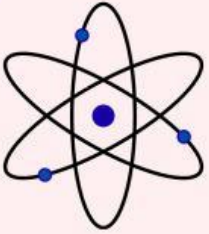


≡ **FISIKA** ≡

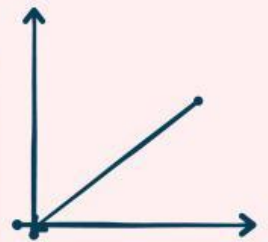
# LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

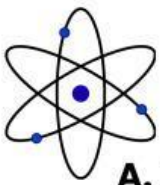
$$PV = nRT$$



## ≡ **TERMODINAMIKA** ≡

Nama : \_\_\_\_\_  
Kelas : \_\_\_\_\_  
kelompok : \_\_\_\_\_  
tanggal : \_\_\_\_\_





$$PV = nRT$$

## A. IDENTITAS PESERTA DIDIK

Nama: .....

Kelas: .....

Kelompok: .....

Tanggal: .....

Nama Sekolah: .....

.

## B. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Peserta didik mampu memahami konsep suhu, kalor, energi, dan perpindahan energi serta menganalisis penerapannya dalam kehidupan sehari-hari melalui kegiatan pengamatan dan simulasi.

## C. RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana kesetimbangan termal terjadi ketika dua benda dengan suhu berbeda saling berinteraksi?
2. Bagaimana perpindahan kalor memengaruhi suhu dan energi suatu benda?
3. Bagaimana arah perpindahan kalor terjadi antara benda yang memiliki suhu berbeda?

## D. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah melakukan kegiatan menggunakan simulasi PhET Energy Forms and Changes – Intro, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan konsep kesetimbangan termal berdasarkan hasil pengamatan simulasi.
2. Menganalisis hubungan kalor, perpindahan energi, dan perubahan suhu suatu benda.
3. Menjelaskan arah perpindahan kalor dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah berdasarkan hasil pengamatan.

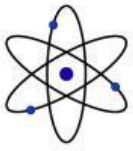
## E. MATERI SINGKAT

### 1. Hukum Termodinamika 0

Hukum Termodinamika 0 berkaitan dengan kesetimbangan termal. Jika dua benda yang saling berinteraksi memiliki suhu yang sama dan tidak terjadi perubahan suhu lagi, maka kedua benda tersebut berada dalam kesetimbangan termal.

Contohnya, ketika benda panas bersentuhan dengan benda dingin, kalor berpindah sampai suhu keduanya menjadi sama.





## 2. Hukum Termodinamika I

Hukum Termodinamika I menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat berpindah atau berubah bentuk.

Secara matematis:

$$\Delta U = Q - W$$

Keterangan:

- $\Delta U$  = perubahan energi dalam (J)
- $Q$  = kalor yang diterima sistem (J)
- $W$  = usaha yang dilakukan sistem (J)

Dalam kegiatan ini, peserta didik mengamati bagaimana energi berpindah dari satu benda ke benda lainnya dan bagaimana perpindahan energi tersebut dapat menyebabkan perubahan suhu.

## 3. Hukum Termodinamika II

Hukum Termodinamika II menjelaskan bahwa kalor secara alami berpindah dari benda yang bersuhu lebih tinggi menuju benda yang bersuhu lebih rendah.

Perpindahan tersebut berlangsung sampai tercapai kesetimbangan termal.

Contoh dalam kehidupan sehari-hari adalah es yang mencair ketika diletakkan di tempat yang lebih hangat.

## F. IDENTIFIKASI VARIABEL

1. Variabel bebas : Jenis bahan yang digunakan, yaitu air, minyak zaitun, batu bata, dan besi.
2. Variabel terikat : Perubahan atau kenaikan suhu bahan setelah menerima energi panas.
3. Variabel kontrol : Pemanas, lama pemanasan, dan kondisi pengamatan dibuat sama untuk setiap bahan.



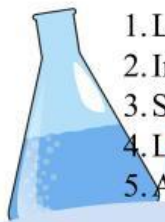
## G. DEFINISI VARIABEL

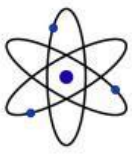
1. Variabel bebas – Jenis bahan  
Jenis bahan adalah bahan yang digunakan dalam simulasi PhET, yaitu water (air), olive oil (minyak zaitun), brick (batu bata), dan iron (besi).
2. Variabel terikat – Perubahan suhu  
Perubahan suhu adalah perubahan kondisi suhu bahan setelah diberikan energi panas, yang diamati melalui termometer pada simulasi.
3. Variabel kontrol – Kondisi pemanasan  
Kondisi pemanasan adalah faktor yang dibuat sama selama percobaan, seperti penggunaan pemanas, pengaturan Link Heaters, dan waktu pengamatan.



