

An abstract painting on the left side of the slide. It features a large, stylized sun in the upper center, rendered in shades of yellow and orange with a dark brown oval in the middle. Below the sun are jagged, mountain-like shapes in green and blue. The bottom of the painting shows dark brown, wavy shapes that could represent water or a landscape. The overall style is expressive and colorful.

# TERMODINAMIKA

Thermos = Panas

Dynamic = Perubahan



# Termodinamika

Cabang ilmu fisika yang mempelajari:

1. Pertukaran energi dalam bentuk:

- Kalor
- Kerja

2. Sistem

-----Pembatas (*boundary*)

3. Lingkungan

# TIGA MACAM SISTEM

## 1. SISTEM TERBUKA:

Ada pertukaran massa dan energi sistem dengan lingkungannya.  
Misal : lautan, tumbuh-tumbuhan

## 2. SISTEM TERTUTUP

Ada pertukaran energi tetapi TIDAK terjadi pertukaran massa sistem dengan lingkungannya.

Misalnya: *Green House* ada pertukaran kalor tetapi tidak terjadi pertukaran kerja dengan lingkungan.

## 3. SISTEM TERISOLASI :

TIDAK ada pertukaran massa dan energi sistem dengan lingkungan.

Misalnya: Tabung gas yang terisolasi.

# SIFAT PEMBATAS

- Pembatas adiabatik: tidak ada pertukaran kalor antara sistem dan lingkungan
- Pembatas tegar: tidak ada kerja baik dari sistem terhadap lingkungan ataupun dari lingkungan terhadap sistem

# Hukum Ke I

Pernyataan tentang kekekalan energi dalam sistem:

$$\Delta U = Q - W$$

Perubahan energi dalam ( $\Delta U$ ) sistem = kalor ( $Q$ ) yang ditambahkan ke sistem dikurangi dengan kerja yang dilakukan oleh sistem.

Pada sistem terisolasi  $Q = 0$  dan  $W = 0$  tidak ada perubahan energi dalam.

