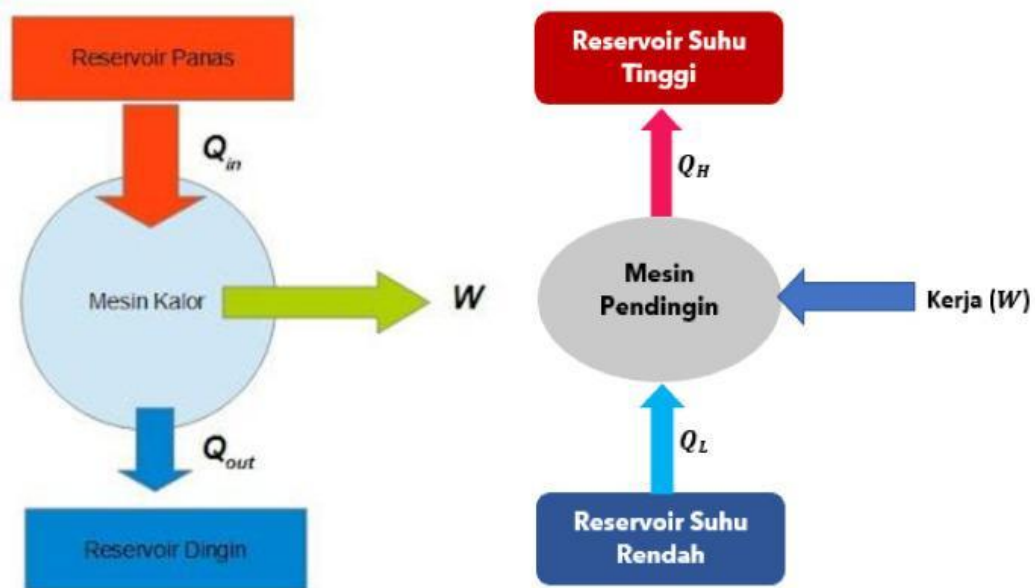


E-LKPD 5 Model Discovery Based Learning



Kurikulum
Merdeka

MESIN KALOR DAN MESIN PENDINGIN



Penyusun :
Dira Yulanda
Drs. Amali Putra, M.Pd

NAMA :
KELAS :
KELOMPOK :

KELAS XI FASE F SMA/MA

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak partikel, usaha dan energi, fluida dinamis, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong

Tujuan Pembelajaran

Pemahaman Fisika : Peserta didik mampu menerapkan prinsip dan konsep termodinamika melalui kegiatan penyelidikan untuk memecahkan masalah khususnya mesin kalor dan pompa kalor. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong

Keterampilan proses : Peserta didik mampu mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, dan mengkomunikasikan hasil proses sains dalam pembelajaran fisika

Alur Tujuan Pembelajaran

Menentukan prinsip, cara kerja dan efisiensi mesin kalor dan mesin pendingin

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan pembelajaran dengan model *discovery based learning*, Peserta didik dapat menentukan prinsip, cara kerja dan efisiensi mesin kalor dan mesin pendingin dengan tepat

Petunjuk Penggunaan E-LKPD

1. Bacalah doa sebelum memulai pembelajaran
2. Tulislah identitas pada kolom yang telah disediakan pada halaman awal E-LKPD
3. Bacalah terlebih dahulu capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran dan petunjuk penggunaan E-LKPD yang disajikan
4. Ikutilah pembelajaran berdasarkan sintak *discovery based learning* untuk menemukan konsep secara mandiri
5. Ikutilah langkah-langkah A, B, C, D, E, dan F dibawah ini, dan jawablah pertanyaan yang terkait dengan setiap langkah yang diberikan
6. Jika terdapat tugas melakukan praktek, maka lakukanlah dengan petunjuk terlebih dahulu.
7. Jawablah soal – soal dan tugas dalam E-LKPD sesuai dengan petunjuk
8. Klik tombol *finish* apabila telah selesai mengerjakan

MESIN KALOR DAN MESIN PENDINGIN

A. Pemberian Rangsangan

Perhatikan gambar !