## H. ALAT DAN BAHAN

1. Laptop/komputer/HP
2. Internet
3. Simulasi PhET Energy Forms and Changes
4. Lembar pengamatan
5. Alat tulis



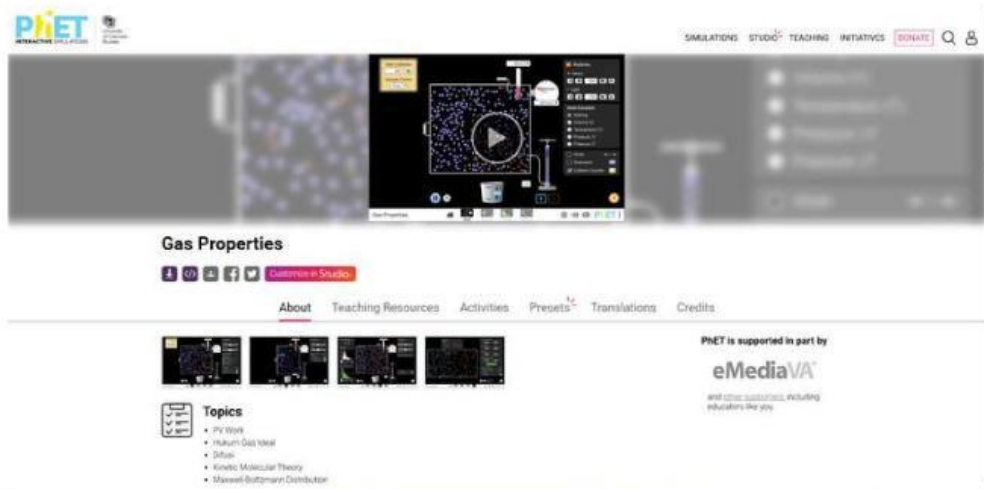


# I. LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN

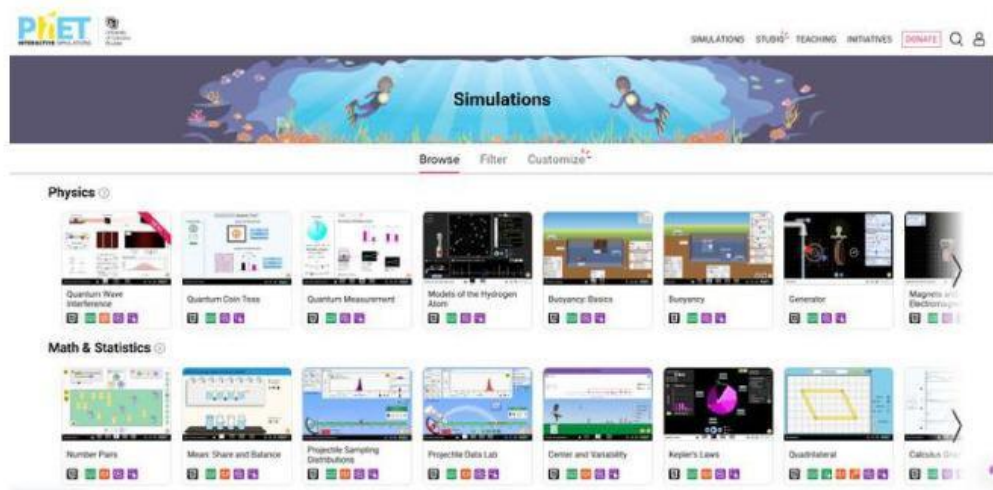
$$PV = nRT$$

## Cara Membuka Simulasi

1. Buka situs PhET.

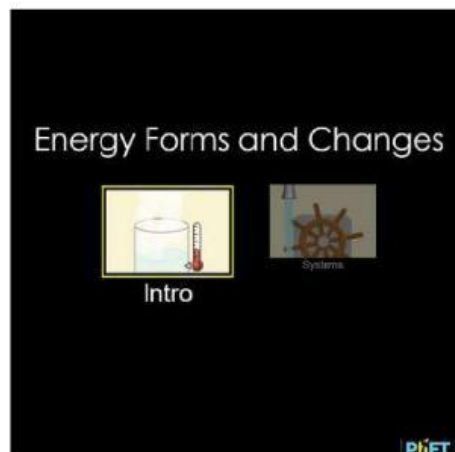


2. Cari simulasi Energy Forms and Changes.

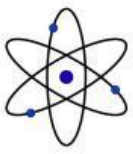


3. Buka simulasi tersebut

4. Pilih bagian Intro.







$$PV = nRT$$

5. Aktifkan Energy Symbols untuk melihat perubahan energi pada benda.
6. Aktifkan Link Heaters agar pemanas bekerja secara bersamaan.