**Contoh soal:**

**Kalor sebanyak 1000 J ditambahkan ke sistem sementara kerja dilakukan pada (terhadap) sistem sebesar 500 J.**

**Berapa perubahan energi dalam sistem?**

**Jawab =  $\Delta U = Q - W = ( + 1000 \text{ K} ) - (-500 \text{ J}) = 1500 \text{ J}.$**

**Perhatikan bahwa HK 1 dalam bentuk  $\Delta U = Q - W$**

**Q positif : KALOR DITAMBAHKAN KE SISTEM**

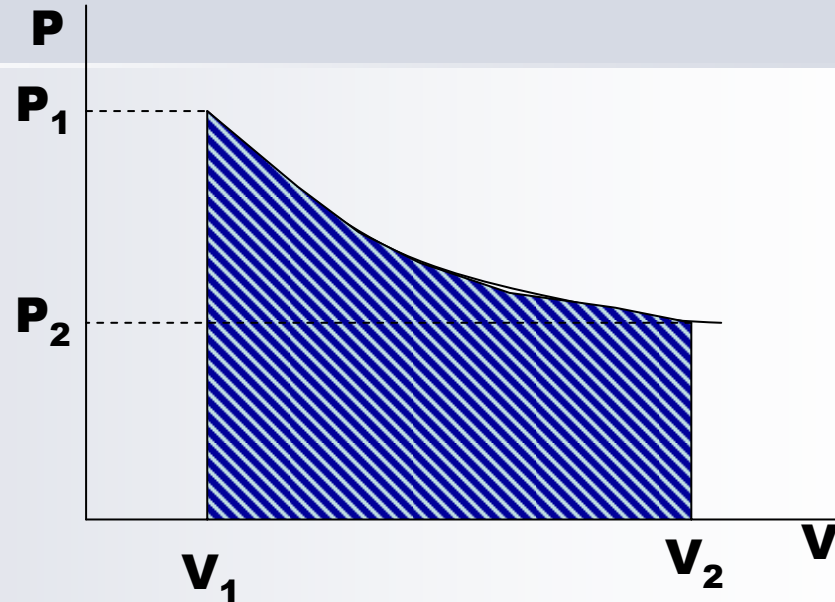
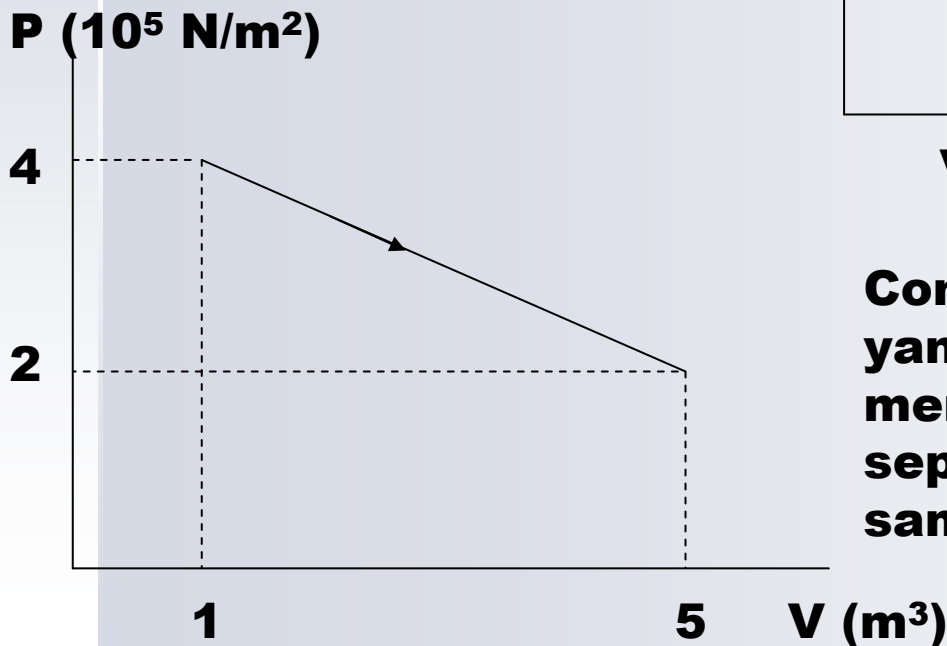
**Q negatif: KALOR DILEPASKAN OLEH SISTEM**

**W positif KERJA DILAKUKAN OLEH SISTEM**

**W negatif KERJA DILAKUKAN PADA SISTEM**

# DIAGRAM P-V

**Kerja yang dilakukan gas untuk proses dari  $(P_1, V_1)$  ke  $(P_2, V_2)$  adalah Luas bagian kurva yang diarsir**



**Contoh: hitunglah kerja yang dilakukan gas jika mengalami proses seperti pada gambar di samping ini!**

# PERSAMAAN GAS IDEAL

- $PV = nRT$
- $U = (3/2) nRT$

**Contoh: suatu gas ideal mula-mula suhunya 500K, tekanannya  $2 \times 10^5 \text{Pa}$  dan volumenya  $0,4 \text{m}^3$ .**

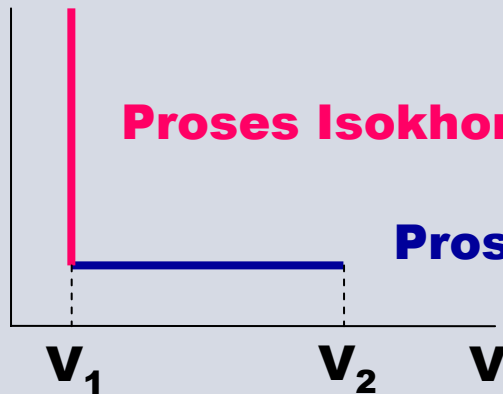
**(a) Tentukan energi dalam gas ideal tersebut**

**(b) Jika kemudian gas didinginkan pada volume tetap sehingga suhunya menjadi 200K, tentukan tekanan akhir, energi dalam, kerja serta kalor yang dilepaskan gas**



# Diagram PV untuk 4 proses dasar

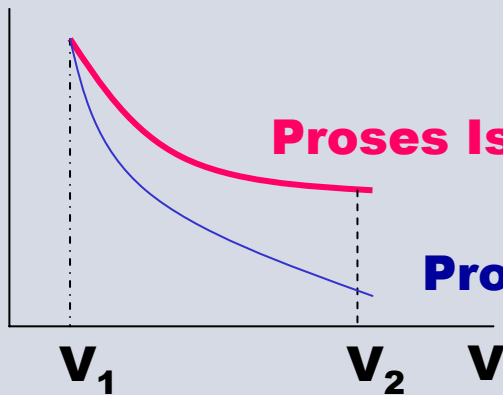
**P**



**Proses Isokhorik  $\Delta U = Q, W = 0$**

**Proses Isobarik  $W = P(V_2 - V_1)$**

**P**



**Proses Isotermal  $W = Q = nRT \ln (V_2/V_1)$**

**Proses Adiabatik  $W = - \Delta U$**

# Diagram PV untuk rangkaian proses yang berbeda

Suatu gas ideal mula-mula suhunya 400K, tekanan  $2 \times 10^4$  Pa dan volumenya  $0.001 \text{ m}^3$ .

