



E-MODUL FISIKA ETNO STEM KELAS XI SMA/MA



Suhu Dan Kalor Termodinamika





Kata Pengantar

Segala puji bagi Allah Ta'ala, atas segala nikmat, kasih sayang, ridho dan pertolongan-Nya dalam segala urusan, sehingga penyusunan E-Modul Etno-STEM Pembuatan Batik Jambi pada materi suhu Kalor dan Termodinamika dapat penulis selesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga dilimpahkan kepada Rasulullah SAW, yang telah membawa kita dari zaman jahiliah kepada zaman yang terang benderang dengan ditandai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti halnya di zaman sekarang.

Tujuan disusun E-Modul Fisika Etno-STEM Terintegrasi nilai-nilai keislaman pada materi Kalor dan Termodinamika Pembuatan Batik Jambi pada materi suhu Kalor dan Termodinamika ini adalah untuk memudahkan peserta didik dalam proses pembelajaran di dalam maupun di luar kelas serta meningkatkan berpikir kritis dan kreatif nya. Selain itu, peserta didik diharapkan mampu menguasai dan memahami pembelajaran secara mudah dengan petunjuk yang ada mengenai pembahasan materi Fisika ini.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Hj. Prima Aswirna, S.Si, M.Sc dan Bapak Allan Asrar, M.Si selaku pembimbing serta kepada bapak dan ibu validator yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyempurnaan pengembangan E-Modul ini. Akhir kata, semoga E-Modul ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat menambah khazanah keilmuan khususnya bagi peserta didik kelas XI SMA / MA.

Padang, Mei 2023
Penulis

Irwin Syah Putra



Daftar Isi

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	ii
Petunjuk Penggunaan.....	iv
Pendekatan Etno STEM.....	v
Sejarah Batik Jambi.....	vi
Alat Dan Bahan Dalam Membatik.....	ix
Peroses Pembuatan Batik.....	xii
Modul 1 : Suhu Dan Kalor	
Identitas Modul dan Kompetensi Inti.....	1
Kompetensi Dasar, Tujuan Pembelajaran, Deskripsi.....	2
Indikator.....	3
Peta	
Konsep.....	4
Integrasi Ayat Al-Qur'an.....	5
Apersepsi.....	6
A. Suhu.....	7
B. Kalor.....	20
Pratikum Sederhana.....	35
Rangkuman.....	37
Evaluasi.....	39



Modul 2 : Termodinamika

Identitas Modul dan Kompetensi Inti.....	41
Kompetensi Dasar, Tujuan Pembelajaran, Deskripsi.....	42
Indikator.....	43
Peta Konsep.....	44
Integrasi Ayat Al-Qur'an.....	45
Apersepsi.....	47
A. Hukum I Termodinamika.....	48
B. Hukum II Termodinamika.....	59
Pratikum Sederhana.....	70
Rangkuman.....	72
Evaluasi.....	73
Daftar Pustaka.....	75
Biodata Penulis.....	76



Petunjuk Penggunaan

PENDIDIK

1. Pendidik menerapkan pembelajaran dengan pendekatan Ethno-STEM
2. Pendidik mengintegrasikan materi dengan nilai-nilai keislaman
3. Pendidik membimbing peserta didik dalam mengerjakan soal evaluasi
4. Pendidik dapat mengarahkan peserta didiknya untuk mempelajari emodul secara mandiri dari rumah maupun jam-jam kosong di luar jam pelajaran fisika guna memperdalam pengetahuan dan pemahaman peserta didik.

PESERTA DIDIK

1. Bacalah dengan saksama kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang tertera dalam E-Modul ini!
2. Perhatikan dan pahami konsep yang terdapat dalam e-modul untuk membantu penguasaan materi dan mendukung pemahaman tentang materi!
3. Pahami dengan saksama integrasi konsep sains dan kearifan lokal yang tertera dalam e-modul ini!
4. Perhatikan dan pahami integrasi materi dan nilai-nilai keislaman yang ada dalam e-modul ini dengan baik!
5. Pahami dan kerjakanlah setiap poin-poin kerja yang ada dalam modul dengan teliti dan bertahap!
6. Kerjakan latihan dalam modul ini secara bertahap dan teliti! Kerjakanlah latihan dengan teliti dan disiplin, sesuai waktu yang telah diberikan guru!
7. Mintalah petunjuk pendidik jika Ananda mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan mengerjakan tugas pada modul ini!



Pendekatan Etno-STEM

Etno-STEM merupakan pendekatan pengajaran dan pembelajaran antara dua atau lebih dalam komponen STEM atau satu komponen STEM dengan disiplin ilmu lain yang diintegrasikan dengan kearifan lokal. E-modul Fisika Etno-STEM ini berisi tentang materi Suhu dan Kalor dan Termodinamika pada Proses Pembuatan Batik Tulis Jambi yang dirancang dengan Integrasi STEM. Melalui pembelajaran dengan pendekatan Etno-STEM, peserta didik diarahkan untuk menghubungkan antara unsur STEM pada proses pembuatan batik jambi dan melakukan rekonstruksi dari sains asli menjadi sains ilmiah menggunakan konsep materi

Keempat aspek STEM terintegrasi selama proses pembelajaran berlangsung setiap pelaksanaan langkah-langkah pembelajaran. sebagaimana Hannover (2011) menjelaskan setiap langkah dalam keempat aspek STEM adalah sebagai berikut

1. **Aspek Science**, adalah keterampilan menggunakan pengetahuan dan proses sains dalam memahami gejala alam dan memanipulasi gejala tersebut sehingga dapat dilaksanakan.
2. **Aspek Technology**, adalah keterampilan peserta didik dalam mengetahui bagaimana teknologi baru di kembangkan, keterampilan menggunakan teknologi dan bagaimana teknologi digunakan dalam mempermudah pekerjaan manusia.
3. **Aspek Engineering**, memiliki lima tahap fase dalam proses pembelajaran
4. **Aspek Mathematics**, adalah keterampilan yang digunakan untuk menganalisis, memberikan alasan, mengkomunikasikan ide secara efektif, menyelesaikan masalah dan menginterpretasikan solusi berdasarkan perhitungan dan data dengan matematis



Sejarah Batik Jambi



Gambar Pembuatan Batik Jambi

Membicarakan sejarah Batik Jambi, tidak dapat dilepaskan dari sejarah perkembangan batik di Indonesia. Menurut berbagai sumber, pertama kali batik masuk di keraton Jawa pada abad ke-5 Masehi melalui pengaruh Hindu. Sedangkan bukti dari beberapa artefak, disebutkan bahwa batik di Indonesia sudah berkembang sejak abad ke-7 Masehi, dengan ditemukannya ragam hias Kawung pada dinding Candi Syiwa Prambanan dan pahatan jubah patung-patung Jawa-Hindu dari abad ke-8 Masehi.

Bukti lain perkembangan batik di Nusantara adalah ditemukannya ragam hias lereng pada pakaian patung emas Dewa Durga di Candi Dieng, Gemuruh, Wonosobo dari abad ke-9 Masehi. Sedangkan pengaruh China muncul sejak abad ke-7 s.d. 9 Masehi melalui penggunaan ragam hias burung hong, bunga teratai, bunga seruni, kupu-kupu dan lain-lain. Sebuah naskah kuno bertahun 1275 Masehi yang ditemukan di Kediri (Jawa Timur) juga menyebutkan adanya pola gringsing.

Sedangkan untuk Jambi sendiri, catatan sejarah yang memberikan bukti masuknya batik di provinsi ini, sampai saat ini masih terus diteliti. Beberapa hipotesa berkembang bahwa budaya batik mulai dikenal di Jambi setelah ekspedisi Pamalayu, yaitu ekspansi Raja Singosari, Kertanegara, yang mengirimkan pasukannya pada tahun 1275 Masehi untuk membebaskan Kerajaan Melayu Jambi dari tangan Sriwijaya. Persahabatan antara kedua kerajaan pun berlanjut yang ditandai dengan pengiriman Arca Amoghapasa ke Dharmashraya (Ibukota Kerajaan Melayu Jambi yang baru) pada tahun 1286 Masehi.

Vi



Kedatangan pasukan Singosari di Kerajaan Melayu Jambi pada kedua kunjungan tersebut juga membawa dan memperkenalkan kebiasaan serta adat Singasari kepada masyarakat Melayu Jambi, selain itu banyak juga pasukan Singosari yang akhirnya menetap di Jambi, sehingga terjadi akulturasi budaya antara kedua kerajaan, termasuk budaya batik didalamnya.

kain batik pertama kali dibawa dan diperkenalkan ke Jambi oleh Haji Muhibat pada tahun 1875 Masehi, saat beliau bersama keluarganya pindah dari Jawa Tengah untuk menetap di Jambi. Pada masa itu, batik hanya dipakai oleh kaum bangsawan dan Raja Melayu Jambi sebagai pakaian adat dengan ragam hias yang sangat terbatas, mengambil ornamen ukiran pada rumah adat Jambi. Batik belum menjadi komoditas penting, namun seiring terbukanya hubungan dagang Jambi dengan negara lain, batik pun kemudian menjadi salah satu barang yang diperdagangkan secara internasional

Beberapa artikel mengenai perkembangan batik Jambi dapat ditelusuri dari penulis Belanda, yang pada bulan Januari 1928 bersama dengan Tuan Tassilo Adam menyebarluaskan berita mengenai batik Jambi dengan perantara Residen Jambi, Tuan Ezerman. Keberadaan batik Jambi juga didukung artikel dari Nyonya Van Bresteyn di Mingguan Week Blod tanggal 22 dan 31 Mei 1928, yang menyatakan bahwa ragam hias batik Jambi miliknya memang dibuat di Jambi.

Dalam artikel lainnya disebutkan bahwa "sehelai batik Jambi persembahan Tuan Adam kepada Koloni Institut, adalah sebuah selendang sangat indah yang tidak ada bandingnya dengan selendang sejenis lainnya." Hal tersebut memperkuat pendapat bahwa waktu itu kain batik hanya diperuntukkan bagi kaum elit atau golongan paling atas dalam strata sosial, yang didukung oleh sebuah tulisan bahwa hasil batik berwarna merah, ungu, kekuningan, dan biru menjadi milik keluarga Sultan dan kerabatnya. Namun seiring surutnya kekuasaan Sultan, permintaan kain batik merah semakin menurun dan usaha batik Jambi mati suri pada tahun 1920.



Menurut pendapat beberapa ahli batik dan kolektor, batik kuno Jambi banyak yang berasal dari Pulau Jawa, terutama batik pesisir seperti Cirebon, Pekalongan, dan Lasem. Hal tersebut terjadi karena hubungan perniagaan antar kedua pulau, para saudagar saat kembali ke Sumatera membawa dagangan batik yang ternyata sangat diminati masyarakat setempat. Kemudian terjadilah pemesanan kembali batik pesisir Jawa dengan ragam hias dan warna yang disesuaikan nuansa daerah masing-masing

Selama masa penjajahan Belanda dan Jepang, kemudian di awal kemerdekaan Republik Indonesia, kerajinan batik di Jambi sangat menurun atau dapat dikatakan hampir punah. Saat itu tinggal sedikit perajin tua yang tersisa, sedangkan sisa-sisa produksi batik yang ada disimpan oleh masyarakat di seberang Sungai Batanghari. Pasca kemerdekaan RI, perkembangan batik Jambi tidak mengembirakan, bahkan produksi batik di Jambi sempat terputus beberapa tahun. Industri batik Jambi mulai menggeliat pada tahun 1970-an diilhami penemuan beberapa lembar batik kuno yang dimiliki salah satu pengusaha wanita, yakni Ibu Ratu Mas Hadijah. Sejak saat itu Pemerintah Provinsi Jambi mendukung kembali pengembalian batik di provinsi tersebut.

