

BIDANG PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN :

**BERITA ACARA PERKULIAHAN
SEMESTER GANJIL 2023/2024**

PERPINDAHAN KALOR & MASSA-2

LAMPIRAN BERITA ACARA PERKULIAHAN :

1. SK Dekan
2. Presensi Kehadiran Kuliah Mahasiswa
3. Presensi Kehadiran Ujian Akhir Semester
4. Hasil Evaluasi Belajar Mahasiswa
5. Hand-out Bahan Ajar

**Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Institut Sains dan Teknologi Nasional
J a k a r t a
2 0 2 4**



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 : 305 / 03.1 - G / IX / 2023
SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2023/2024

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. Menggambar Teknik	T.Industri S1	08:00-09:40, Senin	2	A
	2. Pengantar Teknik Industri	T.Industri S1	08:00-09:40, Selasa	2	A
	3. Pengantar Sistem Industri	T.Industri S1	08:00-09:40, Kamis	2	A
	4. Pcmc. & Pengemalian Produksi	T.Industri S1	08:00-09:40, Rabu	2	A
	5. Statiska Industri 1	T.Industri S1	14:00-15:40, Kamis	2	A
	6.. Menggambar Teknik	T.Industri S1	19:00-20:40, Kamis	2	K
	7. Pengantar Teknik Industri	T.Industri S1	17:00-18:40, Kamis	2	K
	8.Rekayasa Produk (P)	T.Industri S1	17:00-19:40, Jumat	3	K
	9.. Statiska Industri 1	T.Industri S1	14:00-15:40, Sabtu	2	K
	10. Mekanika Fluida 1	Tek. Mesin S1	19:00-20:40, Rabu	3	K
	11. Mekanika Fluida 1	Tek. Mesin S1	19:00-20:40, Rabu	3	A
	12. Perpindahan Kalor dan Massa 2	Tek. Mesin S1	08:00-09:40, Senin	2	A
	13. Perpindahan Kalor dar. Massa 2	Tek. Mesin S1	08:00-09:40, Senin	2	K
	14. Termodinamika 1	Tek. Mesin S1	08:00-09:40, Jumat	2	K
	15. Membimbing Kerja Praktek & Tugas Akhir				1
16. Menguji Tugas Akhir				1	
II PENELITIAN	1.Penulisan Ilmiah			1	
II 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				36	

Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan pengajaran yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Nasional. Penugasan ini berlaku tanggal 25 September 2023 sampai dengan 28 Februari 2024.

Tembusan :

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



(Musfirah Cahya F.T.Dr.M.Si.Si)

Dekan,






BERITA ACARA PERKULIAHAN
(PRESENTASI KEHADIRAN DOSEN)
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2023/2024
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1-ISTN

Mata Kuliah	: PERP.KALOR DAN MASSA 2	Semester	:
Dosen	: Ir.Harwan Ahyadi,,MT	SKS	: 2
Hari	: SENIN	Kelas	: A
Jam	: 10.00-11:40	Ruang	:

No.	TANGGAL	MATERI KULIAH	JML MHS HADIR	TANDA TANGAN DOSEN
1.	25-09-2023	Rps. Pendahuluan Perpindahan kalor konveksi	5	
2.	02-10-2023	Perpindahan kalor pada plat datar	5	
3	09-10-2023	Aliran Laminer pada perpindahan panas konveksi - Aliran Turbulen pada perpindahan panas konveks	5	
4	16-10-2023	Sirif dan fan	5	
5	23-10-2023	<i>Perpindahan kalor konveksi menyilang</i>	5	
6	30 -10-2023	<i>Aliran dalam pipa</i>	5	
7	06-11-2023	<i>Konveksi Paksa dalam aliran</i>	5	
8	13-11-2023	<i>UTS</i>	5	

DOSEN PENGAJAR

(Ir.Harwan Ahyadi,MT)

