

**BIDANG PROSES PENDIDIKAN DAN  
PENGAJARAN :**

**BERITA ACARA PERKULIAHAN**

**Kuliah Tatap Muka**

Periode Semester Genap 2022/2023

MATAKULIAH :

**TERMODINAMIKA 2  
KL.K**

**LAMPIRAN BERITA ACARA PERKULIAHAN :**

1. SK.Penugasan Mengajar
2. Presensi Kehadiran Dosen dan Materi Ajar (SAP)
3. Hasil Evaluasi Belajar Mahasiswa (Nilai Akhir)
4. Contoh Hand-out Bahan Ajar



YAYASAN PERGURUAN CIKINI  
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640  
Telp. 021-7270090 (hunting), Fax. 021-7866955, hp: 081291030024  
Email : humas@istn.ac.id Website : www.istn.ac.id

**SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK**

Nomor : 04 / 03.1 – Gsi/ III/ 2023

SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2022/2023

Nama	: Ir.Harwan Ahyadi.MT	Status Pegawai	: Tetap			
NIK	: 0188779	Program Studi	: Teknik Industri S1			
Jabatan Akademik	: Lektro Kepala					
Bidang	Perincian Kegiatan	Tempat	Jam/ Minggu	Kredit (sks)	Keterangan	
I PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN	MENGAJAR DI KELAS (KULIAH/RESPONSI DAN LABORATORIUM)					
	1.Ergonomi & Pernc.Sist.Kerja 2	T.Industri S1	10:00-11:40,Senin	2	A	
	2.Ergonomi & Pernc.Sist.Kerja 2	T.Industri S1	16:00-17:40, Jumat	2	K	
	3.Matematika Optimasi	.Industri S1	13:00-14:40,Rabu	2	A	
	4.Mekanika Teknik	Industri S1	13:00-14:40,Selasa	2	A	
	5.Pengantar Bisnis dan Manajemen	Industri S1	08:00-09:40,Kamis	2	A	
	6.Prenc.tata letak Pbrk.& Fasilitas	Industri S1	10:00-12:40,Selasa	3	A	
	7. Mekanika Teknik	Industri S1	17:00-18:40.Kamis	2	K	
	8.Pernc.dan Pengembangan Produk	Industri S1	17:00-18:40.Kamis	2	K	
	9.Pernc.dan Pengembangan Produk	Industri S1	17:00-18:40.Kamis	2	A	
	10. Analisa Vektor	Mesin S1	08:00-09:40, Kamis	2	A	
	12 Thermodinamika 2	Mesin S1	08:00-09:40,Kamis	2	A	
	13.Analisa Vektor	Mesin S1	17:00-18:40, Sabtu	2	K	
	14.Thermodinamika 2	Mesin S1	19:00-20:40,Jumat	2	K	
	15.Membimbing Tugas Akhir				1	
	16.Menguji Tugas Akhir				1	
	17.Bimbing Kerja Praktek				1	
II PENELITIAN						
	1.Penulisan Ilmiah			1		
III PENGABDIAN DAN MASYARAKAT						
	Memberikan Penyuluhan / Penelitian / Ceramah kepada Masyarakat			1		
IV UNSUR-UNSUR PENUNJANG						
	1.Berperan serta aktif dalam pertemuan Ilmiah/seminar			1		
	Jumlah Total			33		

Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Sains dan Teknologi Nasional Penugasan ini berlaku tanggal 01 Maret 2023 sampai dengan 31 Agustus 2023.

**Tembusan :**

- 1.Direktur Akademik - ISTN
- 2.Direktur Non Akademik - ISTN
- 3.Ka. Biro Sumber Daya Manusia - ISTN
- 4.Kepala Program Studi Fak. ....
- 5.Arsip





**BERITA ACARA PERKULIAHAN**  
(PRESENTASI KEHADIRAN DOSEN E-LEARNING)  
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2022/2023  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S.1 & D.III –ISTN








Mata Kuliah : THERMODINAMIKA 2  
Dosen : Ir.HARWAN AHYADI,.MT  
Hari : **JUMAT**  
Jam : **19:00-21:40**

Semester :  
SKS : 3  
Kelas : K  
Ruang :

No.	TANGGAL	MATERI KULIAH	JML MHS HADIR	TANDA TANGAN DOSEN
1	31-03-2023	Pendahuluan	3	
2	08-04-2023	Kerja gas iedal	3	
3	15-04-2023	Aplikasi Thermodinamika pada Motor Bakar	3	
4	05-05-2023	<i>Siklus rangkine</i>	3	
5	12-05-2023	<i>Turbin Uap</i>	3	
6	19-05-2023	<i>Resume materi kuliah</i>	3	
7	02-06-2023	<b>UTS</b>	3	
8	09-06-2023	<b>Energy volume atur</b>	3	

DOSEN PENGAJAR

(Ir.Harwan Ahyadi,MT)

