



# E-LKPD

## PEMUAIAN ZAT

Kelas XI SMA



Kelompok : \_\_\_\_\_

Anggota : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

Disusun oleh:

**Novia Putri Hastuti**

#### **A. Profil Pelajar Pancasila**

1. Beriman dan bertaqwa kepada Tuhan YME dan berakhlak mulia (mengenal dan Mencintai Tuhan Yang Maha Esa)
2. Bergotong Royong (komunikasi untuk mencapai tujuan bersama)
3. Mandiri (mengenal kualitas dan minat diri serta tantangan yang dihadapi)
4. Bernalar kritis (mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan)
5. Kreatif (memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan)

#### **B. Tujuan Pembelajaran Berdasarkan Capaian Pembelajaran**

##### **1. Pemahaman Sains**

Peserta didik dapat menjelaskan konsep permukaan panjang, luas, dan volume dalam kehidupan sehari-hari.

##### **2. Keterampilan Proses**

Peserta didik dapat mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan hasil observasi permukaan panjang, luas, dan volume serta dapat menyajikan hasil pengamatan.

#### **C. Petunjuk Penggunaan E-LKPD**

1. Bacalah teori tentang permukaan zat yang diberikan
2. Diskusikan permasalahan pada setiap tahap dengan teman Anda
3. Mintalah bantuan guru/pendidik jika Anda mendapatkan kesulitan dalam menyelesaikan masalah yang diberikan.

#### **D. Model Pembelajaran**

Model pembelajaran yang digunakan adalah *Problem Based Learning* (PBL), dengan tahapan sebagai berikut :

1. Orientasi peserta didik pada masalah
2. Mengorganisasikan peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah
3. Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok
4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya
5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

## PEMUAIAN ZAT



Pernahkah Anda berpikir mengapa ketika Anda menuangkan air panas ke dalam gelas kaca terkadang gelas tersebut dapat pecah? Untuk lebih memahaminya mari kita pelajari materi berikut.

**Gambar 1.** Menuangkan air panas ke dalam gelas

Apabila sebuah benda dipanaskan, partikel-partikel didalamnya akan bergetar lebih kuat hingga saling menjauh sehingga dapat dikatakan bahwa benda memuai. Jika benda didinginkan, getaran-getaran partikel lebih lemah, dan partikel-partikel saling mendekat. Akibatnya benda akan menyusut.

Pemuaian merupakan gerakan atom penyusun benda yang mengalami pemanasan. Contoh yang dapat kita lihat seperti, gelas yang di isi air panas mendadak bisa pecah, air yang mendidih terkadang akan tumpah dari wadahnya jika terus dipanaskan. Pemuaian terjadi baik pada zat padat, cair ataupun gas.

### a. Pemuaian Zat Padat

Zat padat akan mengalami tiga jenis pemuaian apabila zat tersebut dipanaskan, yaitu muai panjang, muai luas dan muai volume.

#### 1) Pemuaian Panjang

Pemuaian panjang disebut juga dengan pemuaian linier. Pemuaian panjang zat padat berlaku jika zat padat tersebut hanya dipandang sebagai satu dimensi (berbentuk garis). Pada pemuaian panjang digunakan konsep koefisien muai panjang yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu.

Pemuaian panjang suatu zat dipengaruhi oleh koefisien muai panjang ( $\alpha$ ). Besarnya koefisien muai panjang merupakan perbandingan antara pertambahan panjang ( $\Delta L$ ) terhadap panjang mula-mula ( $L_0$ ) per satuan kenaikan suhu ( $\Delta T$ ). Secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut :

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

$$L = L_0 + \Delta L$$

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

#### Keterangan :

$\alpha$  : koefisien muai panjang ( $/^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta L$  : perubahan panjang (m)

$L_0$  : panjang mula – mula (m)

$\Delta T$  : perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )



Koefisien muai panjang dari berbagai bahan dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 1.** Koefisien muai berbagai zat pada suhu kamar