Gas dikompresi secara perlahan pada tekanan konstan ditekan sehingga volumenya menjadi separuh semula.

Kemudian kalor ditambahkan ke gas sementara volume diatur tetap konstan sehingga suhu dan tekanan naik sampai suhu sama dengan suhu mula-mula.

Sistem kemudian diekspansi pada suhu tetap sehingga volumenya sama dengan mula-mula

- (a) Gambarkan proses-proses tersebut dalam suatu diagram P-V
- (b) Tentukan tekanan, suhu dan volume di akhir tiap proses
- (c) Tentukan kerja, kalor dan perubahan energi dalam pada tiap proses

# Hukum Ke II

HK I kekekalan energi

HK II menyatakan arah reaksi sistem.

HK II dapat dinyatakan dalam berbagai bentuk.

**Kalor mengalir secara alami dari benda panas ke benda dingin; kalor tidak mengalir secara spontan dari benda dingin ke panas**

Banyak proses yang irreversible:

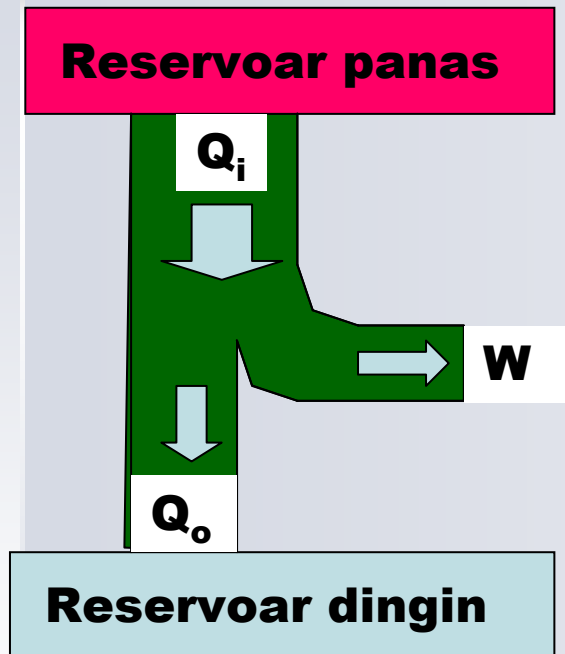
- 1) Campurkan kopi dan gula lalu kocok, keduanya menyatu akan tetapi seberapapun anda kocok kembali keduanya tidak memisah lagi.
- 2) Pecahan gelas tidak kembali ke bentuk utuhnya.

**Proses alamiah cenderung menuju ketidakteraturan (entropi maximum)!**



# Mesin Pemanas

HK II : Pada suatu mesin siklik tidak mungkin kalor yang diterima mesin diubah semuanya menjadi kerja. Selalu ada kalor yang dibuang oleh mesin.



**Efisiensi:** 
$$\eta = \frac{W}{Q_i} = 1 - \frac{Q_o}{Q_i}$$

**Sebuah mesin mobil memiliki efisiensi 20 persen dan menghasilkan kerja rata-rata 20.000 J. Tentukan berapa besar kalor yang dibuang dari mesin ini perdetik?**

