



An Analysis on the Relationship between the Number of Particles and the Volume by Using the Gas Kinetic Theory Model

Nurazmi¹⁾, A. Taufik Hidayat Prayuda²⁾, Nurul Ainun Maudil Khawair³⁾, Harni⁴⁾,
Surya Sutriana⁵⁾, Riska⁶⁾

Prodi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Muhammadiyah Makassar^{1),2),3),4),5),6.)}
Jln. Sultan Alauddin No. 259 Makassar, Makassar 90221
E-mail: nurazmi@unismuh.ac.id

(Diterima: 03 Januari 2020; Direvisi: 15 Januari 2020; Diterbitkan: 30 Januari 2020)

Abstract – This study aims at finding out the relationship between the number of particles and the volume by using the gas kinetic theory model. In this study, the data collection was conducted three times employing different particle numbers, namely 10 particles, 20 particles and 30 particles group. During the data collection process, the scale reading of the load height was done when the load collision has been going on for 20 seconds. Based on the observations, it can be obtained that the more the number of particles, the greater the volume. The graph analysis also reveals that the slope of the three graphs varies. Graph 4.1 and graph 4.2 share the same slope that is 0.1, while the slope of graph 4.3 is 0.095. The slope of the graph illustrates that once the number of particle increases, the position of the piston will also go up. In other words, it can be said that the changes in the position of the piston (v) is directly proportional to the number of particles (n).

Keywords: Kinetic Theory Of Gases, Volume, Piston Position, Particle

Analisis Hubungan Jumlah Partikel Dengan Volume Menggunakan Model Teori Kinetik Gas

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan jumlah partikel dengan volume menggunakan model teori kinetik gas. Pada penelitian ini, pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali dengan jumlah partikel yang berbeda-beda yaitu 10 partikel, 20 partikel dan 30 partikel. Pada proses pengambilan data yang dilakukan, pembacaan skala ketinggian beban dilakukan ketika penumbukan beban telah berlangsung selama 20 detik. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh bahwa semakin banyak jumlah partikel maka volumenya akan semakin besar pula. Dari hasil analisis grafik diperoleh kemiringan pada grafik 4.1 yaitu 0,1, grafik 4.2 diperoleh kemiringan 0,1 dan grafik 4.3 diperoleh kemiringan 0,095. Kemiringan grafik menggambarkan bahwa setiap penambahan partikel bertambah pula kedudukan piston atau dapat dikatakan hubungan antara perubahan kedudukan piston (v) berbanding lurus dengan jumlah partikel (n).

Kata kunci: Teori Kinetik Gas, Volume, Kedudukan Piston, Partikel

I. PENDAHULUAN

Gas terbentuk dari bagian-bagian sangat kecil yang disebut molekul. Gas memiliki molekul yang sama dengan zat padat dan

cair. Akan tetapi molekulnya lebih bebas bergerak. Jika didasarkan teori kinetik gas, gas sendiri terbentuk oleh molekul – molekul gas yang bergerak secara acak dengan arah

gerak yang lebih konstan. Molekul gas sendiri bergerak dengan kecepatan yang sangat tinggi dan saling bertubrukan dengan molekul – molekul yang lainnya serta bertabrakan dengan dinding secara terus – menerus.

Peristiwa meletusnya balon karet merupakan salah satu contoh penerapan teori kinetik gas. Balon bisa meletus karena dua hal yaitu adanya kenaikan suhu dan tekanan gas balon. Apabila kita letakkan dibawah sinar matahari dalam waktu yang cukup lama maka balon akan meletus. Hal ini disebabkan oleh suatu gas dalam balon juga meningkat. Hal yang sama juga terjadi apabila kita memompa balon terus menerus. Gas akan menekan dinding balon terus menerus seiring dengan kenaikan tekanannya, sehingga volume balon terus meningkat. Pada saat dinding balon tidak dapat lagi menahan tekanan gas, balon akan meletus. Peristiwa meletusnya balon tersebut terkait dengan hubungan tekanan, suhu dan volume gas, jika terjadi perubahan pada salah satunya akan mengakibatkan perubahan pada yang lain.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka penulis tertarik megambil judul eksperimen tentang Teori Kinetik Gas untuk memahami hubungan antara jumlah partikel dengan volume.

II. LANDASAN TEORI

Sifat mekanika gas yang tersusun atas sejumlah besar atom-atom ataumolekul-

molekul penyusunnya dijelaskan dalam teori kinetik gas. Dalam menjelaskan perilaku gas dalam keadaan tertentu, teori kinetik gas menggunakan beberapa pendekatan dan asumsi mengenai sifat-sifat gas yang disebut *gas ideal*.

Sifat-sifat gas ideal dinyatakan sebagai berikut.