| No. | Zat                   | Koefisien Muai Panjang ( $/^{\circ}\text{C}$ ) | No. | Zat       | Koefisien Muai Volume ( $/^{\circ}\text{C}$ ) |
|-----|-----------------------|------------------------------------------------|-----|-----------|-----------------------------------------------|
| 1   | Aluminium             | $24 \times 10^{-6}$                            | 1   | Air       | $2,1 \times 10^{-4}$                          |
| 2   | Kuningan dan perunggu | $19 \times 10^{-6}$                            | 2   | Alkohol   | $1,12 \times 10^{-3}$                         |
| 3   | Tembaga               | $17 \times 10^{-6}$                            | 3   | Benzena   | $1,24 \times 10^{-3}$                         |
| 4   | Kaca (biasa)          | $9 \times 10^{-6}$                             | 4   | Aseton    | $1,5 \times 10^{-3}$                          |
| 5   | Kaca (pyrex)          | $3,2 \times 10^{-6}$                           | 5   | Gliserin  | $4,85 \times 10^{-3}$                         |
| 6   | Timah hitam           | $29 \times 10^{-6}$                            | 6   | Raksa     | $1,82 \times 10^{-3}$                         |
| 7   | Baja                  | $11 \times 10^{-6}$                            | 7   | Terpentin | $9,0 \times 10^{-3}$                          |
| 8   | Invar                 | $0,9 \times 10^{-6}$                           | 8   | Bensin    | $9,6 \times 10^{-3}$                          |
| 9   | Besi                  | $12 \times 10^{-6}$                            | 9   | Udara     | $3,67 \times 10^{-3}$                         |
|     |                       |                                                | 10  | Helium    | $3,665 \times 10^{-3}$                        |

(Sumber : Kanginan, 2017:202)

## 2) Pemuaian Luas

Sebuah benda padat berbentuk persegi panjang jika dipanaskan, akan terjadi pemuaian dalam arah memanjang dan arah melebar. Dengan kata lain, benda padat mengalami pemuaian luas. Pemuaian luas berbagai zat bergantung pada koefisien muai luas. Koefisien muai luas ( $\beta$ ) suatu bahan adalah perbandingan antara pertambahan luas benda ( $\Delta A$ ) terhadap luas awal benda ( $A_0$ ) persatuan kenaikan suhu ( $\Delta T$ ).

Secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut :

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

$$A = A_0 + \Delta A$$

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

**Keterangan :**

$\beta$  : koefisien muai luas ( $/^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta A$  : perubahan luas ( $m^2$ )

$A_0$  : Luas mula – mula ( $m^2$ )

$\Delta T$  : perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Hubungan antara koefisien muai luas ( $\beta$ ) dengan koefisien panjang ( $\alpha$ ) yaitu sebagai berikut :

$$\beta = 2\alpha$$

## 3) Pemuaian Volume

Sebuah benda padat berbentuk balok jika dipanaskan, maka akan terjadi pemuaian dalam arah memanjang, melebar, dan meninggi. Karena muai volume yaitu penurunan dari muai panjang, maka, muai ruang juga tergantung dari jenis zat.

Dengan kata lain benda padat mengalami pemuaian volume. Pemuaian volume berbagai zat bergantung pada koefisien muai volume. Koefisien muai volume ( $\gamma$ ) suatu bahan adalah perbandingan antara pertambahan volume ( $\Delta V$ ) terhadap volume awal benda ( $V_0$ ) per satuan kenaikan suhu ( $\Delta T$ ).

Secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

$$V = V_0 + \Delta V$$

$$V = V_0(1 + \gamma \Delta T)$$

**Keterangan :**

$\gamma$  : koefisien muai volume ( $/^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta A$  : perubahan volume ( $m^3$ )

$A_0$  : Volume mula – mula ( $m^3$ )

$\Delta T$  : perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Hubungan antara koefisien muai volume ( $\gamma$ ) dengan koefisien panjang ( $\alpha$ ) yaitu sebagai berikut :

$$\gamma = 3\alpha$$

## b. Pemuaian Zat Cair

Suatu zat cair jika dipanaskan akan mengalami pemuaian, pada zat cair hanya mengalami pemuaian volume yang berlaku persamaan sebagai berikut :

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

$$V = V_0 + \Delta V$$

$$V = V_0(1 + \gamma \Delta T)$$

**Keterangan :**

$\gamma$  : koefisien muai volume ( $/^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta A$  : perubahan volume ( $m^3$ )

$A_0$  : Volume mula – mula ( $m^3$ )

$\Delta T$  : perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Sedangkan untuk massa jenis zat cair, besar perubahannya dapat ditentukan dengan persamaan :

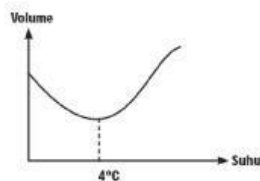
$$\rho = \frac{\rho_0}{(1 + \gamma \Delta T)}$$

**Keterangan :**

$\rho_0$  : koefisien muai volume ( $kg/m^3$ )

$\rho$  : perubahan volume ( $kg/m^3$ )

Air jika dipanaskan dari suhu  $0^{\circ}\text{C}$  sampai  $4^{\circ}\text{C}$  akan menyusut. Sifat keanehan air seperti itu disebut anomali air. Grafik anomali air seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini :



**Keterangan :**

Pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  diperoleh :

a) volume air terkecil

b) massa jenis air terbesar

**Gambar 2.** Grafik Anomali Air

### c. Pemuaian Zat Gas

Apabila gas dipanaskan, maka dapat mengalami pemuaian volume dan dapat juga terjadi pemuaian tekanan. Dengan demikian pada pemuaian gas terdapat beberapa persamaan, sesuai dengan proses pemanasannya.