Berikut ini Video sejarah batik jambi



Alat Dan Bahan Dalam Membatik



Kain Mori Putih



Wajan Membatik



Gawangan



Bak Pewarnaan



Drum Untuk pewarnaan

Kompur Dalam Membatik



Kompur Listrik



Kompur Minyak Tanah



Anglo

Alat Dan Bahan Dalam Membatik

Canting



Canting Elektrik



Canting Cecek



Canting Tembok



Canting Carat



Canting Isen



Cap Untuk Membatik

Lilin Untuk Membatik



Lilin Biron



Lilin Sutra



Lilin Tembok / Lilin Aspal

X



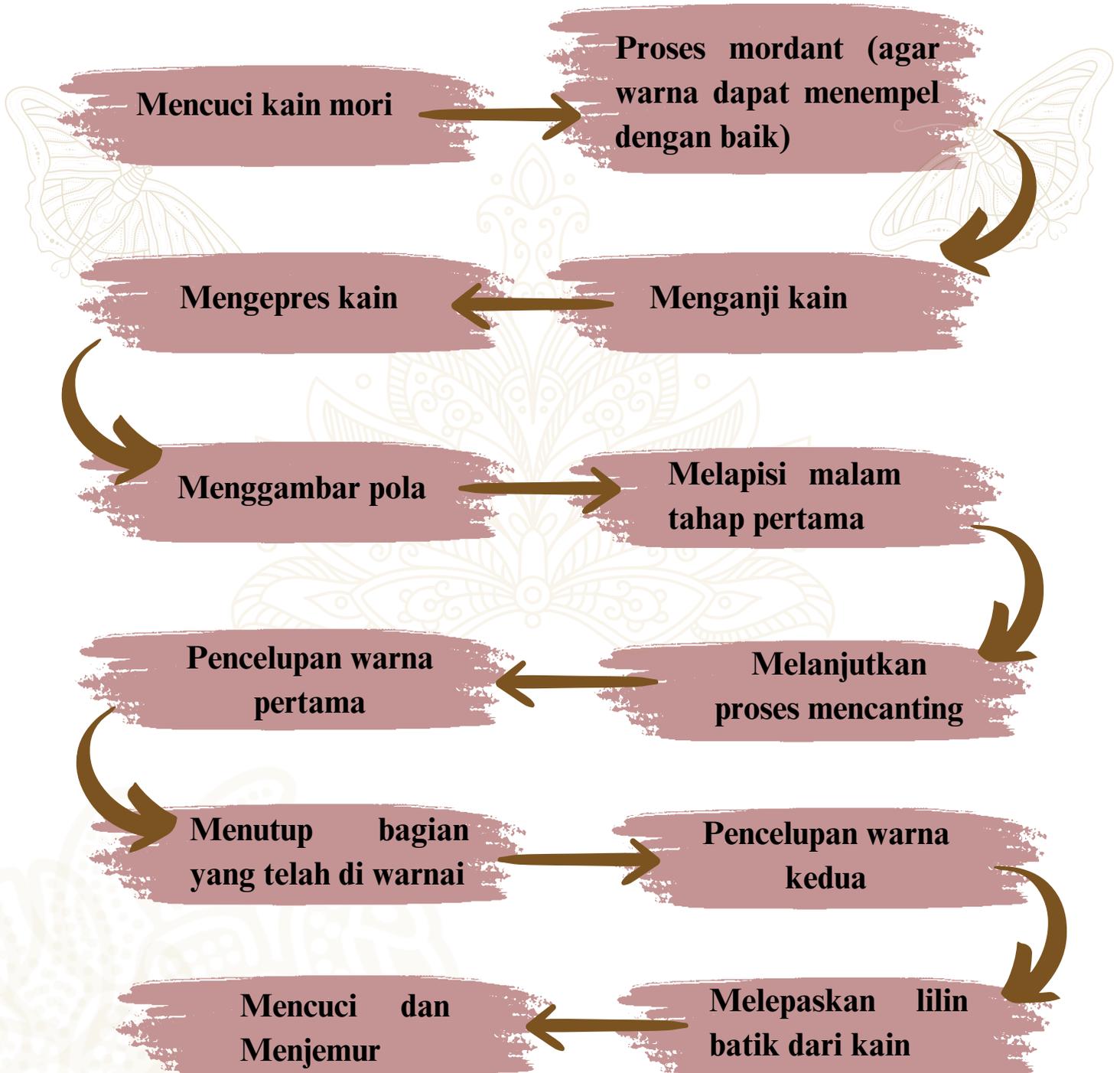
Alat Dan Bahan Dalam Membatik

Pewarna Yang di Gunakan Dalam pembuatan Batik Jambi

NO	Nama Tanaman	Sumber Zat Warna	Arah Warna
1	<u>Artocarpus integra (Nangka)</u>	<u>Kayu</u>	<u>Kuning</u>
2	<u>Bixa orellana (Bixa, somba)</u>	<u>Kulit Biji</u>	<u>Orange</u>
3	<u>Caesalpinia sappan LINN (Secang)</u>	<u>Kayu</u>	<u>Merah</u>
4	<u>Cudrania javanensis (Tegeran)</u>	<u>Kayu</u>	<u>Kuning</u>
5	<u>Peltophorum pterocarpum (Jambal)</u>	<u>Kulit Kayu</u>	<u>Coklat</u>
6	<u>Ceriop condoleana (Tingi)</u>	<u>Kulit Kayu</u>	<u>Coklat</u>
7	<u>Indigofera (nila, tom)</u>	<u>Daun</u>	<u>Biru</u>
8	<u>Curcuma sp (Kunyit)</u>	<u>Umbi</u>	<u>Kuning Kecoklatan</u>
9	<u>Mangifera incida (Mangga)</u>	<u>Daun</u>	<u>Hijau</u>
10	<u>Morinda citrifolia (Mengkudu)</u>	<u>Kulit Akar</u>	<u>Merah</u>
11	<u>Nyctanthes arbortrithis (Srigading)</u>	<u>Bunga</u>	<u>Kuning</u>
12	<u>Terminalia belerica (Jelawe)</u>	<u>Kulit Buah</u>	<u>Kuning</u>
13	<u>Xylocarpus granatum (Nyirih)</u>	<u>Kayu</u>	<u>Coklat</u>
14	<u>Calamus (Buah Rotan)</u>	<u>Buah</u>	<u>Merah</u>
15	<u>Kayu Bulian</u>	<u>Kayu</u>	
16	<u>Kayu Lempato</u>	<u>Kayu</u>	
17	<u>Kulit Kayu Mahoni</u>	<u>Kulit Kayu</u>	
18	<u>Kulit Buah Jelawa</u>	<u>Kulit Buah</u>	
19	<u>Kayu Secang / Sepang</u>	<u>Kayu</u>	<u>Merah</u>
20	<u>Kulit Kayu Tinggi</u>	<u>Kulit Kayu</u>	



Proses Pembuatan Batik



MODUL 1

SUHU DAN KALOR

A. Identitas E-Modul

Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas	: XI
Materi	: Suhu dan Kalor
Muatan Materi	: Berbasis STEM terintegrasi kearifan lokal pembuatan batik Jambi

B. Kompetensi Inti

KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianut.

KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI-4: Mengolah, menalar, dan mengkaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.



C. Kompetensi Dasar

3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari.

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari dan memahami modul peserta didik mampu :

1. Mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala yang lain
 2. Menganalisis panjang, luas, dan volume benda setelah dipanaskan
 3. Menganalisis perubahan suhu terhadap kalor dan wujud benda
 4. Menerapkan asas black secara kuantitatif
 5. Menjelaskan peristiwa perubahan wujud dan memberikan contoh dalam kehidupan sehari-hari
- Melakukan analisis kuantitatif tentang perubahan wujud
7. Membedakan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi
 8. Menentukan faktor-faktor yang berpengaruh pada peristiwa konduksi, konveksi, dan radiasi
 9. Memberikan contoh melalui peristiwa konduksi, konveksi, dan radiasi dalam kehidupan sehari-hari

E. Deskripsi

E-Modul fisika materi Suhu dan Kalor ini disusun dengan memuat contoh penerapan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan kearifan lokal yang terdapat pada proses pembuatan batik Jambi dan diterjemahkan menjadi sains ilmiah. Penerapan STEM dan kearifan lokal kemudian dikaitkan dengan materi Suhu dan Kalor. Peserta didik perlu melakukan beberapa kegiatan antara lain:

- a) Membaca dan menelaah materi yang diuraikan dalam e-modul ini.
- b) Mengerjakan tugas secara mandiri maupun kelompok.
- c) Mengerjakan tes formatif.



F. Indikator

- 3.5.1 : Mendeskripsikan pengertian suhu dan Kalor
- 3.5.2 : Membandingkan skala pengukuran termometer
- 3.5.3 : Menganalisis Pengaruh Perubahan Suhu Benda
- 3.5.4 : Menganalisis Kalor berbasis kearifan lokal
- 3.5.5 : Menganalisis Pengaruh Kalor Terhadap Perubahan Suhu Benda
- 3.5.6 : Menganalisis perpindahan kalor dengan cara konduksi, konveksi dan radiasi
- 3.5.7 : Memberikan contoh melalui peristiwa konduksi, konveksi dan radiasi.

Sekilas Info



Kain yang di gunakan dalam pembuatan batik jambi ada berbagai macam di antaranya yaitu ada Kain Sutra, Kain ATBS, Kain Daro kapas dan Kain Mori. Namun kain yang sering di pakai oleh pengerajin batik yaitu kain mori yang mana kain tersebut memiliki kualitas yang bagus dan terjangkau harga nya untuk di pasarkan

Peta Konsep





Integrasi Ayat Al-Qur'an

Konsep Suhu dan Kalor terdapat dalam Al-Qur'an Surah Al-Waqiah ayat 42-44

فِي سَمُومٍ وَحَمِيمٍ ٤٢ وَظِلٍّ مِنْ يَحْمُومٍ ٤٣ لَا بَارِدٍ وَلَا كَرِيمٍ ٤٤

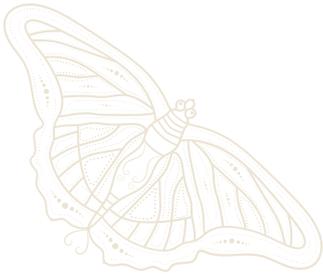
"*Dalam (siksaan) angin yang amat panas, dan air panas yang mendidih (42), dan dalam naungan asap yang hitam (43), dan dalam naungan asap yang hitam (44).*"

Ayat di atas berkaitan dengan pengaruh suhu yang berlebihan terhadap kehidupan manusia, angin panas yang di maksud berasal dari api neraka, sifat angin ini kering dan tidak mengandung air sama sekali sehingga akan sangat berbahaya jika mengenai tubuh manusia. begitu juga dengan air mendidih, karna suhu normal air pada tubuh manusia antara 10-25 C adapun asap hitam yang saking tebalnya sehingga sinar matahari tidak bisa menembus nya.

Dalam tafsir Jalalayn (Dalam angin yang amat panas) yaitu angin panas dari neraka, panas angin itu dapat menembus sampai ke pori-pori (dan air panas yang mendidih) yang panasnya tak terperikan (42). (Dan dalam naungan asap yang hitam) mereka diliputi oleh asap yang sangat hitam (43). (Tidak sejuk) tidak sebagaimana naungan yang biasanya (dan tidak menyenangkan) tidak baik pemandangannya (44).

Apersepsi

Apakah Kalian
pernah melihat ini ?



Gambar 1.1 Pristiwa suhu kalor dalam kasus nyata

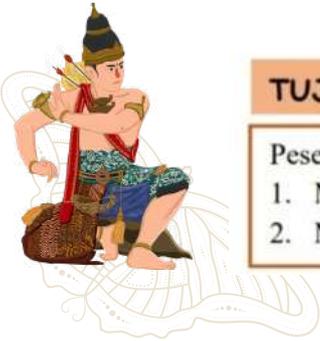
Pressure cooker adalah alat untuk memasak yang bekerja dengan tekanan tinggi sehingga air baru mendidih pada suhu di atas 100°C . Alat ini memiliki dinding dan tutup yang tebal. Memasak dengan pressure cooker banyak manfaatnya. Di samping praktis dan cepat matang, bahan makanan yang dimasak tidak banyak kehilangan gizinya karena uap air yang terbangun tidak terlalu banyak. Pembelajaran tentang kalor selalu berkaitan dengan suhu. Apakah itu suhu? Mari kita mempelajari suhu yang akan menuntun Anda pada pembelajaran kalor.

SUHU

TUJUAN

Peserta didik setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 1 diharapkan dapat:

1. Mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain.
2. Menganalisis panjang, luas, dan volume benda setelah mengalami pemuain.



A. Suhu

Pada bagian ini kita akan belajar mengenai suhu. Suhu merupakan derajat panas suatu benda. Mudah-mudahan, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. Menurut anda apakah terdapat keterkaitan antara suhu dengan proses membatik? -----(*elementary clarification*)

Berikut Video cuplikan proses pembuatan batik jambi membuat pola

Reflection



Setelah melihat video tersebut, tentunya anda mengetahui tahap pertama dari membuat batik tulis yaitu menggambar pola batik, dengan penjelasan yang sudah dipaparkan tersebut. Mari kita cari tahu mengenai keterkaitan antara menggambar pola batik dengan materi kita yaitu suhu

Dalam menggambar suatu pola, supaya didapatkan hasil yang optimal di perlukan penerangan tambahan yang berbeda dari ruangan biasa. Penerangan tersebut dapat di lakukan dengan menambahkan beberapa lampu di ruangan sehingga setiap detail pola akan terlihat semakin jelas. Tahukah anda, penambahan lampu di dalam ruangan akan menyebabkan suhu terus menerus semakin panas. Mengapa hal demikian bisa terjadi? Mari simak jawaban berikut ini.-----(*basic support*)

Menurut teori fisika: jika menggunakan penerangan dengan lampu yang terang akan membuat energi cahaya dan energi panas terlepas sehingga akan adanya terang dari pantulan cahaya dan adanya panas akibat kenaikan suhu. Semua foton pada akhirnya akan diserap oleh partikel tersebut. Jadi, suhu diruangan akan lebih panas dibandingkan diruangan biasa tanpa tambahan lampu.-----(*advanced clarification*)

Menurut teori dalam membuat batik: penambahan lampu dilakukan agar mendapat pola yang baik dan tidak salah dalam penempatan ornamen-ornamen pendukung dari motif utama

Apabila kita saksikan dengan seksama, motif batik yang sedang ditulis tersebut merupakan salah satu motif batik yang terkenal di Jambi. Ada yang sudah bisa menebak? Jawabannya adalah motif batik Angso Duo, durian pecah dan masih banyak lagi motif-motif dari batik jambi yang memiliki makna-makna tersendiri

*Creative Thinking
Fluency*

Perhatikan gambar di samping ini Berdasarkan gambar diatas tuliskan pertanyaan beserta jawaban Anda mengenai fenomena yang terjadi pada gambar tersebut.?



Suhu adalah suatu besaran untuk menyatakan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda. Suhu termasuk besaran pokok. Satuan suhu dalam SI adalah Kelvin (K).

---(*elementary clarification*)

1. Termometer

Termometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suhu. Ada bermacam-macam termometer mulai dari yang analog sampai yang digital, mulai dari yang menggunakan air raksa sampai yang menggunakan infra merah

2. Sifat Termometrik Zat

Pengukuran suhu didasarkan pada keadaan fisis zat (padat, cair, gas) yang mengalami perubahan jika suhunya berubah. Sensitivitas benda terhadap perubahan suhu dinamakan sifat termometrik zat. Perubahan termometrik zat, antara lain sebagai berikut.

- a. Perubahan Volume
- b. Perubahan Wujud
- c. Perubahan Daya Hantar Listrik
- d. Perubahan Warna

About Science !!!



Gambar 1,2 Pencantingan

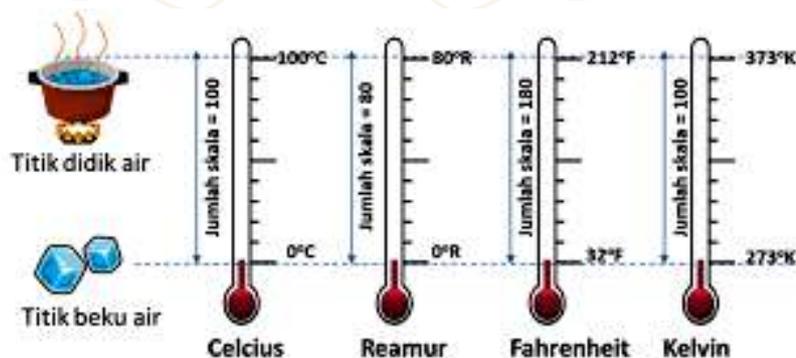
Gambar di atas merupakan proses (pencantingan) pada pembuatan batik Tulis Jambi, malam (lilin) dilelehkan dengan cara dipanaskan hingga mencair, kemudian canting dicelupkan pada cairan malam dan digoreskan pada kain, dalam proses ini terjadi perubahan wujud malam dari cair menjadi padat. Malam atau lilin dapat tersebut mencair dan membeku karena pengaruh suhu lingkungan.

3. Prinsip Kerja Termometer

Ketika suhu naik, volume zat cair dalam tabung termometer akan bertambah dan bergerak naik ke atas pipa kapiler. Jika kenaikan/perubahan suhu semakin besar maka ketinggian zat cair dalam tabung akan semakin bertambah. Skala yang terdapat dalam tabung kaca dapat menunjukkan pertambahan suhu tersebut. Sebelum digunakan, termometer harus dikalibrasi terlebih dahulu. Penentuan kalibrasi adalah dengan menganggap suhu es yang sedang mencair pada tekanan 1 atm sebagai titik bawah dan suhu air yang sedang mendidih pada tekanan 1 atm sebagai titik atas

4. Skala Termometer

Setiap termometer memiliki **titik tetap atas** dan **titik tetap bawah**. Titik tetap atas merupakan suhu titik didih air pada tekanan udara 1 atmosfer (atm), sedangkan titik tetap bawah merupakan suhu titik lebur es pada tekanan udara 1 atmosfer (atm). Umumnya terdapat empat skala termometer yang biasa digunakan, yaitu **Celcius**, **Reamur**, **Fahrenheit**, dan **Kelvin**. Skala Celcius dan Fahrenheit banyak kita temukan di kehidupan sehari-hari. Adapun skala suhu yang ditetapkan sebagai Satuan Internasional yaitu **Kelvin**



Gambar 1,3 Skala Termometer

Konversi Skala

$$C : R : (F - 32) : (K - 273) = 100 : 80 : 180 : 100 = 5 : 4 : 9 : 5 \dots\dots\dots (1.1)$$

Contoh Soal

1. Berapakah suhu ruangan saat menggambar pola batik, dari video yang telah di tampilkan, jika di konversi ke dalam skala reamur, fahrenheit dan kelvin? (Suhu ruangan 25°C)

Penyelesaian:

Diketahui : Suhu ruangan 25°C

Ditanya : Konversi dalam skala

a. °R?

b. °F?

c. K?