No.	TANGGAL	MATERI KULIAH	JML MHS HADIR	TANDA TANGAN DOSEN
9.	20-11-2023	Pertimbangan hidrodinamik pada konveksi dengan aliran internal berupa kondisi aliran dan kecepatan	5	
10.	27-11-2023	Profil kecepatan pada aliran internal	5	
11	04-12-2023	Pertimbangan Termal pada konveksi dengan aliran internal berupa temperatur rata-rata dan kondisi aliran berkembang penuh	5	
12	11-12-2023	Keseimbangan Energi Heat flux permukaan konstan Temperatur permukaan konstan	5	
13	18-12-2023	Aliran laminar di dalam pipa untuk analisa termal dan konveksi	5	
14	25-12-2023	<i>Aliran laminar pada konveksi natural di atas plat datar - Efek turbulensi</i>	5	
15	08-01-2024	<i>Resume materi kuliah</i>	5	
16	19-01-2024	U A S	5	

DOSEN PENGAJAR



(Ir. Harwan Ahyadi, MT)

DAFTAR NILAI

SEMESTER GANJIL REGULER TAHUN 2023/2024

Program Studi : Teknik Mesin S1

Matakuliah : Perpindahan Kalor dan Massa 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	21210004	Ahmad Raihan Nur	100	60	80	60	0	0	70	B
2	21210005	Muchamad Triaskoso	100	65	80	70	0	0	75	A-
3	21210008	Sulistiyo Prayogo	100	60	80	60	0	0	70	B
4	21210009	Kamal Hamnoer	100	65	80	65	0	0	73	B+
5	21210010	Mochammad Yazid Sastrawinata	100	65	80	70	0	0	75	A-

Rekapitulasi Nilai							
A	0	B+	1	C+	0	D+	0
A-	2	B	2	C	0	D	0
		B-	0	C-	0	E	0

Jakarta, 25 January 2024

Dosen Pengajar



Harwan Achyadi, Ir.MT.



INSTITUT SAIN DAN TEKNOLOGI NASIONAL

MODUL KE -01

**FAKULTAS :
TEKNOLOGI INDUSTRI**

**PROGRAM STUDI :
TEKNIK MESIN S-1**

**PENDAHULUAN
PERPIDAHAN KALOR
DAN MASSA 2**



HARWAN AHYADI

SILABUS MATA KULIAH PERPINDAHAN KALOR DAN MASSA 2

Tujuan : Agar mahasiswa dapat memahami dan menguasai prinsip-prinsip dasar perpindahan panas dan mampu menyelesaikan persoalan-persoalan rekayasa yang berhubungan dengan perpindahan panas konveksi dan perpindahan massa.

Pokok Bahasan : Dasar-dasar perpindahan panas konveksi (*similarity*, pers. Umum), Konveksi paksa aliran luar (pelat datar, silinder, bola, *bundled tube*), Konveksi paksa aliran dalam (*cylindrical, non-cylindrical*), Konveksi Alamiah, Boiling dan kondensasi, Sistem Penukar kalor : *Heat Exchanger* (LMTD & NTU- ϵ), Dasar-dasar perpindahan masa.

Kepustakaan : Incropera, Frank P. Dewitt, David P, 1996. "*Intorduction to Heat Transfer*". 3rd Edition, John Willey & Sons.

Cengel, Yunus A, 1998. "*Heat Transfer, A Practical Approach*". Mcb. Mc.Graw-Hill.


Holman, J.P. 1986. "*Heat Transfer*". 6thed. New York: Mc.Graw-Hill Ltd.

Frank, kreith. "*Principles of Heat Transfer*". Harper & Row Publisher.



Pendahuluan

- Perpindahan panas konveksi: transfer energi antara suatu permukaan dengan fluida yang berkontak dengan permukaan yang bersangkutan
 - Transfer energi krn aliran fluida (adveksi)
 - Gerakan random molekul fluida (difusi atau konduksi)
- Tujuan studi konveksi: memahami mekanisme fisik konveksi dan menentukan laju perpindahan panas konveksi
 - Bab 6: mekanisme fisik konveksi
 - Bab 7-10: estimasi laju perpindahan panas konveksi