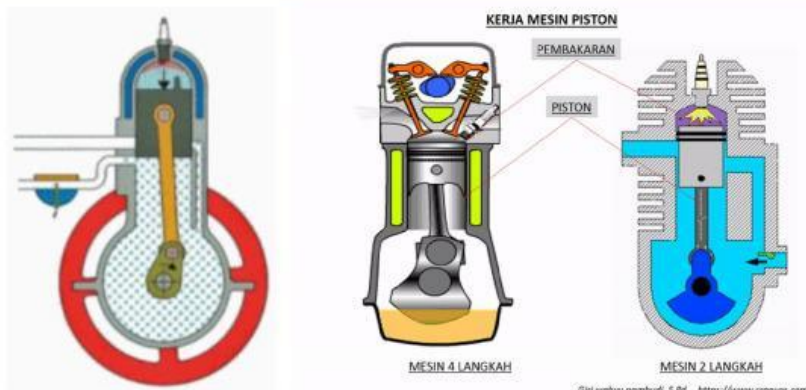


Gambar 5.1 Ojek online

Sumber : <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190902/98/1143578/ingat-tarif-ojek-online-berlaku-nasional-mulai-hari-ini>

Saat berangkat ke sekolah, apakah alat atau kendaraan yang ananda gunakan? Jika ananda menggunakan motor, apakah pernah terpikir kenapa motor itu bisa bergerak? Ya, jawabannya pasti karena ada bensin sebagai sumber utama penggerak motor. Tapi sebenarnya, motor dapat bergerak karena adanya perubahan energi pada mesin kalor, yaitu hasil pembakaran dari bensin diubah menjadi energi gerak dalam mesin

Pertanyaan 1 : apa yang dimaksud dengan mesin kalor ?



Gambar 5.2 Rangkaian mesin motor yang bergerak karena adanya energi panas dari hasil pembakaran bahan bakar

Sumber : <https://www.harianhaluan.com/pendidikan/pr-102592863/mesin-kalor-mesin-carnot-dan-mesin-pendingin>

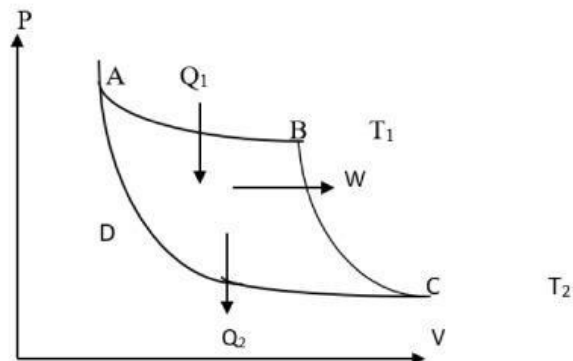
Gambar 2 merupakan piston yang ada pada mesin kendaraan yang menggunakan prinsip aliran kalor spontan. Mesin carnot/mesin kalor memanfaatkan prinsip kalor yang mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah tanpa perlu melakukan usaha. Saat aliran kalor terjadi, panas yang mengalir diubah menjadi usaha, misalnya gerak. Konsep tersebutlah yang ditemukan oleh Nicolas Leonard Sadi Carnot.

Siklus adalah “suatu proses yang dimulai dari keadaan awal dan berakhir pada keadaan awal”. (siklus carnot)

Pada siklus carnot ini memakai pendapat “**Kelvin – Planck**” Tidak mungkin membuat mesin kalor yang bekerja pada suatu siklus, menerima kalor dari suatu reservoir (sumber) dan mengubah kalor seluruhnya menjadi usaha”.

Pada Siklus Carnot terjadi 2 proses untuk dapat menghasilkan usaha, yaitu :

- Proses Isotermal (Pemuaian dan pemampatan)
- Proses Adiabatik (Pemampatan dan pemuaian)



Gambar 5.3 Siklus carnot

Langkah – langkah Siklus Carnot :

