

**BIDANG PROSES PENDIDIKAN DAN
PENGAJARAN :**

BERITA ACARA PERKULIAHAN

Kuliah Tatap Muka

Periode Semester Genap 2022/2023

MATAKULIAH :

**TERMODINAMIKA 2
KL.A**

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	Semester : _____
Dosen : Ir.HARWAN AHYADI,.MT	SKS : 3
Hari : KAMIS	Kelas : A
Jam : 08.00-09.40	Ruang : _____

No.	TANGGAL	MATERI KULIAH	JML MHS HADIR	TANDA TANGAN DOSEN
1	30-03-2023	Pendahuluan	3	
2	07-04-2023	Kerja gas iedal	3	
3	14-04-2023	Aplikasi Thermodinamika pada Motor Bakar	3	
4	04-05-2023	<i>Siklus rangkine</i>	3	
5	11-05-2023	<i>Turbin Uap</i>	3	
6	18-05-2023	<i>Resume materi kuliah</i>	3	
7	01-06-2023	UTS	3	
8	07-06-2023	Energy volume atur	3	

DOSEN PENGAJAR

(Ir.Harwan Ahyadi,MT)

No.	TANGGAL	MATERI KULIAH	JML MHS HADIR	TANDA TANGAN DOSEN
9	01-06-2023	HUKUM 1 THERMODINAMIKA	3	
10	07-06-2023	HUKUM THERMODINAMIKA 2	3	
11	14-06-2023	Rankin	3	
12	22-06-2023	<i>Mesin Otto</i>	3	
13	06-07-2023	<i>Refrigerasi</i>	3	
14	13-07-2023	Resume matakuliah	3	
15	20-07-2023	Minggu tenang	3	
16	27-07-2023	UAS	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 : A
Perkuliahan : Kampus ISTN Bumi Srengseng Indah
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	19210001	Rizieq Alifqu	100	0	50	0	0	0	0	
2	21210004	Ahmad Raihan Nur	100	55	60	70	0	0	67	B-
3	21210005	Muchamad Triaskoso	100	55	65	85	0	0	74.5	B+
4	21210008	Sulistiyo Prayogo	100	75	65	80	0	0	76.5	A-
5	21210009	Kamal Hamnoer	100	55	65	78	0	0	71.7	B
6	21210010	Mochammad Yazid Sastrawinata	100	55	65	80	0	0	72.5	B+
7	21210011	Naufal Yafi	100	75	65	80	0	0	76.5	A-
8	21210701	Muhammad Hanif Assayyaf	100	55	70	80	0	0	74	B+
9	22210701	Mohammad Abid Alfarizi	100	75	68	80	0	0	77.4	A-
10	22210702	Suherdiyanto	100	75	80	80	0	0	81	A
11	22210703	Didit Nurhuda	100	75	67	80	0	0	77.1	A-

Rekapitulasi Nilai							
A	1	B+	3	C+	0	D+	0
A-	4	B	1	C	0	D	0
		B-	1	C-	0	E	0

Jakarta, 31 July 2023

Dosen Pengajar



Harwan Achyadi, Ir.MT.



