

Sebuah bola logam hanya dapat melewati cincin logam jika keduanya berada pada suhu ruang. Gambarnya seperti tampak berikut:



Suatu saat Dita memanaskan bola, bola tidak lagi dapat melewati cincin.

Dita kemudian melakukan percobaan baru: ia memanaskan cincin tanpa memanaskan bola. Ia ingin mengetahui apa yang akan terjadi terhadap ukuran lubang cincin.

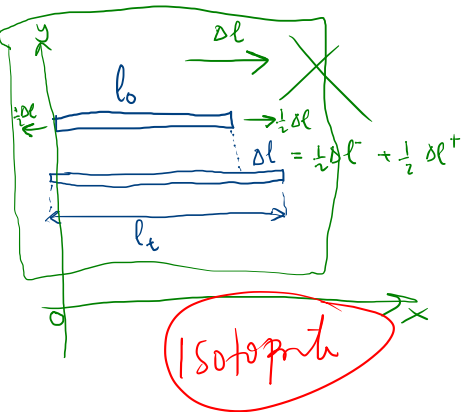
Apa yang akan terjadi terhadap ukuran lubang cincin ketika suhu cincin dinaikkan?

- ☐ ukuran lubang berkurang karena cincin mengembang ke arah luar dan menutup lubang.
- ☐ ukuran lubang berkurang karena pemuaian membuat cincin menjadi tebal dan padat.
- ☐ ukuran lubang tetap sama karena hanya bagian luar cincin yang mengembang..
- ☐ ukuran lubang bertambah dan memungkinkan bola kembali bisa melewati cincin.
- ☐ ukuran lubang bertambah tetapi cincin akan kehilangan bentuk bundarnya.

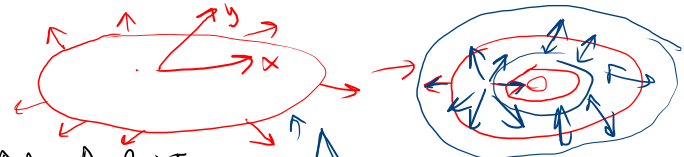
Pendekatan $\rightarrow$ konsep $\checkmark$
 $\rightarrow$ Matematis $\checkmark$

Pemuaian R¹

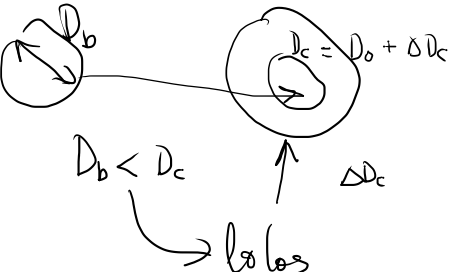
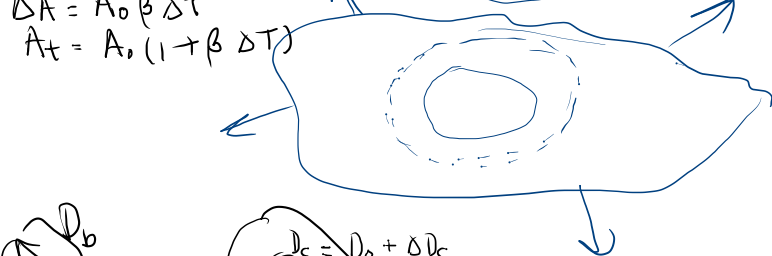
$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta T$$
$$(l_t - l_0) = l_0 \alpha \Delta T$$
$$l_t = l_0 + l_0 \alpha \Delta T$$
$$l_t = l_0 (1 + \alpha \Delta T)$$



Pemuaian R²



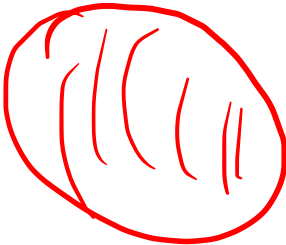
$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T$$
$$A_t = A_0 (1 + \beta \Delta T)$$



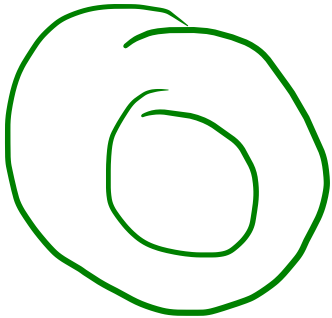
Sebuah bola logam hanya dapat melewati cincin logam pada suhu ruang. Ketika bola dipanaskan, bola mengembang sehingga tidak dapat melewati cincin. Dita kemudian memanaskan cincin tanpa memanaskan bola, lalu mengamati kembali apakah bola dapat melewati cincin.