- 1) A ke B proses pemuaian isotermal, pada proses ini siklus menyerap kalor (Q_1) dari reservoir yang bersuhu tinggi (T_1) dan melakukan usaha sebesar W
- 2) B ke C Proses pemuaian adiabatik pada proses ini tidak terjadi pertukaran kalor (tidak ada kalor yang masuk dan tidak ada kalor yang keluar $Q = 0$)
- 3) C ke D proses pemampatan isotermal pada proses ini sistem melepaskan kalor (Q_2) ke reservoir yang bersuhu rendah (T_2)
- 4) Proses D ke A pemampatan adiabatik , tidak terjadi pertukaran kalor ($Q = 0$) tetapi sistem di tandai usaha supaya kembali kekeadaan awal

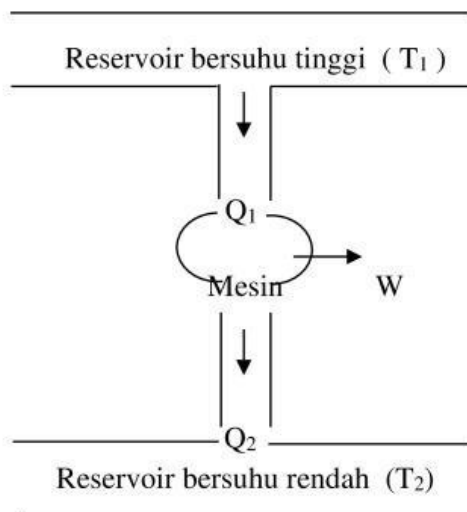
Berdasarkan Hukum II Termodinamika terdapat konsep yang dikenal dengan istilah efisiensi mesin carnot. Efisiensi adalah perbandingan dari panas yang berubah menjadi usaha dengan panas yang diserap. Sederhananya, hasil bagi antara usaha yang dilakukan dengan kalor yang diserap.

Persamaan yang dapat digunakan yaitu :

$$Q = \Delta V + W \longrightarrow \Delta V = 0 \text{ (karena kembali kekeadaan awal)}$$

$$Q_1 - Q_2 = 0 + W \quad \boxed{W = Q_1 - Q_2} \dots\dots\dots (5.1)$$

Diagram Mesin kalor / Carnot



”Perbandingan usaha yang dilakukan sistem dengan kalor yang diserap sistem” disebut efisiensi mesin (η)

$$\boxed{\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100 \%} \dots\dots\dots (5.2)$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100 \%$$

$$\boxed{\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \times 100 \%} \dots\dots\dots (5.3)$$

Karena Q sebanding dengan T maka $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$

$$\boxed{\eta' = 1 - \frac{T_2}{T_1} \times 100 \%} \dots\dots\dots (5.4) \quad \text{dengan } \eta \leq \eta'$$

Keterangan :

Q_1 = kalor yang diterima (J)

Q_2 = kalor yang dibuang (J)

W = usaha yang dilakukan mesin carnot (J)

T_1 = suhu reservoir tinggi (K)

T_2 = suhu reservoir rendah (K)

η = efisiensi mesin sesungguhnya

η' = efisiensi mesin carnot

Perhatikan gambar !



Gambar 5.4 AC

Sumber : <https://www.lg.com/id/air-conditioner/ac-lg-standar/h07tn4/>

Ketika ananda masuk ke ruangan dingin yang menggunakan AC, apa yang ananda rasakan? Sejuk kan? Nah, coba kalau ananda berdiri di samping benda dibawah ini



Gambar 5.5 Kompresor dan kondensor AC mengeluarkan hawa panas

Sumber : <https://www.renos.id/blog/fungsi-kompresor-ac/>

yang sebenarnya masih satu paket dengan AC yang Ananda rasa sejuk itu, gimana rasanya? Panas kan? Itu dia. Mesin pendingin seperti AC itu kebalikan dari mesin kalor

Pertanyaan 2 : Kenapa mesin pendingin kebalikan dari mesin kalor ?