Prinsip dasar perpindahan panas konveksi

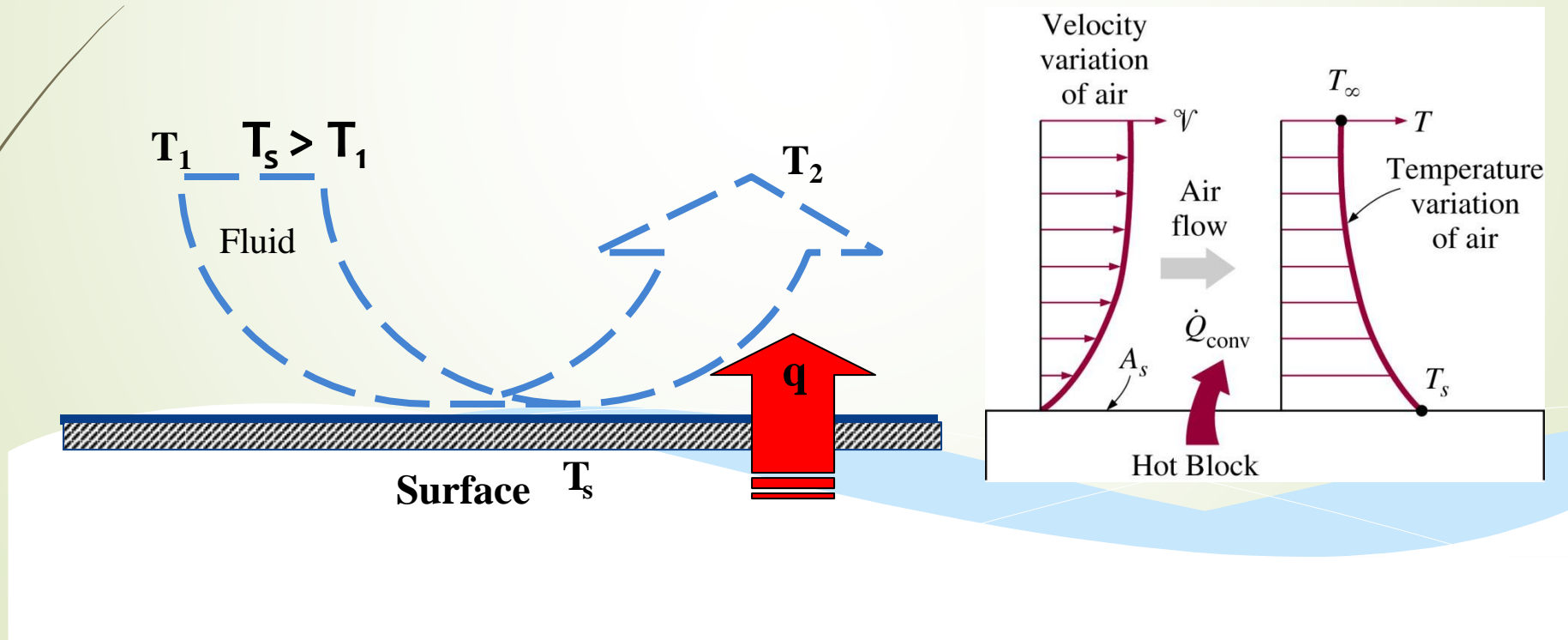
Konveksi merupakan mekanisme perpindahan kalor didalam gerakan fluida, jadi melalui aliran suatu fluida perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi melalui aliran suatu fluida (cair dan gas) karena adanya perubahan sifat fluida (massa jenis) akibat adanya perbedaan temperature

- Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan panas (kalor) yang disertai dengan perpindahan zat perantaranya.
- **Zat yang pada peristiwa konveksi**

Peristiwa perpindahan panas secara konveksi terjadi pada zat cair dan zat gas.

PERPINDAHAN PANAS KONVEKSI

Perpindahan panas (kalor) yang terjadi melalui aliran suatu fluida (cair dan gas) karena adanya perubahan sifat fluida (massa jenis) akibat adanya perbedaan temperatur