Isotropis



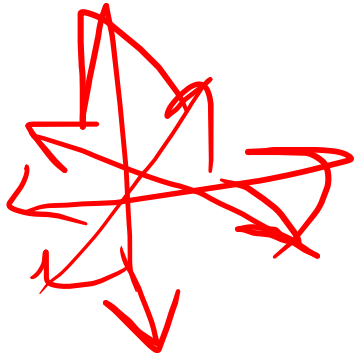
$$\Delta V = \gamma_0 \gamma \Delta T$$



$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T$$

Dari fenomena tersebut, pernyataan berikut yang benar adalah ... (jawaban benar lebih dari 1)

- A. Ukuran lubang cincin akan bertambah sebanding dengan pertambahan suhu karena pemuaian linier berlaku pada semua arah. ✓
- B. Jika koefisien muai panjang logam bola lebih besar daripada logam cincin, maka meskipun keduanya dipanaskan bersamaan, bola cenderung tidak muat melewati cincin. ✓
- C. Pemanasan cincin dapat menyebabkan bola kembali melewati cincin, tetapi besarnya perubahan diameter lubang biasanya sangat kecil dalam kehidupan nyata. ✓
- D. Pemuaian cincin hanya terjadi pada bagian luar cincin, sehingga lubang cincin tidak bertambah. ✗
- E. Dalam kasus ekstrem dengan kenaikan suhu sangat besar, cincin akan kehilangan bentuk bundarnya dan berubah menjadi elips. ✗



