

# PRINSIP UMUM VENTILASI

## DUCT LOSSES/ KEHILANGAN PADA DUCT/PIPA



**Ir. MUH. ARIF LATAR, MSc**

# DUCT LOSSES

Ada dua komponen yang menyebabkan kehilangan tekanan total pada duct/pipa

- ➔ FRICTION LOSSES/kehilangan gesekan,
- ➔ FITING LOSSESS

## 2.4.1. Friction Losses/Kehilangan Gesekan.

Sifat-sifat lapisan batas sangat menentukan tahanan dalam aliran udara, dan dalam menentukan perpindahan panas ke atau dari aliran fluida yang sedang bergerak

Kecepatan aliran, kerapatan udara, viskositas, dan diameter pipa, dikombinasikan dikenal sebagai *bilangan Reynolds (Re)*, dan didefinisikan sebagai

$$Re = \frac{\rho \cdot d \cdot v}{\mu} , \quad \text{-----} \quad 2.13$$

dimana ;

d = diameter pipa, ft

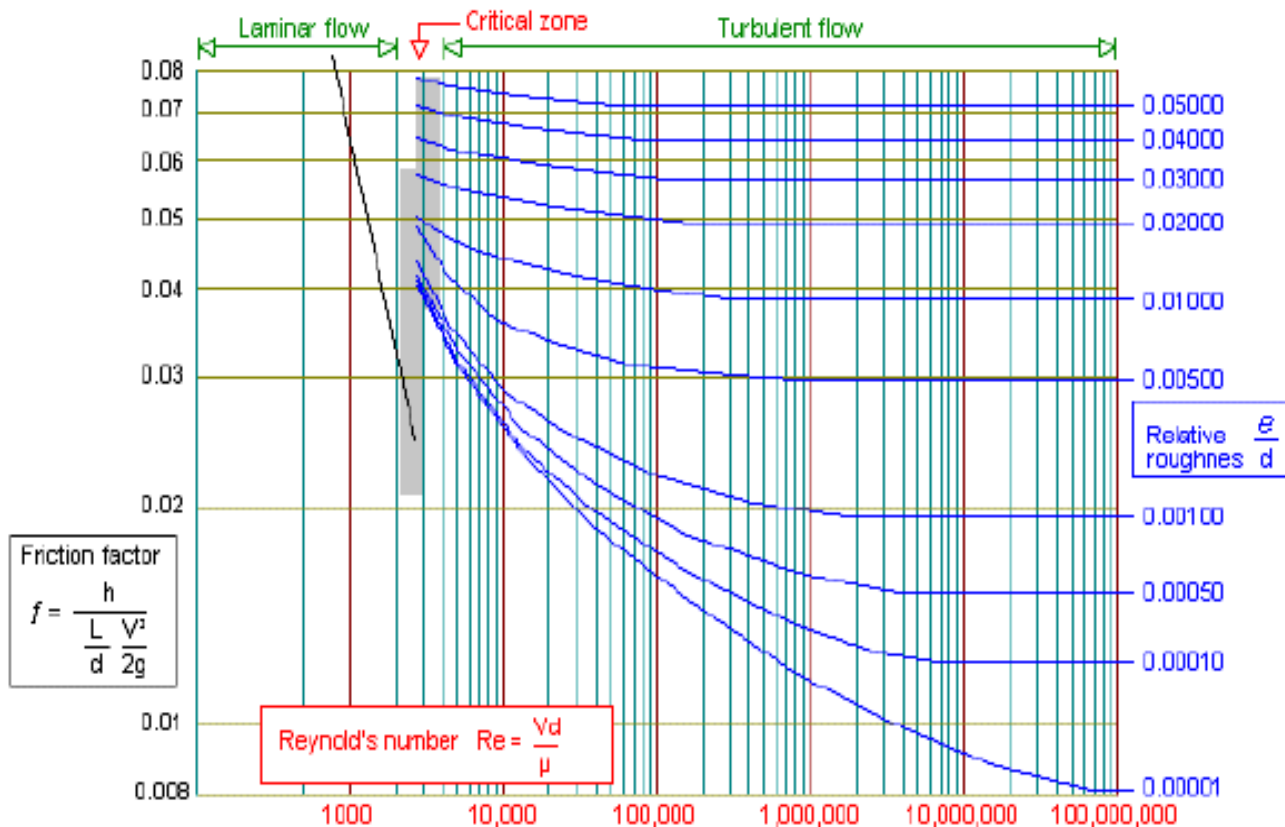
v = kecepatan alir rata-rata/velocity, ft/sec