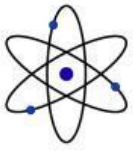


7. Siapkan empat bahan yang tersedia, yaitu Water (air), Olive Oil (minyak zaitun), Brick (batu bata), dan Iron (besi).
8. Letakkan masing-masing bahan pada tempat yang tersedia di atas pemanas.
9. Letakkan termometer pada setiap bahan untuk mengamati perubahan suhunya.



10. Amati kondisi awal keempat bahan sebelum dipanaskan.
11. Nyalakan pemanas secara bersamaan.
12. Amati perubahan suhu air, minyak zaitun, batu bata, dan besi selama proses pemanasan.
13. Perhatikan bahan yang mengalami kenaikan suhu lebih cepat dan lebih lambat.
14. Amati perubahan Energy Symbols pada masing-masing bahan.
15. Bandingkan perubahan suhu dan energi pada keempat bahan.
16. Catat hasil pengamatan pada tabel yang telah disediakan.
17. Gunakan hasil pengamatan untuk menjawab pertanyaan analisis dan menghubungkannya dengan Hukum Termodinamika I.





## Kegiatan 1 – Hukum Termodinamika 0

$$PV = nRT$$

### Keseimbangan Termal

**Tujuan:** Mengamati perubahan suhu benda ketika terjadi perpindahan panas.

#### Langkah kerja

1. Gunakan dua bahan, misalnya air dan minyak zaitun.
2. Buat salah satu bahan memiliki suhu lebih tinggi dengan pemanas.
3. Hentikan pemanasan.
4. Amati perubahan suhu kedua bahan.
5. Perhatikan apakah perbedaan suhu semakin kecil.

#### Tabel Pengamatan

| Bahan         | kondisi awal      | Setelah terjadi perpindahan panas | perubahan |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|-----------|
| Air           | suhu lebih rendah | suhu meningkat                    | naik      |
| Minyak Zaitun | suhu lebih tinggi | suhu menurun                      | Turun     |

#### Pertanyaan

1. Bahan mana yang menerima panas?

Jawab: Air yang memiliki suhu lebih rendah menerima panas dari bahan yang suhunya lebih tinggi.

2. Bahan mana yang melepaskan panas?

Jawab: Bahan yang memiliki suhu lebih tinggi melepaskan panas.

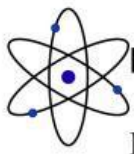
3. Apa yang terjadi jika perpindahan panas terus berlangsung?

Jawab: Perbedaan suhu semakin kecil hingga tercapai keseimbangan termal.

#### Kesimpulan Kegiatan 1

Ketika dua benda memiliki suhu berbeda, terjadi perpindahan panas hingga suhu keduanya menuju keseimbangan termal. Hal ini berkaitan dengan Hukum Termodinamika 0.





## Kegiatan 2 – Hukum Termodinamika I

### Pengamatan Pemanasan 4 Bahan

$$PV = nRT$$

**Tujuan:** Mengamati perubahan suhu dan energi pada air, minyak zaitun, batu bata, dan besi ketika menerima panas.

#### Langkah kerja

1. Buka PhET Energy Forms and Changes → Intro.
2. Aktifkan Energy Symbols dan Link Heaters.
3. Letakkan water, olive oil, brick, dan iron pada posisi pemanas.
4. Letakkan termometer pada bahan yang diamati.
5. Nyalakan pemanas secara bersamaan.
6. Amati perubahan suhu masing-masing bahan.
7. Perhatikan perubahan Energy Symbols.
8. Catat hasil pengamatan.

#### Tabel pengamatan

| bahan         | kondisi setelah dipanaskan | kecepatan kenaikan suhu | perubahan energi |
|---------------|----------------------------|-------------------------|------------------|
| Air           | Suhu meningkat             | Lebih lambat            | Energi bertambah |
| Minyak Zaitun | Suhu meningkat             | Lebih cepat             | Energi bertambah |
| Batu bata     | Suhu meningkat             | Lebih lambat            | Energi bertambah |
| Besi          | Suhu meningkat             | Lebih cepat             | Energi bertambah |

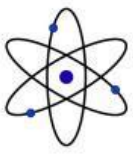
#### Pertanyaan

1. Apakah semua bahan mengalami kenaikan suhu?

Jawab: Ya, semua bahan mengalami kenaikan suhu setelah menerima energi panas.

