

Aliran Fluida

Aliran fluida dapat dikategorikan:

1. Aliran laminar

Aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan – lapisan, atau lamina – lamina dengan satu lapisan meluncur secara lancar . Dalam aliran laminar ini viskositas berfungsi untuk meredam kecendrungan terjadinya gerakan relatif antara lapisan. Sehingga aliran laminar memenuhi hukum viskositas Newton yaitu :

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (1)$$

2. Aliran turbulen

Aliran dimana pergerakan dari partikel – partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami percampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida kebagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Dalam keadaan aliran turbulen maka turbulensi yang terjadi membangkitkan tegangan geser yang merata diseluruh fluida sehingga menghasilkan kerugian – kerugian aliran.

3. Aliran transisi

Aliran transisi merupakan aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen.

Konsep Dasar

Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds merupakan bilangan tak berdimensi yang dapat membedakan suatu aliran itu dinamakan laminar, transisi atau turbulen.

$$Re = \frac{VD}{\mu} \rho \quad (2)$$

Dimana : V kecepatan (rata-rata) fluida yang mengalir (m/s)

D adalah diameter dalam pipa (m)

ρ adalah masa jenis fluida (kg/m^3)

μ adalah viskositas dinamik fluida (kg/m.s) atau (N. det/ m^2)

Dilihat dari kecepatan aliran, menurut (Mr. Reynolds) diasumsikan/dikategorikan laminar bila aliran tersebut mempunyai bilangan Re kurang dari 2300, Untuk aliran transisi berada pada pada bilangan Re 2300 dan 4000 biasa juga disebut sebagai bilangan Reynolds kritis, sedangkan aliran turbulen mempunyai bilangan Re lebih dari 4000.

Viskositas

Viskositas fluida merupakan ukuran ketahanan sebuah fluida terhadap deformasi atau perubahan bentuk. Viskositas dipengaruhi oleh temperatur, tekanan, kohesi dan laju perpindahan momentum molekularnya. Viskositas zat cair cenderung menurun dengan seiring bertambahnya kenaikan temperatur hal ini disebabkan gaya – gaya kohesi pada zat cair bila dipanaskan akan mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya temperatur pada zat cair yang menyebabkan berturunya viskositas dari zat cair tersebut.

Rapat jenis (*density*)

Density atau rapat jenis (ρ) suatu zat adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut dan dinyatakan dalam massa persatuan volume; sifat ini ditentukan dengan cara menghitung nisbah (*ratio*) massa zat yang terkandung dalam suatu bagian tertentu terhadap volume bagian tersebut. Hubunganya dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\rho = \frac{dm}{d\forall} \quad (\text{kg/m}^3) \quad (3)$$

dimana : m adalah masa fluida (kg)

\forall adalah volume fluida (m^3)

nilai *density* dapat dipengaruhi oleh temperatur semakin tinggi temperatur maka kerapatan suatu fluida semakin berkurang karena disebabkan gaya kohesi dari molekul – molekul fluida semakin berkurang.

Debit Aliran

Debit aliran dipergunakan untuk menghitung kecepatan aliran pada masing masing pipa experimen diaman rumus debit aliran

$$Q = \frac{\forall}{t} \quad (4)$$

Dimana : Q adalah debit aliran (m³/s)

V adalah kecepatan aliran (m/s)

A adalah luas penampang (m²)

∇ adalah volume fluida (m³)

Koefisien Gesek

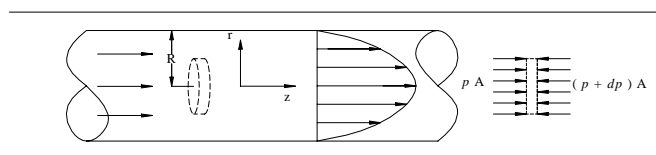
Koefisien gesek dipengaruhi oleh kecepatan, karena distribusi kecepatan pada aliran laminar dan aliran turbulen berbeda, maka koefisien gesek erbeda pula untuk masing – masing jenis aliran .