$\mu$  = viskositas/viscosity, lbm/s-ft

Apabila *bilangan Reynolds (Re)* lebih kecil dari kira-kira 2000, Aliran akan liminer, dan jika lebih dari kira-kira 3000 , aliran akan turbelen

## Faktor gesekan Bagan / Moody Bagan

Faktor gesekan atau grafik Moody adalah plot dari kekasaran relatif ( $e / D$ ) dari pipa terhadap [nomor Reynold itu](#) . Plot garis biru faktor gesekan untuk aliran di wilayah bergolak sepenuhnya grafik, sedangkan plot garis lurus hitam faktor gesekan untuk aliran laminar di wilayah seluruhnya dari grafik.



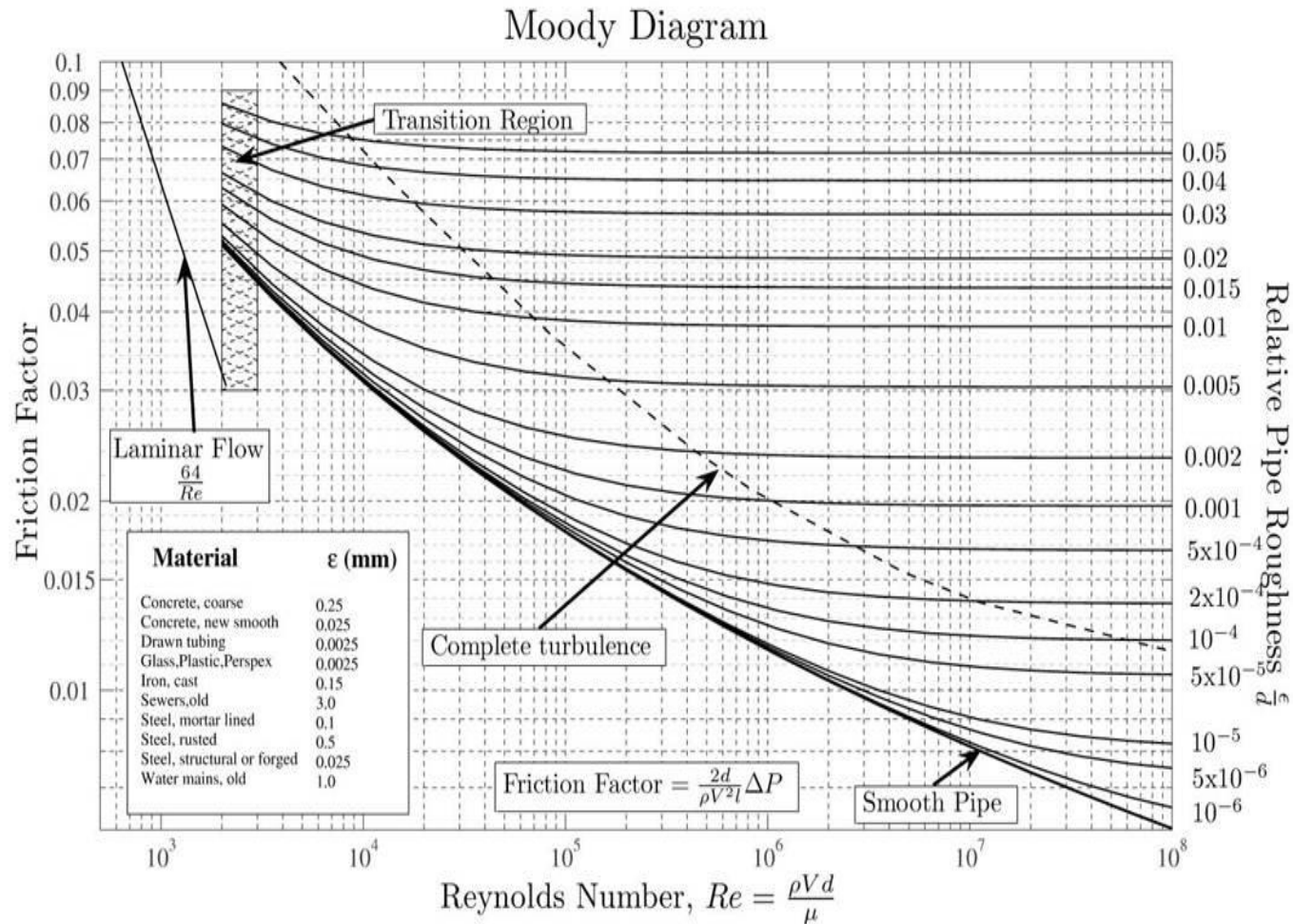
Gambar, 2.11 MOODY DIAGRAM

Untuk menentukan pemakaian jenis ducting/PIPA ditentukan pada permukaan kekarasan material DUCT/pipa, dengan daya kehilangan gesekan yang sangat rendah, seperti ditunjukkan dalam tabel roughness height ( $k$ ), table 2.1.

