

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

"MENGAPA TUBUH TERASA PANAS KETIKA DI DEPAN TUNGKU"

Kelompok :

Anggota kelompok:

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...

A. Identitas Lembar Kerja

Satuan Pendidikan	: SMA
Mata Pelajaran	: Fisika
Fase CP/ Kelas	: F/ XI
Alokasi Waktu	: 40 menit
Materi Pokok	: Perpindahan kalor
Sub Materi Pokok	: Radiasi
Model Pembelajaran	: <i>Problem-Based Learning</i> (PBL)
Metode Pembelajaran	: Diskusi-informasi

B. Tujuan

1. Peserta didik mampu menganalisis pengaruh jenis bahan tungku (emisivitas dan suhu permukaan) terhadap laju kalor radiasi yang dihasilkan.
2. Peserta didik mampu mengevaluasi pengaruh jarak terhadap intensitas radiasi yang dihasilkan tungku ditinjau dari kenyamanan pembatik.

C. Langkah Kerja

Berikut langkah kerja yang harus dilakukan untuk menyelesaikan LKPD Radiasi:

1. Baca dan pahami informasi dasar yang telah diberikan. Informasi ini penting sebagai petunjuk atau pengetahuan awal yang harus dimiliki untuk dapat mengerjakan LKPD.
2. Setelah memahami informasi dasar yang disajikan, selanjutnya bacalah orientasi masalah yang disajikan.
3. Pada orientasi masalah terdapat informasi dan data yang disajikan, masukkan data tersebut dalam tabel data yang telah disajikan.
4. Lengkapi tabel data dan jawab pertanyaan di bagian diskusi dan penyelidikan.
5. Terakhir, isi kesimpulan berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan.

D. Informasi Dasar

Informasi berikut akan membantumu dalam mengerjakan LKPD, baca dulu yuk!

1. Pengertian radiasi

Radiasi adalah perpindahan kalor tanpa zat perantara melalui gelombang elektromagnetik. Panas "melompat" langsung dari sumber ke benda lain tanpa perlu menyentuh atau melalui udara yang mengalir. Contoh perpindahan panas secara radiasi adalah panas dari api unggun.



2. Laju kalor radiasi

$$P = e\sigma AT^4$$

P = Laju kalor radiasi (Watt atau J/s)

e = *Emisivitas bahan

σ = Konstanta Stefan-Boltzmann, bernilai $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ (dibaca sigma)

A = Luas permukaan benda yang memancarkan panas (m^2)

T = Suhu mutlak benda yang memancarkan panas (Kelvin)

*e atau emisivitas merupakan sifat permukaan benda dalam menyerap dan memancarkan radiasi (panas). **Benda berwarna hitam/ gelap (e mendekati 1)**

merupakan **benda yang mampu menyerap dan memancarkan radiasi/ panas dengan baik**. Sedangkan **benda putih/ mengkilap (e mendekati 0)** merupakan **pemantul radiasi/ panas yang baik atau dengan kata lain sulit untuk menyerap panas**.

3. Intensitas radiasi

Intensitas radiasi merupakan besar energi panas yang diterima oleh objek lain per satuan permukaan. Dalam proses membatik, intensitas radiasi bisa diartikan sebagai panas dari tungku yang sampai ke tubuh pembatik.

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

I = Intensitas radiasi (W/ m²)

P = Laju kalor radiasi (Watt atau J/s)

r = Jarak antara benda yang memancarkan panas dan benda yang menerima panas (meter)

Keterangan tambahan:

- Semakin besar laju kalor radiasi suatu benda maka kalor/ panas akan semakin mudah berpindah tempat mengenai objek di sekitarnya. Begitu pula sebaliknya.
- Semakin besar intensitas radiasi suatu benda, semakin banyak energi panas yang diterima objek lain dari benda tersebut.

Sumber:

Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022) *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Pusat Perbukuan, Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.
Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of physics* (10th ed.). Wiley.