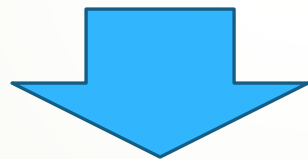
KONVEKSI

ALAMIAH/ *NATURAL/Free*

PAKSA/*FORCED*

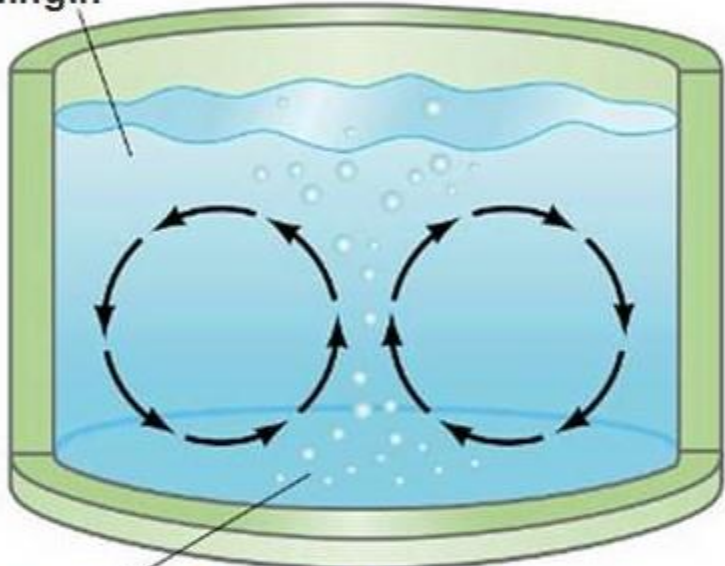
ALIRAN LUAR/*External Flow*

ALIRAN DIDALAM/*Internal Flow*



Peristiwa Konveksi

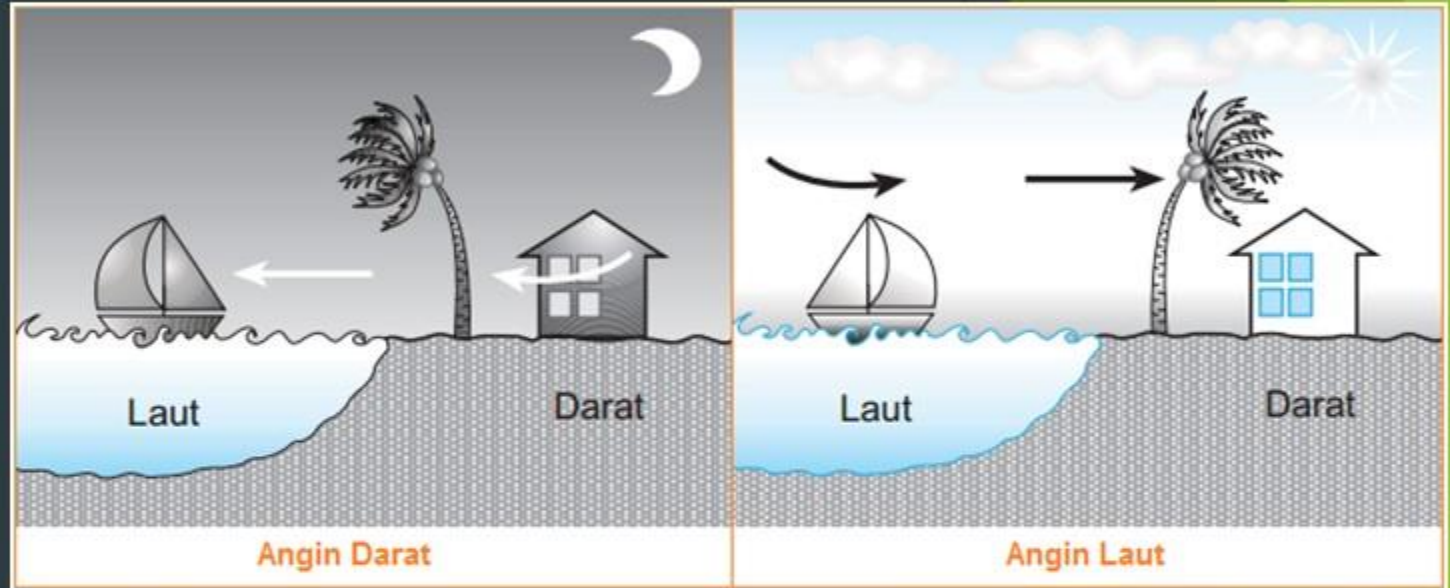
air lebih dingin



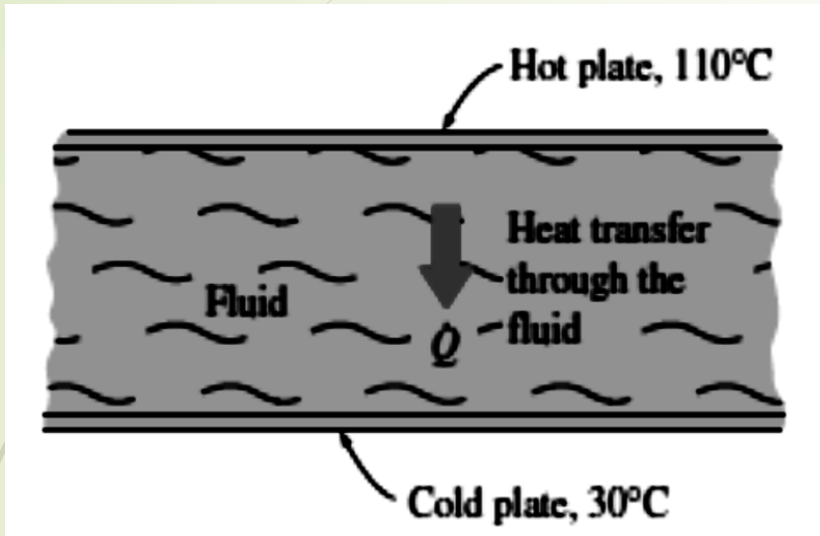
air lebih panas



Physics: Giancoli

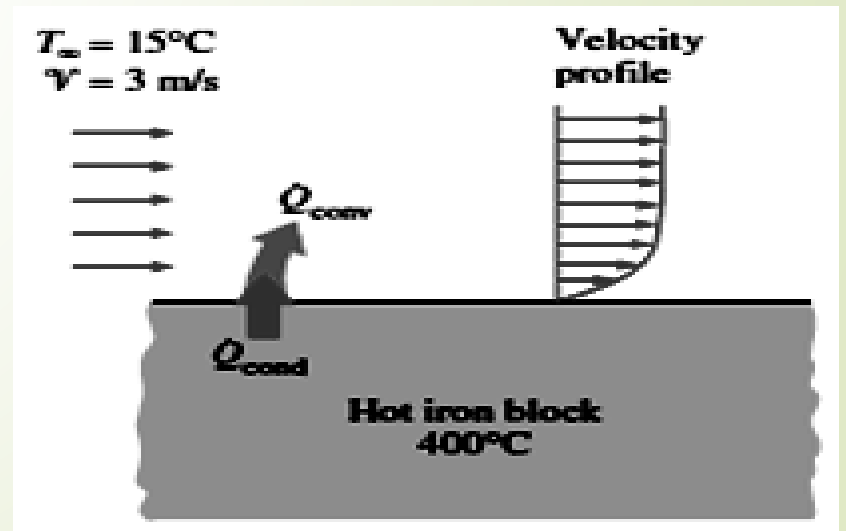
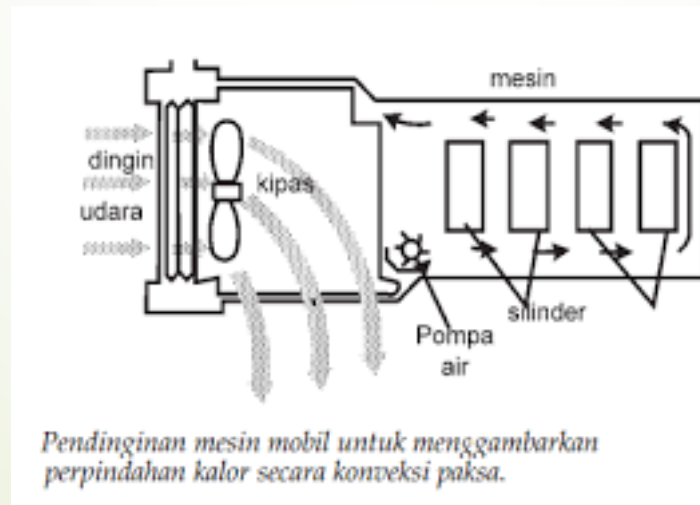


Mekanisme Konveksi



Konveksi Alamiah/*Natural/Free*

Konveksi Paksa/*Forced Convection*



Besar laju aliran panas konveksi

$$q_{\text{conv}} = h(T_s - T_{\infty}) \quad (\text{W/m}^2)$$

$$Q_{\text{conv}} = hA_s(T_s - T_{\infty}) \quad (\text{W})$$

Dimana :

h = koefisien perpindahan panas konveksi, $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

A_s = luas permukaan perpindahan panas, m^2

T_s = temperature of the surface, $^\circ\text{C}$

T_{∞} = temperature fluida pada permukaan terjauh, $^\circ\text{C}$

KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS KONVEKSI(h)