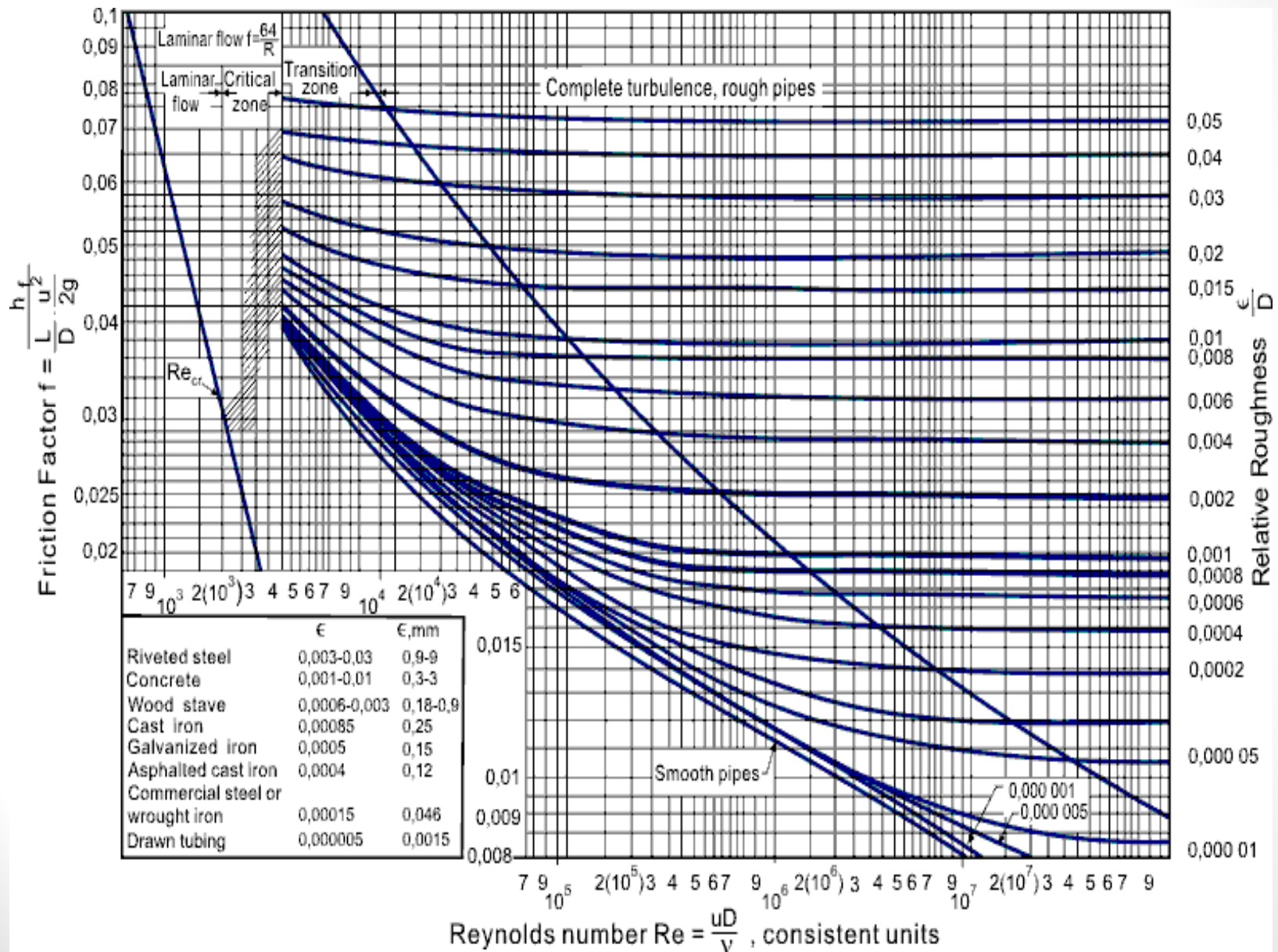
Tabel 2.1. Absolute Surface Roughness

Type of Pipe (New, Clean, Condition)	Absolute Roughness* $\epsilon$ (ft)
Drawn Tubing - Glass, Brass, Plastic	0.000005
Commercial Steel or Wrought Iron	0.00015
Cast Iron - Asphalt Dipped	0.0004
Galvanized Iron	0.0005
Cast Iron - Uncoated	0.00085
Wood Stave	0.0006-0.0003
Concrete	0.001-0.01
Riveted Steel	0.003-0.03
*Cameron Hydraulic Data Page 3-5	

**L.F. Moody ; Moody diagram char , dalam *bilangan Reynolds (Re)*, dengan friction factor (f), dihitung sbb,**



**L.F. Moody ; Moody diagram char, dalam bilangan Reynolds ( $Re$ ), dengan friction factor ( $f$ ), dihitung sbb,**





$$h_L = f \frac{L}{d} \cdot VP \quad \dots \dots \dots 2.17$$

**$h_L$  = kehilangan gesekan dalam pipa/friction losses in a duct , "wg**

**$f$  = moody diagram friction factor (dimensintess)**

**$L$  = panjang pipa, ft**

**$d$  = diameter pipai, ft**

**$VP$  = tekanan kecepatan dalam pipa , "WG**

Aliran fluida melalui pipa bersifat liminer, critical dan tubulen, pada Moody diagram dihitung sebagai berikut :

$$f = 8 \left[ \left( \frac{8}{Re} \right)^{12} + (A + B)^{-3/2} \right]^{1/12} \quad \text{-----2.18}$$

dimana,

$$A = \left\{ -2.457 \ln \left[ \left( \frac{7}{Re} \right)^{0.9} + \left( \frac{k}{3.7D} \right) \right] \right\}^{16}$$

$$B = \left( \frac{37,530}{Re} \right)^{16}$$

