



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
DIREKTORAT JENDERAL MANAJEMEN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

Soal dan Jawab Eksperimen OSN 2010

Judul:

Pengukuran koefisien muai linear bahan melalui difraksi celah tunggal

Latar Belakang:

Banyak cara dan metode yang digunakan untuk mengukur koefisien muai linear suatu bahan, salah satunya dengan menggunakan metode difraksi celah tunggal. Perubahan lebar celah sempit yang dilewati oleh sumber koheren misalnya laser menyebabkan perubahan jarak antar pita gelap yang muncul pada pola difraksi di layar.

Sebagian besar zat memuai ketika dipanaskan dan menyusut ketika didinginkan. Bagaimanapun, besarnya pemuaian dan penyusutan bervariasi, bergantung pada materi itu sendiri. Percobaan menunjukkan bahwa perubahan panjang ΔL pada semua zat padat, dengan pendekatan yang sangat baik, berbanding lurus dengan perubahan temperatur ΔT sehingga dapat dinyatakan sebagai berikut:

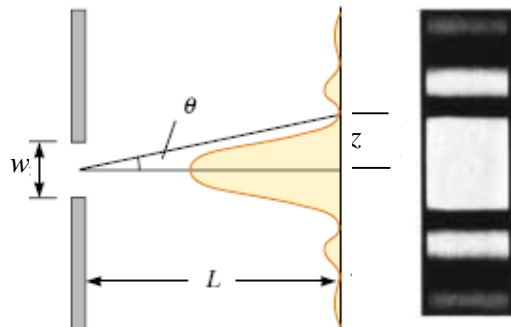
$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (1)$$

dengan α , konstanta pembanding, disebut koefisien muai linear zat padat (bahan) dan L_0 panjang awal bahan.

Minimum pertama pola difraksi celah tunggal terjadi ketika terpenuhi syarat

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{w} \quad (2)$$

dengan w adalah lebar celah sempit, λ adalah panjang gelombang sumber laser dan θ adalah sudut antara sinar datang melalui titik tengah celah terhadap horisontal. Gambar 1 di bawah menunjukkan hubungan antara sudut θ dengan jarak celah ke layar D dan jarak z dari maksimum tengah ke minimum difraksi pertama.



Gambar 1. Pola difraksi celah tunggal.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
DIREKTORAT JENDERAL MANAJEMEN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

Peralatan yang dipergunakan:

1. Tabung gelas berukuran kurang lebih 1 liter
2. Batang aluminium (panjang 16 cm, lebar 2 cm dan tebal 2 mm)
3. Laser pointer ($\lambda = 632,8 \times 10^{-9} \text{ m}$)
4. Stand dan statip, penjepit dan benang, kawat penopang
5. Pisau silet (2 buah)
6. Sepotong kayu (panjang 2,5 cm, lebar 2 cm dan tebal 2 cm)
7. Layat putih (white board)
8. Termometer 1 buah
9. Pemanas

Tugas:

Mengukur koefisien muai linear bahan aluminium

Pertanyaan:

1. Jabarkan hubungan antara lebar celah (w) sinar masuk terhadap jarak layar (D) dan jarak (z) dari maksimum tengah ke minimum difraksi pertama (atau jarak pita gelap terang pada pola difraksi) (lihat Gbr 1) ? (nilai 0,5)

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{w} \quad (1)$$

$$\sin \theta \approx \tan \theta \text{ untuk sudut kecil} \quad (2)$$

$$w = \frac{\lambda}{\tan \theta} = \frac{\lambda D}{z} \quad (3)$$

2. Jabarkan hubungan perubahan lebar celah (Δw) terhadap perubahan jarak antar pita gelap terang? (nilai 0,5)

$$\Delta w = \lambda D \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{z_0} \right) \quad (4)$$

3. Carilah hubungan antara perubahan lebar celah (Δw) dengan perubahan panjang bahan (ΔL)? (nilai 0,5)

$$\Delta w = \Delta L = \lambda D \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{z_0} \right) \quad (5)$$

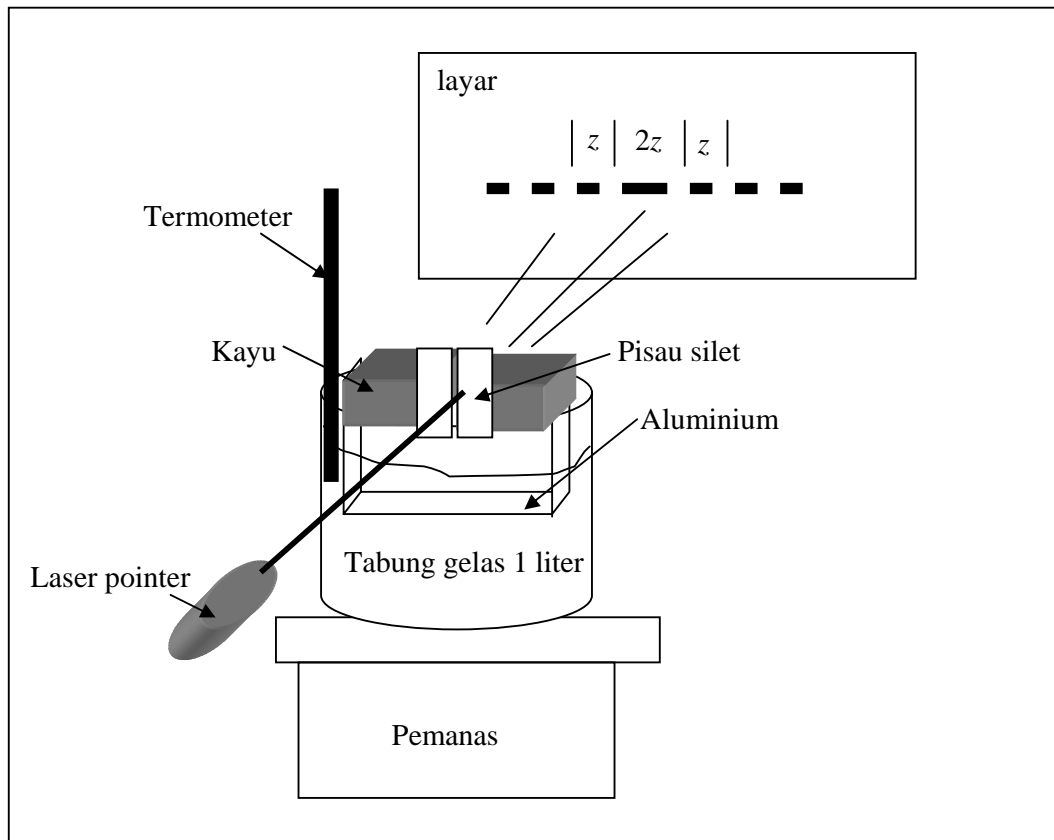
4. Dari hubungan yang diperoleh jabarkan perumusan yang akan anda pakai untuk mendapatkan koefisien muai linear bahan? (nilai 0,5)