Usaha yang dibutuhkan oleh mesin pendingin disebabkan karena proses yang

berlangsung tidaklah spontan. Sehingga, usaha usaha yang dibutuhkan tersebut untuk dapat menjalankan mesin pendingin bisa menggunakan persamaan :

$$\Delta U = 0 = Q - W \quad \dots\dots\dots (5.5)$$

Keterangan :

ΔU = perubahan usaha

Q = kalor masuk

W = kalor keluar

Besaran $Q = W$. Hal ini berarti kalor yang masuk ke sistem sama dengan kalor yang keluar sistem. Oleh karena itu, rumus mesin pendingin bisa dituliskan sebagai berikut :

$$W = Q_1 - Q_2 \quad \dots\dots\dots (5.6)$$

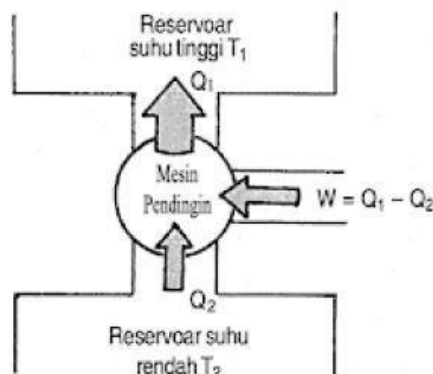
Keterangan :

W = usaha yang dilakukan kepada sistem

Q_1 = kalor yang masuk atau diserap

Q_2 = kalor yang keluar atau dilepaskan

Berdasarkan gambar berikut, bisa juga diperoleh persamaan :



Gambar 5.6 Siklus kerja mesin pendingin
Sumber : www.studigram.fisika.net

Proses kerja mesin pendingin berlangsung dari reservoir rendah menuju reservoir tinggi. Nilai Q_2 lebih kecil dibandingkan dengan nilai Q_1 , begitupun dengan nilai T_2 lebih rendah dibandingkan nilai T_1 . Usaha bergerak masuk menuju mesin pendingin dan nantinya akan dilepas menjadi kalor oleh Q_1 . Maka dapat menggunakan persamaan :

$$k = \frac{Q_2}{W} \quad \dots\dots\dots (5.7)$$

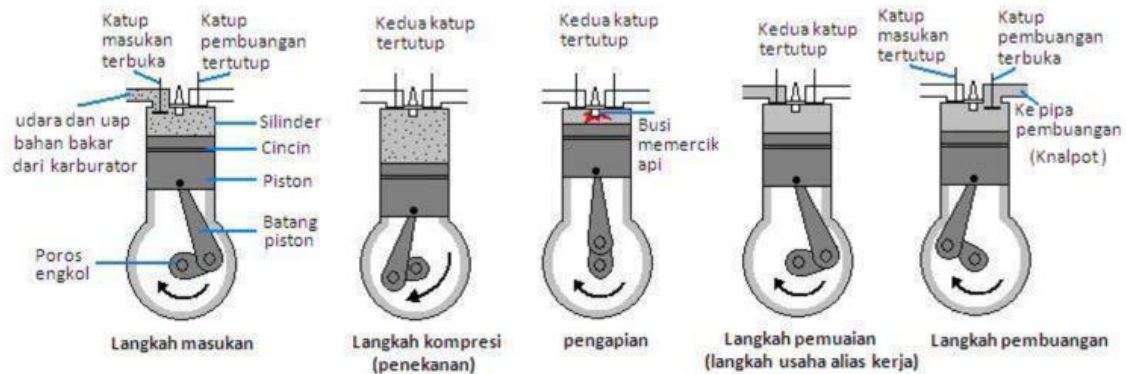
Karena pada rumus sebelumnya $W = Q_1 - Q_2$, sehingga diperoleh :

$$k = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} \text{ atau } k = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \dots\dots\dots (5.8)$$

B. Identifikasi Masalah

Setelah mempelajari langkah A, selesaikanlah permasalahan berikut ini !