E. Orientasi Masalah

Pak Danar merupakan salah satu pemilik sentra batik tulis yang ada di Solo. Selama bertahun-tahun, Pak Danar menggunakan tungku tanah liat dalam proses pembuatan batik tulis Solo. Karena ingin lebih modern dan dirasa lebih awet, ia menggantinya dengan tungku besi. Suatu hari, ia mendapat keluhan dari beberapa karyawannya terkait kenyamanan dalam bekerja. Para pekerja menyampaikan bahwa meskipun besar api yang digunakan sama, mereka merasa gerah dan tidak tahan dengan suhu yang terlalu panas ketika proses membatik di depan tungku besi dan berharap ada perbaikan dari segi alat atau SOP (Standar Operasional Prosedur). Sebagai pemilik usaha, tentu Pak Danar mendengarkan saran dan keluhan dari karyawannya. Maka dari itu, Pak Danar melakukan dua percobaan untuk mendapatkan solusi terbaik.

Percobaan 1. Meninjau Jenis Tungku

Sebelum melakukan percobaan, Pak Danar mencari informasi di internet dan mengetahui bahwa **tungku besi akan lebih cepat menghantarkan panas dari api ke permukaan luar tungku jika dibandingkan dengan tungku tanah liat**. Hal ini dikarenakan besi merupakan **benda konduktor/ mudah menghantarkan panas dan tanah liat merupakan isolator/ sulit untuk menghantarkan panas (konsep konduksi)**.

Pak Danar melakukan percobaan pertama dengan menggunakan dua buah tungku yaitu tungku tanah liat dan tungku besi berdiameter sama dengan luas permukaan tungku $0,15 \text{ m}^2$. Dua tungku tersebut memiliki nilai emisivitas yang berbeda (lihat pada Tabel 1). Dengan api yang sama besar, Pak Danar mengukur suhu pada permukaan luar masing masing tungku, 50°C (atau 323K) untuk tungku tanah liat dan 220°C (atau 493K) untuk tungku besi.

Jenis Tungku	Bahan Tungku	Emisivitas (e)
Tungku tanah liat	Tanah liat tahan api	0,91
Tungku besi	Besi cor yang dipoles	0,21

Tabel 1. Nilai emisivitas bahan (Sumber: Fluke 2007)



Gambar 1. Tungku Tanah Liat (Kiri) dan Tungku Besi (Kanan)

Percobaan 2. Mengatur jarak tungku dan pembatik

Selain meninjau dari segi alat/ jenis tungku, Pak Danar juga mencoba memperbaiki dari segi SOP yaitu jarak pembatik dengan tungku. Untuk percobaan ini, jenis dan besar tungku serta besar api diatur sama besarnya sehingga laju kalor radiasi yang dihasilkan kedua tungku bernilai sama (P kedua tungku sama) sebesar $P_1 = P_2 = 125$ Watt. Pada tungku pertama, pembatik duduk dengan jarak dekat sejauh 0,5 meter. Sedangkan, untuk tungku kedua, pembatik duduk dengan jarak diatur lebih jauh sebesar 1 meter.

F. Diskusi dan Penyelidikan

Berdasarkan orientasi masalah yang telah dipahami sebelumnya, lakukan analisis untuk beberapa pertanyaan di bawah ini!

1. Analisis data

Dari hasil percobaan yang dilakukan oleh Pak Danar, dengan menggunakan persamaan laju kalor radiasi ($P = e\sigma AT^4$) untuk percobaan 1 serta persamaan intensitas radiasi ($I = \frac{P}{4\pi r^2}$) untuk percobaan 2, lengkapilah tabel berikut ini:

Percobaan ke-1

Keterangan tambahan:

Tuliskan bentuk pangkat pada tabel dengan menggunakan $\wedge$

Contoh: $1,23 \times 10^{10} \text{K}$ menjadi $1,23 \times 10^{\wedge 10} \text{K}$