Jawab :

Mengingat kembali Skala C : skala R : skala F : skala K = 5 : 4 : 9 : 5

$$\begin{aligned} \text{a. Suhu dalam } ^\circ\text{R} \\ &= \frac{4}{5} \times T \text{ } ^\circ\text{C} \\ &= \frac{4}{5} \times 25 \\ &= 20^\circ\text{R} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Suhu dalam } ^\circ\text{F} \\ &= \left(\frac{9}{5} \times T^\circ\text{C}\right) + 32 \\ &= \left(\frac{9}{5} \times 25\right) + 32 \\ &= (9 \times 5) + 32 \\ &= 77^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Suhu dalam K} \\ &= T^\circ\text{C} + 273 \\ &= 25 + 273 \\ &= 298\text{K} \end{aligned}$$

Jadi, suhu masing-masing adalah = 20°R, 77°F, dan 298K

Hubungan suhu dan skala pada termometer secara unium atau yang tidak diketahui jenisnya dihitung dengan persamaan berikut:

Berikut Video cuplikan proses pembuatan batik jambi penjekasan alat dan bahan dalam membatik



Membatik tentunya harus dengan menggunakan lilin yang sudah mencair. Alat yang digunakan untuk mencairkan lilin berupa kompor listrik yang di atasnya telah diberi wadah berupa wajan khusus membatik. Tetapi tahukah anda, kira-kira berapa suhu yang harus digunakan supaya lilin tersebut dapat mencair?-----(*basic support*)

***Creative Thinking
Flexibility***

Sari diminta untuk membuatkan kopi panas oleh ayahnya. kemudian saat sari menuangkan air panas kedalam gelas kaca kemudian sari menambahkan 2 sendok besi ke dalam gelas kaca tersebut. Analisalah mengapa sari harus menambahkan 2 sendok besi kedalam gelas kaca tersebut ? dan apa yang terjadi apabila sari tidak menambahkan sendok besi kedalam gelas kaca tersebut ? Berikan analisisamu!

Saat ini penggunaan kompor listrik menjadi salah satu alternatif, karena memiliki banyak kelebihan salah satunya hemat energi. Kompor listrik telah dilengkapi dengan fitur yang canggih dalam mendeteksi lilin yang akan digunakan dengan menggunakan sensor



Gambar 1. 4 Kompor Listrik

Untuk mengetahui suhu yang di gunakan agar llin tersebut dapat mencair, yaitu dengan menekan tombol yang tersedia dan lampu indikator akan menyala sesuai dengan tombol yang sudah ditekan. Jenis indikator tersebut terdiri dari 3 tombol antara lain:

1. Tembakan: jika indikator berwarna merah suhu yang ada berkisar antara $75- 80^{\circ}\text{C}$ dengan kategori suhu tinggi, biasanya digunakan untuk memblok (menutup kain dalam ukuran yang besar)
2. Klowong: jika indikator berwarna kuning suhu yang ada berkisar antara $60- 75^{\circ}\text{C}$ dengan kategori suhu sedang, biasanya digunakan untuk membatik pada garis atau motif batik yang tipis⁴
3. Parafin: jika indikator berwarna hijau suhu yang ada berkisar antara $50-60^{\circ}\text{C}$ dengan kategori suhu rendah, biasanya digunakan untuk membatik pada motif batik tertentu.----- (*advanced clarification*)

Jadi, suhu yang digunakan untuk mencairkan lilin berkisar antara $50-80^{\circ}\text{C}$ sesuai dengan kebutuhan.----- (*inference*)

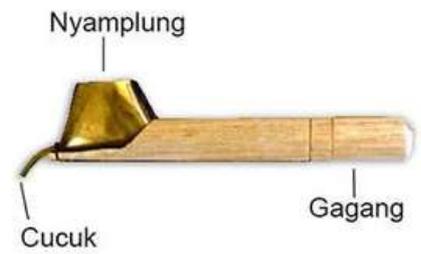
Sekilas Info



Dimasyarakat jambi penggunaa batik jambi tidak hanya sebagai bahan dasar pembuatan pakaian saja tapi juga di gunakan sebagai tengkuluk yaitu kain penutup kepala kaum perempuan khas dari daerah jambi yang di kenakan secara tradisional.



Masih berhubungan dengan membatik, tentunya proses membatik memerlukan sebuah alat utama seperti pada gambar diatas, yang diberi nama canting. Canting merupakan alat yang dipakai untuk memindahkan atau mengambil cairan yang khas digunakan untuk membuat batik tulis canting terdiri dari 3 bagian yaitu:



Gambar 1.5 Canting

1. Cucuk = Cucuk terletak pada bagian paling depan dan berbentuk seperti pipa melengkung. Fungsinya untuk jalan keluarnya cairan malam.
2. Nyamplung = Tempat tampungan cairan malam, terbuat dari tembaga.
3. Gagang = Pegangan canting, umumnya terbuat dari bambu atau kayu

Pada canting, terdapat bagian yang diberi nama nyamplung dan terbuat dari tembaga. Lalu mengapa tembaga dapat dipilih sebagai bahan utama untuk membuat nyamplung? Dan apa hubungannya dengan suhu? Simak jawaban nya berikut ini:----- *(basic support)*

Menurut teori fisika: atom tembaga terbungkus rapat bersama dengan elektron bebas hal ini menyebabkan tembaga menjadi konduktor panas dan penghantar listrik yang baik diantara logam komersil yang lainnya. Tidak hanya itu tembaga juga memiliki sifat tahan karat dan tahan oleh suhu tinggi. ---- *(advanced clarification)*

Maka, penggunaan tembaga untuk canting dirasa cocok digunakan sehingga lilin yang ada didalam nyamplung tetap mencair dan tidak mudah membeku kembali. ---- *(inference)*

Menurut teori dalam membatik: hal ini digunakan agar dapat menahan panas lilin sehingga ketika keluar dari wajan tidak langsung dingin dan membuat cucuk canting akan buntu

B. PEMUAIAN ZAT

Pembuatan batik Jambi tidak terlepas dari proses memanaskan malam (lilin) dan air, seperti pada proses ngekreng, mbironi, dan nglorod. Biasanya pembatik menggunakan wajan untuk mewadahi malam (lilin) dan panci atau tangki untuk mewadahi air. Ketika wadah tersebut dipanaskan di atas tungku api, wadah dapat mengalami pertambahan ukuran karena kenaikan suhunya.



Gambar 1.6 Ngelorod (perebusan)

Ekspansi termal atau pemuaian merupakan pertambahan ukuran pada suatu zat (padat, cair ataupun gas) karena kenaikan suhu zat tersebut. Benda yang dipanaskan menyebabkan atom-atom pada benda mengalami pertambahan jarak yang berlainan arah gaya tarik antar atom, sehingga ukuran benda menjadi bertambah (memuai).

Setiap benda atau zat, baik itu zat padat, zat cair, ataupun gas akan memuai (mengalami pertambahan panjang, luas, atau volume) ketika dipanaskan, dan sebaliknya, ketika benda atau zat tersebut didinginkan akan menyusut (mengalami pengurangan panjang, luas, atau volume).

1. Pemuaian Zat Cair

Setiap zat umumnya memuai jika dipanaskan, kecuali air jika dipanaskan dari $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ akan menyusut. Sifat keanehan air seperti itu disebut anomali air. Jika air berada pada suhu yang rendah atau dingin, volumenya akan mengembang atau memuai. Pemuaian zat cair secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

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

..... (1.1)

Keterangan:

- V_t = volume zat cair setelah dipanaskan (m^3)
- V_0 = volume zat cair mula-mula (m^3)
- γ = koefisien muai volume zat cair ($1/^\circ C$ atau $1/K$)
- ΔT = perubahan suhu zat cair ($^\circ C$ atau K)

2. Pemuaian Zat Padat

Pemuaian zat umumnya terjadi ke segala arah, ke arah panjang, ke arah lebar atau ke arah tinggi. Terdapat 3 jenis pemuaian pada jenis zat, diantaranya:

a. Pemuaian Panjang

Pemuaian panjang disebut juga dengan pemuaian linier. Pemuaian panjang zat padat berlaku jika zat padat itu hanya dipandang sebagai satu dimensi (berbentuk garis). Pemuaian panjang secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$L_t = L_0(1 + \alpha\Delta T) \text{ dengan } \alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T} \dots (2.1)$$

Keterangan:

- L_t = panjang benda setelah dipanaskan (m)
- L_0 = panjang benda mula-mula (m)
- α = koefisien muai panjang/linear ($1/^\circ C$ atau $1/K$)
- ΔT = perubahan suhu benda ($^\circ C$ atau K)
- ΔL = perubahan panjang benda (m)

About Technology !!!



Gambar 1.7 Canting

Dalam pembuatan batik jambi ada proses pencantingan yaitu menggosokkan malam atau yang sering di sebut dengan lilin pada kain batik. yang mana di butuhkan alat yaitu kompor yang digunakan untuk mencairkan lilin dalam membatik. kompor dalam membatik ini dulu nya terbuat dari tanah liat atau yang sering di sebut (anglo) kemudian berganti ke kompor minyak tanah dan pada saat ini di gunakan lah kompor listrik. kompor listrik ini lebih efektif digunakan karna banyak kelebihan nya sebab kompor ini sudah di lengkapi berbagai fitur yang mempermudah pada proses pembatikan.

Setiap benda atau zat padat memiliki kemampuan memuai panjang yang nilainya berbeda-beda yang disebut dengan koefisien muai panjang. Berikut ini merupakan tabel koefisien muai panjang pada beberapa benda:

Jenis Benda	Koefisien Muai Panjang (1/K)
Kaca	9×10^{-6}
Baja/besi	11×10^{-6}
Aluminium	26×10^{-6}
Pirex (<i>pyrex</i>)	23×10^{-6}
Platina	9×10^{-6}
Tembaga	17×10^{-6}

b. Pemuaiian Luas

Pemuaiian luas berlaku apabila zat padat yang mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanaskan sehingga panjang maupun lebarnya mengalami pertambahan ukuran, atau dengan kata lain luas zat padat tersebut mengalami pemuaiian. Pemuaiian luas secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$A_t = A_0(1 + \beta \Delta T) \text{ dengan } \beta = 2\alpha \text{ (2.2)}$$

Keterangan:

A_t = luas benda setelah dipanaskan (m^2)

A_0 = luas benda mula-mula (m^2)

β = koefisien muai luas ($1/^\circ C$ atau $1/K$)

ΔT = perubahan suhu benda ($^\circ C$ atau K)

c. Pemuaiian Volume

Pemuaiian volume berlaku apabila zat padat yang mempunyai bentuk ruang setelah dipanaskan sehingga mengalami pertambahan panjang, lebar, dan tinggi. Pemuaiian volume secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$V_t = V_0(1 + \gamma \Delta T) \text{ dengan } \gamma = 3\alpha \text{ (2.3)}$$

Keterangan:

V_t = volume benda setelah dipanaskan (m^3)

V_0 = volume benda mula-mula (m^3)

γ = koefisien muai luas ($1/^\circ C$ atau $1/K$)

ΔT = perubahan suhu benda ($^\circ C$ atau K)

3. Pemuai Zat Gas

Pemuai zat gas sama halnya dengan pemuai zat cair. Pemuai volume secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$V_t = V_0(1 + \gamma \Delta T) \text{ dengan } \gamma = \frac{1}{273} \Delta T \text{ (2.4)}$$

Keterangan:

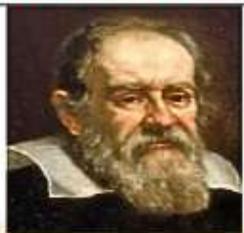
V_t = volume gas setelah dipanaskan (m^3)

V_0 = volume gas mula-mula (m^3)

γ = koefisien muai volume gas ($1/^\circ C$ atau $1/K$)

ΔT = perubahan suhu gas ($^\circ C$ atau K)

~"FIESTA"~
FISIKAWAN KITA



Galileo Galilei adalah seorang fisikawan, Italia. Meskipun ia tidak menciptakan Termometer Galileo, tetapi dinamai tersebut untuk menghormati idenya. Termometer Galileo terdiri dari sebuah silinder kaca tertutup berisi cairan bening dan serangkaian bola kaca dengan berat yang berbeda. Karena perubahan suhu, bola kaca naik dan turun. Suhu dibaca dari ukiran piringan logam digantung pada bola kaca.

1. Sebuah batang kuningan memiliki panjang mula-mula 0,5 m pada suhu 15 °C. Berapa panjang batang kuningan itu pada suhu 165 °C jika koefisien muai panjangnya 0,000019/°C?

Diketahui: $L_0 = 0,5 \text{ m}$

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_2 = 165 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Delta T = T_2 - T_1 = 165 \text{ }^\circ\text{C} - 15 \text{ }^\circ\text{C} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0,000019/^\circ\text{C}$$

Ditanya: $L_t = ?$

Jawab: $L_t = L_0(1 + \alpha\Delta T)$

$$L_t = 0,5(1 + 0,000019 \times 150)$$

$$L_t = 0,5014 \text{ m} = 50,14 \text{ cm.}$$

2. Sebuah tangki berbahan aluminium digunakan untuk proses *nglorod* pada pembuatan batik Bakaran, tangki tersebut dapat memuat 42 liter pada suhu 30 °C. Koefisien muai panjang logam adalah 0,000015/°C. Berapakah volume tangki tersebut pada suhu 100 °C?

Diketahui: $V_0 = 42 \text{ l}$

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Delta T = T_2 - T_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0,000026/^\circ\text{C} \rightarrow \gamma = 3\alpha = 3 \times (26 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}) = 78 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$$

Ditanya: $V_t = ?$

Jawab: $V_t = V_0(1 + \gamma\Delta T)$

$$V_t = 42(1 + 78 \times 10^{-6} \times 70)$$

$$V_t = 42(1,00546)$$

$$V_t = 42,22 \text{ l.}$$



KALOR

A. KALOR

Sebelum mempelajari tentang pengertian kalor, mari kita ketahui proses dalam membuat batik yang satu ini.

Berikut Video cuplikan proses pembuatan batik jambi pada pencantingan



Setelah mengamati video tersebut, jika anda perhatikan kira-kira hal apa yang akan terjadi jika batang logam tersebut dipanaskan di atas kompor? Apakah ada kaitannya dengan materi kali ini? Jawabannya adalah sebagai berikut----(*basic support*)

Hal yang terjadi adalah perpindahan energi panas dari kompor ke batang logam secara berurutan. Pertama, kompor listrik menghantarkan panas ke batang logam sehingga batang logam menjadi panas. Kedua, panas dari batang logam dihantarkan ke kain yang terkena lilin, sehingga lilin bisa meleleh kembali. Peristiwa itu menunjukkan bahwa panas dapat berpindah dari satu benda ke benda lain.---(*advanced clarification*)

Perpindahan panas dari suatu benda ke benda lain terjadi apabila terdapat perbedaan suhu di antara kedua benda. Panas mengalir atau berpindah dari benda yang suhunya tinggi ke benda yang suhunya rendah. Proses ini berlangsung secara terus menerus sampai suhu kedua benda menjadi seimbang. --

(inference)

Kalor merupakan suatu bentuk energi yang berpindah-pindah dari suatu zat ke zat lain akibat perbedaan temperatur. Apabila benda menerima kalor, ada dua kemungkinan yang akan terjadi, yaitu suhu benda naik atau wujud benda berubah. Sebaliknya, apabila benda melepas kalor, juga ada dua kemungkinan, yaitu suhu benda turun atau wujud benda berubah. Kasus tersebut menyebabkan kalor dapat mengubah suhu benda atau mengubah wujud benda.---

(elementary clarification).

Q Ayo Coba Cari Info! ×

Kenapa Mencanting dalam membatik dilakukan dari arah kiri ke kanan dan dari bawah ke atas?--*(advanced clarification)*

About Engineering !!!



Gambar 1.8 Proses Pencantingan

Teknik pembuatan batik Jambi masih menggunakan cara tradisional yaitu menggunakan canting. Teknik mencanting atau ngengkreng dilakukan dengan cara memanaskan malam atau yang sering disebut dengan (lilin) di atas wajan hingga mencair sempurna. Suhu maksimal pada malam sekitar 80 °C. Setelah itu, canting dicelupkan ke dalam wajan. Saat mencanting, posisi canting harus menyudut 30° dari permukaan kain agar malam tidak meluber. Mencanting sebaiknya dilakukan dari arah kiri ke kanan dan dari bawah ke atas. Adapun serangkaian proses dalam pembuatan batik Jambi yaitu molani, ngengkreng, isen-isen, nembok, medhel, ngerok, mbironi, ngoya, dan nglorod.



