

Eksperimen pemuaian panjang pada benda padat: analisis faktor suhu dan material

Aulifia Krisna Cahya Sekarwati¹

¹ Fisika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: 240604110006@student.uin-malang.ac.id

Kata Kunci:

Pemuaian panjang, aluminium, Kuningan, Baja, koefisien pemuaian, suhu, material

Keywords:

Linear expansion, aluminum, brass, steel, coefficient of expansion, temperature, material

ABSTRAK

Pemuaian panjang adalah perubahan dimensi linear suatu benda padat akibat perubahan suhu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemuaian panjang pada tiga material, yaitu aluminium, kuningan, dan baja, dengan memperhatikan pengaruh suhu terhadap perubahan panjang. Eksperimen dilakukan dengan memanaskan benda dari ketiga material pada rentang suhu tertentu dan mengukur perubahan panjang menggunakan alat yang presisi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemuaian panjang sangat dipengaruhi oleh suhu dan jenis material. Aluminium, dengan koefisien pemuaian tinggi, mengalami perubahan panjang terbesar, diikuti oleh kuningan dan baja yang memiliki koefisien pemuaian lebih rendah. Temuan ini penting dalam konteks rekayasa, seperti desain jembatan, rel kereta api, dan mesin, di mana perubahan suhu dapat memengaruhi integritas struktural. Penelitian ini memperkuat pemahaman mengenai perilaku termal material padat dan aplikasinya dalam berbagai bidang industry.

ABSTRACT

Linear expansion is the change in the dimensions of a solid object due to temperature variations. This study aims to analyze the linear expansion of three materials—aluminum, brass, and steel—by examining the effect of temperature on their length changes. The experiment was conducted by heating objects made from these materials within a specific temperature range and measuring the resulting length changes using precise instruments. The results showed that linear expansion is significantly influenced by temperature and material type. Aluminum, with a high coefficient of expansion, experienced the greatest length change, followed by brass and steel, which have lower coefficients of expansion. These findings are important for engineering applications such as bridge design, railway tracks, and machinery, where temperature-induced changes can impact structural integrity. This study enhances the understanding of thermal behavior in solid materials and its practical applications in various industries.

PENDAHULUAN

Pemuaian panjang adalah fenomena fisika yang terjadi ketika suatu benda padat mengalami perubahan panjang akibat perubahan suhu. Hukum pemuaian panjang menggambarkan hubungan antara perubahan panjang suatu benda dengan perubahan suhu yang diterima. Pemuaian panjang sangat penting dalam berbagai aplikasi teknik dan rekayasa, terutama pada material yang digunakan dalam konstruksi, permesinan, dan perangkat elektronik. Fenomena ini tidak hanya mempengaruhi bentuk dan ukuran material, tetapi juga dapat mempengaruhi kinerja dan keandalan struktur atau komponen yang terpapar suhu yang bervariasi. Oleh karena itu, pemahaman yang



mendalam mengenai pemuaian panjang sangat diperlukan untuk merancang produk yang lebih efisien dan tahan terhadap perubahan suhu.

Dalam penelitian ini, pemuaian panjang diuji pada tiga jenis material yang berbeda, yaitu aluminium, kuningan, dan baja. Setiap material memiliki koefisien pemuaian yang berbeda, yang mempengaruhi seberapa besar perubahan panjang yang terjadi ketika suhu berubah. Pemilihan material yang tepat dalam desain teknis sangat bergantung pada karakteristik koefisien pemuaian masing-masing material. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur pemuaian panjang pada ketiga material tersebut dan menganalisis pengaruh suhu terhadap perubahan panjang. Dengan memahami perbedaan sifat pemuaian antara material-material ini, diharapkan dapat diperoleh wawasan yang lebih baik untuk aplikasinya dalam berbagai industri dan teknologi.

Pemuaian panjang tidak hanya mempengaruhi ukuran fisik material, tetapi juga dapat berdampak signifikan pada kestabilan dan daya tahan struktur yang dibangun dari material tersebut. Misalnya, dalam konstruksi bangunan, perubahan panjang akibat fluktuasi suhu dapat menyebabkan retak atau deformasi pada struktur, terutama jika material yang digunakan tidak mempertimbangkan faktor pemuaian dengan baik. Begitu juga dalam dunia permesinan, perubahan panjang pada komponen mesin dapat mempengaruhi presisi dan kinerja mesin, yang pada gilirannya dapat mengurangi efisiensi dan masa pakai alat tersebut. Oleh karena itu, memahami dan mengantisipasi efek pemuaian panjang pada berbagai material sangat penting dalam mendesain dan memproduksi produk yang tahan lama dan berfungsi dengan baik.