Dalam mendesain sistim ventilasi, maka kehilangan gesekan dalam saluran/pipa ( $h_l$ ), dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$h_l = 2.74 \frac{[V/1000]^{1.9}}{D^{1.22}} \text{-----} 2.18$$

dimana ;

V = kecepatan aliran udara dalam saluran/pipa, fpm

D = diameter saluran pipa, inches

### **Sebagai contoh,**

Misalnya dalam mendesain sistim ventilasi, dengan panjang pipa 100 feet, satandar udara sebesar 0,0075 lbm/ft<sup>3</sup>, dengan menggunakan material pipa galvanized iron (k = 0.0005 ft), table 2.1.

maka friction factor( $H_f$ ) dihitung sebagai berikut

$$h_l = \left( 12 \cdot \frac{f}{D} \right) L.VP = H_f L.VP \quad \text{----- 2.19}$$

**atau**

$$H_f = 12 \frac{f}{D} = \frac{aV^b}{Q^c} \quad \text{----- 2.20}$$

Bilangan a, b, c, adalah bilangan konstan, bahan penggunaan material dari ducting, lihat tabel 2.2.

Tabel.2.2. Persamaan korelasi, tetap

Duct Material	k, Ft	a	b	c
Aluminium, black iiron, stainless steel	0,00015	0,0425	0,465	0,602
Glavanized sheet duct	0,0005	0,0307	0,533	0,612
Flexible duct, fab wires covered	0,003	0,0311	0,604	0,639

Sumber : *Industrial ventilation a manualof recommended practice, 20 th edition American Convergence of Governmental Industrial Higienists, hal 1-9*

## 2.4.2. Fitting Losses /Kehilangan Fiting

### Dua metode

- 1) metode kecepatan tekanan (VP), dan
- 2) equivalent length.