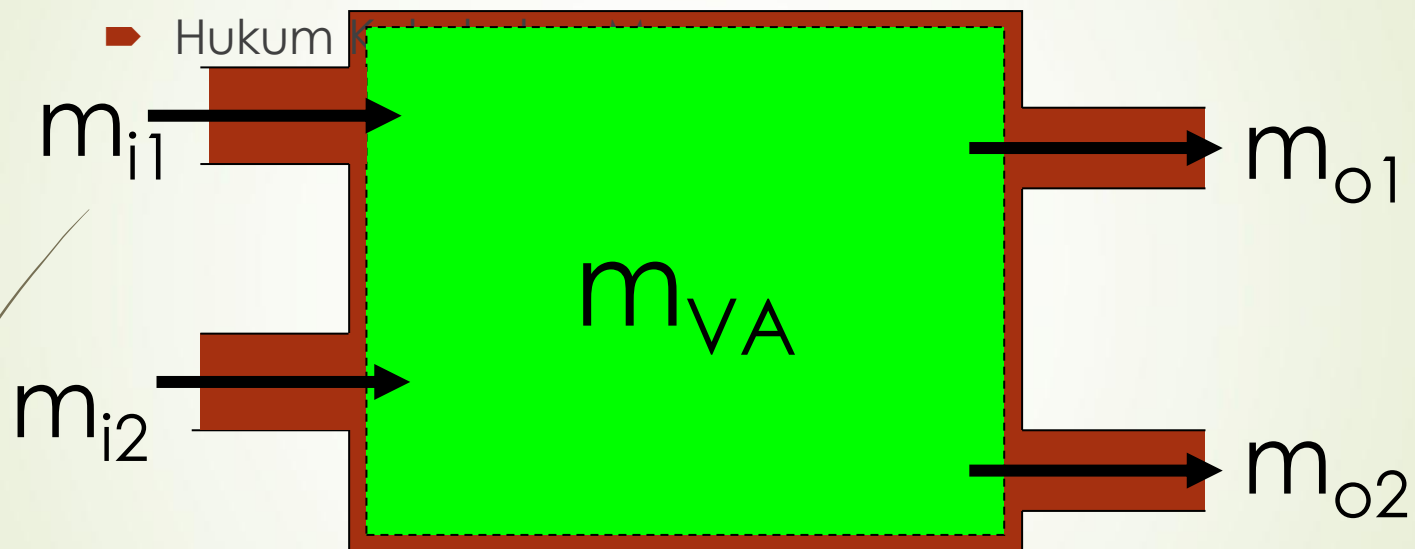
**PROGRAM STUDI
TEKNIK MESIN**

**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})



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

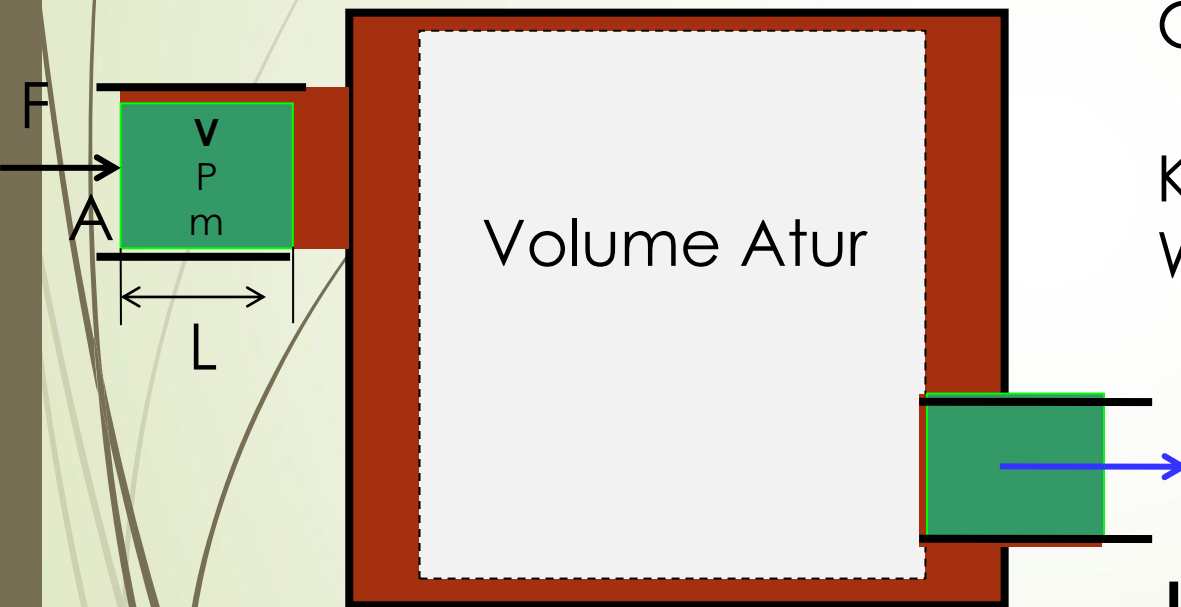
$$\dot{V} = V_{av} A \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

$V_{av} \equiv$ 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 :