Selain itu, pemuaian panjang juga relevan dalam pengembangan teknologi baru, seperti perangkat elektronik yang semakin sensitif terhadap perubahan suhu. Chip komputer dan komponen elektronik lainnya sering kali terbuat dari material yang memiliki koefisien pemuaian yang sangat berbeda satu sama lain, yang dapat menyebabkan ketegangan antar lapisan material ketika suhu berubah. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut tentang bagaimana pemuaian panjang mempengaruhi berbagai material dalam kondisi yang lebih ekstrem dan variatif dapat membuka jalan untuk menciptakan solusi material yang lebih inovatif dan tahan terhadap perubahan termal, sehingga meningkatkan kinerja dan umur panjang perangkat elektronik yang digunakan di berbagai industri.

Metode Penelitian

Percobaan ini menggunakan metode penelitian sebagai berikut :

1. Alat dan Bahan : Support (Bass, Rod 25 dan 60 cm, double claim, collar for linier eksoantion, metal tubes, rotating shaft with pointer, beaker glass, thermometer, measuring tape, serbet, gunting, transparent tape, material (alumunium, kuningan, baja).
2. Langkah Percobaan :
 - Rangkai alat sesuai gambar.
 - Tempatkan collar pada pipa.
 - Jepit pipa dengan double clamp.
 - Posisi pipa miring agar uap air keluar.

- Letakkan double clamp di collar.
- Tempatkan rotating shaft with pointer antara double clamp dan collar.
- Pilih posisi pipa lebih tinggi agar pointer dekat dengan permukaan meja.
- Letakkan beaker glass di ujung pipa.
- Isi pemanas $\frac{1}{4}$ dengan air.
- Sambungkan selang dari pemanas ke pipa.
- Letakkan kertas di bawah pointer tape.
- Atur pointer tegak lurus dan tandai ujungnya.
- Ukur panjang pointer (harus 10.5 cm).
- Ukur dan catat temperatur ruangan (T_0).
- Panaskan air dalam pemanas.
- Tunggu uap keluar dari pipa.
- Amati pergerakan pointer hingga berhenti.
- Tandai posisi pointer, ukur titik sentuh kertas.
- Matikan pemanas, tunggu pipa dingin, lalu ulangi dengan pipa lain.

PEMBAHASAN

Dari analisis dengan rumus pemuaian panjang :

$$\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta t$$

diperoleh hasil untuk alumunium yaitu 0,00214 K. Kemudian untuk kuningan yaitu 0,00121 K. Kemudian untuk baja yaitu 0,001 K. dan yang terakhir yaitu 10858,54 J/kg. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa aluminium, yang memiliki koefisien pemuaian tinggi, mengalami perubahan panjang terbesar dibandingkan dengan kuningan dan baja. Kuningan dan baja, yang memiliki koefisien pemuaian lebih rendah, menunjukkan perubahan panjang yang lebih kecil. Dengan α sebagai koefisien pemuaian linear, panjang awal benda, dan perubahan suhu. Temuan ini juga menunjukkan bahwa bahan logam yang berbeda memiliki sifat termal yang memengaruhi aplikasinya di dunia industri, misalnya pada desain struktur yang terpapar suhu ekstrem, seperti rel kereta api, jembatan, atau mesin.

Pemuaian panjang suatu benda dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. **Jenis Material:** Setiap material memiliki koefisien pemuaian yang berbeda, yang menunjukkan seberapa besar perubahan panjangnya ketika mengalami kenaikan suhu.
2. **Panjang Awal Benda (L_0):** Semakin panjang suatu benda, semakin besar perubahan panjangnya ketika suhu meningkat.
3. **Perubahan Suhu (ΔT):** Kenaikan suhu yang lebih besar akan menyebabkan pemuaian yang lebih signifikan.
4. **Struktur dan Komposisi Material:** Struktur kristal dalam material logam juga mempengaruhi bagaimana material tersebut bereaksi terhadap panas.