Satuan untuk menyatakan kalor, yaitu kalori (kal), joule (J) dan kilo kalori (kkal). Kalori adalah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1°C. Alat untuk mengukur kalor disebut kalorimeter. Besar kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu benda dapat dihitung dengan persamaan berikut:----(*elementary clarification*).

$$Q = m c \Delta T \dots\dots (1.1)$$

Keterangan:

- Q = energi kalor (J)
- c = kalor jenis (J/kg °C)
- m = massa (kg)
- ΔT = perubahan suhu (°C).

Besar kalor yang diperlukan saat terjadi perubahan wujud zat adalah sebagai berikut:

$$Q = m L \dots\dots (1.2)$$

dimana:

- Q = kalor yang diperlukan/dilepas untuk berubah wujud (J)
- m = massa zat yang berubah wujud (kg)
- L = kalor lebur/kalor beku (J/kg)

Jumlah energi kalor yang diperlukan untuk mengubah 1 kg zat dari wujud cair menjadi gas pada titik didihnya disebut kalor didih atau kalor uap. Secara sistematis ditulis dengan :

$$Q = m U \dots\dots (1.3)$$

Keterangan :

- Q = energi kalor yang diperlukan (J)
- m = massa zat (kg)
- U = kalor didih atau kalor uap (J/kg)

Berikut Video cuplikan proses pembuatan batik jambi pada proses Pewarnaan



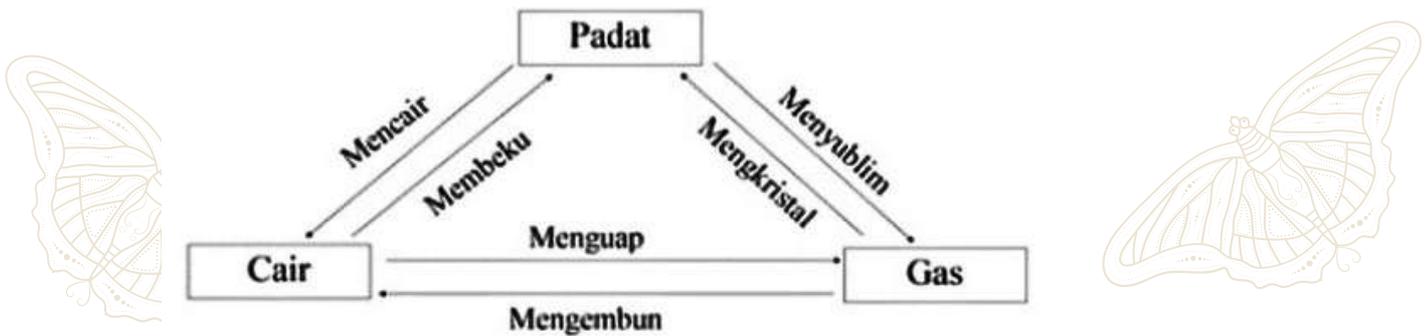
Jika anda memperhatikan video tersebut sampai selesai. Tentunya anda akan mengetahui pertanyaan yang ada pada bagian akhir video. Dari pertanyaan yang ada di video tersebut, mengapa batik yang telah diwarnai tidak bisa dikeringkan dengan matahari secara langsung? dan apakah batik tersebut dapat kering walaupun hanya diruangan? Bagaimanakah prosesnya? Jawaban nya adalah sebagai berikut:

Menurut teori dalam sains : campuran air dan pewarna yang berada pada kain tersebut akan mengalami penguapan. Definisi dari penguapan itu sendiri adalah kejadian dimana molekul air pada permukaan terlepas. Saat terjadi penguapan zat memerlukan kalor. Cepat lambatnya proses penguapan dapat dibantu dengan salah satunya yaitu meniupkan udara di atas kain tersebut, atau dalam video tersebut dibantu oleh kipas angin. Adanya angin membawa molekul-molekul air keluar dari kain sehingga kain cepat kering

Menurut teori dalam membatik: tidak dikeringkan secara langsung saat proses mewarnai, agar warna kain tidak rusak dan pudar sebelum proses penguncian warna, maka dari itu dibantulah dengan media berupa kipas angin

1. Perubahan Wujud Zat

Wujud zat dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu padat, cair, dan gas. Masing-masing zat dapat mengalami perubahan wujud seperti pada skema berikut:



- a) Mencair, menguap, menyublim = menyerap kalor
 b) Membeku, mengembun, mengkristal = melepas kalor

Mari kita hubungkan antara perubahan zat dengan proses dalam membuat batu tulis:

a. Padat-Cair (Mencair)

Proses ini ada pada saat mencairkan lilin dengan menggunakan kompor listrik. Peristiwa ini memerlukan energi panas.

b. Cair-Padat (Membeku)

Proses ini setelah menorehkan lilin di kain dan juga lilin yang lama tidak dipanaskan sehabis terpakai akan mengalami proses membeku. Peristiwa ini zat melepaskan energi panas.

c. Cair-Gas (Menguap)

Proses ini terjadi pada saat mewarnai batik dengan pewarna dan setelah itu di biarkan di ruangan. Molekul air akan terlepas dengan udara sehingga kain akan cepat kering.

Proses merebus air untuk mencuci kain batik juga termasuk ke dalam proses menguap karena sewaktu mendidih tampak uap air keluar dari dalam panci. Uap air panas yang keluar tersebut berada di udara, hanya saja kita tidak mampu melihat titik-titik uap yang berda di udara tersebut.

d. Gas-Cair (Mengembun)

Proses mengembun terjadi pada saat mendidihkan air supaya lebih cepat, panci ditutup terlebih dahulu. Ketika sudah mendidih terdapat banyak titik-titik air dibalik tutup panci. Hal ini disebut dengan mengembun.

e. Padat-Gas (Menyublim)

Dalam peristiwa ini zat memerlukan energi yang panas. Sayangnya dalam proses membatik tidak ada peristiwa menyublim.

f. Gas-Padat (Mengkristal)

Dalam peristiwa ini zat melepaskan energi panas dan dalam proses membatik tidak adanya perubahan wujud mengkristal.

~"FIESTA"~
FISIKAWAN KITA



Joseph Black seorang ahli fisika kebangsaan Skotlandia. Ia adalah orang pertama yang menyatakan prinsip Asas Black di tahun 1760, yaitu prinsip perbedaan antara suhu dan kalor. Bunyi asas Black: "pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya rendah".

2. Asas Black

Apabila dua zat A dan zat B yang pada awalnya memiliki temperatur masing-masing dan dicampurkan secara baik sehingga pertukaran kalor terjadi secara sempurna maka akan terjadi pertukaran kalor secara terus-menerus sampai kedua zat mencapai keseimbangan termal yang di tanda temperatur keduanya menjadi sama besar. Dalam kasus ini kita anggap tidak ada kalor lain yang masuk atau keluar dari sistem. Hubungan ini dirumuskan oleh Black

$$\begin{aligned}
 Q_{lepas} &= Q_{diterima} \\
 m_1 c_1 \Delta T_1 &= m_2 c_2 \Delta T_2 \\
 m_1 c_1 (T_1 - T_c) &= m_2 c_2 (T_c - T_2)
 \end{aligned}
 \dots\dots (2.1)$$

Keterangan

- Q_{lepas} = jumlah kalor yang dilepaskan oleh zat (J)
- $Q_{diterima}$ = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)
- m_1 = massa zat yang bersuhu tinggi (kg)
- m_2 = massa zat yang bersuhu rendah (kg)
- c_1 = kalor jenis zat yang bersuhu tinggi ($\text{Jkg}^{-1}\text{°C}^{-1}$)
- c_2 = kalor jenis zat yang bersuhu rendah ($\text{Jkg}^{-1}\text{°C}^{-1}$)
- ΔT_1 = perubahan suhu pada zat bersuhu tinggi (°C atau K)
- ΔT_2 = perubahan suhu pada zat bersuhu rendah (°C atau K)
- T_1 = suhu tinggi pada zat (°C atau K)
- T_2 = suhu rendah pada zat (°C atau K)
- T_c = suhu campuran pada zat (°C atau K)

Dalam proses tersebut tentunya terdapat kaitan antar fiksasi warna dengan azas black. Mari kita cari tahu jawabannya!



Perlu anda ketahui, dalam melakukan proses fiksasi warna, sebelum akhirnya menjadi seperti yang di video. Hal yang dilakukan pertama kali adalah melakukan pelarutan bahan waterglass dan sedikit soda dengan air panas sebelum akhirnya ditambahkan air dingin/air biasa untuk memperbanyak jumlahnya. Ketika pencampuran telah terjadi, bahan untuk fiksasi tersebut akan ditutup sebentar untuk mendapatkan hasil fiksasi yang bagus.

Menurut teori fisika: dalam proses pencampuran antara air panas dan air dingin tersebut tentunya akan terjadi proses asas Black Mengapa demikian? Karena air panas tersebut memberi kalor pada air yang dingin sehingga suhu akhirnya sama. Jumlah kalor yang diserap air dingin sama dengan jumlah kalor yang dilepas oleh air panas. Oleh karena itu, pada percampuran dia zat tersebut menyebabkan banyak nya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah sehingga akan menghasilkan kesetimbangan termal.

Contoh Soal

Seorang pembatik memanaskan air sebanyak 3 kg bersuhu 10 °C dipanaskan hingga suhunya 35 °C pada proses medhel pembuatan batik Bakaran. Berapakah kalor yang diserap air tersebut?

Diketahui: $m = 3 \text{ kg}$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 35 - 10 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 4.186 \text{ Jkg}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$



Ditanyakan: $Q = \dots ?$

Jawab: $Q = mc\Delta T$

$$Q = 3 \times 4186 \times 25$$

$$Q = 313.950 \text{ J.}$$

Air bermassa 200 g bersuhu 30°C dicampur air mendidih bermassa 100 gram bersuhu 90°C . (Kalor jenis air = $1 \text{ kal.g}^{-1}\text{C}^{-1}$). Suhu air campuran pada saat keseimbangan termal adalah...

Diketahui: $m_1 = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$

$$T_1 = 30^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$c_1 = c_2 = 1 \text{ kal.g}^{-1}\text{C}^{-1}$$

Ditanya: $T_c \dots ?$

Jawab: $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$

$$m_1 c_1 \Delta T = m_2 c_2 \Delta T$$

$$0,1 \times 1 (T_1 - T_c) = 0,2 \times 1 (T_c - T_2)$$

$$0,1(90 - T_c) = 0,2(T_c - 30)$$

$$45 - 0,5T_c = T_c - 30$$

$$75 = 1,5T_c$$

$$T_c = \frac{75}{1,5}$$

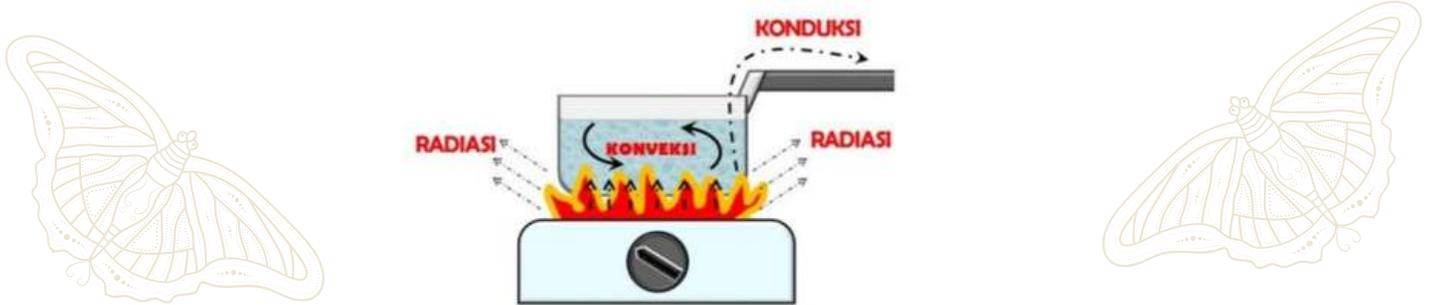
$$T_c = 50^\circ\text{C}.$$

Creative Thinking
Originality

Ari sedang membantu ibu nya membuat batik jambi pada saat ari melapisi lilin atau yang sering disebut malam pada kain batik. ari memperhatikan canting yang di gunakan untuk mengambil lilin dalam wajan terbuat dari tembaga. berdasarkan materi suhu bantulah ari mencari tahu mengapa canting yang di gunakan dalam membatik terbuat dari tembaga? dan apa hubungan nya dengan materi suhu?

B. PERPINDAHAN KALOR

Perpindahan kalor (panas) dapat di bagi menjadi tiga jenis berdasarkan medium perantaranya, Tiga jenis perpindahan kalor tersebut adalah konduksi, konveksi, dan radiasi.



Gambar 1.9 Tiga Jenis Perpindahan Kalor

Gambar di atas dapat menjelaskan 3 jenis perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi secara sekaligus. Rambatan kalor api dari kompor ke panci adalah proses radiasi, kemudian air yang panas di bagian bawah panci akan bergerak ke atas bertukar posisi dengan air dingin bagian atas menghasilkan transfer kalor melalui konveksi, dan panas yang terdapat di pemegang panci yang terbuat dari logam dapat dihantarkan ke tangan melalui proses konduksi

Berikut Video cuplikan proses pembuatan batik jambi pada proses ngelorod dan penjemuran



Mari Kita cari tahu hubungan antara tahap perebusan dan penjemuran batik jambi dengan perpindahan kalor

1. Perpindahan Kalor Konduksi

Konduksi adalah perpindahan kalor melalui suatu zat perantara tanpa disertai perpindahan partikel-partikel zat tersebut secara permanen.-

--(*elementary clarification*)



Gambar 1. 11 Proses Ngelorod

Proses diatas adalah proses ketika batik direbus (ngelorod) agar sisa dari lilin dan minyak yang ada pada kain bisa larut dalam larutan. Proses ini memerlukan batang logam untuk mengangkat batik karena air bersuhu tinggi atau panas. Saat mengangkat lama-lama ujung tongkat akan terasa panas. Kalor akan berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah.

About Mathematics !!!



Gambar 1. 10 Proses Perebusan

Jika air yang direbus untuk merebus kain batik bermassa 100 gram dengan suhu mula-mula 30°C dipanasi hingga suhunya mencapai 100°C (jika kalor jenis air $=1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$) maka besarnya kalor yang diperlukan adalah....?

Namun tidak hanya itu ada juga perpindahan kalor yang terjadi saat air mulai dipanaskan dengan kompor. Proses konduksi terjadi ketika panas dari kompor berpindah ke panci Aluminium adalah konduktor atau penghantar panas yang baik Aluminium langsung menyerap dan menyebarkan panas dari api

Proses ngejos/kasakan adalah proses membersihkan lilin yang tidak sengaja terjatuh ke kain. Ternyata proses ini juga termasuk kalor konduksi. Alasannya adalah ketika memanaskan salah satu ujung logam, maka partikel yang terdapat pada ujung logam akan bergetar dan membuat sebuah getaran terjadi pada partikel lain yang terhubung dengannya. Hal ini lah yang mengakibatkan terjadinya perpindahan kalor.

$$H = \frac{Q}{t} = kA \frac{\Delta T}{L} \dots\dots (1.1)$$

Keterangan

- H = laju aliran kalor ($J s^{-1}$)
- Q = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)
- t = waktu aliran kalor (s)
- k = koefisien konduksi termal ($J m^{-1} s^{-1} K^{-1}$)
- A = luas penampang batang (m^2)
- ΔT = perubahan suhu benda ($^{\circ}C$ atau K)
- L = panjang batang (m)

2. Perpindahan Kalor Konveksi

Konveksi adalah perpindahan kalor yang disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat perantara karena adanya perbedaan rapat massa.---
(elementary clarification)



Gambar 1. 12 Proses Perebusan

Salah satu contoh kalor secara konveksi yaitu saat mendidihkan air kedalam panci. Panas akan mengalir melalui kompor menuju panci secara konduksi. Panas dari panci akan memanaskan air yang berada di bagian bawah. Air pada bagian bawah akan memanaskan dan kemudian naik, sedangkan air yang lebih dingin bergerak turun untuk menggantikannya. Akan ada gerakan siklus berputar secara konveksi yang mengindikasikan terjadinya perpindahan panas

$$H = \frac{Q}{t} = hA\Delta T \dots\dots (2.1)$$

Keterangan

- H = laju aliran kalor ($J s^{-1}$)
- Q = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)
- t = waktu aliran kalor (s)
- h = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)
- A = luas penampang batang (m^2)
- ΔT = perubahan suhu benda ($^{\circ}C$ atau K)

3. Perpindahan Kalor Radiasi

Radiasi adalah perpindahan kalor secara pancaran tanpa melalui zat perantara (tanpa melalui bahan), yaitu berupa gelombang elektromagnet. -- *(elementary clarification)*

Tahap terakhir dari proses membuat batik tulis Jambi adalah penjemuran, setelah semua tahap dilakukan, akhirnya batik bisa dijemur dengan waktu 2-7 hari pengeringan.



