

ANALISIS HUBUNGAN KESETARAAN ANTARA ENERGI LISTRIK DAN
ENERGI PANAS (KALOR-LISTRIK) DALAM KALORIMETER

*ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN TEMPERATURE AND PRESSURE
AT CONSTANT VOLUME*

Nur Hikmah*, Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Riki Perdana, Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: nur4167fmipa.2023@student.uny.ac.id (corresponding author)

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara temperatur dan tekanan pada hukum Gay Lussac, yang menyatakan bahwa tekanan gas berbanding lurus dengan temperatur gas pada volume tetap. Dalam penelitian ini, pengukuran tekanan dan temperatur gas dilakukan dengan cara memasukkan bola kaca dan thermometer ke dalam beakerglass. Kemudian mengatur pipa sebelah kanan sehingga permukaan raksa sama tingginya dengan permukaan raksa pada pipa sebelah kiri. Setelah itu memanaskan air dengan cara menghidupkan bunsen sambil mengatur pipa sebelah kanan agar permukaan raksa pada pipa sebelah kiri tetap pada posisi awal sehingga terjadi perbedaan tinggi raksa h . Percobaan tersebut dilakukan secara berulang dengan terus memanaskan air dan mengatur tinggi raksa pada pipa sebelah kiri tetap dan dicatat hasil h dari setiap percobaan. Data pengukuran diperoleh dengan memvariasikan temperatur yang akan membuat tinggi raksa pada pipa berubah sehingga bisa didapatkan nilai tekanan (P) dengan menggunakan persamaan $P = P_0 + \rho gh$. Dengan tekanan awal 1 atm didapatkan hasil pada suhu 323K tekanan 1,005 atm; suhu 328K tekanan 1,006 atm; suhu 333K tekanan 1,007 atm; suhu 338K tekanan 1,008 atm; suhu 343K tekanan 1,01 atm. Hasil ini menunjukkan kesesuaian antara dengan teori yang menyatakan bahwa temperatur berbanding lurus dengan tekanan ($P \propto T$). Dan dari hasil tersebut artinya semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi pula tekanan yang dihasilkan.

Kata Kunci: Hukum Gay Lussac, temperatur, tekanan

Abstract. The study aimed to analyze the relationship between temperature and pressure according to Gay-Lussac's Law, which states that the pressure of a gas is directly proportional to its temperature at a constant volume. In this study, pressure and temperature measurements were conducted by placing a glass ball and thermometer into a beaker glass. The right pipe was adjusted so that the mercury level was the same as the mercury level on the left pipe. After that, the water was heated by turning on the Bunsen burner while adjusting the right pipe to keep the mercury level on the left pipe at its initial position, causing a difference in mercury height. The experiment was repeated with continuous heating and keeping the mercury level on the left pipe constant, and the results were recorded. The data obtained by varying the temperature to change the mercury level on the pipe, allowing the calculation of pressure (P) using the formula $P = P_0 + \rho gh$. With an initial pressure of 1 atm, the results were: at 323K, a pressure of 1.005 atm; at 328K, a pressure of 1.006 atm; at 333K, a pressure of 1.007 atm; at 338K, a pressure of 1.008 atm; and at 343K, a pressure of 1.01 atm. These results show agreement with the theory stating that temperature is directly proportional to pressure ($P \propto T$).

From these results, it can be concluded that as the temperature increases, the pressure generated also increases.