$$\alpha_b > \alpha_c$$

$$l_b > l_c$$

$$D_b > D_c$$

bola tidak lolos #

$$10^{-3} - 10^{-5} \text{ m}$$

orde pemuaian

belajar $\uparrow$ Bermbkh $\rightarrow$ Pemula
Perilaku

Ilmu

4 Syarat berfikir $\rightarrow$ Memecahkan masalah

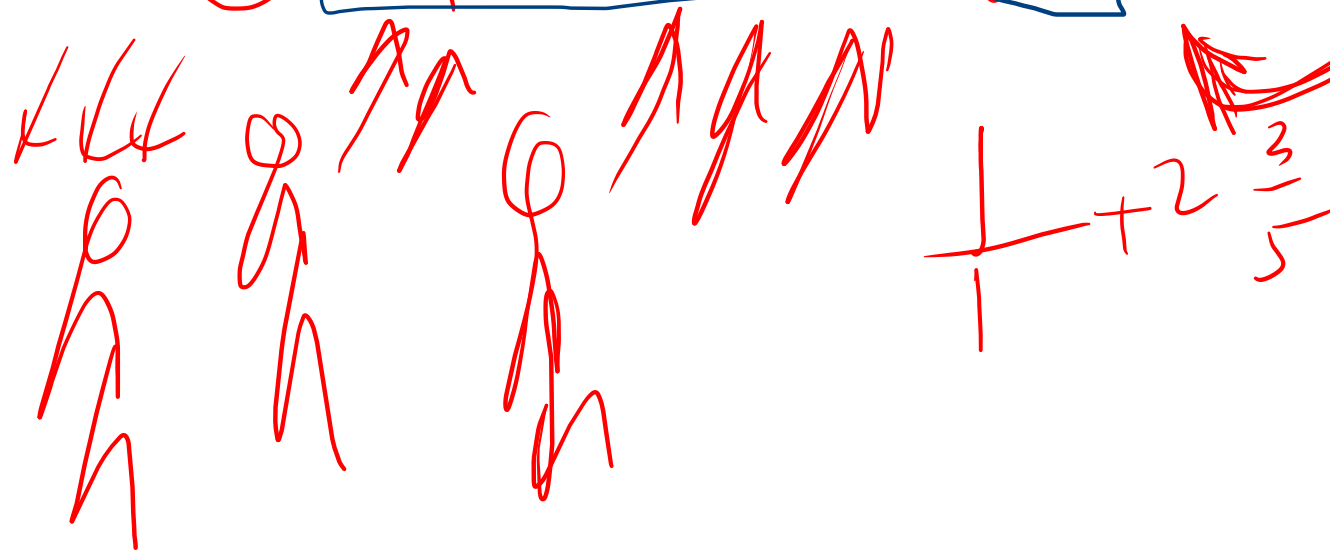
① fakta ✓

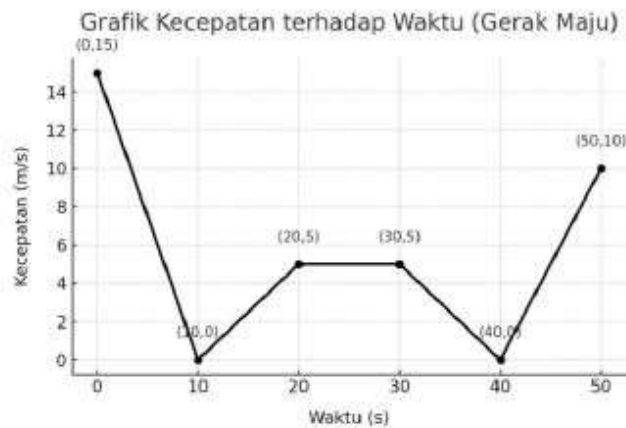
② ldera ✓

③ Otak / akal / kesadaran ✓

④ Informasi sebelumnya ✓

15





Seorang siswa sedang berlari di lintasan. Pada awalnya ia berlari dengan kecepatan 15 m/s. Setelah 10 detik, ia memperlambat laju hingga berhenti sejenak. Kemudian, ia kembali berlari maju dengan kecepatan yang meningkat perlahan hingga mencapai 5 m/s pada detik ke-20, lalu mempertahankan kecepatan tersebut hingga detik ke-30. Setelah itu, ia kembali mempercepat larinya hingga berhenti sesaat di detik ke-40. Pada interval terakhir, ia berlari lebih cepat lagi, hingga mencapai kecepatan 10 m/s pada detik ke-50.

3. Nyatakan pernyataan di bawah ini dengan pilihan BENAR atau SALAH !

Pernyataan	BENAR	SALAH
1. Luas di bawah grafik kecepatan–waktu menggambarkan jarak yang ditempuh siswa pada selang waktu tertentu.		
2. Antara detik ke-10 sampai detik ke-20, siswa menempuh jarak yang lebih sedikit dibandingkan antara detik ke-20 sampai detik ke-30.		
3. Pada selang waktu 30–40 detik, percepatan siswa bernilai negatif.		

Pembahasan Analisis Grafik Kecepatan terhadap Waktu ($v - t$)

Berdasarkan gambar "Capture.JPG", kita memiliki grafik kecepatan (v) dalam m/s terhadap waktu (t) dalam s. Mari kita analisis setiap pernyataan satu per satu menggunakan pendekatan konsep fisika dasar dan persamaan matematis gerak lurus.

Pernyataan 1: Luas di bawah grafik kecepatan-waktu menggambarkan jarak yang ditempuh siswa pada selang waktu tertentu.

Pendekatan Konsep:

Dalam kinematika, jika kita memiliki grafik kecepatan terhadap waktu ($v - t$), hubungan antara kecepatan (v), waktu tempuh (t), dan perpindahan atau jarak (s) sangatlah mendasar.

