gas Real



GAS NYATA



Persamaan Keadaan Gas Nyata

Pada tahun 1873 Van der Waals, seorang fisikawan bangsa Belanda menjabarkan persamaan gas nyata sebagai berikut

Dimana a dan b merupakan tetap van der wasls

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

Untuk 1 mol gas

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

Untuk n mol gas



Tetapan Gas

zat	a, ($\text{J.m}^3.\text{kmol}^{-2}$) ($\times 10^3$)	b, ($\text{m}^3.\text{kmol}^{-1}$)
He	3,44	0,0234
H ₂	24,80	0,0266
O ₂	138,00	0,0318
CO ₂	366,00	0,0429
H ₂ O	580,00	0,0319
Hg	292,00	0,0055



Diskusi Lanjutan

Buatlah ringkasan tentang persamaan virial untuk gas real bersama teman anggota kelompokmu!



Thank You