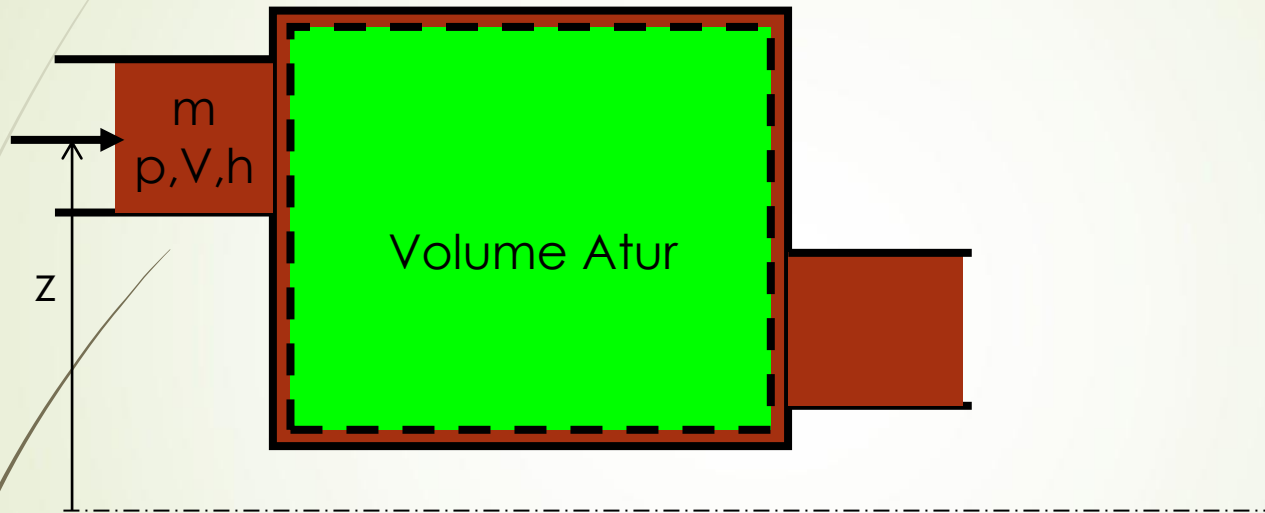
$$W_{\text{flow}} = F.L = p.A.L = p.V \text{ (kJ)}$$