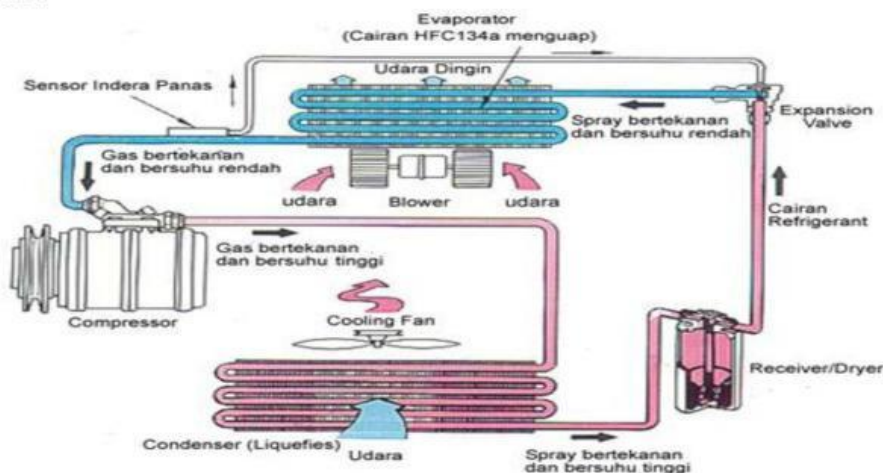
Permasalahan 1. Perhatikan gambar dibawah ini! Gambar dibawah merupakan salah satu penerapan mesin kalor, yaitu mesin bakar dalam kendaraan bermotor. Mesin tersebut mengadaptasi siklus otto sebagai model idealnya. Identifikasi dan jelaskan proses-proses termodinamika yang berlaku pada siklus otto serta kaitannya dengan gambar dibawah !



Gambar 5.7 Skema cara kerja mesin kendaraan bermotor

Sumber : <https://hermaliasari.blogspot.com/2015/03/siklus-otto-dan-siklus-diesel.html?m=1>

Permasalahan 2. Perhatikan gambar dibawah ini! Gambar dibawah merupakan salah satu penerapan mesin pendingin, yaitu skema lengkap dari mesin pendingin ruangan (AC). Identifikasi dan jelaskan proses-proses termodinamika yang berlaku pada skema dibawah !



Gambar 5.8 Skema cara kerja AC

Sumber : <https://www.indotara.co.id/cara-kerja-mesin-pendingin-ac&id=337.html>

Berdasarkan permasalahan diatas, tulislah Hipotesis atau dugaan sementara terkait permasalahan diatas !

1.

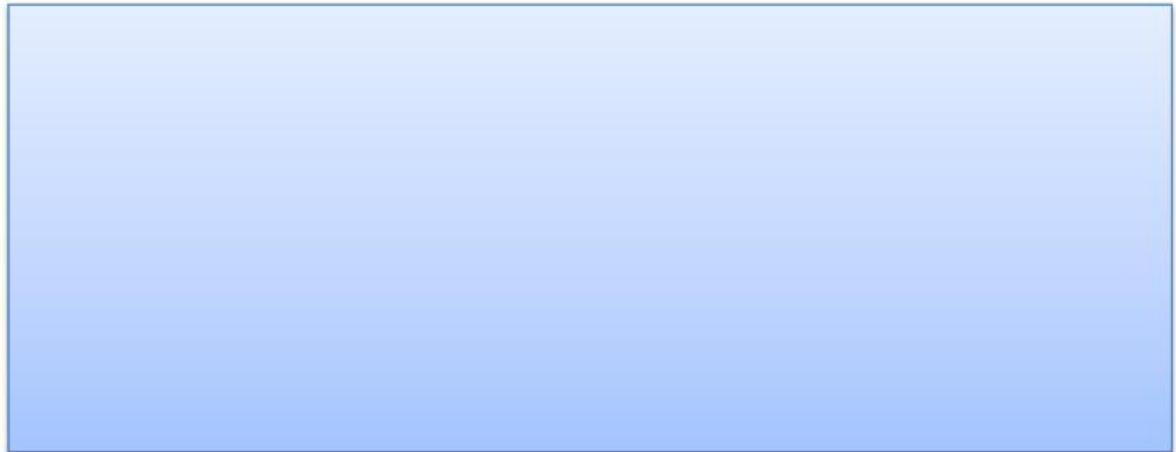
2.