No.	TANGGAL	MATERI KULIAH	JML MHS HADIR	TANDA TANGAN DOSEN
9	02-06-2023	HUKUM 1 THERMODINAMIKA	3	
10	08-06-2023	HUKUM THERMODINAMIKA 2	3	
11	15-06-2023	Rankin	3	
12	23-06-2023	<i>Mesin Otto</i>	3	
13	07-07-2023	<i>Refrigerasi</i>	3	
14	14-07-2023	<b>Resume matakuliah</b>	3	
15	21-07-2023	<b>Minggu tenang</b>	3	
16	28-07-2023	<b>UAS</b>	3	

DOSEN PENGAJAR



(Ir. Harwan Ahyadi, MT)

# DAFTAR NILAI

## SEMESTER GENAP REGULER TAHUN 2022/2023

Program Studi : Teknik Mesin S1

Matakuliah : Termodinamika 2

Kelas / Peserta : K

Perkuliahan : Kampus ISTN Bumi Srengseng P2K - Kelas

Dosen : Harwan Achyadi, Ir.MT.

Hal. 1/1

No	NIM	N A M A	ABSEN	TUGAS	UTS	UAS	MODEL	PRESENTASI	NA	HURUF
			10%	20%	30%	40%	0%	0%		
1	22214701	<b>Gilang Kurnia</b>	100	70	70	78	0	0	76.2	<b>A-</b>
2	22214702	<b>Evans Budyprakoso</b>	100	70	80	78	0	0	79.2	<b>A-</b>
3	22214704	<b>Biher Halomoan Sinaga</b>	100	0	0	0	0	0	0	

Rekapitulasi Nilai							
A	0	B+	0	C+	0	D+	0
A-	2	B	0	C	0	D	0
		B-	0	C-	0	E	0

Jakarta, 31 July 2023

Dosen Pengajar



**Harwan Achyadi, Ir.MT.**



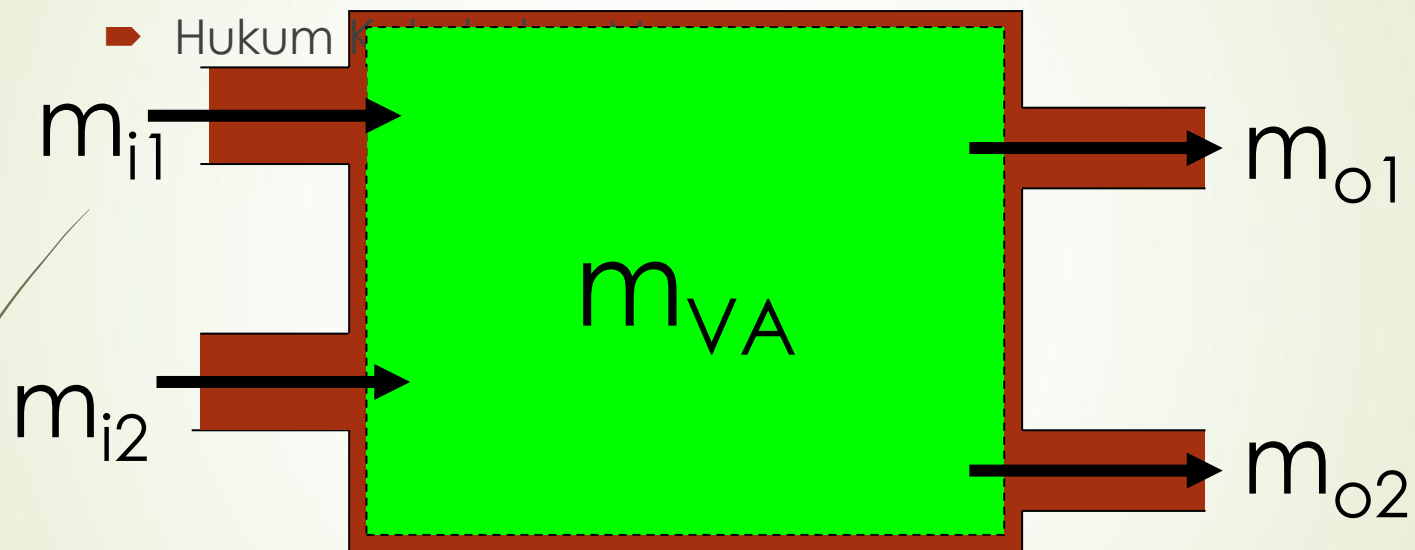
**PROGRAM STUDI  
TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS  
TEKNOLOGI  
INDUSTRI**