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*

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

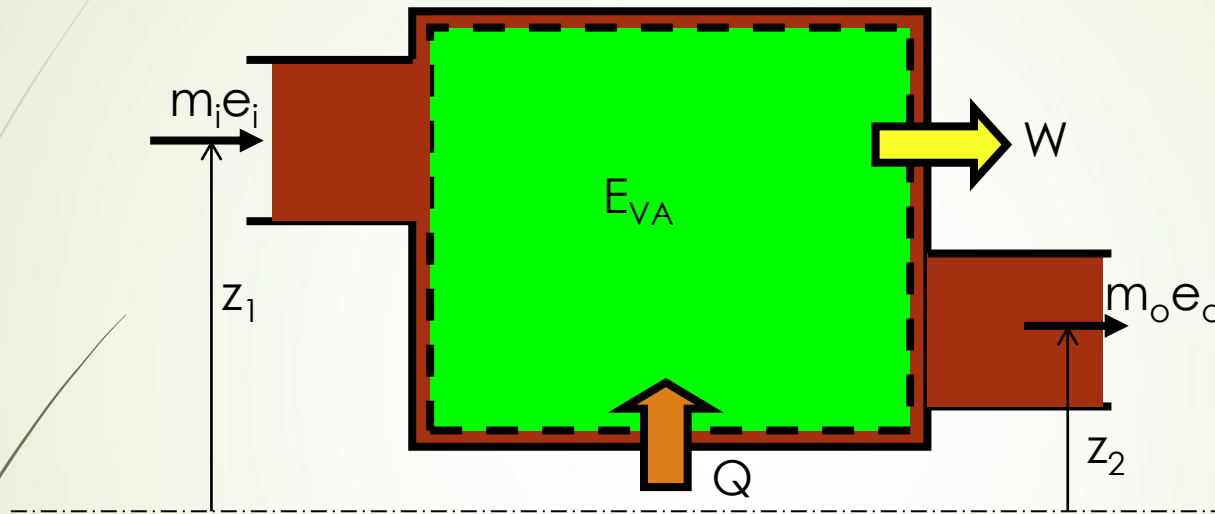
atau

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

➤ 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

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

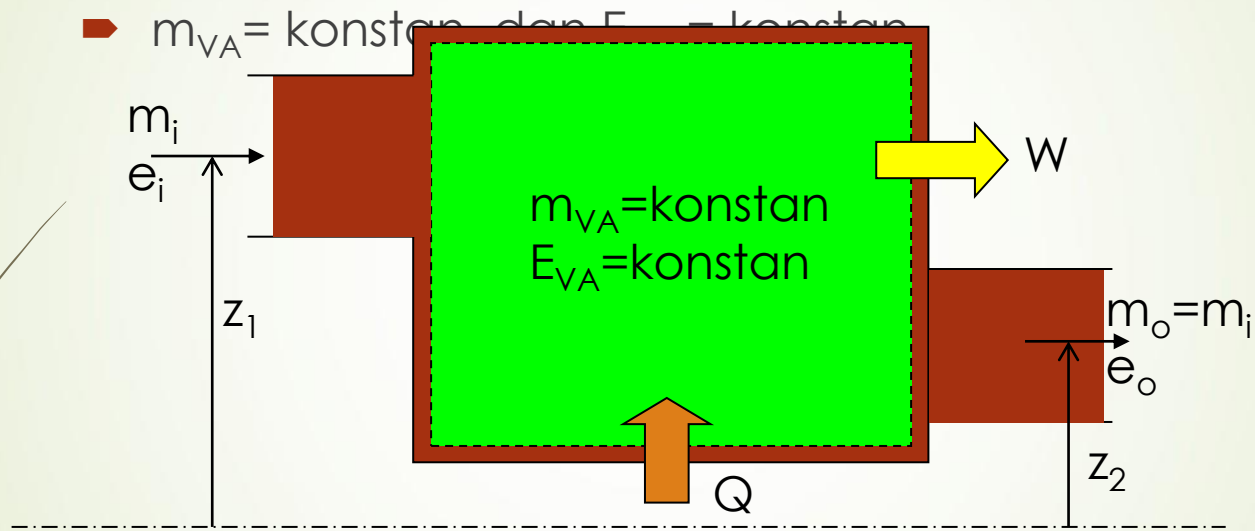
- Jika seluruh energi kinetik & potensial diabaikan

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

- 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

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

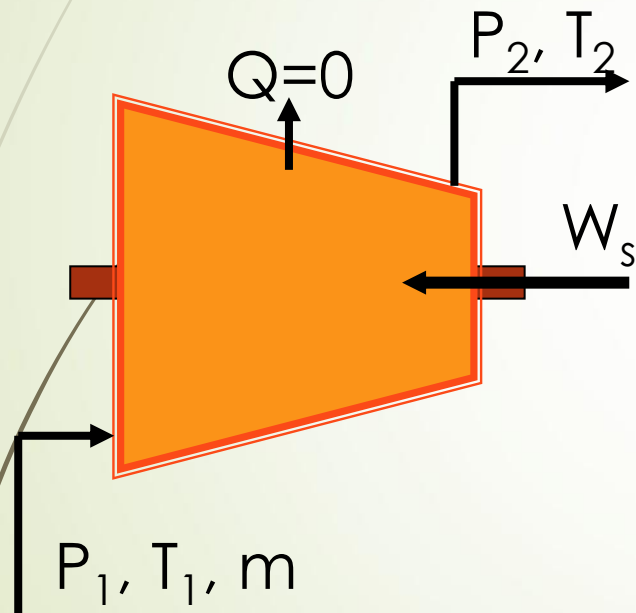
- Jika selisih energi kinetik dan potensial diabaikan

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

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) ΔE_k dan ΔE_p diabaikan
- 3) Kompresi adiabatik ($Q=0$)