Keywords: *Gay Lussac's Law, temperature, pressure*

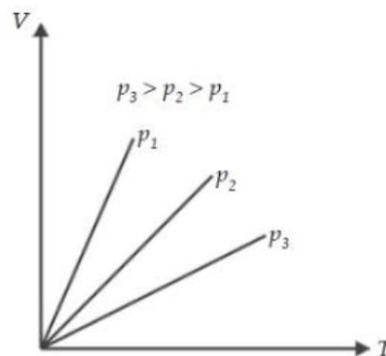
PENDAHULUAN

Pemahaman tentang perilaku gas memegang peranan krusial dalam studi termodinamika, di mana hubungan antara suhu dan tekanan pada kondisi volume tetap sering kali menjadi fokus utama. Fenomena ini tidak hanya penting dalam konteks akademis, tetapi juga memiliki berbagai aplikasi praktis yang luas, termasuk dalam sistem pendingin dan teknologi penerbangan. Hukum Charles, yang merupakan salah satu hukum gas ideal dalam termodinamika, menyatakan bahwa pada tekanan tetap, volume gas ideal yang bermassa tertentu akan berbanding lurus dengan temperturnya. Ini berarti jika suhu gas meningkat, volumenya juga akan meningkat jika tekanannya tetap konstan, dan sebaliknya. Dalam konteks aplikasi praktis, pemahaman tentang hukum Charles dapat membantu dalam desain dan operasi berbagai sistem mekanis dan termal. Misalnya, dalam sistem pendingin, hukum ini membantu dalam mengatur siklus kompresi dan ekspansi gas refrigeran untuk mencapai efisiensi termal yang optimal. Demikian pula, dalam teknologi penerbangan, pengetahuan tentang hubungan antara suhu dan volume gas memungkinkan untuk pengaturan tekanan kabin yang tepat, yang krusial untuk kenyamanan dan keselamatan penumpang. Hukum Charles, bersama dengan hukum-hukum termodinamika lainnya, membentuk dasar dari banyak inovasi teknologi yang kita nikmati saat ini.

Hukum Gay-Lussac, yang menggambarkan hubungan proporsional antara suhu dan tekanan gas pada volume yang tetap, menjadi prinsip dasar yang membantu kita memahami dan meramalkan bagaimana gas akan bereaksi terhadap perubahan suhu. Hukum Charles ditulis secara matematis oleh Tipler (2005) sebagai berikut (Persamaan (1)).

$$\frac{V}{T} = C \text{ atau } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (1)$$

Dengan V adalah volume gas (m^3) dan T adalah temperatur gas (K) Persamaan (1) ini dapat ditunjukkan melalui grafik pada Gambar 1.

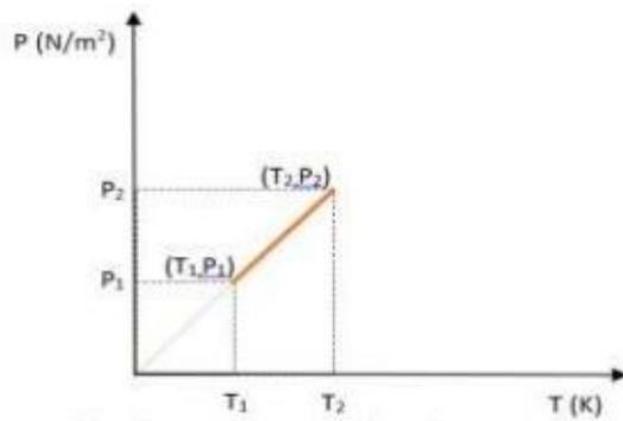


Gambar 1. Grafik Hubungan antara Volume dan Suhu Pada Tekanan Tetap
(Sumber: Serway, R.A. dkk, Fisika Untuk Sains dan Teknik, 2009)

Hukum Gay-Lussac menyatakan bahwa "Jika gas dalam wadah tertutup volumenya dijaga konstan maka tekanan gas berbanding lurus dengan temperatur mutlaknya." Menurut Tipler (2005) secara matematik, dapat dirumuskan sebagaimana Persamaan (2).

$$\frac{P}{T} = C \text{ atau } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (2)$$

dengan V adalah volume gas (m^3) dan P adalah tekanan (N/m^2 , pascal). Persamaan (2) dapat diilustrasikan dalam grafik pada Gambar 2 berikut.



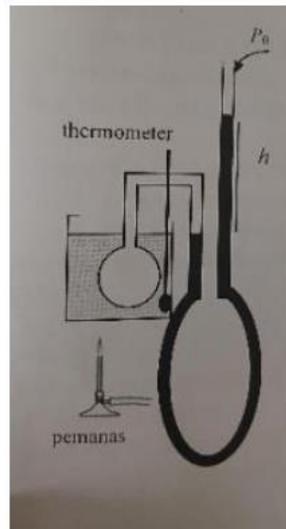
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Suhu dan Tekanan Pada Volume tetap
(Sumber: Serway, R.A. dkk, Fisika Untuk Sains dan Teknik, 2009)