$5,67 \times 10^{-8}$ menjadi $5,67 \times 10^{\wedge (-8)}$

Jenis Tungku	Emisivitas (e)	Konstanta Stefan Boltzman dalam $\text{W/m}^2 \text{K}^4$ (σ)	Luas Permukaan Tungku dalam m^2 (A)	Suhu Mutlak Pangkat 4 dalam K^4 (T^4)	Laju Kalor Radiasi (P) $P = e\sigma AT^4$ dalam Watt
Tungku tanah liat		$5,67 \times 10^{-8}$		$T = 333 \text{ K}$ $T^4 = 333^4 \text{ K}$ $= 1,23 \times 10^{10} \text{ K}$	$P =$ $P =$

Tungku besi		$5,67 \times 10^{-8}$		$T = 453 \text{ K}$ $= 4,21 \times 10^{10} \text{ K}$	$P =$ $P =$
----------------	--	-----------------------	--	--	--------------------

Tabel 2. Analisis Data Percobaan 1

Percobaan ke-2

Posisi Duduk	Laju Kalor Radiasi (P) dalam watt	4π	Kuadrat Jarak dalam $\text{m}^2 (r^2)$	Intensitas (I) $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ dalam Watt/ m^2
Dekat		$4\pi = 12,56$		$I =$ _____ $I =$
Jauh		$4\pi = 12,56$		$I =$ _____ $I =$

Tabel 3. Analisis Data Percobaan 2

Menurut Tabel 2 dan 3, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini:

- a. Dari percobaan dan analisis percobaan 1, jelaskan pengaruh jenis tungku dengan laju kalor radiasi (P) yang dihasilkan masing-masing tungku! Hubungkan dengan nilai emisivitas dan suhu mutlak masing-masing tungku dan pengaruhnya terhadap laju kalor radiasi yang dihasilkan!

Jawab:

b. Dari analisis percobaan 2, jelaskan pengaruh jarak antara tungku dan pembatik dengan intensitas radiasi yang diterima pembatik! Dengan laju kalor radiasi yang sama, pada jarak berapa pembatik lebih merasa nyaman (tidak kepanasan)? Hubungkan dengan intensitas radiasi yang diterima pembatik!

Jawab:

2. Evaluasi kemanan

Berdasarkan percobaan kedua (Tabel 3) yang dilakukan Pak Danar jika intensitas yang diterima pembatik pada jarak 0,5 m dianggap terlalu panas, apakah dengan menambah jarak menjadi 1,0 m merupakan solusi yang efektif? Berikan penilaianmu berdasarkan aspek kenyamanan dan kecepatan dalam bekerja!

Jawab:

G.Kesimpulan

Isilah titik-titik berikut dengan jawaban yang paling tepat! Berdasarkan penyelidikan dan analisis, didapatkan kesimpulan, antara lain:

1. Hubungan antara laju kalor radiasi (P) berbanding.....dengan pangkat empat suhu yang dipancarkan (T^4), sehingga semakin besar suhu permukaan luar tungku maka laju kalor radiasi (P) akan..... secara signifikan (drastis). Selain itu, hubungan antara emisivitas (e) dengan laju kalor radiasi (P) adalah berbanding.....,dimana bahan dengan permukaan gelap/ kusam akan memancarkan kalor lebih.....daripada bahan yang mengkilap. Dari percobaan dan analisis, tungkulebih efektif jika dibandingkan dengan tungku.....karena tungku..... bersifat.....yang menjaga suhu permukaan luar tetap....., sehingga laju kalor radiasi yang dihasilkan lebih.....dibandingkan dengan tungku.....
2. Berdasarkan percobaan kedua, hubungan antara jarak (r) dengan intensitas radiasi yang diterima (I) adalah r berbanding.....dengan kuadrat jarak (r^2). Sehingga semakin jauh pembatik duduk dari sumber panas (tungku), maka intensitas kalor yang diterima pembatik akan semakin.....Namun demikian, penambahan jarak antara pembatik dengan tungku dirasa kurang efektif karena.....