► Persamaan energi

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

ata 0

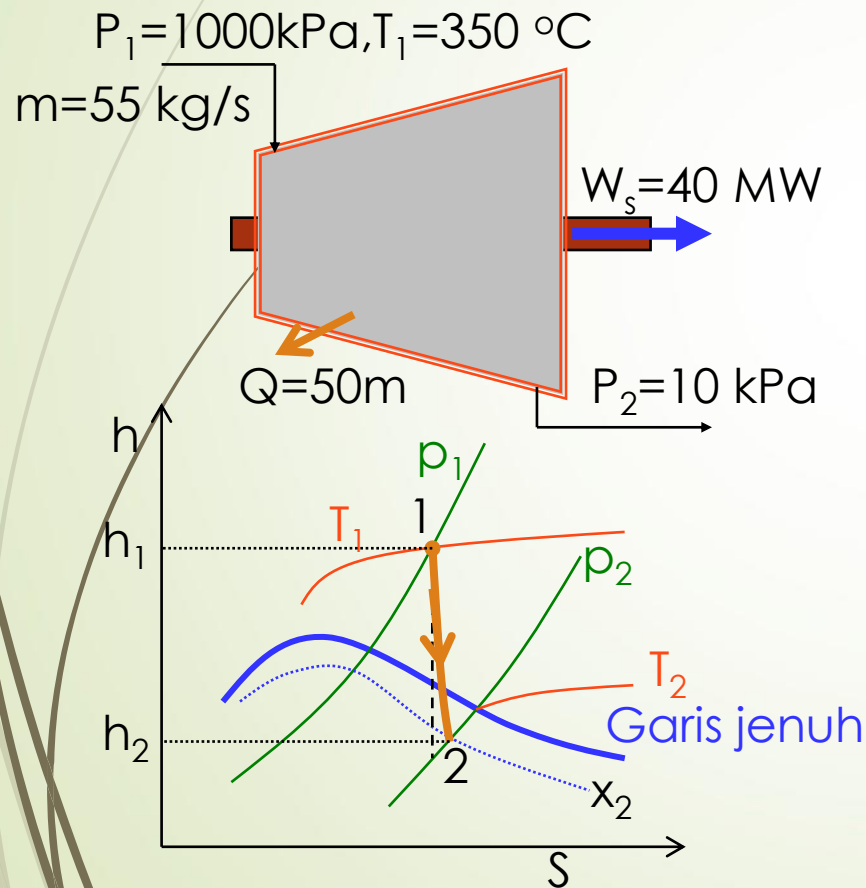
$$W_s = m(h_1 - h_2)$$

$$= mc_p(T_1 - T_2)$$

0

0

Turbin Uap



➤ Asumsi :

1) Aliran tunak

2) ΔE_k dan ΔE_p diabaikan

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

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

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

➤ $-Q - W_s = m(h_2 - h_1)$

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

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

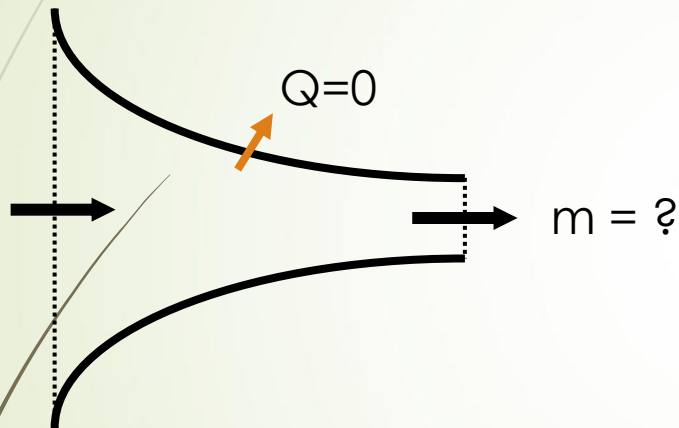
➤ Pada $p_2 = 10 \text{ kPa}, h_{g2} = 2584,7 \text{ kJ/kg}$

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) ΔE_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 $V_2 = 250 \text{ m/s}$

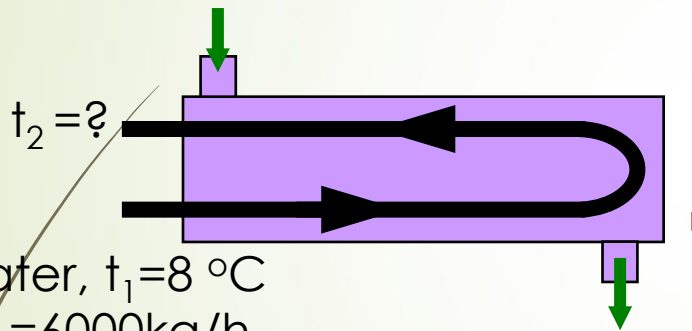
$$m = \rho V_2 A_2 = p_2 / (RT_2) \cdot V_2 \cdot A_2$$

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

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

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) ΔE_k dan ΔE_p diabaikan
- 3) c_{pw} dan c_{po} konstan
- 4) $Q = 0$ dan $W_s = 0$