#### 1) Pemuaian Volume pada Tekanan Tetap (Isobarik)

Jika gas dipanaskan pada tekanan tetap maka volume gas sebanding dengan suhu mutlak gas itu. Secara matematis dapat dinyatakan :

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

#### 2) Pemuaian Tekanan Gas pada Volume Tetap (Isokhorik)

Jika pemanasan terus dilakukan pada gas dalam ruang tertutup, maka tekanan gas sebanding dengan suhu mutlak gas tersebut, sehingga dapat dituliskan :

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

#### 3) Pemuaian Volume Gas pada Suhu Tetap (Isotermis)

Jika gas dipanaskan dengan suhu tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volume gas.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Apabila pada proses pemuaian gas terjadi tekanan berubah, volum berubah dan suhu berubah maka dapat diselesaikan dengan persamaan **hukum Boyle - Gay Lussac**, sebagai berikut :

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

## PEMUAIAN ZAT



### Fase 1 : Orientasi peserta didik pada masalah

Perhatikan gambar di bawah ini!



Sumber : [konsumenlistrik.wahananews.com](http://konsumenlistrik.wahananews.com)

**Gambar 1.** Kabel listrik kendur pada siang hari.



Mengapa kabel listrik kendur pada siang hari?



Sumber : [finance.detik.com](http://finance.detik.com)

**Gambar 2.** Rel kereta bengkok saat suhu panas pada siang hari



Mengapa rel kereta bengkok saat suhu sangat panas pada siang hari?

Setelah mengamati gambar – gambar di atas, hal apa yang mempengaruhi terjadinya peristiwa di atas? Tuliskan pendapat Anda pada kolom di bawah ini!

|       |
|-------|
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |

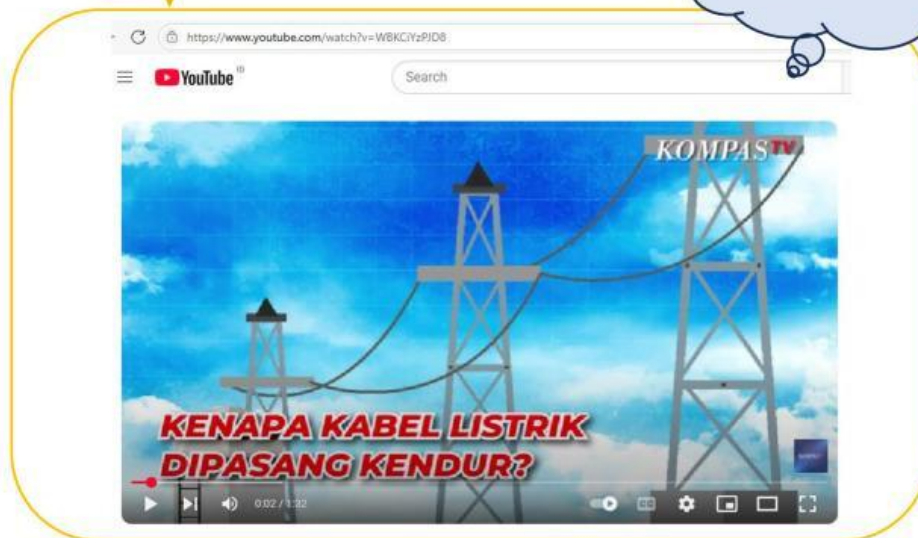


**Fase 2 : Mengorganisasikan peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah**



Bel pulang sekolah telah berbunyi, Fika membereskan buku dan alat tulis lalu dimasukan di dalam tas dan pulang. Saat dalam perjalanan pulang Fika mengamati kabel pada tiang listrik yang menggantung saat siang hari di dekat rumahnya, lalu dia mulai berfikir dan bertanya kira - kira mengapa kabel listrik tersebut bisa dibuat mengendur pada waktu siang hari?

Untuk menjawab pokok permasalahan tersebut, mari kita saksikan video berikut ini !