Kecepatan didefinisikan sebagai laju perubahan posisi, atau secara matematis:

$$v = \frac{ds}{dt}$$

Untuk mencari posisi atau jarak tempuh (s), kita mengintegrasikan kecepatan terhadap waktu:

$$s = \int v dt$$

Secara geometris, integral tentu dari suatu fungsi kurva (v terhadap t) merepresentasikan luas daerah di bawah kurva tersebut dengan sumbu horizontal (sumbu t). Oleh karena itu, luas di bawah grafik $v - t$ selalu sama dengan jarak tempuh (atau perpindahan, jika kita mempertimbangkan arah positif/negatif) benda dalam selang waktu tersebut. Karena pada grafik ini nilainya selalu positif (gerak maju), maka perpindahan sama dengan jarak tempuh.

Kesimpulan:

Pernyataan tersebut secara konsep adalah **BENAR**.

Pernyataan 2: Antara detik ke-10 sampai detik ke-20, siswa menempuh jarak yang lebih sedikit dibandingkan antara detik ke-20 sampai detik ke-30.

Pendekatan Matematis (Menghitung Luas):

Untuk membuktikan pernyataan ini, kita akan menghitung dan membandingkan jarak yang ditempuh pada kedua interval waktu tersebut menggunakan konsep luas daerah di bawah grafik.

1. Interval detik ke-10 sampai ke-20 ($t = 10 \text{ s}$ hingga $t = 20 \text{ s}$):

- Bentuk grafik pada interval ini adalah sebuah **segitiga**.
- Titik koordinat: $(10, 0)$ dan $(20, 5)$.
- Alas segitiga (Δt) = $20 \text{ s} - 10 \text{ s} = 10 \text{ s}$
- Tinggi segitiga (v) = $5 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$
- Jarak 1 (s_1) = Luas Segitiga

$$s_1 = \frac{1}{2} \cdot \text{alas} \cdot \text{tinggi}$$

$$s_1 = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ s} \cdot 5 \text{ m/s}$$

$$s_1 = 25 \text{ meter}$$

2. Interval detik ke-20 sampai ke-30 ($t = 20 \text{ s}$ hingga $t = 30 \text{ s}$):

- Bentuk grafik pada interval ini adalah sebuah **persegi panjang** (menunjukkan kecepatan konstan/Gerak Lurus Beraturan).
- Titik koordinat: $(20, 5)$ dan $(30, 5)$.
- Panjang (waktu, Δt) = $30 \text{ s} - 20 \text{ s} = 10 \text{ s}$
- Lebar (kecepatan konstan, v) = 5 m/s
- Jarak 2 (s_2) = Luas Persegi Panjang

$$s_2 = \text{panjang} \cdot \text{lebar}$$

$$s_2 = 10 \text{ s} \cdot 5 \text{ m/s}$$

$$s_2 = 50 \text{ meter}$$

Perbandingan:

Jarak s_1 (25 meter) < Jarak s_2 (50 meter).

Siswa menempuh 25 meter pada 10-20 detik, dan 50 meter pada 20-30 detik.

Kesimpulan:

Pernyataan bahwa siswa menempuh jarak yang *lebih sedikit* pada detik ke-10 sampai 20 dibandingkan detik ke-20 sampai 30 adalah **BENAR**.

Pernyataan 3: Pada selang waktu 30-40 detik, percepatan siswa bernilai negatif.

Pendekatan Konsep & Matematis:

Percepatan (a) didefinisikan sebagai perubahan kecepatan (Δv) dibagi dengan perubahan waktu (Δt).

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{akhir} - v_{awal}}{t_{akhir} - t_{awal}}$$

Dalam grafik $v - t$, percepatan direpresentasikan oleh **kemiringan (gradien)** garis.

- Jika garis miring ke atas (kecepatan bertambah), gradien positif $\rightarrow$ percepatan positif.
- Jika garis miring ke bawah (kecepatan berkurang), gradien negatif $\rightarrow$ percepatan negatif (perlambatan).
- Jika garis mendatar (kecepatan tetap), gradien nol $\rightarrow$ percepatan nol.

Mari kita lihat interval waktu $t = 30 \text{ s}$ sampai $t = 40 \text{ s}$ pada grafik.