# **THERMODYNAMIKA II**

**HUKUM I TERMODINAMIKA  
UNTUK SISTEM TERBUKA**

# Sistem Terbuka $\equiv$ Volume Atur



$$\sum m_i - \sum m_o = \Delta m_{VA}$$



# Tinjauan pada volume atur

- 1) Kondisi aliran tunak (steady state)
  - a.  $\Sigma m_i = \Sigma m_o$
  - b.  $\Delta E = 0$
- 2) Kondisi aliran tak tunak jika proses perubahan merupakan fungsi waktu



- ▶ Laju aliran massa ( $\dot{m}$ )  
= massa yang mengalir per satuan waktu
- ▶ Laju aliran volume atau debit aliran  
= volume yang mengalir per satuan waktu

( $\dot{V}$ )



$$\dot{m} = \rho V_{av} A \quad (\text{kg/s})$$

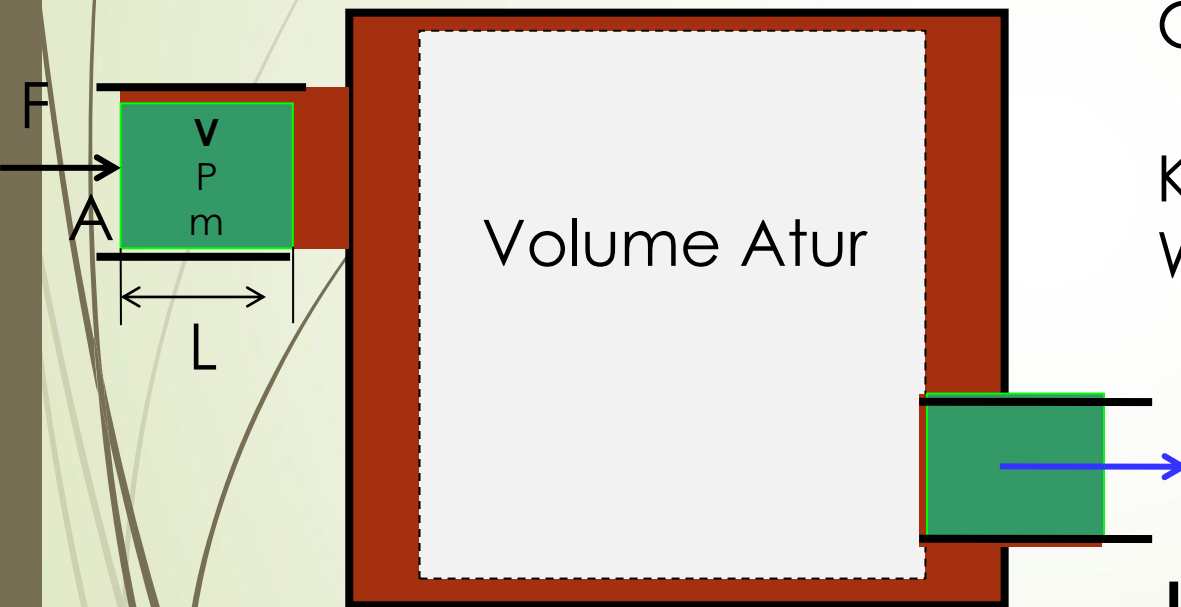
$$\dot{V} = V_{av} A \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

$V_{av} \equiv$  kecepatan aliran rata-rata

$A \equiv$  luas penampang aliran

# Energi aliran (kerja aliran)

Energi/kerja aliran adalah energi yang diperlukan untuk mendorong massa masuk atau keluar volume atur



$$\text{Gaya, } F = p.A$$

Kerja aliran :