1. Jumlah partikel gas sangat banyak, tetapi tidak ada gaya tarik menarik (interaksi) antar partikel.
2. Setiap partikel gas selalu bergerak dengan arah sembarang atau acak.
3. Ukuran partikel gas dapat diabaikan terhadap ukuran ruangan tempat gas berada.
4. Setiap tumbukan yang terjadi antarpartikel gas dan antara partikel gas dan dinding bersifat lenting sempurna.
5. Partikel gas terdistribusi merata di dalam ruangan.
6. Berlaku Hukum Newton tentang gerak.

Pada kenyataannya, tidak ditemukan gas yang memenuhi kriteria gas ideal. Akan tetapi, sifat itu dapat didekati oleh gas pada temperatur tinggi dan tekanan rendah. Andaikan kita memiliki satu tangki gas sembarang, kemudian tekanan dalam tangki kita sebut P , volume tangki adalah V , dan suhu dalam tangki adalah T . Kita bisa mengatur atau mengubah tekanan, suhu maupun volumenya. Ternyata antara P, V dan T saling memiliki kaitan tertentu. Persamaan yang menghubungkan antara P, V dan T

dinamakan sebagai persamaan keadaan gas. Kita akan meninjau persamaan keadaan untuk gas ideal. Bila tekanan dalam tangki kita ubah dan suhunya kita jaga agar tidak berubah atau suhunya konstan, ternyata volumenya ikut berubah. Jika kita memperbesar tekanan maka volumenya berkurang. Apabila kita memperbesar volume tangki ternyata tekanan akan mengecil.

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 makroskopik dari berbagai macam proses serta perumusannya. Kata kinetik berasal dari adanya anggapan bahwa molekul-molekul gas selalu bergerak. Hukum Boyle dikemukakan oleh fisikawan Inggris yang bernama Robert Boyle. Hasil percobaan Boyle menyatakan bahwa apabila suhu gas yang berada dalam bejana tertutup dipertahankan konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya. Untuk gas yang berada dalam dua keadaan keseimbangan yang berbeda pada suhu konstan, diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$p_1V_1 = p_2V_2 \dots\dots\dots 1)$$

Keterangan:

- P_1 : tekanan gas pada keadaan 1 (N/m²)
- P_2 : tekanan gas pada keadaan 2 (N/m²)
- V_1 : volume gas pada keadaan 1 (m³)
- V_2 : volume gas pada keadaan 2 (m³)

Hukum Charles dikemukakan oleh fisikawan Prancis bernama Jacques Charles. Charles menyatakan bahwa jika tekanan gas yang berada dalam bejana tertutup dipertahankan konstan, maka volume gas sebanding dengan suhu mutlaknya. Untuk gas yang berada dalam dua keadaan seimbang yang berbeda pada tekanan konstan, diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \dots\dots\dots 2)$$

Keterangan:

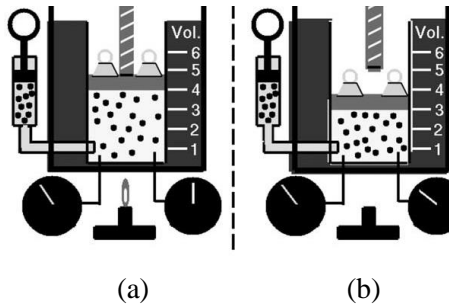
- V_1 : volume gas pada keadaan 1 (m³)
- V_2 : volume gas pada keadaan 2 (m³)
- T_1 : suhu mutlak gas keadaan 1 (K)
- T_2 : suhu mutlak gas keadaan 2 (K)

Hukum Gay Lussac dikemukakan oleh kimiawan Prancis bernama Joseph Gay Lussac. Gay Lussac menyatakan bahwa jika volume gas yang berada dalam bejana tertutup dipertahankan konstan, maka tekanan gas sebanding dengan suhu mutlaknya. Untuk gas yang berada dalam dua keadaan seimbang yang berbeda pada volume konstan, diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \dots\dots\dots 3)$$

Keterangan:

- T_1 : suhu mutlak gas keadaan 1 (K)
- T_2 : suhu mutlak gas keadaan 2 (K)
- P_1 : tekanan gas pada keadaan 1 (N/m²)
- P_2 : tekanan gas pada keadaan 2 (N/m²)



Gambar 1. Pada tekanan 1 atm, (a) gas bervolume 4 m³ memiliki temperatur 300 K, sedangkan (b) gas bervolume 3 m³ memiliki temperatur 225 K.