C. Pengumpulan Data

Berdasarkan 2 permasalahan pada langkah B, maka :

- Simaklah video berikut ini untuk membantu menyelesaikan permasalahan
- Bacalah materi yang disediakan pada kolom dibawah ini
- Bacalah buku fisika dan carilah sumber lain yang relevan dengan permasalahan pada Langkah B

Sumber : https://youtu.be/eJv4dG_UPo?si=cSPtyzhQeKoIOkD6

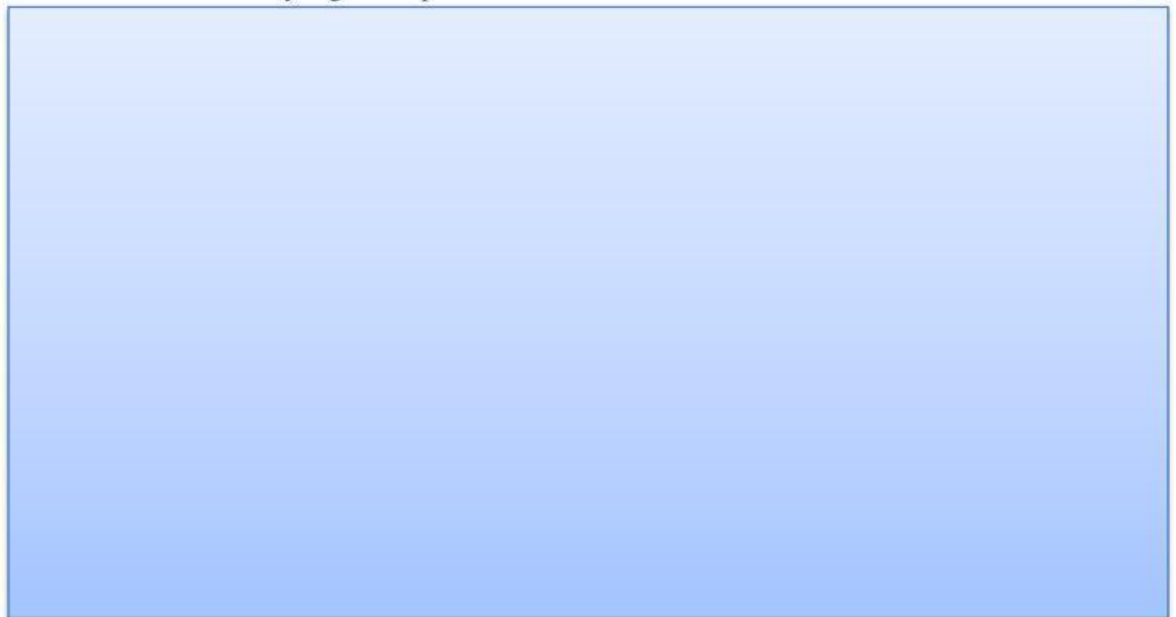


Sumber : https://youtu.be/BhsViOFFLKA?si=Q_Ff9mTlwB9aMw3H&t=13

Bacalah materi pada link berikut ini!

https://1drv.ms/p/c/8cbd596a841f8829/EWwwKjIDxgNAhgyibJKmuX8BcXpsLRbd0Np-l4_gvrX0JA?e=Deg5E3

- d. Tuliskanlah komponen utama dalam sistem kerja mesin kalor dan mesin pendingin berdasarkan video yang ditampilkan



D. Pengolahan Data

Identifikasi dan jelaskan proses-proses termodinamika yang berlaku pada siklus otto serta kaitannya dengan gambar 5.7! Uraikan kedalam kolom berikut ini!

Uraikan kedalam kolom berikut ini cara kerja pada mesin pendingin (AC) ! Identifikasi dan jelaskan proses-proses termodin). Identifikasi dan jelaskan proses-proses termodinamika yang berlaku pada skema amika yang berlaku pada skema di atas

E. Pembuktian

Berikut ini merupakan bunyi hukum II Termodinamika :

- Untuk mesin kalor : Tidak mungkin bagi sebuah mesin kalor yang bekerja menurut suatu siklus hanya menghasilkan efek berupa menyerap kalor dari suatu tandon dan melakukan sejumlah usaha yang ekuivalen.
- Untuk mesin pendingin : Suatu mesin pendingin tidak mungkin bekerja menurut suatu siklus dengan hanya memindahkan kalor dari benda dingin ke benda yang lebih panas

Cermatilah pernyataan pernyataan tersebut dan buktikan keterkaitannya dengan permasalahan 1 dan permasalahan 2 pada kolom berikut ini !

F. Kesimpulan

Pada bagian akhir pembelajaran ini, simpulkanlah hasil kegiatan yang telah Ananda lakukan !