$$W_{\text{flow}} = F.L = p.A.L = p.V \text{ (kJ)}$$

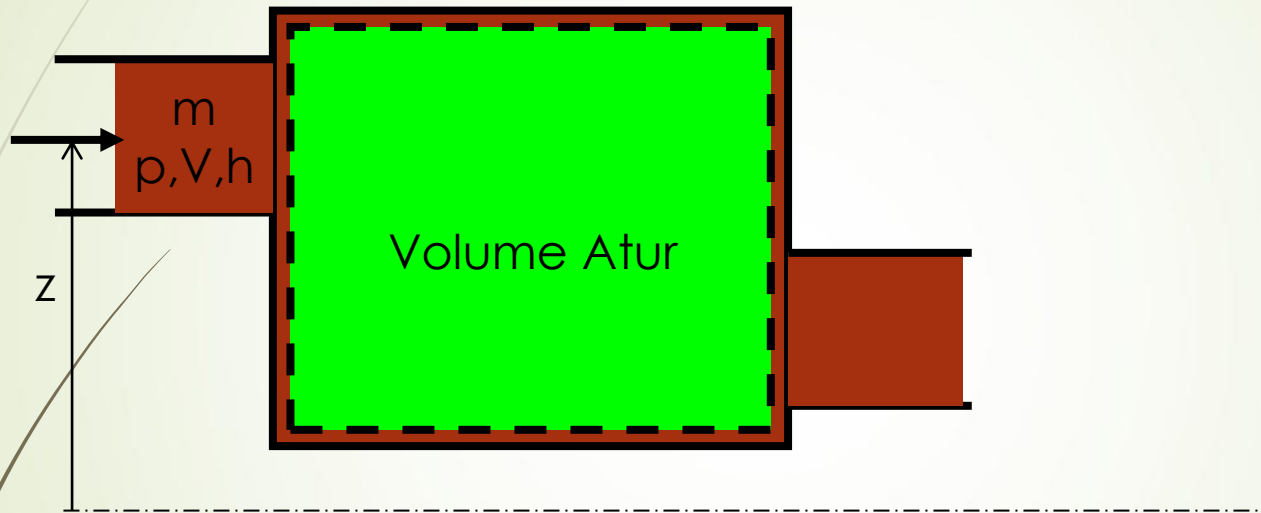
$p$  = tekanan fluida

$v$  = volume spesifik fluida

Untuk satu satuan massa :

$$w_{\text{flow}} = p.v \text{ (kJ/kg)}$$

# Energi total massa yang mengalir



$$E_m = m.e = m(pv + u + \frac{1}{2}V^2 + gz) = m(h + \frac{1}{2}V^2 + gz)$$

$$h = u + pv$$

↑ Energi aliran  
↑ Energi internal  
↑ Energi kinetik  
↑ Energi potensial  
↑ Enthalpi

# Proses aliran tak tunak (transient)

- *Dalam volume atur terjadi perubahan massa dan perubahan energi selama waktu tertentu*

Contoh :

- 1) Pengisian/pengosongan tangki
- 2) Pengisian balon dengan udara
- 3) Pemompaan ban
- 4) Proses memasak menggunakan uap bertekanan

# Proses aliran tak tunak (transient)

➤ *Hukum kekekalan massa*

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Jumlah massa yang} \\ \text{masuk VA selama } \Delta t \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{Jumlah massa yang} \\ \text{keluar VA selama } \Delta t \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{Perubahan massa} \\ \text{dalam VA selama } \Delta t \end{array} \right]$$

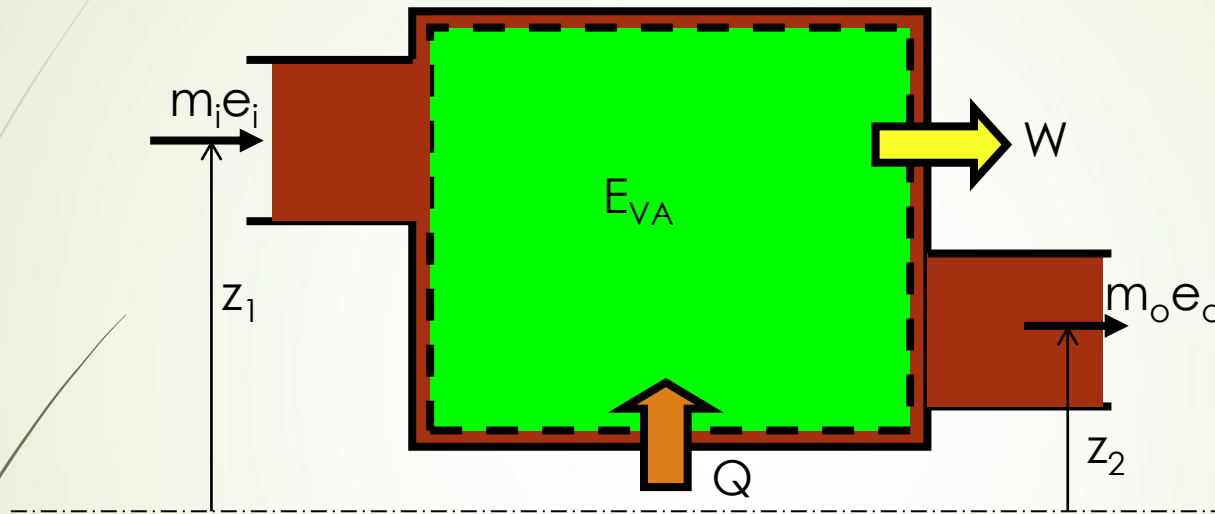
atau

$$[\Sigma m_i]_{\Delta t} - [\Sigma m_o]_{\Delta t} = [\Delta m_{VA}]_{\Delta t} = (m_2 - m_1)_{VA} \text{ (kg)}$$