- Pada $t_1 = 30 \text{ s}$, kecepatan $v_1 = 5 \text{ m/s}$.
- Pada $t_2 = 40 \text{ s}$, kecepatan $v_2 = 0 \text{ m/s}$.

Melihat grafiknya saja, garis tersebut turun, yang secara konseptual menunjukkan kecepatan berkurang, sehingga harusnya merupakan perlambatan (percepatan negatif).

Mari kita buktikan dengan perhitungan:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$a = \frac{0 - 5}{40 - 30}$$

$$a = \frac{-5 \text{ m/s}}{10 \text{ s}}$$

$$a = -0.5 \text{ m/s}^2$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai percepatan adalah negatif. Teks deskripsi soal juga menyebutkan "ia kembali mempercepat larinya hingga *berhenti sesaat* di detik ke-40". Kata "berhenti" dari suatu kecepatan berarti ia mengalami pengurangan kecepatan atau diperlambat.

Kesimpulan:

Pernyataan bahwa pada selang waktu 30-40 detik percepatan bernilai negatif adalah **BENAR**.

Tabel Jawaban Akhir

Berdasarkan analisis di atas, berikut adalah isian untuk tabel pada soal:

Pernyataan	BENAR	SALAH
1. Luas di bawah grafik kecepatan–waktu menggambarkan jarak yang ditempuh siswa pada selang waktu tertentu.	✓	
2. Antara detik ke-10 sampai detik ke-20, siswa menempuh jarak yang lebih sedikit dibandingkan antara detik ke-20 sampai detik ke-30.	✓	
3. Pada selang waktu 30–40 detik, percepatan siswa bernilai negatif.	✓	

Semua pernyataan tersebut bernilai BENAR.

Sebuah bola logam hanya dapat melewati cincin logam jika keduanya berada pada suhu ruang. Gambarnya seperti tampak berikut:



Suatu saat Dita memanaskan bola, bola tidak lagi dapat melewati cincin.

Dita kemudian melakukan percobaan baru: ia memanaskan cincin tanpa memanaskan bola. Ia ingin mengetahui apa yang akan terjadi terhadap ukuran lubang cincin.

Apa yang akan terjadi terhadap ukuran lubang cincin ketika suhu cincin dinaikkan?

- ☐ ukuran lubang berkurang karena cincin mengembang ke arah luar dan menutup lubang.
- ☐ ukuran lubang berkurang karena pemuaian membuat cincin menjadi tebal dan padat.
- ☐ ukuran lubang tetap sama karena hanya bagian luar cincin yang mengembang..
- ☐ ukuran lubang bertambah dan memungkinkan bola kembali bisa melewati cincin.
- ☐ ukuran lubang bertambah tetapi cincin akan kehilangan bentuk bundarnya.

Pembahasan Soal: Fenomena Pemuaian Bola dan Cincin Logam

Dokumen ini berisi pembahasan mengenai fenomena pemuaian termal pada kasus klasik bola dan cincin logam. Mari kita bedah fenomena ini menggunakan pendekatan konseptual dan matematis.

1. Pendekatan Konsep: Pemuaian Termal

Konsep Dasar:

Ketika suatu material padat dipanaskan, energi kinetik rata-rata atom-atom di dalamnya meningkat. Atom-atom ini bergetar lebih kuat, sehingga jarak rata-rata antar atom menjadi lebih besar. Akibatnya, material padat akan mengalami pertambahan dimensi (memuai).

Pemuaian pada Cincin (Benda Berongga):

Banyak siswa mengalami miskonsepsi bahwa saat cincin dipanaskan, cincin akan memuai ke arah dalam (lubangnya mengecil) karena ketebalan cincin bertambah. Ini adalah pemahaman yang **salah**.

Cara termudah untuk memahami pemuaian cincin adalah dengan menganggap cincin sebagai piringan pejal, lalu kita potong (uang) bagian tengahnya sehingga membentuk lubang.

- Jika piringan pejal dipanaskan, seluruh piringan akan membesar secara proporsional.
- Lingkaran yang merupakan "batas" potongan tersebut juga akan membesar seolah-olah area di dalam lubang itu masih berisi material cincin.