Apabila hukum Boyle, hukum Charles, dan hukum Gay Lussac digabungkan, maka diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$\frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2} \dots\dots\dots 4)$$

Persamaan di atas disebut hukum Boyle-Gay Lussac. Anda telah mempelajari hukum-hukum tentang gas, yaitu hukum Boyle, Charles, dan Gay Lussac. Namun, dalam setiap penyelesaian soal biasanya menggunakan hukum Boyle-Gay Lussac. Hal ini disebabkan hukum ini merupakan gabungan setiap kondisi yang berlaku pada ketiga hukum sebelumnya.

Oleh karena setiap proses yang dilakukan pada gas berada dalam ruang tertutup, jumlah molekul gas yang terdapat di dalam ruang tersebut dapat ditentukan sebagai jumlah mol gas (*n*) yang jumlahnya selalu tetap. Mol adalah suatu besaran yang digunakan untuk menyatakan massa suatu zat dalam gram yang besarnya sama dengan jumlah molekul zat tersebut. Dengan demikian, persamaan keadaan gas ideal dapat dituliskan menjadi

$$\frac{pV}{T} = nR \dots\dots\dots 5)$$

Atau

$$pV = nRT$$

Dengan:

- n* = jumlah mol gas,
- R* = tetapan umum gas = 8,31 × 10³ J/kmolK (SI) = 8,31 J/molK,
- P* = tekanan (N/m²),
- V* = volume (m³), dan
- T* = temperatur (K).

Dari definisi mol zat yang menyatakan

bahwa:

$$\text{jumlah mol} = \frac{\text{massa}}{\text{massa relatif molekul}}$$

Atau $n = \frac{m}{Mr}$, Persamaan (5) dapat dituliskan menjadi

$$pV = \left(\frac{m}{Mr}\right) RT \dots\dots\dots 6)$$

Massa jenis suatu zat adalah perbandingan antara massa dengan volume zat tersebut. Oleh karena itu, dari **Persamaan (6)** dapat diperoleh persamaan massa jenis gas

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{pMr}{RT} \dots\dots\dots 7)$$

Menurut prinsip Avogadro, satu mol gas mengandung jumlah molekul gas yang sama. Jumlah molekul gas ini dinyatakan dengan bilangan Avogadro (*N_A*) yang besarnya sama dengan 6,02 × 10²³ molekul/mol. Dengan demikian, **Persamaan (7)** dapat dinyatakan menjadi.

$$pV = \left(\frac{N}{N_A}\right) RT \dots\dots\dots 8)$$

dengan:

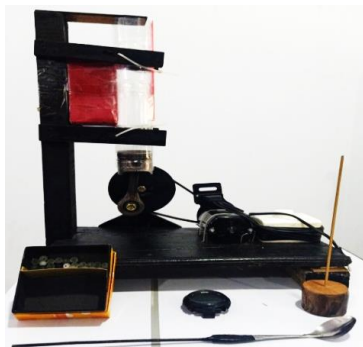
- N* = Banyak partikel gas, dan
- N_A* = Bilangan avogadro = 6,02 × 10²³ molekul/mol = 6,02 × 10²⁶ molekul/kmol.

Oleh karena nilai pada **Persamaan (8)** merupakan suatu nilai tetapan yang disebut konstanta Boltzmann, k , di mana $k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ maka persamaan keadaan gas ideal dapat juga dituliskan menjadi persamaan berikut:

$$pV = NkT \dots\dots\dots 9)$$

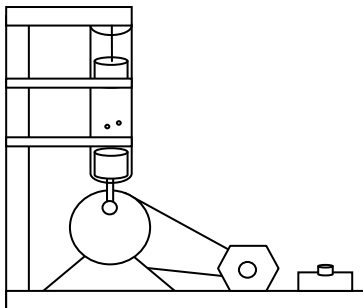
III. METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan meliputi, Beban, Audio Function Generator (Botol Minuman/silinder, Peluru plastik/manic-manik, Piston, Tali, Penggaris, Motor Listrik, Saklar, Stopwatch, Sendok, Papan (Katrol) dan Balok.



Gambar 2. Model (Alat) Teori Kinetik Gas

Prosedur kerja yang dilakukan dalam eksperimen ini adalah menyiapkan perangkat eksperimen, kemudian merangkai seperti gambar berikut.



Gambar 3. Rangkaian Teori Kinetik Gas

Kemudian dilakukan pengambilan data sebanyak tiga kali dengan jumlah partikel yang berbeda-beda yaitu 10 partikel, 20 partikel dan 30 partikel. Pada proses pengambilan data yang dilakukan, pembacaan skala ketinggian beban akibat penumbukan partikel dilakukan ketika telah berlangsung selama 20 detik

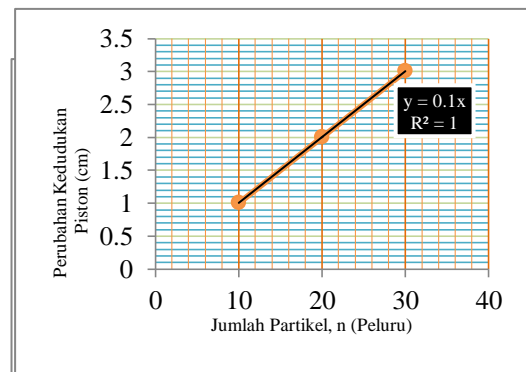
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan eksperimen sederhana diperoleh data sebagai berikut.