<https://www.youtube.com/watch?v=WBKCiYzPJD8>



### Fase 3 : Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok



#### Pemuaian Zat Padat

##### Tujuan:

1. Peserta didik dapat menjelaskan konsep pemuaian pada zat padat

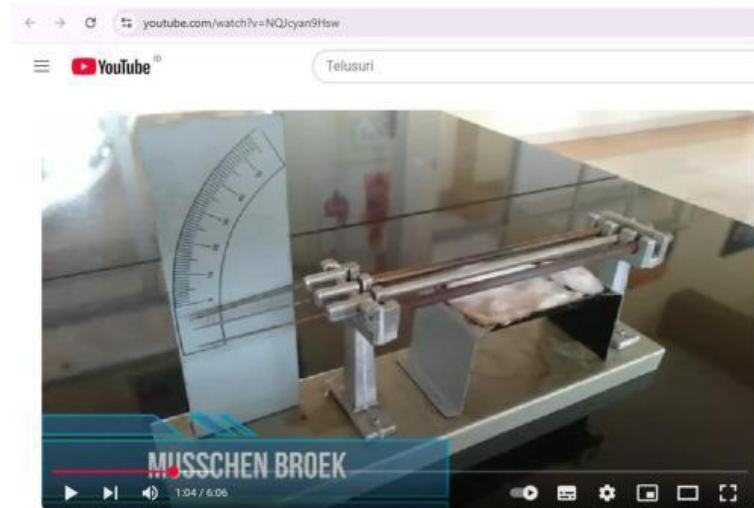
##### Alat dan Bahan:

- a. Laptop/komputer/*handphone*
- b. Alat tulis
- c. Aplikasi *youtube* : <https://youtu.be/NQJcyan9Hsw?si=4eZ36yNBxkHMWNgk>

##### Prosedur Kegiatan :

1. Klik link berikut untuk membuka video *youtube* :

<https://youtu.be/NQJcyan9Hsw?si=4eZ36yNBxkHMWNgk>



2. Perhatikan dan cermati video percobaan tersebut.
3. Berdasarkan pengamatan Anda pada video tersebut, tuliskan hal-hal yang Anda dapatkan pada kolom di bawah!

|       |
|-------|
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |

#### Fase 4 : Mengembangkan dan menyajikan hasil karya



1. Tuliskan hasil pengamatan dari video di atas pada table berikut :

| No | Jenis Logam | Posisi Jarum Sebelum Dipanaskan | Posisi Jarum Setelah Dipanaskan |
|----|-------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1  | Kuningan    |                                 |                                 |
| 2  | Aluminium   |                                 |                                 |
| 3  | Besi        |                                 |                                 |

2. Berdasarkan hasil pengamatan dari video, jawablah pertanyaan berikut!
- a. Apakah jarum penunjuk alat Muschenbroek bergerak setelah logam dipanaskan? Mengapa?

|       |
|-------|
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |

- b. Apakah posisi jarum pada ketiga logam tersebut sama? Jelaskan!

|       |
|-------|
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |

- c. Urutkanlah logam yang memiliki penyimpangan jarum paling jauh hingga yang paling dekat!

|       |
|-------|
| ..... |
| ..... |

d. Jenis logam manakah yang memiliki pemuaian paling besar?

.....

.....

e. Apakah suhu berpengaruh terhadap proses pemuaian zat? Jelaskan!

.....

.....

.....

f. Sebutkan dan jelaskan factor – factor yang dapat menyebabkan atau mempengaruhi pemuaian!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### Fase 5 : Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah



1. Apa yang dapat Anda simpulkan dari kegiatan pembelajaran hari ini? Tuliskan pada kolom di bawah ini!

|       |
|-------|
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |

2. Apa saja hambatan yang Anda temui selama kegiatan pembelajaran ini? Catat pada kolom di bawah ini!

|       |
|-------|
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |
| ..... |

### Daftar Pustaka

- Kanginan, Marthen. 2017. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga
- Kusrini. 2020. *Modul Pembelajaran Fisika SMA Kelas XI*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN
- Sukma, Indah dkk. *Bahan Ajar Fisika Berbasis Problem Based Learning Kalor dan Perpindahan Kalor*. Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
- Kemdikbud. 2020. Profil Pelajar Pancasila. Diakses pada 18 Mei 2025, dari <http://ditpsd.kemdikbud.go.id/hal/profil-pelajar-pancasila>
- Kemdikbud. CP & ATP – Fisika Fase F. Diakses pada 18 Mei 2025, dari <https://guru.kemdikbud.go.id/kurikulum/referensi-penerapan/capaian-pembelajaran/sd-sma/fisika/fase-f/>