Kesimpulannya: **Pemuaian linier berlaku pada semua arah dalam material menjauhi titik pusat massanya.** Jarak antara dua titik acak pada material akan selalu bertambah seiring kenaikan suhu. Oleh karena itu, jika cincin dipanaskan:

1. Diameter luar cincin bertambah.
2. Ketebalan cincin bertambah.
3. **Diameter lubang (diameter dalam) cincin juga ikut bertambah.**

2. Pendekatan Matematis

Kita dapat menggunakan persamaan pemuaian panjang (linier) maupun luas untuk menganalisis diameter atau luas penampang bola dan lubang cincin.

Pemuaian Panjang (Linier):

Persamaan perubahan panjang (ΔL) suatu benda:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Dimana:

- ΔL = pertambahan panjang (m)
- L_0 = panjang awal (m)
- α = koefisien muai panjang ($1/^\circ\text{C}$ atau $1/\text{K}$)
- ΔT = perubahan suhu ($^\circ\text{C}$ atau K)

Dalam konteks diameter lubang cincin (D_{lubang}), perubahan diameternya adalah:

$$\Delta D_{\text{lubang}} = D_{0_lubang} \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Karena α dan ΔT (jika dipanaskan) bernilai positif,

maka ΔD_{lubang} bernilai **positif**. Artinya, diameter lubang bertambah panjang.

3. Analisis Opsi Jawaban

Soal bertanya: "Apa yang akan terjadi terhadap ukuran lubang cincin ketika suhu cincin dinaikkan?"

Mari kita evaluasi setiap opsi berdasarkan konsep dan persamaan di atas:

- **Opsi 1: ukuran lubang berkurang karena cincin mengembang ke arah luar dan menutup lubang.**
 - **Salah.** Mengandung kontradiksi. Jika mengembang ke arah luar, harusnya lubang bertambah besar. Miskonsepsi ini menganggap muai ketebalan akan mendesak ke arah dalam lubang.
- **Opsi 2: ukuran lubang berkurang karena pemuaian membuat cincin menjadi tebal dan padat.**
 - **Salah.** Sama seperti poin pertama, ini adalah miskonsepsi umum. Meskipun cincin menebal, jarak antar partikel di tepi dalam (lubang) juga saling menjauh, sehingga keliling bagian dalam dan diameter lubang tetap bertambah.
- **Opsi 3: ukuran lubang tetap sama karena hanya bagian luar cincin yang mengembang.**
 - **Salah.** Pemuaian terjadi di *seluruh* bagian volume material, bukan hanya di bagian luar.
- **Opsi 4: ukuran lubang bertambah dan memungkinkan bola kembali bisa melewati cincin.**
 - **Benar.** Sesuai dengan persamaan $\Delta D_{\text{lubang}} = D_{0_lubang} \cdot \alpha \cdot \Delta T$. Kenaikan suhu ($\Delta T > 0$)

) menyebabkan pertambahan diameter lubang ($\Delta D > 0$). Jika lubang cincin membesar, maka bola (yang sebelumnya tersangkut karena ukurannya sudah agak besar akibat pemanasan awal, atau jika bola masih pada suhu ruang) akan bisa melewati cincin tersebut.

- **Opsi 5: ukuran lubang bertambah tetapi cincin akan kehilangan bentuk bundarnya.**
 - **Salah.** Asumsi standar pada fisika dasar adalah material tersebut isotropik (sifat sama ke segala arah) dan memuai secara homogen. Sehingga cincin akan tetap mempertahankan bentuk bundarnya, hanya ukurannya yang berskala menjadi lebih besar.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis konseptual (pemuaian ke segala arah menjauhi pusat) dan matematis (ΔD berbanding lurus dengan ΔT), jawaban yang tepat untuk soal Capture_2.JPG adalah:

ukuran lubang bertambah dan memungkinkan bola kembali bisa melewati cincin.