➤ Jika  $\Delta t \rightarrow 0$ , maka (kg/s)

$$\Sigma \dot{m}_i - \Sigma \dot{m}_o = \frac{d}{dt} (m_{VA})$$

# Proses aliran tak tunak (transient)



$$m_i e_i = \int_{m_i} e_i \delta m_i = \int_0^{\Delta t} e_i \dot{m}_i dt$$

$$m_o e_o = \int_{m_o} e_o \delta m_o = \int_0^{\Delta t} e_o \dot{m}_o dt$$

$$Q - W + \sum m_i e_i - \sum m_o e_o = \Delta E_{VA}$$

# Proses Aliran Uniform

- Perubahan keadaan VA berlangsung uniform
- Aliran fluida masuk/keluar VA bersifat tunak
- Persamaan energi menjadi

$$Q - W + \sum m_i e_i - \sum m_o e_o = (m_2 e_2 - m_1 e_1)_{VA}$$

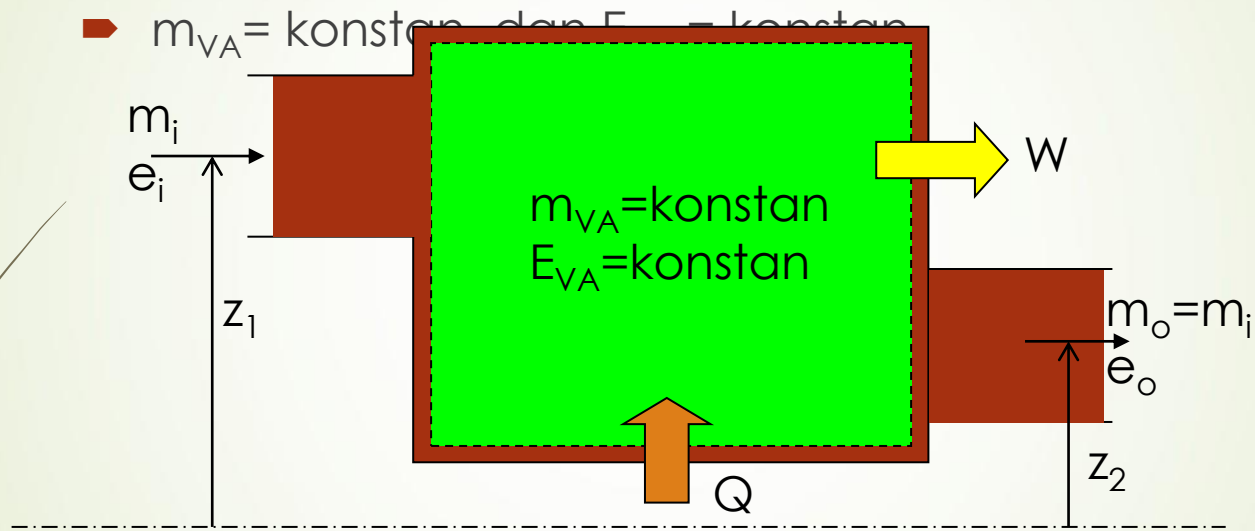
- Jika seluruh energi kinetik & potensial diabaikan

$$Q - W + \sum m_i h_i - \sum m_o h_o = (m_2 u_2 - m_1 u_1)_{VA}$$

- Jika  $m_i = m_o$ , maka persamaan di atas sama dengan persamaan energi pada sistem tertutup

$$Q - W = \Delta U$$

# Proses Aliran Tunak



Neraca massa :  $\Sigma m_i = \Sigma m_o$



# Proses Aliran Tunak

- Neraca energi

$$\dot{Q} - \dot{W} = \sum \dot{m}_o e_o - \sum \dot{m}_i e_i$$

- Jika hanya terdapat satu lubang masuk dan satu lubang keluar,

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(e_o - e_i) = \dot{m}(\Delta h + \Delta ek + \Delta ep)$$

- Untuk satu satuan massa

$$\dot{q} - \dot{w} = (e_o - e_i) = (\Delta h + \Delta ek + \Delta ep)$$

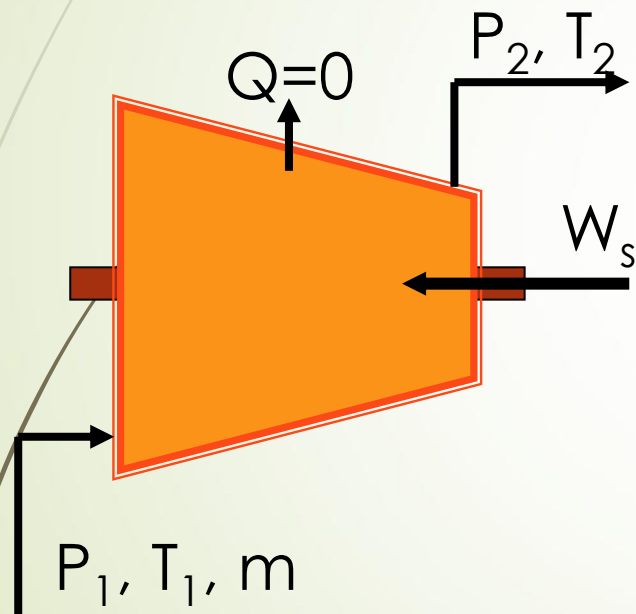
- Jika selisih energi kinetik dan potensial diabaikan