Gambar 1. 13 Proses Penjemuran



$$H = \frac{Q}{t} = e\sigma AT^4 \dots\dots (3.1)$$

Keterangan

H = laju aliran kalor (Js^{-1})

Q = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)

t = waktu aliran kalor (s)

e = emisivitas bahan

σ = tetapan Boltzman ($5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-4}$)

A = luas penampang batang (m^2)

T = suhu benda ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

CONTOH SOAL

1. Saat proses *medhel* pembuatan batik Bakaran, pembatik memanaskan sebuah tangki berisi air dengan suhu 100°C . Besar kalor yang diterima oleh tangki sebesar 1200 J dengan waktu 15 menit. Berapakah laju aliran kalor pada tangki tersebut?

Diketahui: $Q = 1200 \text{ J}$

$t = 15 \text{ menit} = 900 \text{ s}$

Ditanya: $H = \dots?$

Jawab: $H = \frac{Q}{t}$

$$H = \frac{1200}{900}$$

$$H = 1,34 \text{ Js}^{-1}.$$

Creative Thinking
Elaboration

Dalam proses pencantingan suhu yang di gunakan untuk mencairkan lilin berkisaran antara $50\text{-}80\text{C}$ Analisislah apa yang terjadi apabila suhu yang di gunakan untuk mencairkan lilin lebih dari 80C atau kurang dari 50 C !

2. Suatu fluida dengan koefisien konveksi termal $0,01 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{°C}^{-1}$, memiliki luas penampang aliran 20 cm^2 . Jika fluida tersebut mengalir dari dinding yang bersuhu 100 °C ke dinding lainnya yang bersuhu 20 °C dan kedua dinding sejajar, berapakah besar kalor yang merambat?

Diketahui: $h = 0,1 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{°C}^{-1}$

$$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 50 \text{ °C}$$

Ditanya: $H = \dots?$

Jawab: $H = hA\Delta T$

$$H = 0,1 \times 20 \times 10^{-4} \times 80$$

$$H = 1,6 \times 10^{-3} \text{ kal s}^{-1}$$

3. Batang logam dengan panjang 2 m memiliki luas penampang 20 cm^2 dan perbedaan suhu kedua ujungnya 50 °C . Jika koefisien konduksi termal $0,2 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{°C}^{-1}$, berapakah nilai laju aliran kalor pada logam?

Diketahui: $L = 2 \text{ m}$

$$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k = 0,2 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{°C}^{-1}$$

$$\Delta T = 50 \text{ °C}$$

Ditanya: $H = \dots?$

Jawab: $H = kA \frac{\Delta T}{L}$

$$H = 0,2 \times 20 \times 10^{-4} \times \frac{50}{2}$$

$$H = 0,01 \text{ kal s}^{-1}$$



Pratikum Sederhana

A. Aktivitas Ilmiah : Konduksi

B. Tujuan : Mengamati gejala aliran kalor secara konduksi

C. Alat dan Bahan :

- 1) Lilin
- 2) Korek api
- 3) Sendok besi
- 4) Margarin
- 5) Penjepit kayu

D. Cara kerja :

- 1) Nyalakan lilin menggunakan korek api!
- 2) Letakkan margarin di ujung sendok!
- 3) Bakarlah batang sendok di atas lilin sambil dijepit!
- 4) Amati apa yang terjadi

E. Pertanyaan :

- 1) Bagaimana hasil yang Anda peroleh dari hasil pengamatan diatas?
- 2) Apakah hasilnya sesuai dengan referensi? Jika tidak sebutkan kendalanya!
- 3) Apa yang dapat Anda simpulkan dari aktivitas ilmiah tersebut?



Pratikum Sederhana

Pembahasan

Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

.....
.....
.....

2. Saran

.....
.....
.....



RANGKUMAN

1. Suhu merupakan derajat panas suatu benda. Alat untuk mengukur suhu adalah termometer. Suhu menunjukkan derajat panas suatu benda. Satuan suhu yang | umum digunakan adalah Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin.
2. Hubungan antara batik tulis Jambi dengan materi fisika, yang pertama adalah saat membuat pola dibutuhkan tempat yang terang agar hasilnya sesuai dengan yang diharapkan. Tentunya, berhubungan dengan suhu yang semakin tinggi akan menyebabkan ruangan semakin panas.
3. Hubungan antara batik tulis Jambi dengan materi fisika, yang kedua adalah saat mencari tahu berapa suhu yang dibutuhkan kompor untuk melelehkan lilin pada saat membatik Suhu yang dibutuhkan lilin untuk meleleh di sesuaikan dengan pembatiknya, apabila pembatik ingin memblok motif suhu yang di gunakan $75-90^{\circ}\text{C}$. Jika ingin membatik pada garis seperti umumnya membutuh- kan suhu $60-75^{\circ}\text{C}$, dan jika membatik untuk isian saja menggunakan suhu $50-60^{\circ}\text{C}$.
4. Hubungan antara batik tulis Jambi dengan materi fisika, yang ketiga adalah tentang pemilihan tembaga untuk bagaian kepala batik (nyamplung). Tembaga dipilih karena mempunyai sifat tahan terhadap panas. Maka dari itu untuk menjaga lilin tetap panas dan tidak cepat membeku dibutuhkan bahan dari tembaga, karena sifat lilin yang cepat sekali untuk membeku.
5. Jenis-jenis termometer dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu: Berdasarkan sifat termometrik zat: Termometer zat cair, termometer bimetal, termometer hambatan. termokopel, termometer gas dan pyrometer
Berdasarkan kegunaan termometer yaitu Termometer klinis, termometer dinding, termometer maksimum-minimum/ termometer six-bellani, dan juga termometer batang Berdasarkan zat cair pengisi termometer Termometer raksa dan termometer alkohol.



6. Pemuaian zat dibagi menjadi 3 yaitu: Pemuaian zat padat, terdiri atas 3 jenis zat padat: Muai panjang, muai luas dan muai volume. Pemuaian zat cair Pemuaian zat gas, dibagi menjadi 3 yaitu: Pemuaian volume gas pada suhu tetap/isotermis (hukum Boyle), pemuaian volume pada tekanan tetap/isobarik (hukum Gay-Lussac), dan pemuaian tekanan gas pada volume tetap/ishokhorik

7. Kalor merupakan suatu bentuk energi yang berpindah-pindah dari suatu zat ke zat lain akibat perbedaan temperatur.

8. Hubungan antara kalor dan proses membuat batik tulis pertama ada pada proses ngejos/karakan, yaitu dimana perpindahan panas dari suatu benda ke benda lain terjadi apabila terdapat perbedaan suhu di antara kedua benda. Panas mengalir atau berpindah dari benda yang suhunya tinggi ke benda yang suhunya rendah

9. Hubungan antara kalor dan proses membuat batik tulis kedua ada pada proses penguapan setelah pewarnaan menggunakan teknik colet. Saat terjadi penguapan zat memerlukan kalor. Cepat lambatnya proses penguapan dapat dibantu dengan salah satunya yaitu meniupkan udara di atas kain tersebut, atau dalam video tersebut dibantu oleh kipas angin. Adanya angin membawa molekul-molekul air keluar dari kain sehingga kain cepat kering

10. Wujud zat dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu padat, cair, dan gas.

11. Hubungan antara kalor dan proses membuat batik tulis ketiga ada pada wujud mencair, membeku, menguap, dan menyublim.

12. Azas Black adalah pertukaran kalor yang terjadi secara sempurna sehingga terjadinya pertukaran kalor secara terus-menerus sampai kedua zat mencapai keseimbangan termal yang ditandai temperatur keduanya menjadi sama besar.

13. Perpindahan kalor dibagi menjadi 3 bagian, yaitu perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi.



EVALUASI

1. Uraikanlah definisi suhu menurut para ahli? **Poin 10**
2. Bagaimanakah proses pembuatan pola Batik tulis menurut teori Sains? **Poin 10**
3. Andaikan suhu seseorang yang sedang membuat pola batik tulis tersebut adalah 37°C , maka berapakah suhu badan seseorang tersebut jika diukur dengan termometer Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)? **Poin 10**
4. Uraikanlah berapa suhu yang di butuhkan agar lilin yang di gunakan dalam membatik dapat mencair sesuai kegunaannya? **Poin 10**
5. Sebuah tembaga bermassa 4 kg dengan suhu 20°C menerima kalor sebanyak 15400 J. Jika kalor jenis tembaga tersebut $385 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, suhu tembaga tersebut akan menjadi ... $^{\circ}\text{C}$. **Poin 10**
6. Besar biaya kompor listrik untuk proses pencantingan dalam membatik yang harus dibayarkan untuk memanaskan 10 Kg Lilin dari suhu 20°C menjadi 100°C bila 1 KWh seharga Rp.300,- adalah ... ? **Poin 10**



EVALUASI

7. Jelaskanlah apa itu kalor? Dan mengapa proses pencantingan termasuk kedalam perpindahan kalor...? **Poin 10**

8. Sebanyak 2 kg lilin untuk membatik yang suhunya 80°C dan kalor jenisnya $4,2 \text{ J/g } ^{\circ}\text{C}$, dituangkan ke dalam bejana tembaga seberat 50 gram yang suhunya 20°C dan kapasitas kalornya adalah $168 \text{ Joule/}^{\circ}\text{C}$. Suhu campuran pada keadaan setimbang adalah ...? **Poin 10**

9. Lima buah sendok yang terbuat dari bahan berbeda (kayu, baja, plastic, tempurung dan kaca) di tempatkan dalam lima buah wadah yang di dalamnya terdapat air yang sudah mendidih dengan bagian ujung sendok tidak tercelup ke air, pada percobaan^o itu ujung sendok yang paling cepat panas^o adalah ? **Poin 10**

10. Andi melakukan percobaan dengan menggunakan sebuah kaleng timah. Kaleng tersebut di cat sebagian dinding luarnya dengan cat hitam kusam, sedangkan sebagian dinding lain dibiarkan tetap mengkilap. Kemudian ia tuangkan air mendidih ke dalam kaleng tersebut. Lalu ia letakkan kedua telapak tangannya pada kedua sisi kaleng. Ternyata sisi kaleng yang berwarna hitam kusam lebih panas dibandingkan kaleng yang dibiarkan mengkilap. Berdasarkan percobaan maka dapat disimpulkan bahwa..... ? **Poin 10**

Hukum I Termodinamika

A. Identitas E-Modul

Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas	: XI
Materi	: Termodinamika
Muatan Materi	: Berbasis STEM terintegrasi kearifan lokal pembuatan batik Jambi

B. Kompetensi Inti

KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI-4: Mengolah, menalar, dan mengkaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.



C. Kompetensi Dasar

3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika.

D. Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menjelaskan termodinamika
2. Peserta didik dapat menjelaskan hukum I termodinamika
3. Peserta didik dapat menjelaskan proses termodinamika pada perubahan Gas Ideal (Proses Isobarik, proses isothermal, proses isokorik, dan proses adiabatik)
4. Peserta didik dapat menjelaskan hukum II termodinamika
5. Peserta didik dapat menjelaskan siklus carnot
6. Peserta didik dapat menjelaskan aplikasi termodinamika dalam kehidupan sehari-hari

E. Deskripsi

E-Modul fisika materi Termodinamika ini disusun dengan memuat contoh penerapan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan kearifan lokal yang terdapat pada proses pembuatan batik Jambi dan diterjemahkan menjadi sains ilmiah. Penerapan STEM dan kearifan lokal kemudian dikaitkan dengan materi Termodinamika Peserta didik perlu melakukan beberapa kegiatan antara lain:

- a) Membaca dan menelaah materi yang diuraikan dalam E-modul ini.
- b) Mengerjakan tugas secara mandiri maupun kelompok.
- c) Mengerjakan tes formatif.

F. Indikator

3.7.1 Menjelaskan Termodinamika

3.7.2 Menjelaskan Hukum I Termodinamika

3.7.3 Menjelaskan proses termodinamika pada Perubahan Gas Ideal (Proses Isobarik, Proses Isokorik, Proses Isotermal dan Proses adiabatik)

3.7.4 Menjelaskan hukum II Termodinamika dan Penerapan

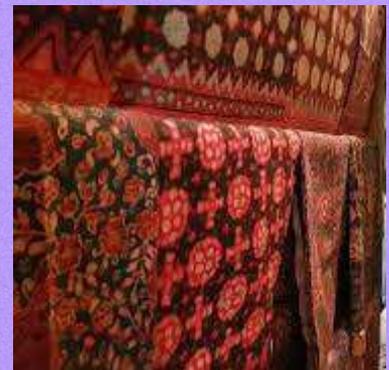
3.7.5 Menjelaskan Siklus Carnot

3.7.6 Menjelaskan aplikasi termodinamika dalam kehidupan sehari-hari

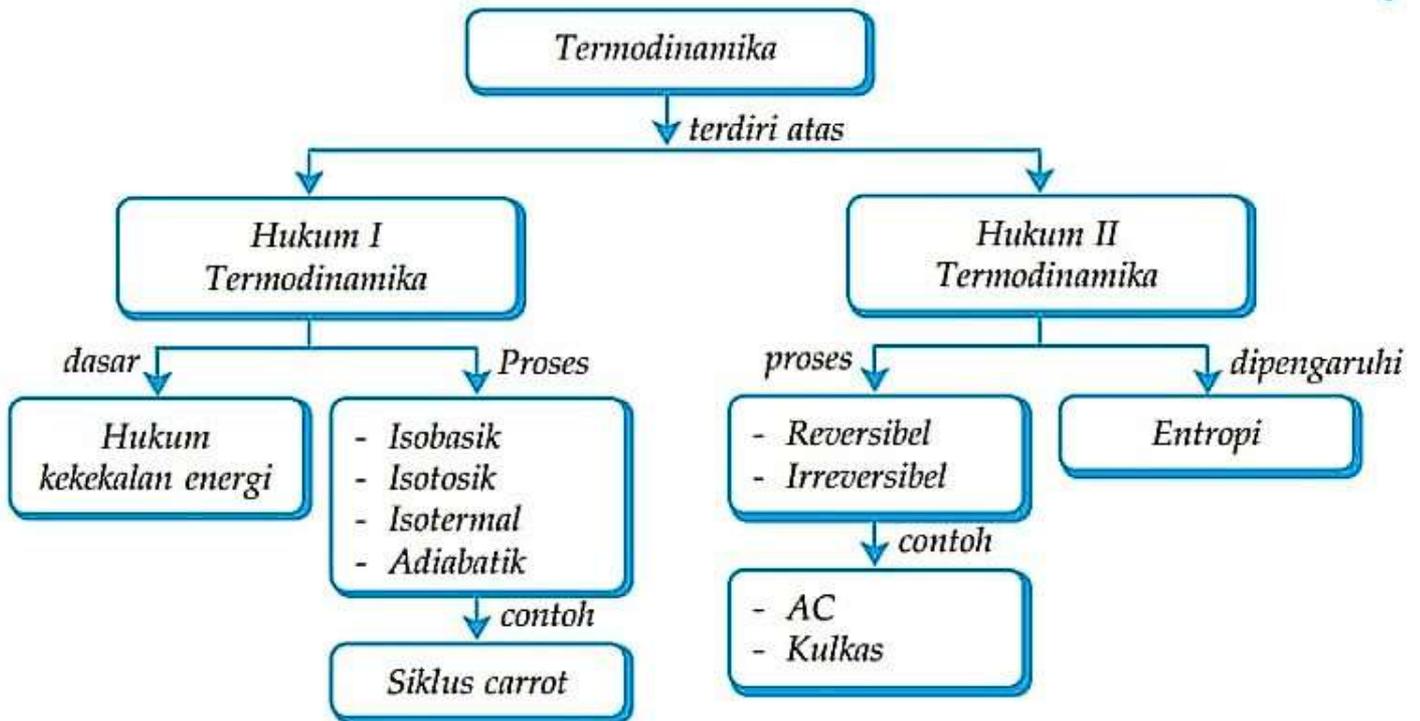
Sekilas Info



Batik jambi memiliki bermacam ragam hiasan motif yang di gunakan dalam pembuatan batik jambi kurang lebih ada 39 jenis ragam hias motif batik jambi dan semua itu terdiri dari flora, fauna dan arsitektur budaya jambi yang semuanya memiliki makna tersendiri.