Sebuah bola logam hanya dapat melewati cincin logam pada suhu ruang. Ketika bola dipanaskan, bola mengembang sehingga tidak dapat melewati cincin. Dita kemudian memanaskan cincin tanpa memanaskan bola, lalu mengamati kembali apakah bola dapat melewati cincin.



Dari fenomena tersebut, pernyataan berikut **yang benar** adalah ... (jawaban benar lebih dari 1)

- A. Ukuran lubang cincin akan bertambah sebanding dengan pertambahan suhu karena pemuaian linier berlaku pada semua arah.
- B. Jika koefisien muai panjang logam bola lebih besar daripada logam cincin, maka meskipun keduanya dipanaskan bersamaan, bola cenderung tidak muat melewati cincin.
- C. Pemanasan cincin dapat menyebabkan bola kembali melewati cincin, tetapi besarnya perubahan diameter lubang biasanya sangat kecil dalam kehidupan nyata.
- D. Pemuaian cincin hanya terjadi pada bagian luar cincin, sehingga lubang cincin tidak bertambah.
- E. Dalam kasus ekstrem dengan kenaikan suhu sangat besar, cincin akan kehilangan bentuk bundarnya dan berubah menjadi elips.

Pembahasan Soal: Fenomena Pemuaian Bola dan Cincin Logam

Soal pada gambar Capture.JPG merupakan salah satu aplikasi klasik dari konsep pemuaian termal pada zat padat. Mari kita bedah fenomena ini menggunakan pendekatan konseptual dan matematis untuk menentukan pernyataan-pernyataan mana yang benar.

1. Pendekatan Konsep: Pemuaian Termal

Konsep Dasar:

Ketika suatu material padat dipanaskan, energi kinetik rata-rata atom-atom di dalamnya meningkat. Atom-atom ini bergetar lebih kuat, sehingga jarak rata-rata antar atom menjadi lebih besar. Akibatnya, material padat akan mengalami pertambahan dimensi (memuai).

Pemuaian pada Cincin (Benda Berongga):

Banyak siswa mengalami miskonsepsi bahwa saat cincin dipanaskan, cincin akan memuai ke arah dalam (lubangnya mengecil) karena ketebalan cincin bertambah. Ini adalah pemahaman yang **salah**.

Cara termudah untuk memahami pemuaian cincin adalah dengan menganggap cincin sebagai piringan pejal, lalu kita potong (uang) bagian tengahnya sehingga membentuk lubang.

- Jika piringan pejal dipanaskan, seluruh piringan akan membesar secara proporsional.
- Lingkaran yang merupakan "batas" potongan tersebut juga akan membesar seolah-olah area di dalam lubang itu masih berisi material cincin.

Kesimpulannya: **Pemuaian linier berlaku pada semua arah dalam material**. Jarak antara dua titik acak pada material akan selalu bertambah seiring kenaikan suhu. Oleh karena itu, diameter luar cincin bertambah, keliling cincin bertambah, dan **diameter lubang (diameter dalam) cincin juga ikut bertambah**.

2. Pendekatan Matematis

Kita dapat menggunakan persamaan pemuaian panjang (linier) maupun luas untuk menganalisis diameter atau luas penampang bola dan lubang cincin.

Pemuaian Panjang (Linier):

Persamaan perubahan panjang (ΔL) suatu benda:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Dimana:

- ΔL = pertambahan panjang (m)
- L_0 = panjang awal (m)
- α = koefisien muai panjang (/°C atau /K)
- ΔT = perubahan suhu (°C atau K)

Dalam konteks diameter (D):

$$\Delta D = D_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$D_t = D_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Dimana D_t adalah diameter akhir

setelah dipanaskan.

Pemuaian Luas (Area):

Luas penampang (A) cincin atau potongan melintang bola juga akan memuai dengan koefisien muai luas ($\beta \approx 2\alpha$).