$$\frac{1}{z} = \left(\frac{\alpha L_0}{\lambda D} \right) T + \left(\frac{1}{z_0} - \frac{\alpha L_0 T_0}{\lambda D} \right) \quad (6)$$

5. Tentukan besaran (*observabel*) fisis apa saja yang dapat anda amati/ukur secara langsung terkait dengan besaran yang hendak anda cari (koefisien muai linear bahan)? (nilai 0,5)

Suhu T (K) dan jarak antar pita gelap, z (cm)

6. Letakan tabung gelas pirex yang disediakan di atas kompor, kemudian isi gelas dengan air sampai kira-kira $\frac{3}{4}$ dari volume gelas. Celupkan batang aluminium yang berbentuk huruf U dengan ujung atasnya disambung dengan batang kayu yang telah dipasang pisau silet ujung-ujungnya. Atur letak laser pointer dan layar tempat terjadinya pola difraksi. Gambarkan set-up eksperimen tersebut? (nilai 2,0)



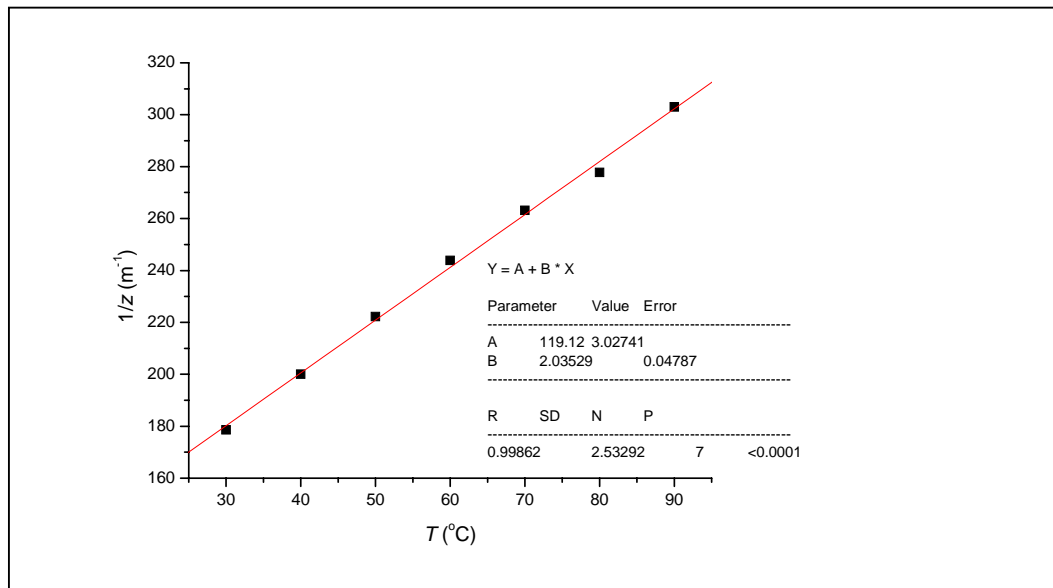
7. Carilah jarak optimal antara layar dan tempat celah sinar masuk (D)? Jarak optimal ditandai dengan jelasnya pola gelap terbentuk pada layar. (nilai 1)

$$D = 1 - 2 \text{ meter}$$

8. Buatlah tabel data antara Suhu (T) dan jarak pita gelap (z) yang diperoleh dari eksperimen ? (nilai 2)

T ($^{\circ}\text{C}$)	z (m)	$1/z$ (m^{-1})
30	0.0056	178.57
40	0.005	200
50	0.0045	222.22
60	0.0041	243.9
70	0.0038	263.16
80	0.0036	277.78
90	0.0033	303.03

9. Buatlah grafik dari tabel yang diperoleh ! (nilai 1)



10. Hitunglah koefisien muai linear bahan dari gradien grafik yang diperoleh? (nilai 1,5)

Dari grafik di atas diperoleh nilai *gradient* sebesar $= 2,04 \text{ m}^{-1}\text{C}^{-1}$. Sehingga dengan menggunakan per. (6) diperoleh

$$\frac{\alpha L_0}{\lambda D} = 2,04 \text{ m}^{-1}\text{C}^{-1} \quad (7)$$

dengan memasukkan nilai $\lambda = 632,8 \times 10^{-9} \text{ m}$, $L_0 = 0,0904 \text{ m}$ dan $D = 1,7 \text{ m}$, maka diperoleh nilai

$$\text{Koefisien muai linear aluminium sebesar } \alpha = (21,4 \pm 0,5) \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}.$$