Adapun aplikasi pemuaian Panjang dalam kehidupan sehari – hari yaitu :

1. **Rel Kereta Api:** Sambungan antar rel dibuat dengan celah tertentu agar rel tidak melengkung saat terjadi pemuaian akibat panas matahari.
2. **Jembatan Besi:** Dilengkapi dengan sambungan ekspansi untuk mengakomodasi pemuaian dan penyusutan akibat perubahan suhu.
3. **Kabel Listrik dan Jembatan Gantung:** Kabel listrik yang dipasang di udara akan mengendur saat suhu tinggi dan menegang saat suhu rendah.
4. **Termometer Logam:** Prinsip pemuaian digunakan dalam pembuatan termometer bimetal yang berfungsi untuk mengukur suhu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil eksperimen, dapat disimpulkan bahwa pemuaian panjang sangat bergantung pada suhu dan jenis material. Aluminium, dengan koefisien pemuaian yang lebih tinggi, mengalami perubahan panjang terbesar, sementara baja mengalami perubahan paling kecil. Perbedaan ini menunjukkan pentingnya pemilihan material yang tepat dalam desain struktur atau komponen yang terpapar perubahan suhu. Pemahaman mengenai koefisien pemuaian pada berbagai material dapat membantu insinyur dalam merancang dan mengoptimalkan produk yang lebih tahan terhadap perubahan termal. Selain itu, perbedaan sifat pemuaian antara material juga mempengaruhi kinerja komponen dalam aplikasi dunia nyata, seperti pada jembatan, pesawat, atau alat elektronik yang rentan terhadap perubahan suhu lingkungan. Oleh karena itu, pemilihan material yang tepat sangat penting untuk mencegah kerusakan yang dapat disebabkan oleh perubahan bentuk atau distorsi yang timbul akibat pemuaian yang tidak terkontrol.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut yang melibatkan lebih banyak jenis material dan kondisi suhu ekstrem untuk mengetahui batas toleransi pemuaian material yang lebih komprehensif. Penelitian lanjutan juga dapat mengeksplorasi faktor-faktor lain yang mempengaruhi pemuaian material, seperti kelembaban atau tekanan, yang mungkin juga berperan dalam pengaruhnya terhadap stabilitas dimensi material pada berbagai kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abtokhi, A., & Fahmi, H. (2023). *Pengembangan perangkat pembelajaran fisika dasar berbasis Information and Communication Technology (ICT) untuk meningkatkan keterampilan*. <http://repository.uin-malang.ac.id/17507/2/17507.pdf>
- Fauziyah, n. Implementasi real laboratory praktikum pemuaian zat padat berbasis iot (internet of things) dan aplikasi android untuk meningkatkan.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of Physics* Halliday & resnick 10ed. In Wiley.
- Nabawiyah, K., & Abtokhi, A. (2010). . Kontrol tuning ketergantungan transmisi bangunan glazur pada panjang gelombang radiasi matahari untuk mengoptimalkan penerangan alami dan efisiensi energi bangunan. *Energi dan*

Bangunan. *Jurnal Neutrino*, 3(1), 44–55.

Nayiroh, N. (2019). Studi Pelaksanaan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Laboratorium Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri (Uin) Maulana Malik Ibrahim Malang. *Jurnal Temapela*, 2(2), 65–74. <https://doi.org/10.25077/temapela.2.2.65-74.2019>

Sains, F., Teknologi, D. A. N., & Pengantar, K. (2014). *Fisika Dasar I* 2014. 2–3.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for scientist and engineers*. Brooks/Cole.

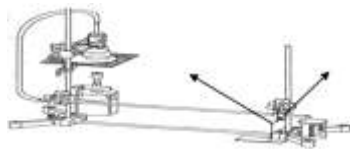
GAMBAR DAN TABEL

Tabel 1. Tabel eksperimen pemuaian panjang

Material	s (m)	grad (μ)	$\Delta L/m$	α (K)
Besi	$2,2 \times 10^{-2}$	12	0,419	0,00214
Kuningan	$1,1 \times 10^{-2}$	6	0,2093	0,00121
Alumunium	$0,9 \times 10^{-2}$	5	0,174	0,001

Sumber: Aulifia Krisna Cahya Sekarwati. (2024). Data eksperimen pemuaian panjang. Dokumentasi pribadi

Gambar 1.1 gambar alat pemuaian panjang



Gambar 1. Gambar eksperimen pemuaian panjang

Sumber: Modul Fisika Dasar 1. 2018. Di ambil dari Modul Fisika Dasar 1