EVALUASI

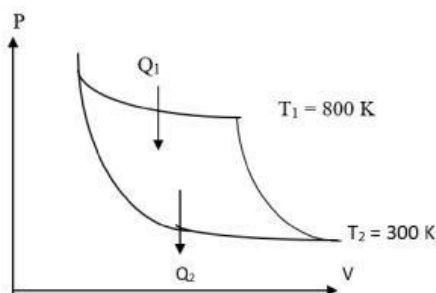
Untuk mengukur sejauh mana pemahaman Ananda dalam pembelajaran kali ini, mari lakukan evaluasi berikut!

Pilihlah jawaban yang paling benar diantara pilihan A, B, C, D dan E dibawah ini!

1. Apa yang dimaksud dengan mesin carnot
 - a. Mesin yang memiliki efisiensi 100%
 - b. Sebuah mesin yang bekerja pada siklus termodinamika ideal antara dua reservoir suhu tetap
 - c. Sebuah mesin yang bekerja dengan mengonversi energi termal menjadi energi listrik
 - d. Sebuah mesin yang tidak mungkin dibuat
 - e. Mengubah energi panas menjadi energi Listrik
2. Apa fungsi utama dari mesin kalor....
 - a. Mengubah energi listrik menjadi energi panas
 - b. Mengubah energi panas menjadi energi mekanik
 - c. Mengubah energi mekanik menjadi energi listrik
 - d. Mengubah energi panas menjadi energi listrik
 - e. Mengubah energi Listrik menjadi energi mekanik
3. Pada sistem penyejuk udara komponen yang berfungsi untuk merubah gas dalam tekanan dan suhu rendah menjadi gas dalam suhu dan tekanan yang tinggi ialah
 - a. Evaporator
 - b. Kondensor
 - c. Kompresor
 - d. Receiver dryer
 - e. Blower
4. Jika sebuah mesin menyerap panas sebesar 2000 J dari suatu reservoir suhu tinggi dan membuangnya sebesar 1200 J pada reservoir suhu rendah. Efisiensi mesin itu adalah...
 - a. 75%
 - b. 60%
 - c. 40%
 - d. 50%
 - e. 80%
5. Sebuah mesin pendingin memiliki koefisien kinerja mesin pendingin sebesar 8,0. Jika suhu ruang diluar mesin pendingin 28°C , berapa suhu terendah di dalam mesin pendingin yang akan tercapai.....
 - a. 267,5 K

- b. 270,2 K
- c. 274,3 K
- d. 257,6 K
- e. 260,8 K

6. Pada grafik P-V dibawah ini, $W = 600$ J. Berapakah banyaknya kalor yang dilepaskan mesin uap oleh setiap siklus



- a. 360 J
 - b. 365 J
 - c. 370 J
 - d. 375 J
 - e. 380 J
7. Suhu mesin carnot yang menggunakan reservoir suhu tinggi 800 K, mempunyai efisiensi sebesar 40%. Berapakah perubahan suhu reservoir itu
- a. 300 K
 - b. 320 K
 - c. 340 K
 - d. 360 K
 - e. 380 K
8. Sebuah mesin pendingin ideal membuang kalor sebesar 4500 J setiap siklus. Jika koefisien kinerja = 4,

tentukan usaha yang harus diberikan mesin...

- a. 500 J
- b. 600 J
- c. 700 J
- d. 800 J
- e. 900 J

9. Sebuah mesin pendingin menyerap kalor sebesar 2400 J per siklus dari ruang pendingin. Jika koefisien kinerja mesin adalah 1,6 maka tentukan kalor yang dibuang keluar oleh mesin pendingin.....

- a. 3000 J
- b. 3300 J
- c. 3600 J
- d. 3900 J
- e. 4200 J

10. Prinsip kerja mesin kalor adalah....

- a. Mengubah energi listrik menjadi energi panas
- b. Mengubah energi panas menjadi energi mekanik
- c. mengambil panas dari kalor yang mengalir dari reservoir bersuhu tinggi ke reservoir bersuhu rendah
- d. Mengubah energi mekanik menjadi energi listrik
- e. Mengubah energi mekanik menjadi energi panas