➤ Persamaan energi menjadi

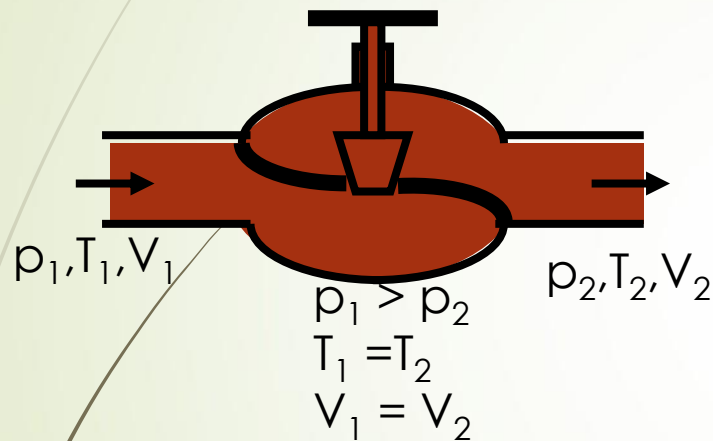
$$\Sigma(mh)_o - \Sigma(mh)_i = 0$$

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

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

Proses Throttling dan Joule-Thomson Coefficient

Throttling



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

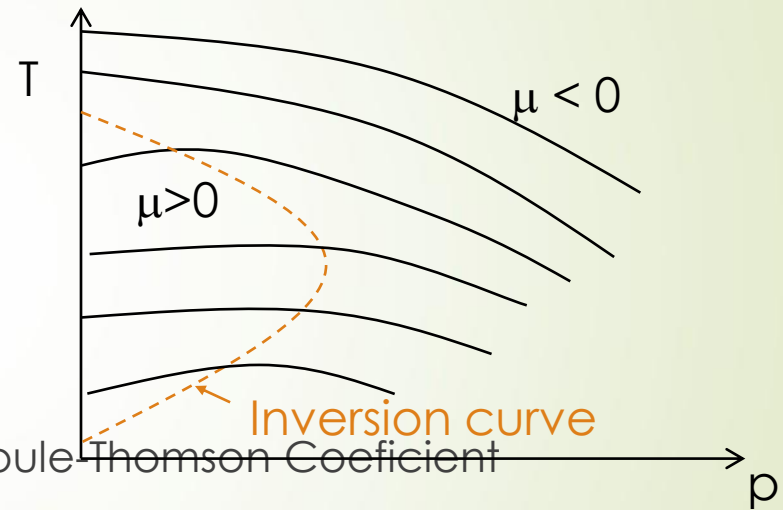
0 0

0

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

➤ $h_2 = h_1$ (isenthalpi)

➤ Untuk gas riil $T_1 \neq T_2$



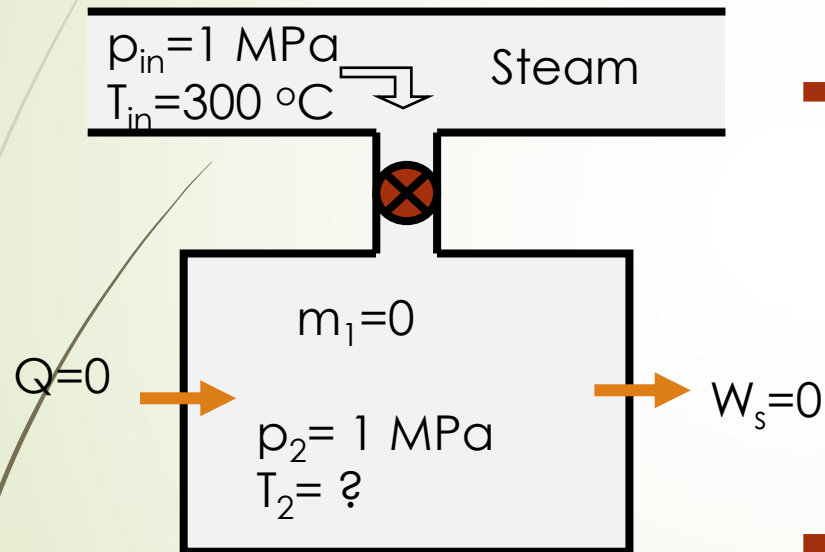
$$\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_h$$

➤ $\mu > 0 \rightarrow$ throttling T turun

➤ $\mu < 0 \rightarrow$ throttling T turun

Proses aliran tak tunak

► Pengisian tanki



ΔE_k dan ΔE_p diabaikan

► 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