Peta Konsep



JAMBI



INTEGRASI AYAT AL-QUR'AN

Konsep Hukum Termodinamika sudah lebih awal dijelaskan dalam Q.S. Infithaar ayat 7:

الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ

"yang telah menciptakan kamu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)mu seimbang",

Dalam tafsir Jalalayn (Yang telah menciptakan kamu) padahal sebelumnya kamu tidak ada (lalu menyempurnakan kejadianmu) yakni Dia menjadikan kamu dalam bentuk yang sempurna, lengkap dengan anggota-anggota tubuhmu (dan menjadikan kamu seimbang) artinya Dia menjadikan bentukmu seimbang, semua anggota tubuhmu disesuaikan-Nya; tiada tangan atau kaki yang lebih panjang atau lebih pendek dari yang lainnya; dapat dibaca Fa'adalak dan Fa'addalak.

Pada Q.S Al-Infithaar ayat 7 ini terdapat isyarat ilmiah yang sangat menarik untuk dikaji. Allah telah menciptakan manusia, kemudian menyempurnakan kejadiannya dan menjadikan (susunan tubuh). Melalui kajian antara pernyataan yang ada di Al-Quran dan ilmu sains, kita dapat mengetahui terdapat isyarat ilmiah pada QS. Al-Infithaar ayat 7 yang dapat dijelaskan dengan hukum termodinamika yang terdapat pada sistem organ yang diciptakan oleh Allah pada tubuh manusia berperan sebagai konverter energi sehingga tercipta keseimbangan.

Keseimbangan suhu tubuh ini merupakan salah satu indikator mesin konverter yang terdapat pada tubuh manusia bekerja dengan baik. Hukum pertama termodinamika mengatakan bahwa energi adalah kekal dan hanya bisa diubah kedalam bentuk lain terdapat pada aktivitas manusia. Energi bersumber dari lingkungan yang dimanfaatkan oleh manusia dengan cara memprosesnya menjadi ATP yang berguna untuk aktivitas manusia dalam melakukan kerja dan usaha. Inilah bukti bahwa energi tersebut hanya diubah kedalam bentuk lain. Energi yang diterima oleh manusia dipengaruhi oleh suhu yang ada dilingkungannya yaitu suhu dingin dan panas.

Sistem dalam tubuh manusia memperoleh energi yang diperlukan tubuh. Energi tersebut membuat sistem tubuh manusia bekerja secara optimal dan membuat susunan tubuh manusia seimbang. Maka sebagai manusia kita wajib bersyukur kepada Allah karena telah diberikan anugrah yang begitu kompleks pada tubuh kita yang membuat kita dapat melakukan aktivitas sehari-hari dengan normal. Manusia yang menjadi pemimpin di bumi harus menjaga lingkungan juga supaya keseimbangan antara lingkungan dengan manusia dapat tetap terjaga.

About Science !!!

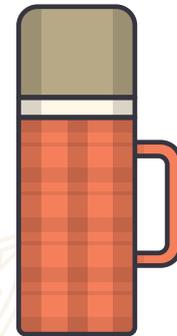
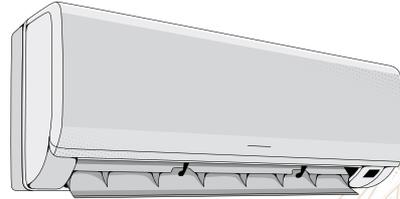


Gambar 2. 1 Proses Penjemuran

Pada proses pembuatan batik jambi langkah terakhir yaitu proses penjemuran yang mana pada proses penjemuran kain batik jambi tersebut yaitu terdapat konsep hukum termodinamika yaitu " energi tidak dapat di musnahkan namun dapat diubah dalam bentuk lain". atau sering di sebut hukum kekekalan energi dalam kasus ini adalah energi sinar matahari di ubah menjadi energi panas sehingga kain batik tersebut cepat mengering

APERSEPSI

Apakah Yang Anda
Ketahui Dari
Gambar Disamping?



Gambar 2. 2 Termodinamika Dalam Kehidupan Sehari-hari

Gambar diatas merupakan penerapan sederhana Hukum Termodinamika didalam kehidupan sehari-hari yang dapat kita rasakan. Gambar (2) Termos, tentu tidak asing lagi bagi kita, Fungsi dari termos ini yaitu agar air selalu dalam keadaan panas. Gambar (3) Magic, Digunakan untuk memasak nasi dan memanaskan nasi dan akan terasa panas disekitar magic. Gambar (4) AC, berfungsi untuk pendingin ruangan, dimana kita sering merasa nyaman berada didalam ruangan ber AC



HUKUM TERMODINAMIKA

A. Pengertian Termodinamika, Sistem dan Lingkungan

Termodinamika adalah ilmu tentang energi, yang secara khusus membahas tentang hubungan antara energi panas dengan kerja.

Artinya, termodinamika membahas mengenai perpindahan energi dalam bentuk kalor dan usaha yang terjadi pada sistem dan lingkungan. Dalam termodinamika, kumpulan benda-benda yang diperhatikan disebut sistem, sedangkan semua yang ada disekitar sistem disebut lingkungan

Sistem adalah sejumlah zat dalam suatu wadah, yang menjadi pusat perhatian kita untuk dianalisis

Sistem adalah suatu yang memungkinkan terjadinya pertukaran energi dengan lingkungannya, misalnya melalui konduksi. Sebagai contoh, pada panci tertutup yang penuh air dan dipanaskan di atas kompor, energi diberikan kedalam air melalui peristiwa konduksi. Ketika air mendidih, air mampu mengangkat tutup panci. Sedangkan yang berada di luar sistem dikategorikan sebagai bagian dari Lingkungan.

Lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem.

Sistem dipanaskan dengan lingkungannya oleh batas sistem, yang dapat berada dalam kondisi diam atau bergerak. Dalam sistem termodinamika, kita perlu mendefinisikan sistem terbuka, sistem tertutup, dan sistem terisolasi dengan jelas (*elementary clarification*)

Jenis sistem dalam modul ini dibedakan menjadi tiga yaitu:

1. Sistem Terbuka

Sistem terbuka adalah suatu sistem yang mengakibatkan terjadinya pertukaran energi (panas dan kerja) dan benda (materi) dengan lingkungannya. Terminologi sistem terbuka dapat disetarakan dengan volume atur yaitu ruang dimana massa dapat mengalir.

2. Sistem Tertutup

Sistem tertutup adalah sistem yang

mengakibatkan terjadinya pertukaran energi (panas dan kerja) tetapi tidak memungkinkan terjadi pertukaran massa melalui batas sistem. Terminology sistem tertutup seringkali digunakan dalam massa atur dimana terdapat materi dalam jumlah yang tetap.

3. Sistem Terisolasi

Sistem terisolasi adalah sistem yang tidak dapat berinteraksi dengan cara apapun dengan lingkungannya sehingga tidak terjadinya pertukaran panas, zat, dan kerja. Dalam sistem terisolasi, energi yang masuk sistem sama dengan energi yang keluar dari sistem. *(elementary clarification)*



Gambar 2. 3 Jenis-Jenis Sistem Dalam Termodinamika

Q **Ayo Coba Cari Info!** X

Pada Gambar Diatas manakah sistem terbuka, tertutup dan terisolasi ? sertakan dengan alasannya!----*basic support dan fluency*



Usaha, Kalor dan Energi

Usaha yang dilakukan pada (atau oleh) sistem merupakan ukuran energi yang dilakukan dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya.

Kalor mirip seperti usaha, yaitu hanya muncul ketika terjadi perpindahan energi antara sistem dan lingkungan. Kalor muncul ketika energi dipindahkan akibat adanya perbedaan suhu atau perubahan wujud zat.

Pengertian kalor dan usaha hampir mirip. Kalor dihasilkan ketika terjadi perpindahan energi antara sistem dengan lingkungan yang mengakibatkan perubahan suhu. Ukuran energi yang dipindahkan tersebut dinamakan usaha. Energi itu sendiri tersimpan dalam setiap sistem yang nantinya akan diubah ke bentuk energi lain. Dalam interaksi suatu benda dengan lingkungan selalu berakibat timbulnya energi, contohnya energi kinetik dan potensial energi kinetik dihasilkan oleh benda yang bergerak. Energi potensial adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda akibat adanya pengaruh tempat atau kedudukan dari benda tersebut. Gabungan dari dua energi tersebut dinamakan energi mekanik.

Energi yang dimiliki suatu benda ada yang berkaitan dengan lingkungan yang disebut energi luar dan ada juga energi yang tidak tampak dari luar yang disebut energi dalam. Contoh energi luar antara lain energi akibat benda tersebut bergerak yaitu energi kinetik energi akibat benda memiliki jarak dengan bumi yaitu energi potensial. Contoh energi dalam yaitu energi yang ditimbulkan oleh gerakan antar molekul penyusun suatu benda. Dalam gas ideal molekul-molekulnya bergerak dengan sangat aktif sehingga total energi kinetik dari gerak molekul disebut energi dalam. Usaha selalu berkaitan dengan energi tetapi keduanya dapat dibedakan. Usaha yang dilakukan pada sistem adalah ukuran energi yang dipindahkan dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya.

(elementary clarification)



B. Proses-Proses Termodinamika Gas

1. Proses Isobarik

Pada pembuatan batik jambi Proses disamping adalah proses ketika batik direbus (ngelorod) agar sisa dari lilin dan minyak yang ada pada kain bisa larut dalam



Gambar 2. 4 Perebusan

larutan. Apakah keterkaitan dari proses merebus tersebut dengan materi isobarik ?---(*basic support*)

Umumnya memasak melibatkan proses Isobarik. Hal ini disebabkan karena tekanan udara di atas panci, wajan, atau dalam oven microwave tetap konstan sementara makanan dipanaskan.---(*advanced clarification*)

Proses isobarik adalah proses perubahan keadaan gas pada tekanan tetap. Persamaan keadaan untuk proses isobarik (P tetap) adalah sebagai berikut. (*inference*)

Persamaan keadaan isobarik (hukum Gay Lussac) :

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \quad (1.1)$$

Usaha isobarik :

$$W = P\Delta V = P(V_2 - V_1) \quad (1.2)$$

Keterangan :

W = usaha gas (J)

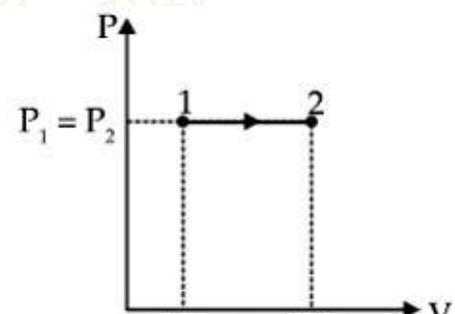
P = tekanan gas (Pa)

V₁ = volume gas mula-mula (m³)

V₂ = volume gas akhir (m³)

T₁ = suhu gas mula-mula (K)

T₂ = suhu gas akhir (K)



Gambar 2. 5 Proses Isobarik



CONTOH SOAL

Suatu gas dengan volume 1,2 Liter secara perlahan dipanaskan pada tekanan konstan $1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ sampai volumenya menjadi 2 liter. Hitung besarnya usaha yang dilakukan oleh gas tersebut.

(basic support)

Penyelesaian :

Diketahui :

$$V_1 = 1,2 \text{ liter} \quad P = 1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$V_2 = 2 \text{ liter} \quad 1 \text{ liter} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

(advanced clarification)

Ditanya : $W = \dots ?$

Jawab :

Usaha yang dilakukan gas pada tekanan tetap (isobarik) dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} W &= P(V_2 - V_1) \\ &= (1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2)(2 - 1,2) \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ &= 120 \text{ Joule} \end{aligned}$$

(inference)

Jadi, Usaha yang dilakukan oleh sistem gas adalah **120 J**

2. Proses Isokhorik

Proses isokhorik adalah proses perubahan gas pada volume tetap. Persamaan keadaan untuk proses isokhorik (V tetap) adalah sebagai berikut. *(elementary clarification)*

Persamaan keadaan isokhorik (hukum Charles) :

$$\boxed{\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Usaha Isokhorik : $W = 0$

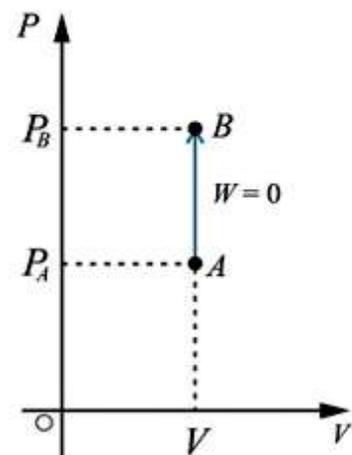
Keterangan :

P_1 = tekanan gas mula-mula (m^3)

P_2 = tekanan gas akhir (m^3)

T_1 = suhu gas mula-mula (K)

T_2 = suhu gas akhir (K)



Gambar 2. 6 Proses Isokhorik

CONTOH SOAL

Gas berada didalam bejana tertutup pada mulanya bersuhu 27°C . agar tekanannya menjadi 2 kali semula, maka suhu ruangan tersebut adalah

Diketahui:

$$P_1 = P$$

$$P_2 = 2P$$

$$T_1 = 27^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

Ditanya: T_2

Jawab:

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

$$\frac{P}{300} = \frac{2P}{T_2}$$

$$\frac{1}{300} = \frac{2}{T_2}$$

$$T_2 = 2(300) = 600\text{K}$$

$$T_2 = 600 - 273$$

$$T_2 = 327^{\circ}\text{C}$$

Suhu ruangan adalah 327°C

About Technology !!!



Gambar 2. 7 Canting Elektrik

Pada proses melapisi malam ke kain batik atau sering disebut mencanting. pada proses ini digunakan lah alat yang berupa canting. biasanya canting digunakan secara manual tapi dengan seiringnya perkembangan zaman ada teknologi yaitu canting elektrik dengan canting elektrik tersebut proses pematikan lebih mudah.