$$\dot{q} - \dot{w} = \Delta h$$

# Prosedur analisis energi suatu alat

1. Gambarkan diagram sistem yang ditinjau
2. Tunjukkan posisi massa masuk dan keluar sistem
3. Tunjukkan kerja mekanis masuk dan keluar sistem
4. Tunjukkan energi kalor masuk dan keluar sistem
5. Tunjukkan energi bentuk lain jika ada
6. Tentukan sifat-sifat fluida masuk dan keluar sistem
7. Sifat-sifat yang belum diketahui ditentukan dengan :
  - (a) persamaan keadaan; (b) konservasi massa;
  - (c) persamaan proses
8. Tentukan asumsi-asumsi yang dipilih
9. Gunakan neraca energi untuk menghitung laju transfer energi

# Kompresor



► Asumsi :

- 1) Aliran tunak
- 2)  $\Delta E_k$  dan  $\Delta E_p$  diabaikan
- 3) Kompresi adiabatik ( $Q=0$ )

► Persamaan energi

$$Q - W_s = m(\Delta h + \Delta e_k + \Delta e_p)$$

ata 0

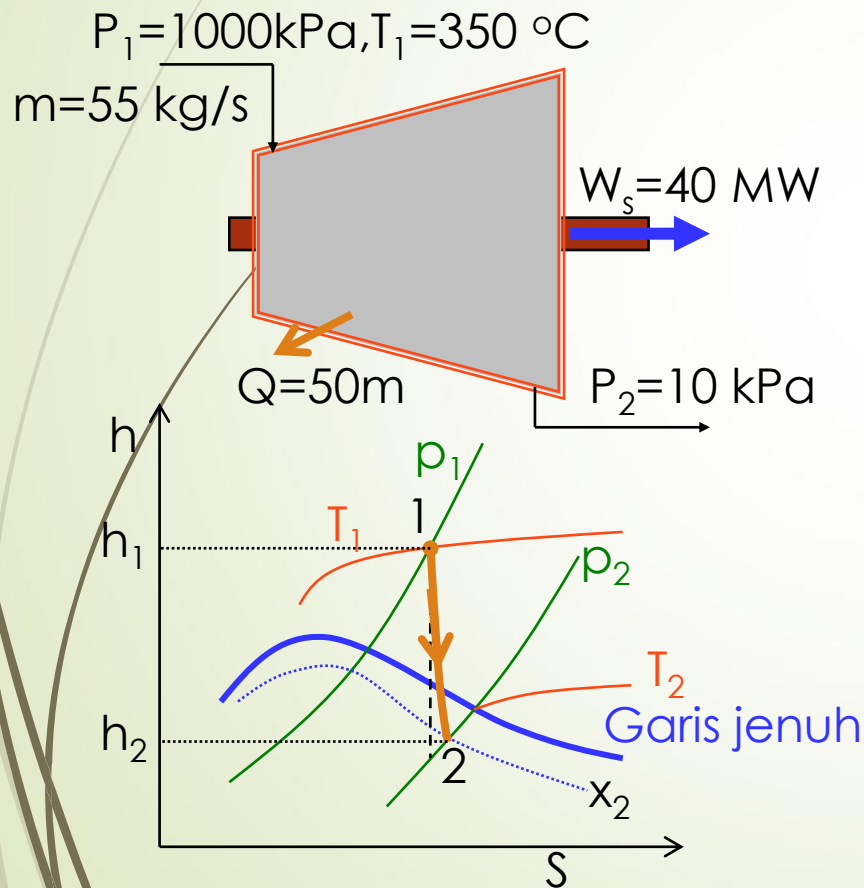
$$W_s = m(h_1 - h_2)$$

$$= mc_p(T_1 - T_2)$$

0

0

# Turbin Uap



➤ Asumsi :

1) Aliran tunak

2)  $\Delta E_k$  dan  $\Delta E_p$  diabaikan

➤  $P_1 = 1000 \text{ kPa}, T_1 = 350 \text{ }^\circ\text{C}$

$h_1 = 3157,7 \text{ kJ/kg}$  (superheated)