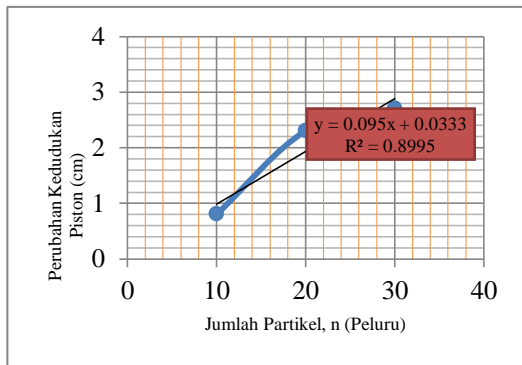
Tabel 1. Hubungan antara volume (V) dengan jumlah partikel (n) dalam teori kinetik gas.

Percobaan Ke-	Jumlah Partikel, (n) (Peluru)	Perubahan Kedudukan Piston (cm)
I	10	1,00
	20	2,00
	30	3,00
II	10	0,90
	20	2,10
	30	2,90
III	10	0,80
	20	2,30
	30	2,70

Analisis grafik



Gambar 4. Hubungan Antara Perubahan Kedudukan Piston, V (cm) dengan Jumlah Partikel, n



Gambar 5. Hubungan Antara Perubahan Kedudukan Piston, V (cm) dengan Jumlah Partikel, n

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh maka dilakukan analisis grafik. Dari hasil analisis grafik diperoleh kemiringan pada grafik 1 yaitu 0,1, grafik 2 diperoleh kemiringan 0,1 dan grafik 3 diperoleh kemiringan 0,095.

Kemiringan grafik menggambarkan bahwa setiap penambahan partikel bertambah pula kedudukan piston atau dapat dikatakan hubungan antara perubahan kedudukan piston (v) berbanding lurus dengan jumlah partikel (n). Dengan demikian, hal ini telah sesuai dengan teori yang ada yaitu semakin banyak molekul atau partikel disuatu tempat, maka semakin sering bertabrakan satu sama lain. Hal ini menyebabkan semakin tinggi pula tekanan gas tersebut. Volume, temperature dan tekanan memiliki hubungan yang sangat dekat, perubahan pada salah satunya akan mengakibatkan perubahan pada yang lain.

V. PENUTUP

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa

semakin banyak jumlah partikel maka volumenya akan semakin besar pula.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan berakhirnya jurnal ini, penulis ingin berterima kasih kepada semua yang terlibat dalam pelaksanaan eksperimen hingga pembuatan jurnal. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan jurnal ini tidak lepas dari tantangan dan hambatan. Namun berkat usaha dan motivasi dari pihak-pihak langsung maupun tidak langsung yang memperlancar jalannya penyusunan jurnal ini sehingga jurnal ini dapat penulis susun seperti sekarang ini. Olehnya itu, secara mendalam penulis ucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan motivasi yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan jurnal ini.

PUSTAKA

- [1] Bueche, Frederick J dan Eugene Hecht. 2006. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh*. Jakarta : Erlangga.
- [2] Chang, Raymond. 2003. *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- [3] Halliday, dkk. 2010. *Fisika Dasar Edisi Ketujuh Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- [4] Hermawan, Sandy. 2012. *Master Fisika SMA Kelas X, XI, XII*. Jakarta : Wahyu Media
- [5] Luthfiyatul, lulu. 2014. *Laporan Fisika : Teori Kinetik Gas*. Diakses Pada Ahad, 27 Oktober 2019. <http://luthfiyatul.blogspot.co.id/2014/10/laporn-fisika-teori-kinetik-gas.html>.
- [6] Saripuddin, dkk. 2009. *Fisika 2: untuk Kelas XI Seklah Menengah Atas /*

- [7] *Madrasah Aliyah Program Ilmu Alam*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- [8] Setya Nurachmandani, Setya. 2009. *Fisika 2 : Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- [9] Soekardie, Chandrasa. 2015. *Termodinamika Dasar Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta : Andi Offset.
- [10] Suharyanto, dkk. 2009. *Fisika : untuk SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- [11] Surya, Yohannes. 2009. *Suhu dan Termodinamika*. Tangerang : Kandel.
- [12] Young, Hugh D dan Roger A Freedman. 2002. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.