3. Proses Isotermal

Proses isotermal adalah proses perubahan keadaan gas pada suhu tetap. Persamaan keadaan untuk proses isotermal (T tetap) adalah sebagai berikut :

Persamaan keadaan isotermal (hukum Boyle) :

$$P_2 V_2 = P_1 V_1 \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Usaha Isotermal:

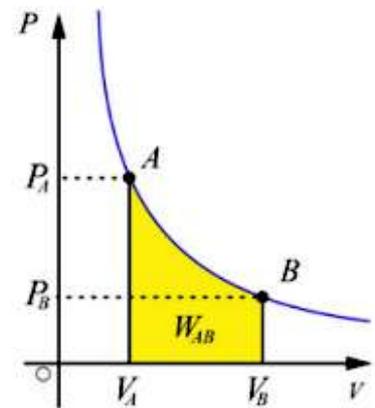
$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

n = mol

R = tetapan gas umum (8,31 J/mol)

T = suhu gas (K)



Gambar 2. 8 Proses Isotermal

CONTOH SOAL

Sepuluh mol gas helium memuai secara isothermal pada suhu 47°C sehingga volumenya menjadi dua kali volume mula-mula. Tentukanlah usaha yang dilakukan oleh gas helium.

Diketahui:

$$T = 47^\circ\text{C} = (47 + 273) = 320 \text{ K}$$

$$V_2 = 2V_1$$

Usaha yang dilakukan gas pada proses isothermal:

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = (10 \text{ mol}) (8.31 \text{ J/mol}) (320 \text{ K}) \ln \left(\frac{2V_2}{V_1} \right)$$

$$= 26.592 \ln 2 = 18.428 \text{ Joule}$$

Jadi usaha yang dilakukan sebesar 18.428 Joule

4. Proses Adiabatik

Proses adiabatik adalah proses perubahan keadaan gas saat tidak ada aliran kalor yang masuk ke dalam sistem atau keluar dari sistem ($Q=0$).

Persamaan keadaan adiabatik :

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \quad (4.1)$$

dengan $\gamma > 1$ merupakan hasil perbandingan kalor jenis gas pada tekanan tetap C_p dan kalor jenis pada volume tetap C_v (disebut juga **tetapan laplace**)

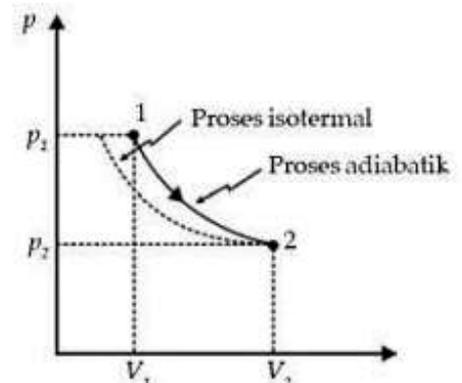
Tetapan Laplace :

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} \quad (4.2)$$

Persamaan adiabatik untuk gas ideal :

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \quad (4.3)$$

γ = Tetapan Laplace



Gambar 2. 9 Proses Adiabatik



[Berikut Video cuplikan Penjelasan Materi Proses Termodinamika](#)



C. Hukum Ke Nol Termodinamika

Kamu tentu pernah meminum teh, kopi atau minuman lain yang panas dan kamu juga merasa penting untuk minuman tersebut menjadi sedikit hangat maka kamu akan menambahkan air dingin untuk menjadikan minuman yang kamu minum terasa hangat. Peristiwa atas merupakan bentuk penerapan hukum ke-nol termodinamika dalam kehidupan sehari-hari. Apa itu hukum termodinamika?

Contoh lain yaitu pada pembuatan batik Jambi yaitu pada proses perebusan (plorotan) yang mana kita membutuhkan panci dan air, kemudian panci dibakar dengan api sehingga temperaturnya berubah, air yang bersentuhan dengan panci juga temperaturnya naik dan akhirnya air mendidih.



Gambar 2. 10 Peroses Perebusan

Hukum ke nol termodinamika berkaitan dengan kesetimbangan termal, yang berbunyi:

“Jika dua buah benda berada dalam kondisi kesetimbangan termal dengan benda ke tiga, maka ketiga benda tersebut berada dalam kesetimbangan termal satu dengan yang lainnya”.

Bunyi hukum ini dapat ditulis ulang dengan kata-kata yang lebih sederhana yaitu jika benda [A] mempunyai temperatur yang sama dengan benda [B] dan benda [B] mempunyai temperatur yang sama dengan benda [C] maka temperatur benda [A] akan sama dengan temperatur benda [C] atau disebut ketiga benda (benda [A], [B], dan [C]) berada dalam kesetimbangan termal satu dengan yang lainnya.

Dalam kesetimbangan termal, semua bagian sistem berstemperatur sama, dan sistem juga memiliki suhu yang sama dengan lingkungannya.

D. Hukum 1 Termodinamika

Apakah keterkaitan pada proses penjemuran kain pada terhadap hukum termodinamika..?

(basic support)

Pada proses pembuatan batik jambi langkah terakhir yaitu proses penjemuran yang mana pada proses penjemuran kain batik jambi tersebut yaitu terdapat prinsip hukum termodinamika yaitu " energi tidak dapat di musnahkan namun dapat diubah dalam bentuk lain". atau sering di sebut hukum kekekalan energi dalam kasus ini adalah energi



Gambar 2. 10 Proses Penjemuran

sinar matahari di ubah menjadi energi panas sehingga kain batik tersebut cepat mengering *(basic support)*

Hukum pertama termodinamika adalah prinsip kekekalan energi yang diaplikasikan pada kalor, usaha, dan energi. Hukum kekekalan energi menyatakan :

“Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat dikonversi dari suatu bentuk ke bentuk lainnya”.

Hukum I termodinamika : "Jumlah kalor Q yang diserap oleh gas sama dengan usaha W yang dilakukan oleh gas dan Pertambahan energi dalam".

$$Q = W + \Delta U$$

.....(1.1)

Dengan ketentuan, jika:

$Q(+)$: sistem menerima (menyerap) kalor dari lingkungan

$Q(-)$: sistem memberi (melepas) kalor ke lingkungan

$W(+)$: sistem melakukan usaha

$W(-)$: sistem dikenai usaha

D. Hukum 1 Termodinamika

Berikut Video cuplikan Penjelasan Materi Hukum 0 Termodinamika



Hukum Termodinamika Ke-0
???

4. Hukum Termodinamika ke-0
Penjelasan sederhana mengenai Hukum Termodinamika ke-4
YouTube / 6:49

Berikut Video cuplikan Penjelasan Materi Hukum 1 Termodinamika



Fisika - Termodinamika Bag.1 - Peng...
FISIKA SMA TERMODINAMIKA PART 1
PENGERTIAN DAN HUKUM 1 TERMODINAMIKA
Watch on YouTube

HUKUM II TERMODINAMIKA

A. Hukum II Termodinamika

Membatik tentunya harus dengan menggunakan lilin yang sudah mencair. alat yang digunakan untuk mencairkan lilin berupa kompor listrik yang di atas nya telah di beri wajan khusus membatik. pada proses ini terjadi perpindahan kalor dari kompor yang panas ke wajan atau pada contoh lain yaitu dari wajan yang panas dapat mencairkan lilin pada kejadian ini terjadi proses perpindahan kalor dari temperatur lebih tinggi ke benda bertemperatur lebih rendah, tetapi tidak sebaliknya. hal ini sesuai dengan hukum kedua Termodinamika.



Gambar 2. 11 Kompor Listrik



Gambar 2. 12 Wajan Membatik

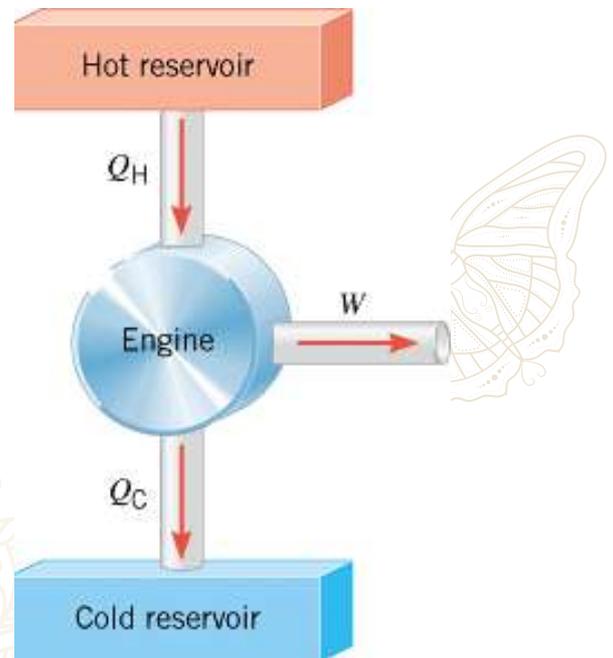
Hukum kedua termodinamika adalah suatu pernyataan tentang proses mana yang terjadi secara alami dan mana yang tidak. Salah satu pernyataan oleh Clausius (1822-1888) bahwa :

“ Kalor mengalir secara spontan dari benda bertemperatur lebih tinggi ke benda bertemperatur lebih rendah, tetapi tidak sebaliknya, kecuali pada kedua benda tersebut dilakukan pemaksaan dengan usaha luar”

Penerapan hukum dua termodinamika adalah sebagai berikut:

1. Mesin Kalor

Mesin kalor adalah suatu alat yang mengubah tenaga panas menjadi tenaga mekanik, misalnya dalam mobil energi panas hasil pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi gerak mobil. Tiap mesin kalor selalu ada zat atau sistem yang menyerap sejumlah panas Q_p pada suatu suhu yang tinggi, kemudian melakukan usaha sehingga tenaga kalor diubah menjadi tenaga mekanik, dan membuang panas Q_d ke suhu rendah sehingga suhu turun dan kembali ke keadaan awalnya. (*elementary clarification*)



Gambar 2. 13 Mesin Kalor

$$W = Q_p - Q_d$$

About Engineering!!!



Gambar 2. 14 Proses Pewarnaan

Teknik pewarnaan batik Bakaran dilakukan menggunakan bahan-bahan alami dan bahan sintetis. Bahan-bahan pewarna alami bakaran yaitu jalawe, tingi, teger, dan mahoni, sedangkan bahan sintetis yang digunakan adalah zat warna remasol dan indigosol. Teknik pewarnaan batik Bakaran secara alami dilakukan dengan meresbus bahan pewarna alami direbus hingga berjam- jam hingga menghasilkan warna yang pekat, kemudian kain batik dicelupkan, kemudian kain batik ditiriskan dan didiamkan beberapa saat agar warna pada serat kain meresap secara maksimal.



Efisiensi termal sebuah mesin kalor didefinisikan sebagai nilai perbandingan antara usaha yang dilakukan dan kalor yang diserap dari sumber suhu tinggi selama satu siklus. Secara matematis:

$$\eta = \frac{W}{Q_p} = \frac{Q_p - Q_d}{Q_p} = 1 - \frac{Q_d}{Q_p} \dots\dots\dots(1.1)$$

Efisiensi 100% akan dicapai jika $Q_d = 0$ atau tidak ada kalor yang dibuang pada tendon dingin. Seluruh kalor yang diserap diubah menjadi tenaga. Sedangkan menurut hukum termodinamika kedua hal ini tidak mungkin terjadi.

FIESTA
Fisikawan Kita



Sadi Carnot adalah seorang ilmuwan yang lahir di Paris, Prancis. Sebagian besar waktunya ia gunakan untuk menyelidiki mesin uap. Pada 1824, ia mempublikasikan esai yang berjudul **lexions sur la puissance motrice de ue**. Penemuannya menjadi dasar ilmu termodinamika dan memberikan manfaat besar terhadap kehidupan manusia

Creative Thinking
fluency

Analisislah minimal 3 penerapan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari!



CONTOH SOAL

Dalam satu siklus, sebuah mesin menyerap 3000 Joule kalor dari reservoir suhu tinggi dan membuang 1000 Joule kalor pada reservoir suhu rendah. Tentukan efisiensi mesin kalor tersebut!

Diketahui:

$$Q_H = 3000 \text{ Joule}$$

$$Q_L = 1000 \text{ Joule}$$

$$W = 3000 - 1000 = 2000 \text{ Joule}$$

Ditanya: e ...?

Jawaban:

$$e = \frac{W}{Q_H} = \frac{(Q_H - Q_L)}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

$$e = 1 - \frac{1000}{3000} = \frac{3000}{3000} - \frac{1000}{3000}$$

$$e = \frac{2000}{3000} = 0,667$$

$$e = \frac{66,7}{100} = 66,7 \%$$

Jadi, efisiensi mesin kalor tersebut adalah 66,7%

About

Mathematics !!!

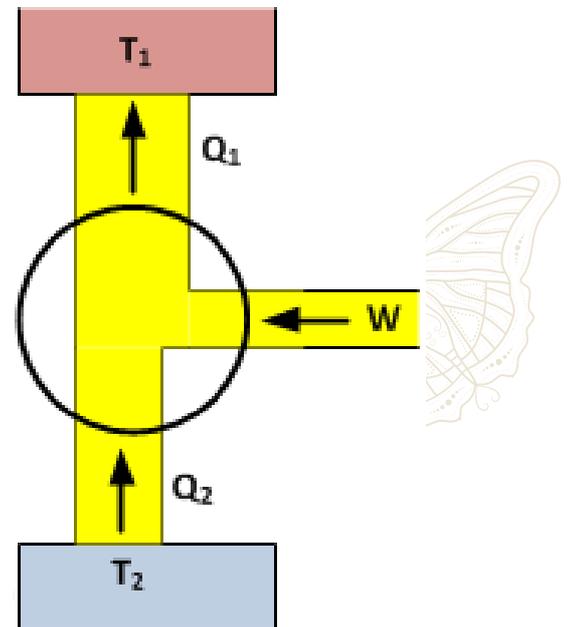
Rizal merebus air untuk proses ngelorot dengan kondisi volume awal sebesar 2 m^3 , kemudian Ia menambahkan panas sehingga volumenya menjadi $4,5 \text{ m}^3$ (isobarik). Apabila besar tekanannya adalah 2 atm, berapa nilai usahanya? ($1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$)

🔍 Ayo Coba Cari Info !

carilah contoh hukum termodinamika yang ada di sekitar mu..? dan buatlah rangkuman dan penjelasannya---(*basic support*), (*advanced clarification*), dan (*inference*)

2. Mesin Pendingin

Mesin pendingin atau refrigerator adalah mesin panas yang kerjanya berlawanan dengan sistem panas (mesin kalor). Pada refrigerator usaha diberikan pada mesin untuk menyerap panas dari tendon dingin dan memberikan pada tendon panas. Peralatan yang merupakan refrigenerator misalnya lemari es dan pendingin ruangan. Ukuran kinerja mesin pendingin yang dinyatakan dengan koefisien daya guna merupakan hasil bagi kalor yang dipindahkan dari reservoir bersuhu rendah Q terhadap usaha yang dibutuhkan W , secara matematis:



Gambar 2. 15 Mesin Pendingin

$$K_p = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \quad \text{.....(2.1)}$$

Keterangan :

K_p = koefisien performasi mesin pendingin

Q_2 = kalor yang diserap dari reservoir suhu T_2

Q_1 = kalor yang diberikan pada reservoir suhu T_1

W = usaha yang diperlukan (J)

T_1 = suhu tinggi (K)

T_2 = suhu rendah (K)

Contoh Soal

Sebuah mesin pendingin memiliki reservoir suhu rendah sebesar -15°C . jika selisih suhu antara reservoir suhu tinggi dan suhu rendahnya sebesar 40°C , tentukan koefisien performansi mesin tersebut!