Pada aliran Laminar dalam pipa tertutup (*closed conduits*) mempunyai distribusi vektor kecepatan seperti pada gambar (1). Pada aliran laminar vektor kecepatan yang berlaku adalah kecepatan dalam arah z saja, sehingga analisa gaya Z adalah

$$pA + \tau dA_p - (p + dp)A = 0$$

dengan memasukan nilai $A = \pi r^2$, maka didapat

$$\tau(2\pi r dz) - \pi r^2 dp = 0 \quad (5)$$



Distribusi tegatan aliran laminar dalam pipa bulat

Jika aliran dianggap sebagai fluida Newtonian maka persamaan (5) dapat disubsitusikan dalam persamaan hukum viskos Newtonian pers. (1)

$$\mu \frac{du}{dr} = \frac{r}{2} \left(\frac{dp}{dz} \right)$$

dengan mengintegrasikan persamaan tersebut didapat

$$u = \frac{r^2}{4\mu} \left(\frac{dp}{dz} \right) + c_1 \quad (6)$$

dengan memasukan kondisi batas $u = 0$ dan $r = R$ maka

$$c_1 = -\frac{R^2}{4\mu} \left(\frac{dp}{dz} \right)$$

dan

$$u = \frac{r^2}{4\mu} \left(\frac{dp}{dz} \right) - \frac{R^2}{4\mu} \left(\frac{dp}{dz} \right) = \frac{1}{4\mu} \left(\frac{dp}{dz} \right) (r^2 - R^2) \quad (7)$$

dari persamaan kontinuitas didapat

$$Q = \int_A V \cdot dA = \int_0^R u 2\pi r dr = \int_0^R \frac{1}{4\mu} \left(\frac{dp}{dz} \right) (r^2 - R^2) 2\pi r dr \quad (8)$$

$$Q = -\frac{\pi R^4}{8\mu} \left(\frac{dp}{dz} \right)$$

didalam aliran berkembang sempurna gradien tekanan (dp/dz) konstan, oleh karena itu $(p_2 - p_1)/L = -\Delta p/L$. Substitusikan kedalam pers.(8) maka debit

$$Q = -\frac{\pi R^4}{8\mu} \left[\frac{-\Delta p}{L} \right] = \frac{\pi \Delta p R^4}{8\mu L} = \frac{\pi \Delta p D^4}{128\mu L} \quad (9)$$

Persamaan Darcy-Weisbach

$$\Delta h = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (10)$$

substitusikan persamaan (9) dengan persamaan (10) maka didapat

$$f = \frac{64}{VD\rho/\mu} = \frac{64}{Re} \quad (11)$$

persamaan (11) dikenal dengan persamaan Hagen-Poiseuille dan berlaku untuk aliran laminar. Pada aliran turbulen persamaan koefisien gesek yang didapat berasal dari persamaan empiris Blassius,

$$f = 0.316 Re^{-\frac{1}{4}} \quad (12)$$

Persamaan diatas merupakan pendekatan fungsi gesekan terhadap fungsi kekasaran permukaan pipa dan fungsi bilangan Reynolds yang biasa dinyatakan dalam bentuk diagram Moody. Koefisien gesek yang umum digunakan dalam analisa adalah penurunan dari persamaan energi dan Hagen – Poiseulle.

$$\Delta p = \Delta p(D, L, e, v, \rho, \mu)$$

ditinjau dari persamaaan energi yaitu,

$$\left(\frac{p_1}{\rho} + \frac{1}{2}v_1^2 + gz_1 \right) - \left(\frac{p_2}{\rho} + \frac{1}{2}v_2^2 + gz_2 \right) = h_l$$

Karena v_1 dan v_2 adalah sama dan pipa terletak secara horizontal maka nilai $z_1 = z_2$ maka didapat

$$h_l = \frac{p_1 - p_2}{\rho} = \frac{\Delta p}{\rho} \quad (13)$$

dimana h_l adalah nilai head losses yang terjadi

Pada persamaan Haigen – Poiseulle didapat persamaan debit (Q) sebagai berikut

$$Q = \frac{\Delta P \pi D^4}{128 \mu L} \quad (14)$$

Dengan memasukan nilai Q dari persamaan kontinuitas yaitu $Q = A V$ dengan

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{maka didapat}$$

$$\Delta P = 32 \frac{L \mu V}{D^2} \quad (15)$$

Kemudian dilanjutkan dengan memsubstitusikan Persamaan (13) kedalam persamaan (15) sehingga didapat,

$$h_l = \left(64 \frac{\mu}{\rho V D} \right) \frac{L V^2}{2 D}$$

Dimana nilai $f = 64 \frac{\mu}{\rho V D}$ merupakan fungsi koefisien gesek sehingga

$$\lambda = f = \Delta h \frac{2 \cdot g \cdot D}{V^2 L}$$