

HUKUM KEDUA TERMO

H1 - Keabadian tenaga
- jumlah
- kuantiti

H2 - Arah proses
- kualiti

Untuk sesuatu proses berlaku, H1 & H2 perlu dipatuhi.

Haba – tenaga berkualiti rendah
Kerja – tenaga berkualiti tinggi

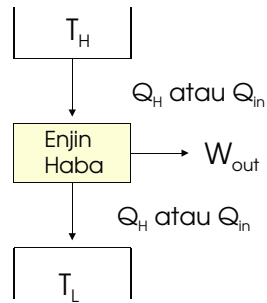
Takungan Haba

- Jasad/kawasan yang boleh menerima/ mengeluarkan haba tanpa mengalami perubahan suhu.

Enjin Haba

- Menukarkan haba → kerja
- Karakteristik:
 - * Punca haba dari takungan haba pada suhu tinggi, T_H
 - * Cuma sebahagian dari haba ditukar kepada kerja
 - * Haba selebihnya dibuang ke takungan haba bersuhu rendah, T_L
 - * Enjin bekerja terus-menerus (kitaran)

Takungan Haba Suhu Tinggi



Takungan Haba Suhu Rendah

$$\text{Kecekapan terma} = \eta = \frac{\text{Kerja Keluaran Bersih}}{\text{Haba yang dibekal}} = \frac{W_{\text{out, net}}}{Q_{\text{in}}}$$

$$\text{Kecekapan} = \frac{\text{Hajat yang dicapai}}{\text{Modal yang diberi}}$$

2 faktor mempengaruhi η

- Ketidakbolehbalikan (irreversibility)
- Kesan sampingan pemindahan haba

Ketidakbolehbalikan (tbb)

Contoh: Geseran

Rintangan elektrik

Pencampuran 2 bahan berlainan

Pengembangan bebas

Pemindahan haba bukan sesuhu

Proses tak bolehbalik → faktor di atas terlibat

Proses Bolehbalik (Reversible Process)

- Selepas selesai proses ke depan dan kembali, tiada perubahan pada alam (sistem dan sekitaran)
- Bolehbalik kerana tiada faktor-faktor ketakbolehbalikan (Irreversibilities)
- Bolehbalik dalaman – irreversibilities dianggap hanya di luar sistem
- Bolehbalik luaran – irreversibilities dianggap hanya di dalam sistem

H2 Termo

Kenyataan Kelvin-Planck (Enjin Haba)

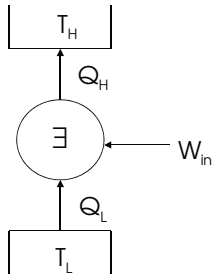
- Adalah mustahil untuk apa-apa alat yang bekerja dalam kitaran (terus-menerus) untuk menerima sejumlah haba dari satu takungan haba dan menghasilkan jumlah kerja yang sama.

Kenyataan Clausius (Penyejuk – Pam Haba)

- Mustahil untuk membina satu alat yang bekerja dalam kitaran dan tidak menghasilkan apa-apa kesan lain selain pemindahan sejumlah haba dari satu jasad sejuk ke jasad lain yang panas.

Penyejuk & Pam Haba (Enjin Haba Balik)

- Memaksa haba dari T_L mengalir ke T_H (kerja perlu dibekalkan)



Pekali Prestasi Penyejuk (Coefficient of Performance)

$$COP_R = \frac{Q_L}{W_{in}}$$

Pekali Prestasi Pemanas (Pam Haba)

$$PP_{PH} = \frac{Q_H}{W_{in}}$$

T_H, T_L sama

$$PP_{PH} = PP_p + 1$$

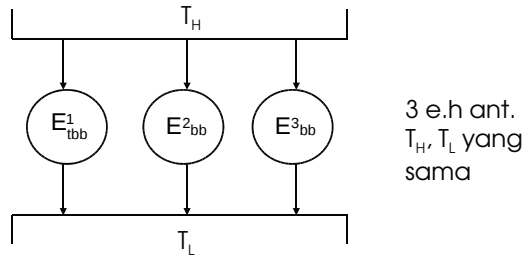
Enjin haba / e.h. balikan boleh balik

- Tiada faktor t.b.b. pada enjin (geseran etc.)
- Semua proses-proses dalam kitaran adalah proses-proses b.b. (pemindahan haba sesuhu)

Enjin haba sebenar

- Ada faktor-faktor t.b.b. (geseran etc.)

Prinsip-Prinsip Carnot



(a) $\eta_{tbb} < \eta_{bb}$

(b) $\eta_{bb_2} = \eta_{bb_3}$

* $\eta_{bb} < 100\%$ (masih patuh H2 termo)

Skala Suhu Termodinamik

- Dari Prinsip Carnot (b)

$$\eta_{bb} = f(T_H, T_L)$$

juga $\eta_{bb} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$

$$\therefore \frac{Q_L}{Q_H} = 1 - \eta_{bb} = 1 - f(T_H, T_L)$$

$$\frac{Q_L}{Q_H} = g(T_H, T_L)$$

$$g(T_H, T_L) = \frac{T_L}{T_H}$$

$$\therefore \left[\frac{Q_L}{Q_H} \right]_{b,b} = \frac{T_L}{T_H}$$

Prestasi Maksimum

Umum Ideal/Max/Carnot/Reversible

$$\frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = \eta = \frac{T_H - T_L}{T_H}$$

$$\frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = PP_P = \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

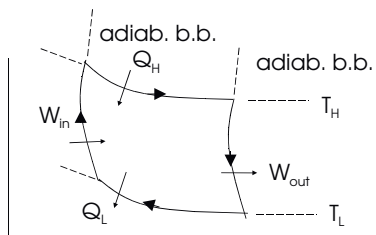
$$\frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = PP_{PH} = \frac{T_H}{T_H - T_L}$$

$$\eta, PP = \eta_{\max}, PP_{\max} \text{ (Ideal)}$$

$$< \eta_{\max}, PP_{\max} \text{ (Sebenar)}$$

$$> \eta_{\max}, PP_{\max} \text{ (Mustahil)}$$

Kitar Carnot (E.H. bb)



2 proses sesuhu (pemindahan haba)

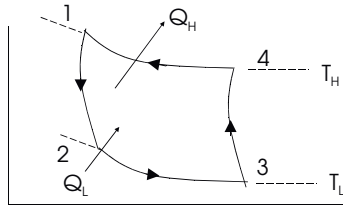
2 proses adiabatik b.b

$$W_{\text{net}} = w_{\text{out}} - w_{\text{in}}$$

$$\eta_{\text{carnot}} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

Kitar Carnot balikan (untuk penyejuk/pam haba)

- Proses-proses sama, tetapi arah terbalik



Penyejuk

$$PP_{P_{bb}} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

Pam Haba

$$PP_{P_{hbb}} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{T_H}{T_H - T_L}$$