Diketahui:

$$T_r = -15^{\circ}\text{C} = (15 + 273) \text{ K} = 258 \text{ K}$$

$$T_t - T_r = 40^{\circ}\text{C}$$

Ditanya: $C_p = \dots?$

Jawab:

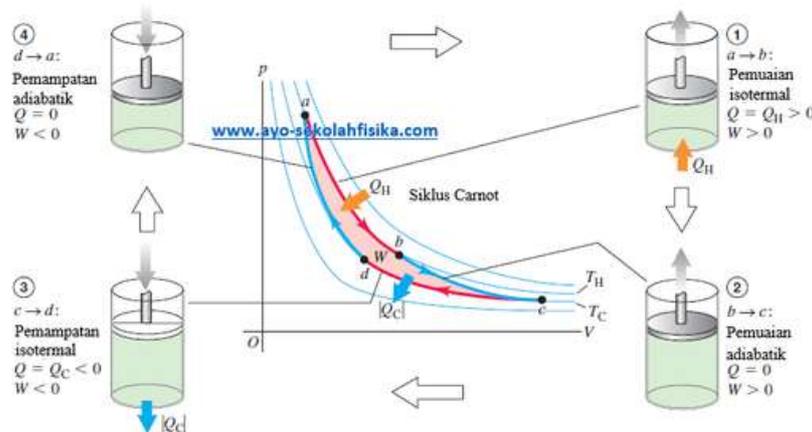
$$C_p = \frac{T_r}{T_t - T_r} = \frac{258}{40} = 6,45$$

Jadi, koefesiennya adalah 6,45

B. Siklus Carnot

(elementary clarification)

Siklus Carnot adalah proses dimana gas yang melakukan proses dapat dikembalikan ke keadaan semula (bersifat reversibel) tanpa kehilangan energi, sehingga gas dapat melakukan usaha kembali.



Gambar 2. 16 Siklus Carnot

Siklus adalah proses yang berawal dari satu keadaan dan berakhir kembali pada keadaan semula. Siklus carnot terdiri dari empat proses, yaitu dua proses isothermal dan dua proses adiabatik

Berdasarkan gambar diatas dijelaskan siklus Carnot sebagai berikut (Nurachmadani,2009):

1. Proses *AB* adalah pemuaiian isothermal pada suhu T_1 . Pada proses ini sistem menyerap kalor Q_1 dari reservoir bersuhu tinggi T_1 dan melakukan usaha W_{AB} .
 2. Proses *BC* adalah Pemuaiian Adiabatik. Selama proses ini berlangsung suhu sistem turun dari T_1 menjadi T_2 sambil melakukan usaha W_{BC}
 3. Proses *CD* adalah pemampatan isothermal pada suhu T_2 . Pada proses ini sistem menerima usaha W_{CD} dan melepas kalor Q_2 ke reservoir bersuhu rendah T_2
- Proses *DA* adalah pemampatan adiabatik. Selama proses ini suhu sistem naik dari T_2 menjadi T_1 akibat menerima usaha W_{DA} .

Dalam siklus carnot, tidak terjadi perubahan energi dalam ($\Delta U = 0$), sehingga sesuai dengan hukum pertama termodinamika:

$$\begin{aligned} \Delta U &= Q - W \\ 0 &= (Q_1 - Q_2) - W && \dots\dots\dots(1.1) \\ W &= Q_1 - Q_2 \end{aligned}$$

Dengan Q_1 dan Q_2 adalah besaran yang bernilai positif. Sehingga secara matematis dapat dirumuskan:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \dots\dots\dots(1.2)$$



Untuk suatu gas ideal dapat ditunjukkan bahwa :

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \dots\dots\dots(1.3)$$

Efisiensi mesin Carnot:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \dots\dots\dots(1.4)$$

Keterangan:

η : efisiensi mesin carnot

T_1 : suhu reservoir bersuhu tinggi (K)

T_2 : suhu reservoir bersuhu rendah (K)

Contoh Soal

Sebuah mesin Carnot memiliki efisiensi maksimum sebesar 60 %. Mesin Carnot tersebut dapat menyerap kalor sebesar 4×10^5 joule tiap setengah menitnya. Tentukan usaha maksimum yang dapat dihasilkan oleh mesin Carnot tersebut:

Diketahui:

$e = 60\%$

$Q = 4 \times 10^5$ Joule

Ditanya: $W = \dots?$

$W = (e \times Q) / 100\% = (60\% \times 4 \times 10^5 \text{ J}) / 100\% = 2,4 \times 10^5 \text{ J}$

Jadi usaha yang dihasilkan mesin Carnot adalah $2,4 \times 10^5 \text{ J}$

C. Entropi

Pada proses ketika batik di rebus (ngelorod) agar sisa dari lilin dan minyak yang ada pada kain bisa larut dalam air rebusan. ini merupakan Salah satu contoh konkrit dari entropi yaitu ketika air akan mendidih selama ditempatkan pada panci yang ditaruh di atas api. Kalor yang ditambahkan akan membentuk energi kinetik yang dapat mempercepat molekul yang ada di dalam air. Apabila sumber panas dipindahkan, maka air akan secara bertahap mendingin hingga serupa dengan suhu kamar.



Gambar 2. 16 Proses Perebusan (Ngelorod)

Peristiwa tersebut disebabkan oleh entropi, sebab molekul air memiliki kecenderungan menggunakan akumulasi energipotensial, dan melepaskan panas. Hal ini terjadi sebagai akibat dari pelepasan panas energi potensial berubah menjadi lebih rendah.

Entropi adalah suatu ukuran banyaknya energi atau kalor yang tidak dapat diubah menjadi usaha.

*Creative Thinking
flexibility*

Ayu diminta untuk membuatkan kopi panas oleh ayahnya. Ayu menggunakan air di dalam termos. Analisalah mengapa air panas diletakkan pada termos? Apakah yang akan terjadi jika diletakkan pada botol biasa? Berikan analisismu!



Persamaan perubahan entropi :

$$\Delta S = \frac{Q}{T} \dots\dots\dots(1.1)$$

Keterangan :

ΔS = perubahan entropi (J/K)

Q = kalor yang mengalir (Joule).

Bertanda positif jika kalor mengalir ke dalam sistem

Bertanda negatif jika kalor mengalir ke luar sistem

T = suhu (K)

Hukum II termodinamika dinyatakan dalam entropi :

Total entropi jagat raya tidak berubah ketika proses reversibel terjadi ($\Delta S_{\text{jagat raya}} = 0$) dan bertambah ketika proses irreversibel terjadi ($\Delta S_{\text{jagat raya}} > 0$).

CONTOH SOAL

1. Diketahui sebanyak 1 mol air (H_2O) memiliki suhu 100 dengan kalor 40,7 J/mol. Hitunglah nilai perubahan entropi untuk proses penguapan air tersebut.

Jawab :

Suhu 100 diubah dalam bentuk kelvin menjadi 373 K

$$\Delta S = Q / T$$

$$\Delta S = 40,07 / 373K$$

$$\Delta S = 109,1 \text{ J / K mol}$$

*Creative Thinking
originality*

Siang hari yang sangat terik, Rina membuat es teh untuk menyegarkan dahaga. Setelah meneguk sekali es teh tersebut, Rina memperhatikan gelas kaca yang berisi es teh tersebut dan terdapat titik air yang mengembun di dinding luar gelas. Berdasarkan Hukum termodinamika bantulah Rina mencari tahu apa yang terjadi dengan uap air yang mengembun pada dinding gelas!



2. Sebanyak 5 gram gas oksigen mengalami ekspansi dengan suhu 25 pada volume 1 L hingga 2 L. Dari data tersebut, hitunglah perubahan entropi yang terjadi pada proses tersebut.

Jawab :

$$W = -n R T \ln V_2/V_1$$

$$W = -5/32 \times 8,314 \times 298 \times \ln 2/1$$

$W = -268$ J dalam hal ini $-W$ dianggap sama dengan Q

Perubahan entropi :

$$\Delta S = Q / T$$

$$\Delta S = -W/T$$

$$\Delta S = -(-268)/298$$

$$\Delta S = 0.9 \text{ J/K}$$



Berikut Video cuplikan Penjelasan Materi Hukum 2 Termodinamika





Pratikum Sederhana

Tujuan

Untuk membuktikan Hukum Termodinamika 1

Alat dan Bahan

1. Alat
 - a. Korek api
 - b. Lilin
2. Bahan
 - a. Air
 - b. Balon

Langkah-Langkah Percobaan

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan percobaan.
2. Tiup 1 buah balon, lalu ikatlah dengan erat.
3. Nyalakan lilin menggunakan korek api.
4. Dekatkan balon yang sudah ditiup (berisi udara) ke api.
5. Amati peristiwa yang terjadi.
6. Masukkan air ke dalam 1 buah balon, lalu ditiup dan diikat dengan erat.
7. Dekatkan balon yang sudah ditiup (berisi air) ke api.
8. Amati peristiwa yang terjadi dan catat pada tabel hasil percobaan.

Hasil Percobaan

Perlakuan	Peristiwa yang Terjadi
Balon tanpa air didekatkan ke api	
Balon diisi air didekatkan ke api	



Pratikum Sederhana

Pembahasan

Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

.....
.....
.....

2. Saran

.....
.....
.....

*Creative Thinking
elaboration*

Analisislah cara kerja lemari es (kulkas) berdasarkan hukum termodinamika!

RANGKUMAN

- Termodinamika adalah ilmu tentang energi, yang secara khusus membahas tentang hubungan antara energi panas dengan kerja.
- Kumpulan benda-benda yang diperhatikan disebut sistem, sedangkan semua yang ada disekitar sistem disebut lingkungan.
- Proses isobarik adalah proses perubahan keadaan gas pada tekanan tetap.
Persamaan usaha isobarik :

$$W = P\Delta V = P(V_2 - V_1)$$

- Proses isokhorik adalah proses perubahan gas pada volume tetap.
Usaha isokhorik (W) = 0.
- Proses isothermal adalah proses perubahan keadaan gas pada suhu tetap.
Usaha isothermal :

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

- Proses adiabatik adalah proses perubahan keadaan gas saat tidak ada aliran kalor yang masuk ke dalam sistem atau keluar dari sistem ($Q=0$).
Tetapan Laplace :

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

- Hukum ke nol termodinamika berkaitan dengan kesetimbangan termal, yang berbunyi: "Jika dua buah benda berada dalam kondisi kesetimbangan termal dengan benda ke tiga, maka ketiga benda tersebut berada dalam kesetimbangan termal satu dengan yang lainnya".
- Hukum I termodinamika merupakan hukum kekekalan energi, yang berbunyi "Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat dikonversi dari satu bentuk ke bentuk lainnya.
- Hukum II Termodinamika dan penerapannya
 1. Mesin kalor
 2. Refrigerator
- Siklus Carnot : " Tidak ada mesin yang bekerja di antara dua tendon panas yang tersedia yang dapat lebih efisiensi daripada mesin reversible yang bekerja diantara kedua tendon tersebut".



EVALUASI

1. Uraikanlah system dalam termodinamika? **Poin 10**

2. Gas dalam ruangan tertutup Untuk Membatik sebagai sistem, mengalami proses menerima kerja dan menyerap kalor. Maka akan terjadi suatu keadaan..

- (1) Tekanan gas berkurang
- (2) Volume gas bertambah
- (3) Suhu gas tidak berubah
- (4) Energi dalam gas bertambah besar

Telaahlah 4 pernyataan tersebut sesuai hukum I termodinamika!

Poin 10

3. Sebanyak dua mol gas helium dengan volume 2 liter disimpan di dalam sebuah tabung tertutup (isokhorik) pada suhu 300 K. Tekanan gas tersebut adalah $1,5 \times 10^5$ N/m². Jika gas menyerap kalor sehingga tekanan menjadi 3×10^5 N/m², maka besar perubahan energi dalamnya adalah.....? **Poin 10**

4. Kulkas dengan koefisien performa 6,0 digunakan untuk membekukan air, dengan daya masukkan sebesar 500 W. Jumlah kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin sebesar 3×10^5 joule. Waktu yang diperlukan untuk terjadinya proses pembekuan adalah.....? **Poin 10**

5. Sebuah mesin kalor memerlukan kerja 400 joule dalam siklusnya memiliki efisiensi 25%. Energi yang di ambil oleh reservoir panas adalah..? **Poin 10**



EVALUASI

6. Suatu sistem menyerap kalor Q dari lingkungan sebesar 1200 joule dan melakukan usaha sebesar 2200 J pada lingkungannya. Dengan demikian, perubahan energi dalam sistem adalah.....? **Poin 10**

7. Uraikanlah secara singkat prinsip kerja mesin Carnot? **Poin 10**

8. Sebanyak 1 mol gas dalam sebuah wadah mengalami pemuaian secara isobarik pada tekanan 105 N/m^2 . Suhu awal gas tersebut adalah 200 K dan kemudian meningkat hingga mencapai 700 K. Jika usaha yang dilakukan selama proses sebesar 2500 J, maka volume akhir gas tersebut sebesar.....? **Poin 10**

9. Bagaimanakah keterkaitan antara proses perebusan (ngelorod) dalam membuat terhadap Materi entropi? **Poin 10**

10. Menurut hukum termodinamika 2, tingkat entropi pada suatu sistem akan bertambah seiring waktu. Hal ini menyebabkan secara alami panas hanya mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah. Namun, pada mesin pendingin seperti Air conditioner (AC), panas dikeluarkan dari tempat dingin ke tempat bersuhu lebih panas. Buktikanlah kenapa Hal ini bisa terjadi karena..? **Poin 10**



DAFTAR PUSTAKA

- Bahar, M, Denny Defrianti, F. (2017). Fenomena Tradisi Minun Daun Kawo di Desa Ujung Pasir. *Jurnal Titian*, 1(2), 142–155.
- Basri, F. 2021. Rancang Bangun Alat Pengering Kawa Daun dengan Sistem Pengontrol Suhu Berbasis Arduino Uno. *Kanginan*,
- Marthen. 2017. *Fisika 2 untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Palupi, Dwi. 2009. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan Subagya,
- Hari. 2016. *Konsep Penerapan Fisika SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Cahaya Prima Santosa.
- Supiyanto, 2006. *Fisika SMA/MA Kelas XI*. Phibeta
- Buwono, Sapuan. *Batik Siger Company Profile*. Bandar Lampung: Batik Siger Press, 2020.
- Efi, Agusti, and Nita Sahara. "Pengembangan Bahan Ajar Pada Pelatihan Membatik Berbasis Budaya Lokal." *Gorga: Jurnal Seni Rupa* 9, no. 1 (2020): 211. <https://doi.org/1024114/gr.v9i1.18878>.
- Ishaq, Mohamad. *Fisika Dasar*. Edisi Kedu. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007.
- Lasmi, Ni Ketut. *Mandiri Fisika Jilid 2*. Edited by Fachrizal Rian Pratama and Supriyana. Revisi. Jakarta, 2017.
- Sarwadi. *Trik Smart Fisika*. Edited by Trisanti. Yogyakarta: Literindo, 2015



BIODATA PENULIS



IRWIN SYAH PUTRA

PRESTASI YANG PERNAH DIRAIH

- ❖ Duta Pramuka Anti Narkoba Kota Jambi 2017
- ❖ Peserta Perkemahan Pramuka Santri Nusantara 2018
- ❖ Peserta LSHRP Ke 14 Se-Provinsi Jambi 2018
- ❖ Duta Perubahan Prilaku UIN Imam Bonjol Padang 2021
- ❖ Peserta Terbaik Traning Kualifikasi Aktifis Dakwah Kampus
- ❖ Duta Inspirasi Provinsi Jambi 2021/2022
- ❖ Predikat silver International Creative Innovation Design Exhibition 2022

ORGANISASI YANG PERNAH DIKUTI

- ❖ Ketua bidang kerohanian HMJ Fisika (2021-2022)
- ❖ Anggota Bidang Kaderisasi FKI KU (2020-2021)
- ❖ Sekertaris COIS 4 2021
- ❖ Sekertaris Umum HMJ Tadris IPA Fisika (2022-2023)
- ❖ Sekertaris Umum LDF FKI-KU (2021-2022)
- ❖ Sekertaris Bidang Kaderisasi KSI-UA (2022-2023)

PENDIDIKAN

- ❖ SD 131/1 Jangga Baru
- ❖ MTs Putra As'Ad Jambi
- ❖ MAS As'Ad Jambi

CONTACT



*Jangga Baru, 02 November
2000*



081273447693



1914080008.irwinskyahputra
@gmail.com



irwinskyahputra0211



E-Modul Fisika Etno-STEM Kelas XI SMA/MA/Sederajat