Berdasarkan uraian diatas, dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menganalisi hubungan antara suhu dan tekanan pada volume tetap.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk menentukan hubungan antara suhu dan tekanan pada volume tetap. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah set alat thermometer gas, beakerglass, thermometer, pemanas (bunsen), dan barometer. Sedangkan bahan yang digunakan adalah air kran. Skema alat eksperimen dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3. Penelitian dilakukan dengan cara memasukkan bola kaca dan thermometer ke dalam beakerglass. Kemudian atur pipa sebelah kanan sehingga permukaan raksa sama tingginya dengan permukaan raksa pada pipa sebelah kiri. Setelah itu panaskan air dengan cara menghidupkan bunsen sambil mengatur pipa sebelah kanan agar permukaan raksa pada pipa sebelah kiri tetap pada posisi awal sehingga terjadi perbedaan tinggi raksa h. Percobaan tersebut dilakukan secara berulang dengan terus memanaskan air dan mengatur tinggi raksa pada pipa sebelah kiri tetap dan dicatat hasil h dari setiap percobaan. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menghitung tekanan dari data yang didapat menggunakan Persamaan (3).

$$P = P_0 + \rho gh \quad (3)$$



Gambar 3. Skema Alat Eksperimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan Hukum Gay-Lussac, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara tekanan dan suhu gas ideal. Dengan menggunakan persamaan $P = P_0 + \rho gh$, ditemukan bahwa peningkatan suhu berkorelasi secara linier dengan tekanan gas. Penemuan ini sejalan dengan penelitian oleh Muldiani dan Hadiningrum (2019), yang juga menemukan korelasi linier antara kedua variabel tersebut. Ini menunjukkan bahwa Hukum Gay-Lussac dapat diandalkan untuk memprediksi perilaku gas ideal dalam konteks eksperimen penelitian ini. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil sebagaimana terdapat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Data Hasil Eksperimen

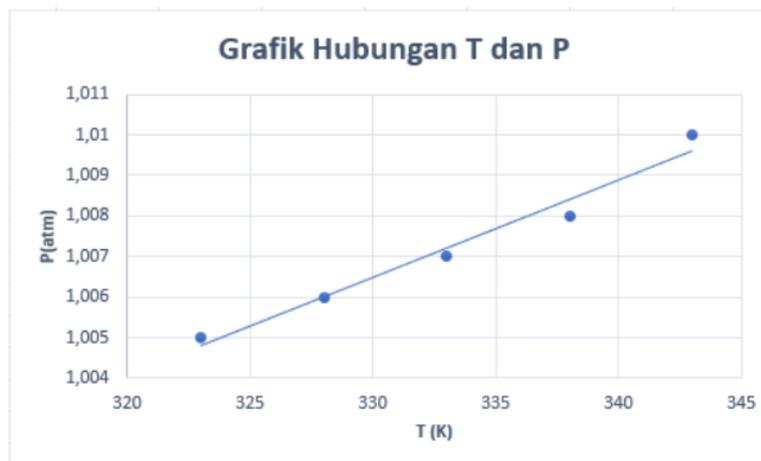
No.	P_0 (atm)	h (m)	T (K)
1.	1	0,05	323
2.	1	0,065	328
3.	1	0,07	333
4.	1	0,08	338
5.	1	0,1	343

Sementara itu, analisis data yang didapatkan dari data percobaan dengan menggunakan persamaan $P = P_0 + \rho gh$ pada Tabel 1 dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut

Tabel 2. Tekanan Hasil Perhitungan

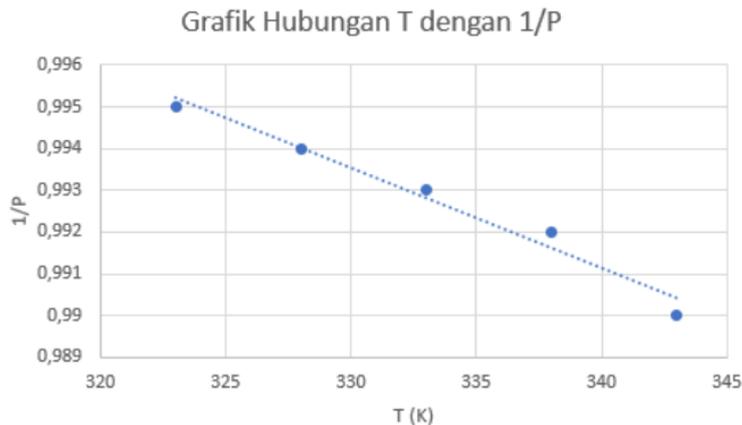
No.	T (K)	P (atm)
1.	323	1,005
2.	328	1,006
3.	333	1,007
4.	338	1,008
5.	343	1,01

Hubungan antara temperatur dan tekanan dapat dilihat grafik pada Gambar 4 sebagai berikut. Pada Gambar 4 tergambar grafik yang sebaran titik data hampir semua berada segaris dengan persamaan garis lurus. Ini juga membuktikan bahwa percobaan yang telah dilakukan sesuai dengan teori $P \propto T$. Semakin tinggi temperatur suatu gas maka akan semakin tinggi pula tekanannya.