➤  $Q = -50m = -50 \times 55 = -2750 \text{ kW}$

➤  $-Q - W_s = m(h_2 - h_1)$

$-2750 - 40.000 = 55(h_2 - 3157,7)$

$h_2 = 2380 \text{ kJ/kg}$

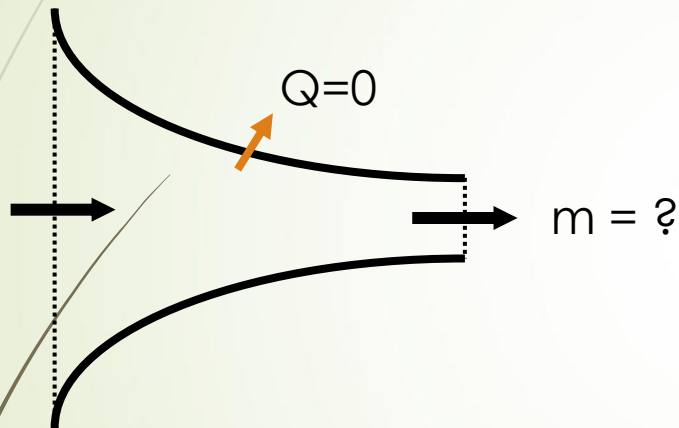
➤ Pada  $p_2 = 10 \text{ kPa}, h_{g2} = 2584,7 \text{ kJ/kg}$

dan  $h_{f2} = 191,83 \text{ kJ/kg}$

➤ Jadi

$$x_2 = \frac{h_2 - h_{f2}}{h_{g2} - h_{f2}} = \frac{2380 - 191,83}{2584,7 - 191,83} = 0,91$$

# Nozzle



$$p_1 = 400 \text{ kPa}$$

$$T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_1 = 0$$

$$p_2 = 270 \text{ kPa}$$

$$A_2 = 4000 \text{ mm}^2$$

$$T_2 = T_1 \left( \frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = (273,15 + 20) \left( \frac{400}{270} \right)^{\frac{1-1,4}{1,4}}$$

$$= 262,01 \text{ K} = -11,14 \text{ }^\circ\text{C}$$

► Asumsi :

- 1) Aliran tunak
- 2)  $\Delta E_p$  diabaikan
- 3)  $W_s = 0$
- 4) Udara sbg gas ideal

► Persamaan Energi

$$Q - W_s = m(\Delta h + \Delta ek + \Delta ep)$$

$$(h_2 - h_1) + \frac{1}{2}V_2^2 = 0$$

$$c_p(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}V_2^2 = 0$$

Diperoleh  $V_2 = 250 \text{ m/s}$

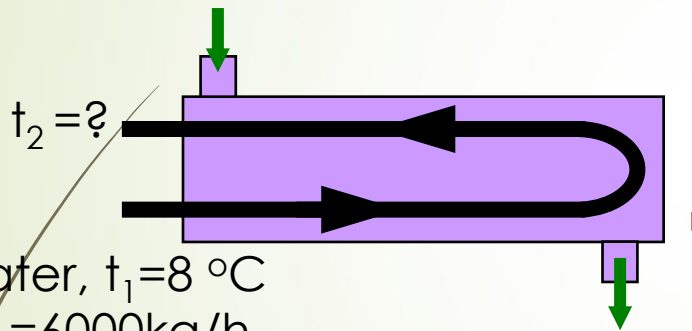
$$m = \rho V_2 A_2 = p_2 / (RT_2) \cdot V_2 \cdot A_2$$

$$= 270000 / (287 \times 262,01)$$

$$\times 4000 \times 10^{-6} \times 250 = 3,6 \text{ kg/s}$$

# Heat Exchanger

Oil  $c_{po} = 3,8 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$ ,  
 $T_1 = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $m_o = 4500 \text{ kg/h}$



Water,  $t_1 = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$

$m_w = 6000 \text{ kg/h}$

$c_{pw} = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$

$T_2 = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

➤ Asumsi :