**Jawab: 80.000 J**

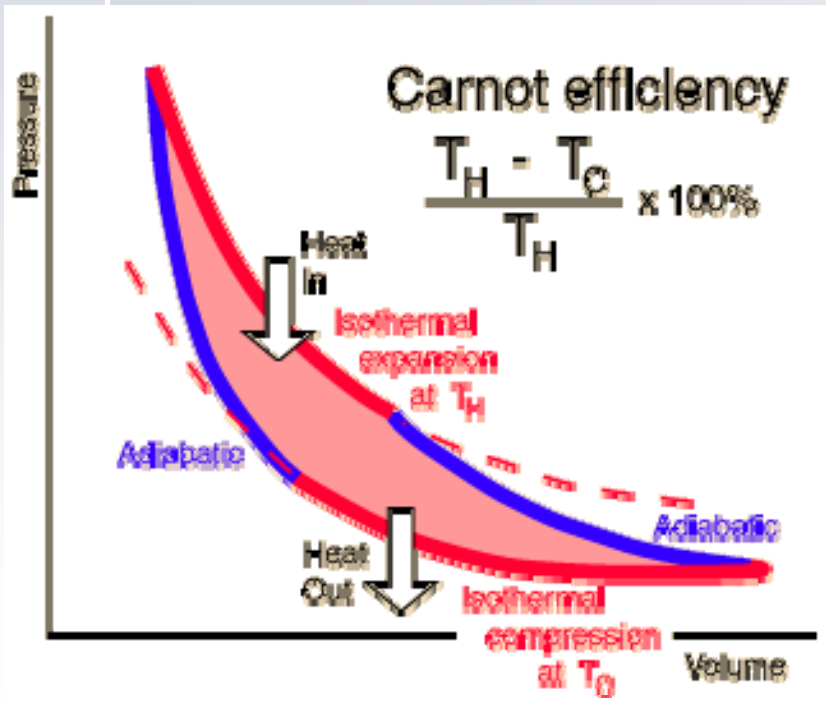


# Mesin Carnot (Ideal)

Menurut Carnot siklus mesin pemanas harus *reversibel* (dapat balik) dan tidak terjadi perubahan entropi. Ini adalah idealisasi karena kenyataannya kalor tidak seluruhnya diubah menjadi kerja (ada yang hilang dalam bentuk gesekan/turbulensi)

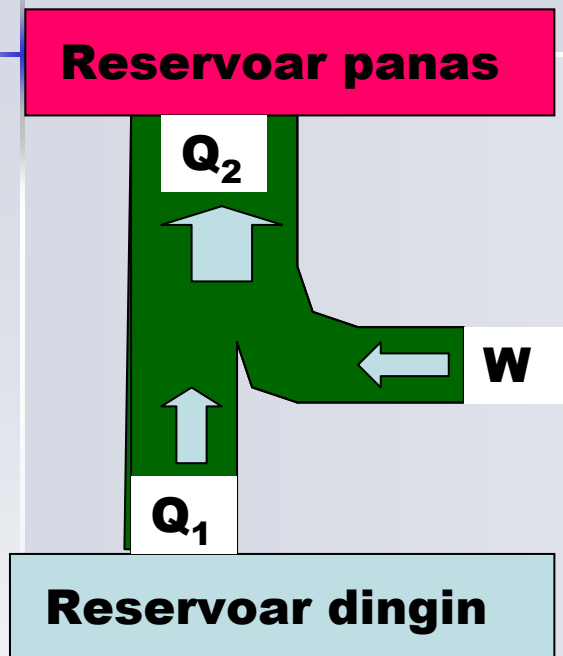
Efisiensi ( $\eta$ ) mesin bergantung pada selisih suhu kedua reservoir :

$$\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H}$$



**Contoh: Sebuah mesin Carnot bekerja pada suhu  $27^\circ\text{C}$  dan  $327^\circ\text{C}$ . Tentukan efisiensi mesin tersebut!**

## MESIN PENDINGIN



Merupakan kebalikan dari mesin pemanas.

$Q_1$  = kalor masuk tandon (*resevoir*)

$Q_2$  = kalor keluar tandon

$W$  = kerja yang ditambahkan ke sistem

$$Q_2 = Q_1 + W$$

*Coefficient of Performance* ukuran kerja sistem didefinisikan sebagai

$$(COP) = Q_1 / W \times 100\%$$

**Sebuah mesin pendingin bekerja dengan daya sebesar 200W. Jika kalor yang dibuang direservoar panas tiap sekonnnya adalah 250 J, tentukan koefisien performansi dari mesin tersebut!**



***Santai dulu ahhhh...***

***Asik euyyy....***



***Abis kul termo istirahat dulu ahhh....***

***aku juga sistem lho..***

# Penutup

- Banyak sekali terapan hukum-hukum termodinamika dalam berbagai bidang seperti ilmu lingkungan, otomotif, ilmu pangan, ilmu kimia dll.
- Untuk dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang tersebut perlu pendalaman lebih lanjut.
- Pada pertemuan selanjutnya akan disampaikan materi tentang listrik statik