

## E-LKPD TERMODINAMIKA

# PROSES TERMODINAMIKA

Berbasis STEM



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

SMA Kelas X Fase F  
Fisika

Disusun Oleh:

Nurhamiza Syazana

Dea Stivani Suherman, S. Pd., M. Pd

## Identitas

Sekolah: SMAN 2 Padang Panjang

Mata Pelajaran: Fisika

Kelas/Fase: XI/F

Semester: 2

Alokasi Waktu: 3 x 45 menit (3 JP)

Anggota Kelompok:

## Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Melalui pengamatan stimulus fenomena kompresi udara dan diskusi kelompok, peserta didik dapat menganalisis prediksi perubahan suhu gas akibat ekspansi volume secara instan dengan logis.
2. Berdasarkan informasi karakteristik sistem pembakaran mesin, peserta didik dapat mengevaluasi kesamaan prinsip kerja antara kompresi gas fire piston dengan efisiensi energi pada teknologi mesin diesel secara kritis.
3. Melalui perakitan dan pengujian alat piston balon secara berkelompok, peserta didik dapat mengikuti prosedur pengukuran keliling perut balon sebanyak 3 kali pengulangan sesuai kaidah penyelidikan ilmiah yang valid.
4. Berdasarkan data kuantitatif hasil konversi geometri keliling rata-rata balon, peserta didik dapat menafsirkan tanda fisis nilai usaha mekanis ( $W$ ) gas pada proses Isobarik secara kritis.

# Misteri Alat Pembuat Api

VIDEO

**SCIENCE**

Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah



## Tantangan Detektif Gas

Ketika piston dihentak ke bawah dengan sangat cepat, gas di dalam ruang tertutup mengalami penyusutan volume yang ekstrem tanpa sempat bertukar kalor dengan lingkungan luar ( $Q = 0$ ). Kejadian ini memicu kenaikan suhu gas secara radikal hingga membakar arang di dasarnya.

Jika pengecilan volume gas secara mendadak bisa menaikkan suhu hingga membakar arang, prediksikan apa yang akan terjadi pada suhu gas jika volumenya dipaksa membesar secara instan dan tiba-tiba? Jelaskan alasanmu!

Jawaban:



3



# TECHNOLOGY (T)

Meneliti, mengevaluasi, dan menggunakan informasi ilmiah untuk pengambilan keputusan dan tindakan



## *Studi Kasus Teknologi Mesin Diesel vs Mesin Bensin*

Mesin diesel bekerja seperti *Fire Piston*, yaitu membakar bahan bakar murni menggunakan panas dari kompresi udara yang sangat tinggi tanpa bantuan busi.

- Mengapa mesin diesel membutuhkan tekanan kompresi yang jauh lebih besar dan dinding mesin yang lebih tebal daripada mesin bensin?
- Berdasarkan efisiensi energinya, mesin tipe manakah yang lebih andal untuk kendaraan angkutan berat (seperti truk atau kontainer)?

Jawaban:



## ENGINEERING (E)

Merancang dan mengevaluasi desain untuk penyelidikan ilmiah



### Alat dan Bahan yang Harus Disiapkan

- Botol kaca kosong (misalnya botol bekas sirup atau saus) – 1 buah.
- Balon karet (pilih yang teksturnya cukup lentur) – 1 buah.
- Baskom/wadah besar untuk air panas – 1 buah.
- Baskom/wadah besar untuk air dingin – 1 buah.
- Air panas/mendidih secukupnya.
- Air es/air dingin secukupnya.
- Pita ukur (meteran penjahit) atau seutas tali dan penggaris (untuk mengukur keliling balon).
- Gelas ukur kimia (untuk menakar volume air/botol).
- Karet gelang atau solasi (opsional, untuk memperkuat ikatan balon).



### Langkah Kerja Eksperimen

#### Menentukan Volume Awal Gas ( $V_1$ )

- Sebelum memulai eksperimen dengan balon, ambil botol kaca kosong yang akan digunakan.
- Isi botol kaca tersebut dengan air biasa sampai benar-benar penuh (hingga batas mulut botol).
- Tuangkan seluruh air dari dalam botol tersebut ke dalam gelas ukur kimia.
- Catat angka mililiter (mL) yang tertera pada gelas ukur. Angka ini adalah volume botol kosong, yang sekaligus menjadi nilai Volume Awal Gas ( $V_1$ ).
- Keringkan kembali bagian dalam dan luar botol kaca tersebut.



### Merakit Alat Uji

- Ambil balon karet yang masih kempis, lalu regangkan sedikit mulutnya menggunakan jari.
- Pasang mulut balon tersebut pada leher/mulut botol kaca kosong hingga menutup dengan rapat.
- Tips Keandalan: Ikat bagian leher botol yang ditutupi balon menggunakan karet gelang atau isolasi agar udara di dalam botol tidak bocor keluar saat memuai nanti.