Dilihat dari unit nya, koefisien perpindahan panas konveksi h dapat didefinisikan sebagai laju perpindahan panas antara permukaan padat dan cairan per satuan luas penampang permukaan akibat perbedaan suhu yang tergantung pada beberapa variabel, dengan demikian sulit untuk menentukannya

PRINSIP DASAR DALAM PENENTUAN NILAI h

1. Klasifikasi Aliran Fluida

- Aliran Internal
- Aliran Luar/*External*
- Aliran *Viscous* versus *Inviscid*
- Aliran Mampu Mampat (*Compressible*)
- Aliran Tak Mampu Mampat (*Incompressible*)
- Aliran Alamiah/*Natural* (or *Unforced*)
- Aliran Paksa (*Forced*)

PRINSIP DASAR DALAM PENENTUAN NILAI h (cont.)

2. Sifat Fisik Fluida dan Permukaan

1. Permukaan Bidang Konduksi/Benda Padat (termasuk kekasaran)
2. Kecepatan Aliran
3. Sifat Fisik Fluida :
 1. Viscosity
 2. Density
 3. Konductivity
 4. Specific heat
4. Perbedaan Temperatur

PRINSIP DASAR DALAM PENENTUAN NILAI h (cont.)

3. Beberapa Metoda Analisis

1. Analisa dimensional yang digabungkan dengan Eksperimental.
2. Penyelesaian matematis terhadap persamaan-persamaan lapisan batas.
3. Analisa pengira-iraan terhadap lapisan batas dgn metode integral.
4. Analogi antara perpindahan panas, massa dan momentum.

Prinsip dasar dalam penentuan nilai h

4. Bilangan Tak Berdimensi

Dari beberapa analisis yang dilakukan analisis pertama yang lebih sering digunakan

❖ **Bilangan Nusselt**

$$Nu_L = \frac{hL}{k_f} = \frac{\text{Koefisien pindah panas konvektif}}{\text{Koefisien pindah panas konduktif}}$$

❖ **Bilangan Prandtl**

$$Pr = \frac{\text{viscous diffusion rate}}{\text{thermal diffusion rate}} = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\mu/\rho}{k / (c_p / \rho)} = \frac{\mu \cdot c_p}{k}$$

❖ **Bilangan Reynold**

❖ **Bilangan Grashoft**

$$Re = \frac{\rho u L}{\mu}$$

❖ **Dan lain-lain**

Re = bilangan Reynolds

ρ = massa jenis fluida

u = kecepatan aliran

L = dimensi linier karakteristik

μ = viskositas dinamis fluida

Bilangan Nusselt adalah rasio pindah panas konveksi dan konduksi normal terhadap batas dalam kasus pindah panas pada permukaan fluida; bilangan Nusselt adalah satuan tak berdimensi yang dinamai menggunakan nama Wilhelm Nusselt. Komponen konduktif diukur di bawah kondisi yang sama dengan konveksi dengan kondisi fluida stagnan atau tidak bergerak.

Aliran panas konduksi dan konveksi sifatnya sejajar satu sama lainnya dan terhadap permukaan normal terhadap bidang batas, sehingga

$$\text{Nu}_L = \frac{hL}{k_f} = \frac{\text{Koefisien pindah panas konvektif}}{\text{Koefisien pindah panas konduktif}}$$

di mana:

- L = panjang karakteristik
- k_f = konduktivitas termal fluida
- h = koefisien pindah panas konvektif

Bilangan Prandtl merupakan rasio antara viskositas kinematik fluida dengan difusi thermal. Sehingga bilangan Prandtl sangat berpengaruh terhadap thermal boundary layer. Pengaruh bilangan Prandtl terhadap aliran ditunjukkan pada kontur temperatur.

Bilangan Reynolds digunakan untuk menentukan rasio antara gaya inersia terhadap gaya kekentalan khususnya pada bidang mekanika fluida. Nilai yang diperoleh melalui bilangan Reynolds merupakan bentuk kuantitas dari hubungan antara kekentalan dan inersia yang diwakili dalam bentuk aliran fluida.

Bilangan Grashof merupakan perbandingan gaya apung terhadap gaya viskos dalam aliran fluida konveksi bebas atau alamiah. Secara matematik bilangan Grashof dinyatakan sebagai berikut. Bilangan Prandtl merupakan perbandingan antara viskositas kinematika terhadap difusivitas termal fluida.