2. Bahan mana yang mengalami kenaikan suhu lebih cepat?

Jawab: Minyak zaitun dan besi mengalami kenaikan suhu lebih cepat dibandingkan air dan batu bata.



$$PV = nRT$$

3. Mengapa kenaikan suhu setiap bahan berbeda?

Jawab: Karena setiap bahan memiliki sifat termal dan kapasitas kalor yang berbeda.

4. Apa yang terjadi pada energi bahan ketika dipanaskan?

Jawab: Energi termal bahan bertambah karena menerima energi panas dari pemanas.

Kesimpulan Kegiatan 2

Pemanasan menyebabkan energi termal benda bertambah sehingga suhu benda meningkat. Kecepatan kenaikan suhu berbeda-beda karena setiap bahan memiliki sifat termal yang berbeda. Hal ini menunjukkan prinsip Hukum Termodinamika I, yaitu energi dapat berpindah dari satu sistem ke sistem lainnya.

### Kegiatan 3 — Hukum Termodinamika II

Arah Perpindahan Kalor

**Tujuan:** Mengetahui arah perpindahan kalor antara benda yang memiliki suhu berbeda.

**Tabel Pengamatan**

| kondisi               | suhu lebih tinggi | suhu lebih rendah | Arah kalor      |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Air dan minyak zaitun | Minyak Zaitun     | Air               | Minyak → Air    |
| Besi dan air          | Besi              | Air               | Besi → Air      |
| Batu bata dan air     | Batu bata         | Air               | Batu bata → Air |

**Pertanyaan**

1. Dari benda mana kalor berpindah?

Jawab: Kalor berpindah dari benda yang bersuhu lebih tinggi.

2. Ke mana kalor berpindah?

Jawab: Kalor berpindah menuju benda yang bersuhu lebih rendah.

3. Apakah kalor secara alami berpindah dari suhu rendah ke suhu tinggi?

Jawab: Tidak. Secara alami kalor berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah.

Kesimpulan Kegiatan 3

Kalor secara alami berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Perpindahan tersebut berlangsung sampai tercapai kesetimbangan termal. Hal ini menunjukkan prinsip Hukum Termodinamika II.





## KESIMPULAN KESELURUHAN

$$PV = nRT$$

Berdasarkan percobaan menggunakan simulasi PhET Energy Forms and Changes pada tab Intro, dapat disimpulkan bahwa air, minyak zaitun, batu bata, dan besi mengalami perubahan suhu ketika menerima energi panas, tetapi kecepatan kenaikan suhunya berbeda-beda. Minyak zaitun dan besi menunjukkan kenaikan suhu yang lebih cepat, sedangkan air dan batu bata mengalami kenaikan suhu yang lebih lambat.

Pemberian energi panas menyebabkan energi termal pada benda bertambah sehingga suhunya meningkat. Hal ini menunjukkan penerapan Hukum Termodinamika I bahwa energi dapat berpindah dari satu benda ke benda lainnya. Ketika terdapat perbedaan suhu, kalor berpindah dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah hingga menuju kesetimbangan termal, sesuai dengan Hukum Termodinamika 0 dan II.

Dengan demikian, hasil percobaan menunjukkan bahwa jenis bahan memengaruhi perubahan suhu ketika menerima energi panas, sedangkan perpindahan kalor berlangsung karena adanya perbedaan suhu antara benda.

## K. REFLEKSI DIRI

| Pernyataan                                               | sudah paham | cukup paham | belum paham |
|----------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Saya memahami perubahan suhu pada benda yang dipanaskan. |             |             |             |
| Saya dapat membandingkan perubahan suhu keempat bahan.   |             |             |             |
| Saya memahami perpindahan energi panas.                  |             |             |             |
| Saya memahami Hukum Termodinamika 0.                     |             |             |             |
| Saya memahami Hukum Termodinamika I.                     |             |             |             |

## L. DAFTAR PUSTAKA

PhET Interactive Simulations. (n.d.). Energy forms and changes. University of Colorado Boulder.

PhET Interactive Simulations

PhET Interactive Simulations. (n.d.). Energy forms and changes: Teacher tips. University of Colorado Boulder. PhET Interactive Simulations

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). Fundamentals of physics (10th ed.). Wiley.

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2016). University physics with modern physics (14th ed.). Pearson.