Gambar 4. Grafik Hubungan T(K) dengan P (atm)

Hubungan antara T (K) dan $1/P$ dapat dilihat grafik pada Gambar 5. Grafik ini menunjukkan bahwa temperatur berbanding terbalik dengan $1/P$. Semakin tinggi temperatur yang dihasilkan semakin rendah nilai $1/P$. Ada sedikit penyimpangan di beberapa titik yang tidak masuk dalam garis lurus. Hal terjadi karena beberapa faktor. Faktor eksperimental seperti kesalahan membaca tinggi raksa atau kesalahan pembacaan termometer mungkin menjadi penyebab penyimpangan ini. Namun, nilai-nilai yang dihasilkan masih berada dalam batas kesalahan yang wajar. Studi serupa yang dilakukan oleh Muldiani dan Hadiningrum (2019) menemukan kesalahan yang serupa, menunjukkan betapa pentingnya kontrol eksperimental yang ketat. Untuk meningkatkan akurasi hasil, kesalahan sistematis ini harus diperhatikan dalam penelitian selanjutnya.



Gambar 5. Grafik Hubungan T(K) dengan 1/P

Selain itu, ditemukan bahwa tekanan gas meningkat dengan lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Teori kinetik gas mengatakan bahwa energi kinetik rata-rata partikel gas meningkat dengan suhu. Hal ini sesuai dengan fenomena ini. Hasil ini sejalan dengan penelitian dalam jurnal oleh Muldiani dan Hadiningrum, yang menunjukkan bahwa pada suhu yang sangat tinggi, hubungan antara tekanan dan suhu tidak sepenuhnya linier. Hal ini menunjukkan bahwa perilaku gas dapat menyimpang dari standar pada suhu ekstrem. Penemuan ini memberi pemahaman baru tentang batasan dan aplikasi Hukum Gay-Lussac dalam situasi ekstrem.

SIMPULAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis hubungan antara temperatur dan tekanan pada volume tetap. Hasil analisis yang didapatkan dalam penelitian sudah sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa temperatur berbanding lurus dengan tekanan. Hal ini dapat dibuktikan pula dengan menggunakan grafik data dari data penelitian yang menghasilkan garis lurus yang berarti hubungan antara tekanan dan temperatur adalah linear. Meskipun terdapat sedikit penyimpangan yang diakibatkan oleh faktor eksperimental, hubungan linier antara tekanan dan suhu tetap terjaga. Penelitian oleh Muldiani dan Hadiningrum memberikan dukungan tambahan terhadap keandalan Hukum Gay-Lussac dalam berbagai kondisi eksperimental¹. Dengan memperbaiki metode eksperimental, kami yakin bahwa hasil yang lebih akurat dapat dicapai. Praktikum ini menunjukkan pentingnya pemahaman konsep termodinamika dalam pendidikan dan penelitian fisika

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan banyak syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa telah memudahkan dalam menyelesaikan penelitian ini. Tak lupa kami haturkan terima kasih sebesar besarnya untuk Bapak Dr. Riki Pradana selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan menasehati kami, serta pihak-pihak yang berperan penting dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Muldiani, R., & Hadiningrum, K. (2019). Optimasi Alat Praktikum Termodinamika Hukum Charles Gay-Lussac Untuk Mahasiswa Rekayasa Politeknik Negeri B. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, 3, 237-245. doi:<http://dx.doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v3i0.28554>
- Nofitri, et.al (2013). Pembuktian Hukum Boyle pada Gas Ideal Berbantuan Data Studio Software dalam Praktikum Termodinamika. Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains <https://www.researchgate.net/publication/294891985>
- Serway, R.A. dan Jewett, John W. (2009). Fisika Untuk Sains dan Teknik. Jakarta, Indonesia: Salemba Teknika.
- Tipler, Paul A. (2005). Fisika untuk Sains dan Teknik. Jakarta, Indonesia: Erlangga