metode kecepatan tekanan (VP), dan kehilangan fitting, yang mana loss koefisien (F),

$$h_L = F \cdot VP \dots \dots \dots 2.19$$

Untuk mendapatkan besarnya bilangan Friction Factor ( $H_f$ ), maka gabungn antara persamaan 2.17 dan persamaan 2.18, didapatkan persamaan seperti dibawah ini ;

$$H_f = 0,0307 \frac{V^{0.533}}{Q^{0.612}} \text{-----} 2.20$$

**Contoh gambar, 2.11 ;**

- Hood/kap Q= 300 cfm, dan
- d= 3,5 inch (luas penampang A = 0,0668 ft<sup>2</sup>),

Maka

$$V = Q/A = 300/0,0668 \\ = 4490 \text{ fpm}$$

Standar udara,  $Q = 4005 A \cdot C_e \cdot \sqrt{SP_h}$

- $C_e = 0,845$ , dan
- $SP_h = 1,76$ ,

maka

$$Q = 4005 (0,0668)(0,845) \sqrt{1,76} \\ = 300 \text{ cfm}$$

$$H_f = 0,0307 \frac{V^{0.533}}{Q^{0.612}} \quad \rightarrow \quad H_f = 0,0307 \frac{4490^{0.533}}{300^{0.612}}$$
$$= 0,0828$$

Untuk persamaan (2.19),

$$h_l = H_f \cdot L \cdot VP \quad \rightarrow \quad h_l = (0.0828)(15)(1.26)$$
$$= 1.56 \text{ "wg}$$



pada gambar 3.11

$$TP = SP + VP$$

$$SP_1 + VP_1 = SP_2 + VP_2$$

**Pada titik -3**; aliran udara masuk ke Fan (in let lokasi)

$$SP_2 + VP_2 = SP_3 + VP_3 + h_L$$

$$VP_2 = VP_3 ,$$

$$\begin{aligned} SP_3 &= SP_2 - h_L \\ &= - (1.76 - 1.56) \text{ "wg} \\ &= -3.32 \text{ "wg} \end{aligned}$$

**pada titik -4** aliran udara keluar dari fan (out- let area), dan diasumsikan kehilangan dari fan sebesar  $h_L = 1,04 \text{ "wg}$ , dimana tekanan static ( $SP_5 = 0$ )

$$\begin{aligned} SP_4 &= SP_5 + h_L \\ &= 0 \text{ "wg} + 1.04 \text{ "wg} \\ &= 1.04 \text{ "wg} \end{aligned}$$

## Kehilangan Gesekan dalam Saluran Pipa/Air Ducts Friction Loss Calculator

Kerugian besar, atau kehilangan gesekan, dalam saluran melingkar di baja galvanis dengan “turbulensi” aliran bisa untuk unit kekaisaran diekspresikan

$$\Delta p = (0.109136 q^{1.9}) / d_e^{5.02} \dots\dots\dots 3.16$$

Dimana :

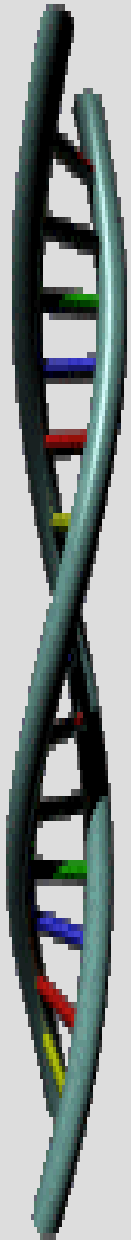
$\Delta p$  = gesekan (head or pressure loss/ kepala atau kehilangan tekanan)  
(inches water gauge= “WG/100 ft of duct)

$d_e$  = diameter saluran setara (inci)

$q$  = air volume flow/ olume aliran udara - (cfm - kaki kubik per menit

# Reference

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). *Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practice* . 1988. *Industri Ventilasi, Manual Praktek Fitur*. 20th ed
2. Air Movement and Control Association (AMCA). . Arlington Heights, IL: Air Movement and Control Association. 1988.. *Publikasi AMCA Satu* Heights Arlington
3. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). *Handbooks and Standards*
4. Burgess, WA et al. 1989. *Ventilation and Control of the Work Environment*. New York: Wiley Interscience
5. Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association (SMACNA). *SMACNA Publications*. Arlington, VA: Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association.
6. L.F. Moody ;Friction factor for pipe flow, ASME tream 66.672 (1944)



*Terima Kasih*