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

$$A_t = A_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

3. Analisis Opsi

Jawaban

Mari kita analisis setiap pernyataan pada soal:

A. Ukuran lubang cincin akan bertambah sebanding dengan pertambahan suhu karena pemuaian linier berlaku pada semua arah.

- **Analisis:** Sesuai dengan konsep yang dijelaskan di atas. Pemuaian berlaku ke segala arah, menjauh dari pusat massa. Bayangkan menggambar lingkaran pada selembar karet tipis; jika karet direntangkan ke segala arah (dianalogikan sebagai pemuaian), lingkaran tersebut akan membesar. Secara matematis, $\Delta D_{\text{lubang}} = D_{0,\text{lubang}} \cdot \alpha_{\text{cincin}} \cdot \Delta T$.

Pertambahan diameter lubang (ΔD) berbanding lurus (sebanding) dengan perubahan suhu (ΔT).

- **Status: BENAR**

B. Jika koefisien muai panjang logam bola lebih besar daripada logam cincin, maka meskipun keduanya dipanaskan bersamaan, bola cenderung tidak muat melewati cincin.

- **Analisis:** Misalkan bola (b) dan cincin (c) awalnya pada suhu yang sama, dan bola *pas* melewati cincin ($D_{0b} \approx D_{0c}$).
 - Jika dipanaskan bersamaan, ΔT sama besar.
 - Jika $\alpha_b > \alpha_c$, maka $\Delta D_b > \Delta D_c$ (karena ΔD berbanding lurus dengan α).
 - Artinya, bola akan memuai lebih besar (diameternya bertambah lebih banyak) dibandingkan lubang cincin. Akibatnya, diameter akhir bola menjadi lebih besar dari diameter akhir lubang cincin ($D_{tb} > D_{tc}$), sehingga bola tidak akan muat melewati cincin.

- **Status: BENAR**

C. Pemanasan cincin dapat menyebabkan bola kembali melewati cincin, tetapi besarnya perubahan diameter lubang biasanya sangat kecil dalam kehidupan nyata.

- **Analisis:** Seperti pada analisis (A), memanaskan cincin akan memperbesar diameter lubangnya. Jika bola sebelumnya tersangkut karena dipanaskan, maka memanaskan cincin (hingga suhu yang cukup) akan memperbesar lubangnya sehingga bola bisa lolos. Pernyataan bahwa perubahannya "sangat kecil" dalam kehidupan nyata adalah benar, karena nilai koefisien muai panjang (α) logam umumnya berorde 10^{-5} hingga 10^{-6} per $^{\circ}\text{C}$. Perubahan mikroskopis ini nyata, namun seringkali kasat mata kecuali pada benda yang sangat panjang atau perbedaan suhu yang ekstrem.

- **Status: BENAR**

D. Pemuaian cincin hanya terjadi pada bagian luar cincin, sehingga lubang cincin tidak bertambah.

- **Analisis:** Ini adalah miskonsepsi umum. Seperti yang telah dijelaskan pada Pendekatan Konsep, pemuaian linier menyebabkan jarak antara setiap titik pada benda bertambah. Oleh karena itu, bagian dalam cincin (tepi lubang) akan bergerak menjauhi pusat lubang, menyebabkan diameter lubang bertambah, bukan tetap atau mengecil.
- **Status: SALAH**

E. Dalam kasus ekstrem dengan kenaikan suhu sangat besar, cincin akan kehilangan bentuk bundarnya dan berubah menjadi elips.

- **Analisis:** Jika cincin terbuat dari material isotropik yang homogen (sifat fisis seragam di seluruh titik dan arah), pemuaian akan merata. Material akan memuai dengan koefisien α yang sama di semua arah radial. Akibatnya, cincin akan tetap mempertahankan bentuk bundarnya, meskipun ukurannya membesar. Bentuk dapat berubah menjadi elips (atau bentuk lain) hanya jika terjadi *anisotropi* (misal materialnya berbeda struktur kristal pada sumbu x dan y), cacat material, atau pemanasan yang sangat tidak merata. Namun, dengan asumsi cincin homogen ideal, pernyataan ini salah.
- **Status: SALAH**

Kesimpulan

Berdasarkan analisis konseptual dan matematis, pernyataan yang **BENAR** adalah:

- A
- B
- C