1) Aliran tunak

2)  $\Delta E_k$  dan  $\Delta E_p$  diabaikan

3)  $c_{pw}$  dan  $c_{po}$  konstan

4)  $Q = 0$  dan  $W_s = 0$

➤ Persamaan energi menjadi

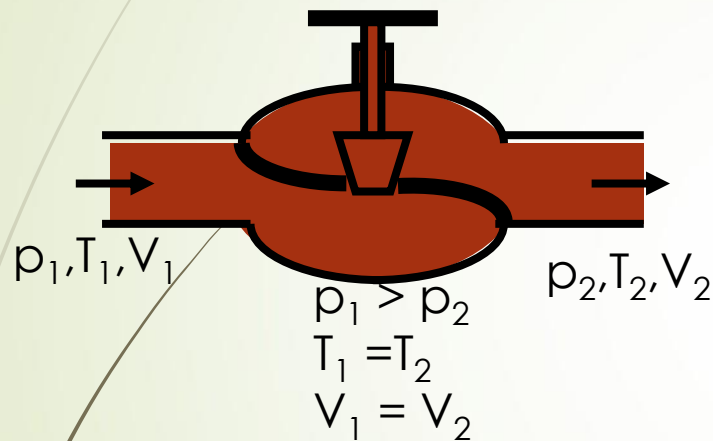
$$\Sigma(mh)_o - \Sigma(mh)_i = 0$$

$$m_o c_{po} (T_1 - T_2) = m_w c_{pw} (t_2 - t_1)$$

➤ Diperoleh  $t_2 = 28,45 \text{ } ^\circ\text{C}$

# Proses Throttling dan Joule-Thomson Coefficient

## Throttling



## Persamaan energi

$$Q - W_s = m(\Delta h + \Delta ek + \Delta ep)$$

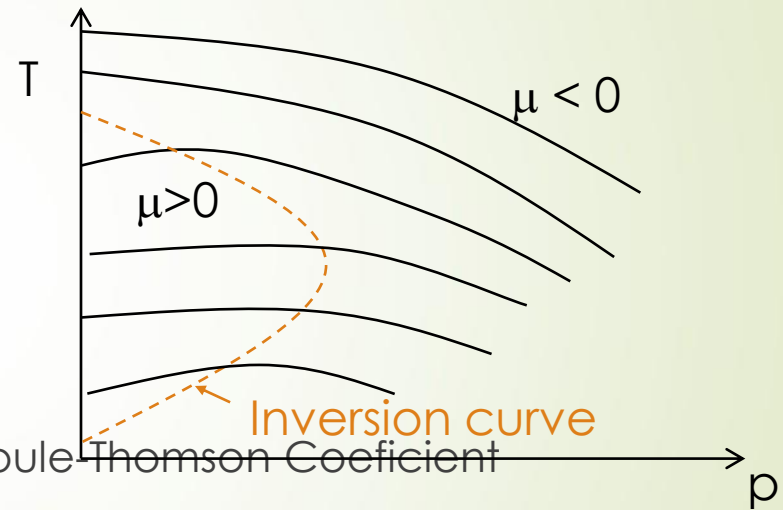
0      0

0

$$h_2 - h_1 = -(\frac{1}{2}V_2^2 - \frac{1}{2}V_1^2)$$

$$h_2 = h_1 \text{ (isenthalpi)}$$

Untuk gas riil  $T_1 \neq T_2$



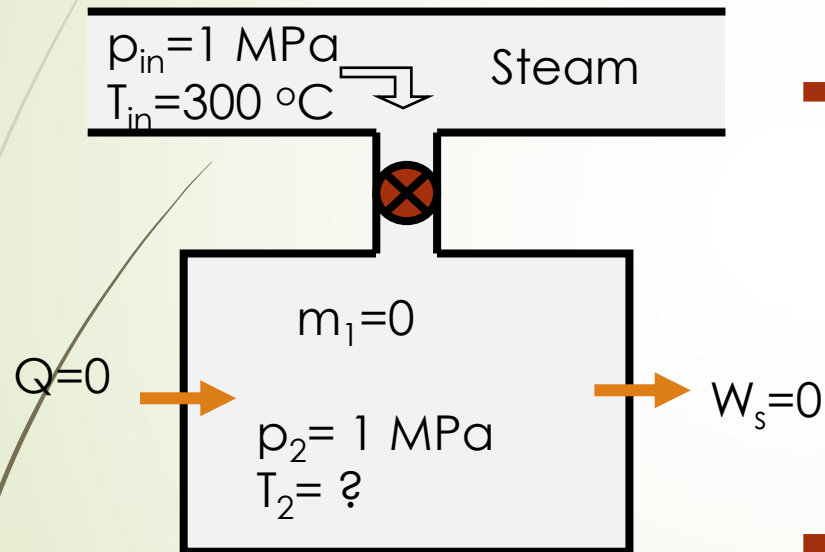
$$\mu = \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_h$$

$\mu > 0 \rightarrow$  throttling T naik

$\mu < 0 \rightarrow$  throttling T turun

# Proses aliran tak tunak

## ► Pengisian tanki



## ► Neraca massa

$$\Sigma m_{in} - \Sigma m_{out} = (m_2 - m_1)_{VA}$$

$$m_2 = m_{in}$$

## ► Neraca Energi

$$Q - W + \Sigma m_{in} h_{in} - \Sigma m_{out} h_{out} = (m_2 u_2 - m_1 u_1)_{VA}$$

$$0 = -m_{in} h_{in} + m_2 u_2$$

$$u_2 = h_{in}$$

## ► Pada $p = 1 \text{ MPa}, T = 300 \text{ °C}$

$$h_{in} = 3051,2 \text{ kJ/kg} = u_2$$

## ► Pada $p = 1 \text{ MPa}, u_2 = 3051,2 \text{ kJ/kg}$

$$T_2 = 456,2 \text{ °C}$$



# Materi Kuliah Termo 2

Minggu ke	Materi
1	Pendahuluan
2	Entropi dan Hk. 2 Termo
3	siklus carnot
4	eksergi
5	siklus Rankine
6	Latihan soal
7	UTS
8	Siklus Otto
9	Latihan soal
10	Siklus Diesel
11	Latihan soal
12	Siklus Brayton
13	Latihan soal
14	Refrigerasi / Pompa Panas
15	UAS