### Pengujian pada Air Dingin

- Siapkan wadah pertama yang sudah diisi dengan air es/air dingin.
- Masukkan bagian bawah botol kaca ke dalam wadah air dingin tersebut.
- Amati perubahan yang terjadi pada balon karet.

### Pengujian pada Air Panas

- Siapkan wadah kedua yang sudah diisi dengan air panas/mendidih (lakukan dengan hati-hati).
- Pindahkan botol kaca dari wadah dingin langsung ke dalam wadah air panas. Pegang botol agar tidak ambruk.
- Amati balon yang perlahan-lahan mulai meniup sendiri dan mengembang akibat gas di dalam botol memuai. Tunggu sekitar 1-2 menit sampai balon mengembang maksimal dan ukurannya stabil.

## Pengulangan Data Keliling (K)

- Pengambilan Data Keliling (Uji 1):

Ambil pita ukur (atau tali), lilitkan secara pas pada bagian perut balon yang paling melar/lebar. Catat hasilnya sebagai  $K_1$  di tabel pengamatan.

- Pengujian Ulang (Uji 2):

Lepaskan lilitan tali, tunggu beberapa detik (botol tetap di air panas), lalu lilitkan kembali tali pada bagian perut balon untuk mengukur kelilingnya lagi. Catat sebagai  $K_2$

- Pengujian Ulang (Uji 3):

Ulangi langkah pelilitan tali sekali lagi untuk mendapatkan data keliling ketiga. Catat sebagai  $K_3$

- Angkat botol dari air panas, lalu rapikan kembali seluruh alat dan bahan setelah eksperimen selesai.



### Tips Tambahan

- Saat melakukan pengukuran keliling balon sebanyak 3 kali ( $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ), posisi botol harus tetap terendam di dalam air panas agar suhu di dalamnya tidak turun dan ukuran balon tidak berubah mengecil saat diukur.
- Pengulangan pengukuran keliling ini bisa dilakukan secara bergantian oleh 3 anggota kelompok yang berbeda agar data yang didapatkan lebih objektif.



## Menguji & Mengumpulkan Data Berkala

Data Keliling Perut Balon (cm)			Keliling Rata-Rata ( $K_r$ )
Uji 1 ( $K_1$ )	Uji 2 ( $K_2$ )	Uji 3 ( $K_3$ )	

Jika selama pencelupan ke wadah air panas balon kelompokmu gagal mengembang, namun teramati adanya gelembung udara keluar dari sela-sela ikatan karet leher botol, evaluasilah kegagalan isolasi mekanis alat tersebut dan tuliskan tindakan konkret perbaikannya!

Jawaban:

# MATHEMATICS (M)

Menafsirkan data dan bukti ilmiah secara kritis

Menentukan Volume Awal Gas ( $V_1$ )

$$V_1 = \text{Volume Botol} = \dots\dots\dots \text{ mL} \rightarrow (\text{dibagi } 1.000.000)$$

$$= \dots\dots\dots \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$$

Menghitung Jari-jari Rata-rata Balon ( $r$ )

$$r = K_r / 6,28 = \dots\dots\dots \text{ cm} \rightarrow (\text{diubah ke meter})$$

$$= \dots\dots\dots \text{ m}$$

Menghitung Volume Bola Balon Saat Mengembang

( $V_{\text{balon}}$ )

$$V_{\text{balon}} = 4/3 \times 3,14 \times r^3$$

$$V_{\text{balon}} = 4,18 \times (\dots\dots\dots)^3 = \dots\dots\dots \text{ m}^3$$

Menghitung Volume Akhir Total Sistem ( $V_2$ )

$$(V_2 = V_1 + V_{\text{balon}})$$

$$V_2 = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}^3$$

Kalkulasi Nilai Usaha Mekanis Gas ( $W$ )

$$p = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 100.000 \text{ Pa}$$

$$W = P \times (V_2 - V_1)$$

$$W = 100.000 \times (\dots\dots\dots - \dots\dots\dots) = \dots\dots\dots \text{ Joule}$$



## Pertanyaan Penguatan

Berdasarkan hasil kalkulasi di atas, apakah nilai Usaha ( $W$ ) kelompokmu bernilai Positif ( $W > 0$ )? Tafsirkan secara kritis, apa arti fisis dari tanda positif tersebut dalam kaitannya dengan perpindahan energi? Apakah gas di dalam botol yang melakukan kerja mendorong udara luar, atau lingkungan luar yang melakukan kerja menekan gas? Hubungkan dengan bukti visual mengembangnya balon karet!

Jawaban:

Mengapa tekanan gas di dalam botol bisa tetap konstan sama dengan tekanan udara atmosfer luar, padahal suhunya melonjak drastis akibat air panas? Sifat atau karakteristik apa dari balon karet yang memegang peran kunci dalam menjaga agar tekanan gas tersebut tidak ikut naik?

Jawaban: