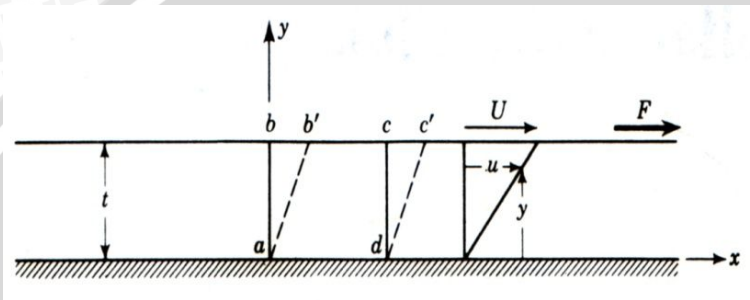


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Fluida

Fluida adalah suatu zat yang berubah bentuk secara terus-menerus (kontinyu) bila terkena tegangan geser sekecil apapun. Tegangan geser ini timbul akibat adanya gaya geser. Gaya geser yang terjadi adalah komponen gaya yang menyinggung permukaan, kemudian gaya geser ini yang dibagi dengan luas permukaan tersebut adalah tegangan geser rata-rata pada permukaan itu.



Gambar 2.1 Perubahan bentuk yang diakibatkan oleh penerapan gaya geser yang konstan.

Sumber : Streeter, 1996 : 4

Pada Gambar 2.1 diatas dapat dilihat bahwa suatu zat yang ditempatkan di antara 2 plat yang sejajar dengan jarak yang kecil (Y) dan sedemikian luasnya sehingga pada keadaan tepi-tepinya dapat diabaikan. Pelat bagian bawah dalam keadaan diam dan pelat bagian atas bergerak dengan kecepatan U karena adanya gaya F terhadap suatu luasan A dari pelat yang bergerak

Apabila gaya F tersebut menyebabkan pelat atas bergerak dengan suatu kecepatan, betapapun sangat kecilnya gaya F, maka dapat disimpulkan bahwa zat diantara pelat tersebut adalah suatu fluida yang sedang mengalami pergerakan dengan kecepatan tertentu dan ditandai perubahan bentuk dari fluida tersebut di sepanjang saluran.

Dari percobaan-percobaan menunjukkan bahwa dengan besaran lainnya dipertahankan konstan maka F berbanding lurus dengan A dan juga dinyatakan berbanding terbalik dengan tebal dari pipa t, yang dinyatakan dengan persamaan.

$$F = \mu \cdot \frac{AU}{t} \quad (\text{Streeter, 1996:4}) \quad (2-1)$$

Dengan :

μ = faktor kesebandingan dan pengaruh fluida yang bersangkutan tercakup didalamnya

U/t = kecepatan sudut garis ab atau laju perubahan bentuk sudut fluida dan dapat ditulis du/dy

Kecepatan sudut juga dapat ditulis du/dy , karena baik U/t maupun du/dy menyatakan perubahan dibagi dengan jarak sepanjang perubahan yang terjadi. Jika tegangan geser $\tau = F/A$, maka diperoleh persamaan :

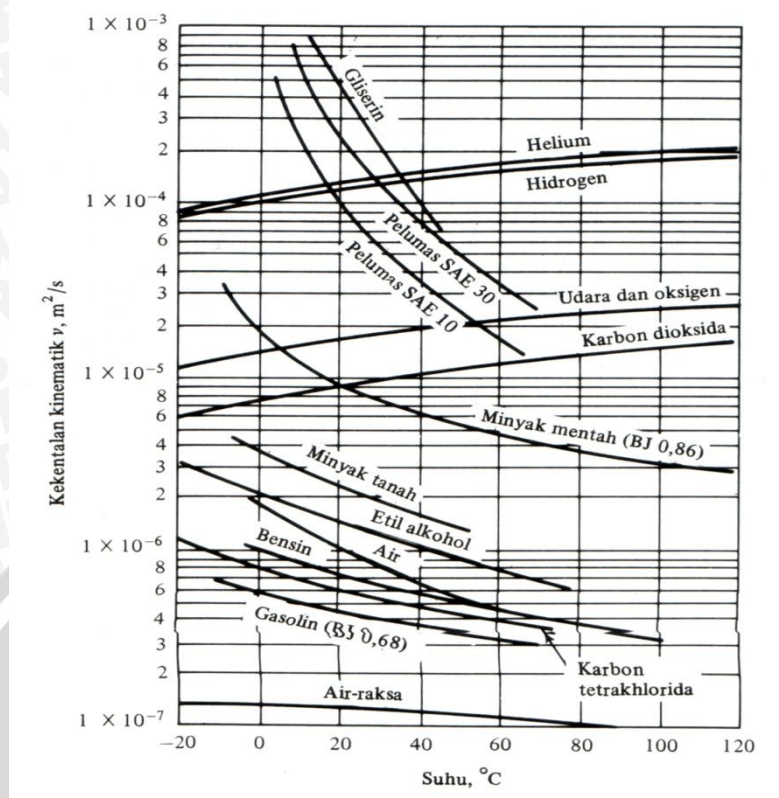
$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (\text{Streeter, 1996:4}) \quad (2-2)$$

Bentuk diferensial di atas adalah hubungan antara tegangan geser dan laju perubahan bentuk sudut untuk aliran satu dimensi. Faktor kesebandingan μ disebut viskositas dinamik dan persamaan di atas adalah hukum viskositas *Newton*.

2.2 Viskositas

Viskositas adalah sifat fluida dalam menahan laju deformasi dari molekul fluida tersebut. Hukum Viskositas *Newton* menyatakan bahwa, untuk laju perubahan bentuk suatu fluida tertentu, merupakan fungsi dari tegangan geser dan viskositas. Contoh cairan yang sangat kental adalah larutan gula sedangkan air dan udara mempunyai viskositas yang sangat kecil/ tidak kental.

Pada Gambar 2.2 terlihat viskositas dari berbagai fluida. Pada Gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk fluida cair viskositas dinamik (μ) akan menurun dengan meningkatnya temperatur sedangkan untuk fluida gas sebaliknya, yaitu dengan meningkatnya temperatur maka viskositasnya juga meningkat. Menurut Streeter (1996: 8) perbedaan dalam kecenderungan terhadap suhu dikarenakan tahanan suatu fluida terhadap tegangan geser tersebut tergantung pada kohesinya dan laju perpindahan momentum molekulernya. Fluida cair yang memiliki ikatan-ikatan molekul yang jauh lebih rapat daripada gas. Kohesi merupakan salah satu penyebab utama viskositas cairan karena kohesi berkurang dengan naiknya temperatur, maka demikian pula dengan viskositasnya. Sebaliknya gas mempunyai gaya-gaya kohesi yang sangat kecil. Sebagian besar dari tahananannya terhadap tegangan geser merupakan akibat perpindahan momentum molekuler. Viskositas akan bertambah jika pertukaran kalor yang acak antar molekul-molekulnya, sehingga meningkatnya temperatur mengakibatkan viskositasnya juga akan meningkat (Nekrasov, B; 1960)



Gambar 2.2 Viskositas kinematik berbagai fluida pada 1 atm
 Sumber : White .1994 : 388

Viskositas dibedakan menjadi 2 macam yaitu viskositas dinamik (μ) dan viskositas kinematik (ν), dimana viskositas kinematik adalah rasio perbandingan antara viskositas dinamik dengan densitas suatu fluida. Secara matematis dinyatakan sebagai :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (\text{Streeter, 1996:10}) \quad (2-3)$$

Dimana :

ν = viskositas kinematik (m^2/s)

μ = viskositas dinamik ($\text{N.s}/\text{m}^2$)

ρ = densitas / massa jenis (Kg/m^3)

Viskositas kinematik adalah viskositas yang banyak dipengaruhi oleh temperatur tanpa memperhitungkan gaya yang bekerja dan banyak muncul dalam penerapan, misalnya untuk menentukan bilangan *Reynold* pada *internal flow*, misalnya aliran fluida didalam

pipa, sedangkan viskositas dinamik adalah viskositas yang menunjukkan ketahanan suatu fluida terhadap tegangan geser/ gaya yang bekerja padanya.

2.3 Bilangan *Reynolds*

Bilangan *Reynolds* merupakan suatu parameter yang menyatakan suatu perbandingan kecepatan aliran, dan ukuran yang mewakili diameter penampang yang dilewati aliran fluida terhadap viskositas kinematik fluida. Besar bilangan *Reynolds* membedakan jenis aliran laminar, transisi atau turbulen pada lapisan batas, di dalam pipa atau di sekitar benda yang terendam.

Pada *incompressible flow* di dalam pipa kondisi aliran laminar atau turbulen ditentukan oleh besarnya bilangan *Reynold* yang dapat dituliskan dalam persamaan 2-4

$$Re = \frac{\rho.V.D}{\mu} = \frac{V.D}{\nu} \quad (\text{Potter, 1997:260}) \quad (2-4)$$

Keterangan :

V = kecepatan rata-rata aliran dalam pipa [m/s]

D = diameter pipa [m]

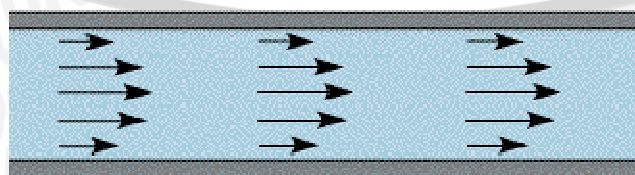
ν = viskositas kinematik [m²/s]

μ = viskositas absolut/dinamik [N.s/ m²]

ρ = densitas [Kg/m³]

2.4 Aliran Laminar

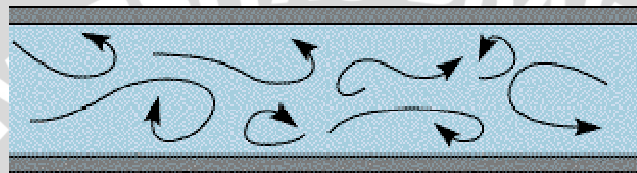
Fluida memiliki aliran laminar ketika fluida bergerak dengan kecepatan rendah dan memiliki viskositas yang tinggi. Aliran laminar memiliki angka *Reynolds* lebih kecil dari 2300. Pada aliran laminar kecenderungan untuk turbulensi diredam oleh gaya viskos yang memberikan tahanan terhadap gerakan relatif lapisan fluida yang berdekatan. Hal tersebut ditunjukkan oleh percobaan *Osborne Reynold* (Papanastasiou : 1993). Pada laju aliran rendah, aliran laminar terGambar sebagai filamen panjang yang mengalir sepanjang aliran sebagaimana yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Aliran laminar
Sumber : www.freshgasflow.com

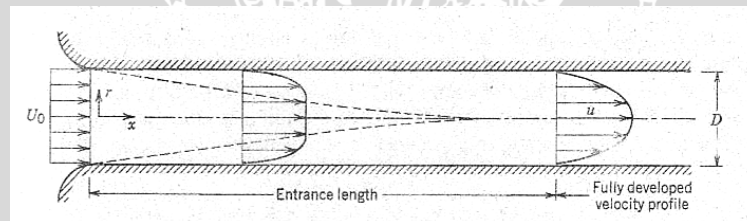
2.5 Aliran turbulen

Aliran Turbulen adalah aliran fluida dimana *stream line* bergerak secara acak ke segala arah dan saling berpotongan antara satu dan yang lain (Papanastasiou : 1993). Hal ini dikarenakan pada aliran turbulen memiliki partikel-partikel fluida yang bergerak secara acak dengan saling tukar momentum dan partikel antar lapisan fluida yang berdekatan dalam skala besar. Karena pada aliran turbulen terjadi pertukaran partikel dalam skala besar, maka fluida bergerak ke segala arah, dan terjadi pembauran aliran fluida. Oleh Osborne *Reynold* digambarkan sebagai bentuk fluida yang bercampur dalam waktu cepat yang selanjutnya memecah dan menjadi tidak terlihat sebagaimana yang ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Aliran turbulen
Sumber : www.freshgasflow.com

2.6 Fully Developed Flow



Gambar 2.5 Perkembangan aliran laminar pada pipa
Sumber : Fox, 1994 : 26

Pada Gambar 2.5 aliran dalam pipa awalnya memiliki kecepatan yang seragam, setelah melewati pipa menempuh jarak tertentu kecepatan aliran pada dinding pipa semakin mendekati nol. Adanya penurunan kecepatan pada dinding pipa dikarenakan adanya gaya dinding pipa, sehingga terbentuk gradien kecepatan yang ditunjukkan oleh terbentuknya lapisan batas. Semakin jauh jarak tempuh fluida semakin besar gradien kecepatan yang terjadi.

Setelah mencapai jarak yang mencukupi, lapisan batas akan mengembang dan mencapai garis pusat pipa. Aliran akan seluruhnya kental (viskos) dan bentuk dari profil kecepatan akan berubah. Ketika bentuk profil kecepatan sudah tidak lagi berubah terhadap bertambahnya jarak tempuh fluida terhadap pipa maka aliran itu disebut aliran

fully developed. Bentuk aktual dari profil kecepatan aliran yang telah berlangsung mantap (*fully developed*) tergantung dari apakah aliran tersebut laminar atau turbulen.

Jarak dari awal masuk pipa sampai aliran berkembang penuh (*fully developed*) terjadi disebut *entrance length*. *Entrance length* merupakan suatu fungsi dari bilangan *Reynold*.

Rumus *Entrance length* adalah :

$$\frac{L}{D} = 0,06 \frac{\rho V D}{\mu} \quad (\text{Fox, 1994: 305}) \quad (2-5)$$

Dimana :

L = *entrance length* (m)

D = diameter pipa (m)

ρ = densitas (Kg/m³)

V = kecepatan rata-rata (m/s)

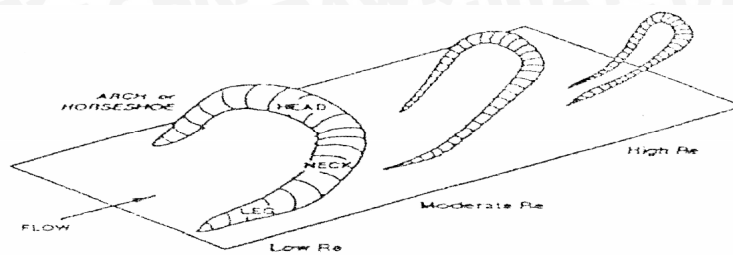
μ = viskositas absolut (N.s/m²)

2.7 Vortex

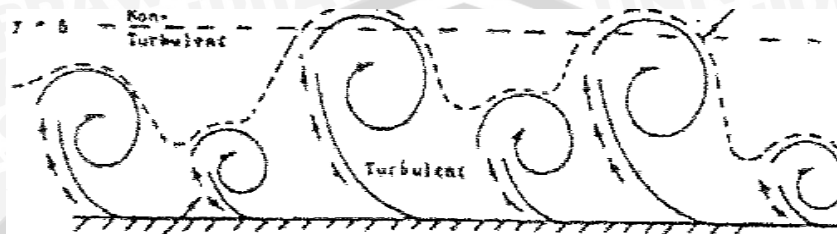
Massa fluida cairan atau gas yang partikel-partikelnya bergerak berputar tersebut didefinisikan sebagai *Vortex* (Potter, 1997).

Menurut proses pembentukannya *vortex* dibagi menjadi 2 macam yaitu *vortex* bebas (*free vortex*) dan *vortex* paksa (*forced vortex*) pada Gambar 2.6 dan 2.7. *Vortex* bebas terjadi jika mekanisme pembentukan *vortex* tidak melibatkan energi dari luar sumber. Fluida berputar karena gerakan internalnya contohnya yaitu pusaran air disungai dan pusaran di belokan pipa akibat aliran sekunder. *Vortex* paksa terjadi jika mekanisme pembentukan *vortex* melibatkan energi dari luar misalnya fluida diberi torsi atau puntiran dari luar. Contohnya yaitu fluida dalam suatu wadah diputar dengan pipa silinder.

Sesungguhnya *vortex* berwujud tiga dimensi dan dapat berubah menurut nilai bilangan *Reynold*. Pada bilangan *Reynold* yang rendah, *vortex* berbentuk seperti tapal kuda dan semakin tinggi harga bilangan *Reynold* maka *vortex* akan semakin meruncing



Gambar 2.6 Geometri *vortex* menurut besar bilangan *Reynolds*
 Sumber : Gerhart, *Fundamentals of Fluid Mechanics*, 1985 : 607



Gambar 2.7 *Vortex* 2 dimensi
 Sumber : Gerhart, *Fundamentals of Fluid Mechanics*, 1985: 619

Berikut adalah propertis dari aliran *vortex*:

- Pada aliran *vortex* tekanan fluida yang paling rendah terdapat pada pusat pusaran dimana fluida pada daerah tersebut memiliki kecepatan maksimum, dan kemudian tekanan akan meningkat seiring dengan semakin jauhnya jarak lapisan fluida terhadap pusat pusaran.
- Pada pusat pusaran setiap aliran *vortex* memiliki *vortex line*, dan setiap partikel pada aliran *vortex* akan beredar atau berputar (*circulating*) disekitar *vortex line*.
- Dua atau lebih aliran *vortex* yang mempunyai arah pusaran yang paralel serta beredar atau berputar (*circulating*) pada arah yang sama akan bergabung menjadi satu *vortex* yang lebih besar, besar pusaran tersebut merupakan jumlah dari tiap tiap pusaran yang menyusunnya

Aliran *vortex* mengandung banyak energi akibat adanya pusaran (*circular motion*) dari fluida, pada fluida ideal energi ini tidak akan musnah dan aliran *vortex* akan terus berlangsung. pada fluida nyata memiliki viskositas yang menyebabkan energi tersebut melemah sehingga pada suatu saat aliran *vortex* akan berhenti.

2.8 Persamaan *Bernoulli*

Dalam mendapatkan persamaan *Bernoulli* terdapat asumsi-asumsi yang harus diperhatikan yaitu alirannya tidak mengalami perubahan kecepatan (*steady*), tanpa gesekan antara fluida dengan permukaan saluran atau pipa, tak mampu mampat (*incompressible*), dan massa jenis fluida (ρ) konstan:

$$W = m \cdot g \cdot Z + m \cdot \frac{P}{\rho} + m \cdot \frac{V^2}{2} = \text{konstan} \quad (\text{Streeter, 1996:4}) \quad (2-6)$$

Bila pada aliran tersebut diambil suatu jumlah fluida untuk tiap 1 Kg, maka persamaannya dinamakan persamaan energi persatuan berat fluida. Oleh karena dibagi massa (m) maka didapatkan persamaan energi spesifik yaitu :

$$W = g \cdot Z + \frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2} = \text{konstan} \quad (\text{Streeter, 1996:4}) \quad (2-7)$$

Apabila persamaan tersebut dibagi lagi dengan percepatan gravitasi g, maka akan didapat salah satu ruas dari persamaan *Bernoulli* yang mempunyai arti ketinggian. Persamaan ketinggiannya yaitu:

$$H = Z + \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{V^2}{2 \cdot g} = \text{konstan} \quad (\text{Streeter, 1996:4}) \quad (2-8)$$

Jadi sesuai dengan persamaan ketinggian diatas dapat dijelaskan bahwa pada tiap saat dan tiap posisi yang ditinjau dari suatu aliran fluida didalam pipa tanpa gesekan yang tidak bergerak maka akan mempunyai energi ketinggian tempat, tekanan dan kecepatan yang sama besarnya. Sebagai contoh aliran air didalam pipa, pada posisi 1 Kg air mempunyai tekanan tertentu dan luas penampang yang tertentu pula serta kecepatan V_1

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \quad (\text{Streeter, 1996:4}) \quad (2-9)$$

Perubahan bentuk energi akan terjadi bila pada posisi 2 penampang diperkecil, dengan demikian kecepatan fluida naik menjadi V_2 dan tekanan pada posisi 2 akan berkurang, hal ini akan terlihat dengan jelas letak pipa tersebut dibuat mendatar $Z_1 = Z_2$

2.9 Head Losses

Head losses adalah energi yang hilang pada fluida ketika fluida mengalir. Besarnya *head losses* tergantung pada bentuk, ukuran dan kekasaran saluran, kecepatan dan viskositas fluida dan tidak tergantung pada tekanan absolut. *Head losses* dibedakan menjadi dua macam, *major losses* dan *minor losses*.

2.10 Major losses

Major losses adalah energi yang hilang sepanjang pipa lurus yang seragam dan sebanding dengan panjang pipa. *Losses* ini disebabkan karena gesekan internal fluida

dan juga gesekan antara fluida dan dinding saluran, maka di semua pipa baik pipa halus atau pipa kasar muncul *major losses*.

Rumusan untuk *major losses* menurut Darcy.

$$h = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Nekrasov, 1960: 60}) \quad (2-10)$$

Keterangan: h = *major losses* [m]

f = koefisien gesek

l = panjang pipa [m]

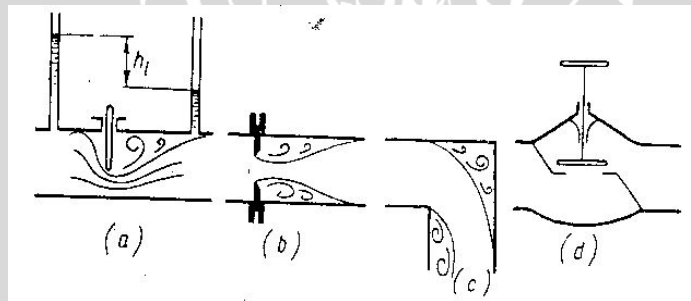
d = diameter pipa [m]

V = kecepatan fluida [m/s]

g = percepatan gravitasi [m/s²]

2.11 Minor losses

Minor losses adalah energi yang hilang dari fluida disebabkan oleh perubahan bentuk lokal dari saluran, seperti; perubahan luas panampang, katup, belokan dan *orifice*. *Minor losses* terjadi karena aliran yang mengalir melewati bentuk lokal dari saluran mengalami perubahan kecepatan, arah atau besarnya, maupun keduanya ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Bentuk-bentuk lokal saluran

Sumber: Boris Nekrasov, 1960 : 61

Minor losses dapat dirumuskan:

$$h = \xi \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Nekrasov, 1960: 61})(2-11)$$

Keterangan :

ξ = Koefisien kerugian *head minor losses*

V = Kecepatan Fluida [m/s]

g = Percepatan gravitasi [m/s^2]

2.12 Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas merupakan penurunan dari hukum kekekalan masa fluida ialah laju alir massa tiap satuan waktu adalah konstan sepanjang aliran. Sehingga dapat dituliskan persamaan sebagai berikut:

$$\rho_1 \cdot v_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot A_2 \quad (\text{White, 1994 : 305}) \quad (2-12)$$

Jika fluida yang mengalir adalah *incompressible* maka $\rho_1 = \rho_2$. Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (\text{White, 1994 : 305}) \quad (2-13)$$

Dimana :

A = luas penampang pipa (m^2)

v = kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/s)

2.13 Suku Deret Geometri

Deret geometri adalah suatu barisan yang mempunyai pola keberaturan hasil bagi dua suku berturutan tetap harganya. Harga yang tetap ini dinamakan rasio. Suatu barisan geometri dengan suku pertama a dan rasio r adalah a, ar, ar^2, ar^3, \dots dan seterusnya dengan memperhatikan pola keberaturan empat suku pertamanya.

$$\text{Suku pertama} = U_1 = a = ar^0 = ar^{1-1}$$

$$\text{Suku kedua} = U_2 = ar = ar^{2-1}$$

$$\text{Suku ketiga} = U_3 = ar^2 = ar^{3-1}$$

$$\text{Suku keempat} = U_4 = ar^3 = ar^{4-1} \quad \text{dst.} \quad (\text{Hidayat, 2008 : 95}) \quad (2-14)$$

Penerapan suku deret geometri pada pipa *horizontal* diaplikasikan sebagai kombinasi jumlah alur yang akan dibuat pada pipa, yang dimana Suku deret geometri yang diambil yaitu suku ke-2 sampai suku ke-7 ($U_2; U_3; U_4; U_5; U_6; \text{ dan } U_7$) dengan ketentuan sebagai berikut:

$$U_n = ar^{n-1}$$

$$a=1$$

$$r=2$$

sehingga

$$U_2 = ar^{2-1} = ar = 2$$

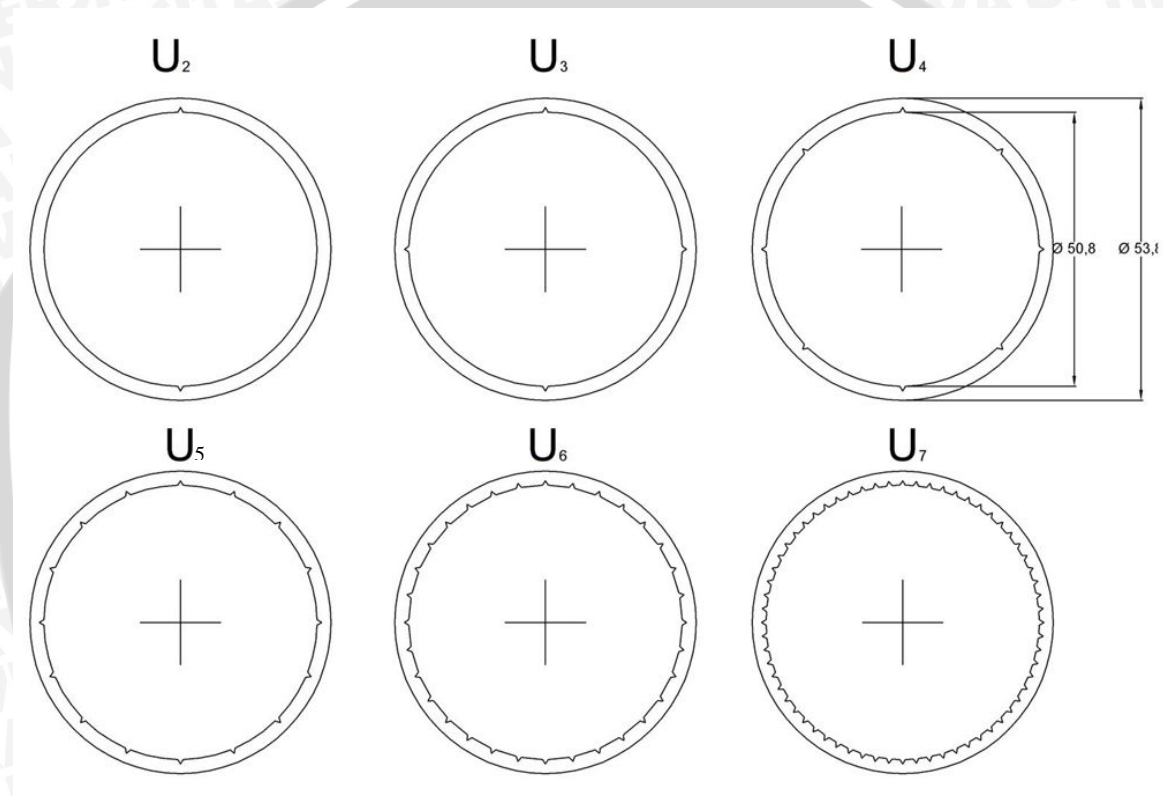
$$U_3 = ar^{3-1} = ar^2 = 4$$

$$U_4 = ar^{4-1} = ar^3 = 8$$

$$U_5 = ar^{5-1} = ar^4 = 16$$

$$U_6 = ar^{6-1} = ar^5 = 32$$

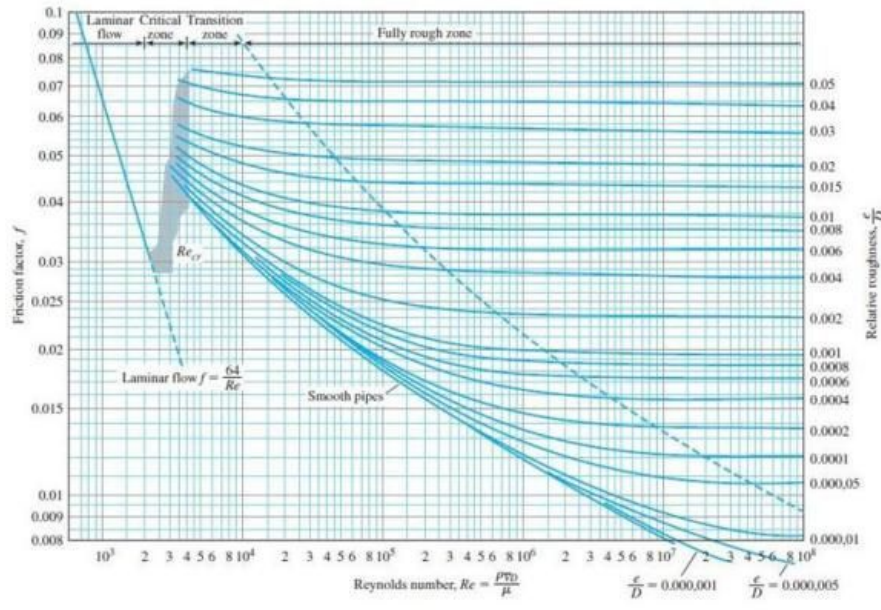
$$U_7 = ar^{7-1} = ar^6 = 64$$



Gambar 2.9 Luas penampang pipa beralur

2.14 Koefisien Gesek

Benda atau zat yang bergerak bebas di alam ini pasti bergesekan dengan sekelilingnya, entah itu benda padat, cair atau gas, dan besarnya gesekan tersebut mempunyai nilai. Pada ilmu mekanika fluida salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya gesekan ialah koefisien gesek. Koefisien gesek dalam aliran fluida di pipa mempunyai arti perbandingan antara tegangan geser pada dinding pipa dengan tekanan dinamik. Salah satu cara untuk mengetahui koefisien gesek pipa dengan tanpa perhitungan ialah dengan menggunakan diagram *Moody*.



Gambar 2.10 Diagram *Moody*
 Sumber: www.ccitonline.com

2.15 Pipa Horizontal

Pipa horizontal merupakan suatu media yang digunakan untuk menyalurkan zat khususnya fluida cair atau gas dari suatu tempat ke tempat lain. Pipa ini sering digunakan dalam dunia industri. salah satu contoh di industri rumah tangga, pipa digunakan untuk mengalirkan air dari sumur ke dalam bak penampungan yang kemudian akan dipergunakan dalam kebutuhan sehari – hari.



Gambar 2.11 Pipa PVC
 Sumber : www.rudydewanto.com

2.16 Beda Tekanan

Beda tekanan pada suatu aliran fluida yang mengalir dalam pipa dapat diartikan sebagai selisih tekanan antara bagian hulu dan hilir pipa. Tekanan sendiri dapat diartikan sejumlah gaya yang diberikan persatuan luasan. Seiring perubahan kecepatan,

tekanan adalah variabel yang paling dinamis dalam mekanika fluida. Perbedaan atau *gradient* tekanan selalu mempengaruhi aliran fluida, khususnya pada saluran pipa. Perbedaan tekanan dalam suatu aliran fluida dalam pipa *horizontal* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

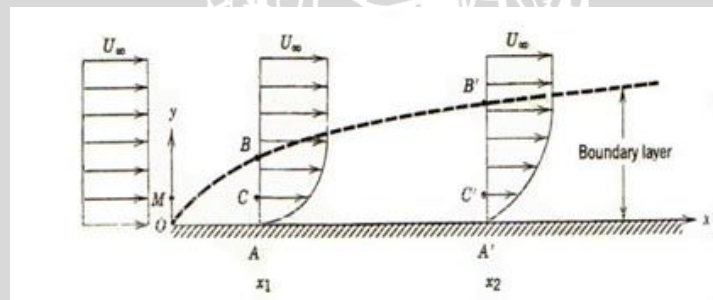
$$h = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Nekrasov, 1960: 60}) \quad (2-15)$$

jika $h = \frac{\Delta P}{\rho g}$ maka: $\frac{\Delta P}{\rho g} = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$

$$\Delta P = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2} \rho$$

2.17 Perilaku Aliran Fluida

Perilaku aliran fluida meliputi struktur *boundary layer* yang di visualisasikan dengan menggunakan simulasi komputer. *Boundary layer* adalah lapisan tipis fluida pada permukaan benda padat dimana gradien kecepatan dan gradien temperatur berubah secara drastis / mencolok, pada lapisan tersebut terjadi perubahan kecepatan fluida terhadap jarak dari dinding pipa, karena pengaruh dari tegangan geser dinding pipa. Struktur *boundary layer* pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Struktur *boundary layer*
Sumber: White, *Fluid Mechanics*, 1994 : 142

Dalam struktur *boundary layer* dapat di lihat bahwa *boundary layer* mempunyai ketebalan, yang disimbolkan dengan (δ), yang mana dapat di cari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\delta = \frac{5D}{\text{Re} \sqrt{\frac{1}{8} f}} \quad (\text{Potter, 1997 : 290}) \quad (2-16)$$

Dimana :

D = diameter pipa (m)

δ = tebal *boundary layer* (m)

Re = bilangan *Reynold*

f = koefisien gesek

Simulasi visualisasi aliran fluida yang mengalir dalam pipa dapat dilihat dengan menggunakan software komputer dan dapat diamati bagaimana perubahan laju aliran fluida yang mengalir terhadap jarak dari dinding pipa.

2.18 Alur Memanjang

Alur memanjang ialah suatu lekukan yang dibuat memanjang dengan dimensi yang telah di tentukan. Salah satu contoh pengaplikasian alur memanjang dalam bidang teknik ialah pada pipa *horizontal*. Pipa *horizontal* yang diberi alur memanjang disebut pipa beralur. Pipa beralur ialah suatu pipa yang telah diberi alur khususnya di bagian dalamnya tujuan dari pemberian alur tersebut, supaya *vortex* yang timbul pada aliran fluida dapat di kurangi sehingga penurunan tekanan dapat di minimalisir. Penurunan tekanan pada pipa beralur dipengaruhi oleh beberapa variabel, panjang pipa, diameter pipa, kedalaman alur, kecepatan aliran fluida, viskositas fluida dan densitas fluida.



Gambar 2.13 Pipa beralur

2.19 Software Analisis

Software Analisis adalah *engineering software* yang penggunaannya untuk menganalisis antara lain : analisis struktural, analisis elektris, analisis magnetis, dan

analisis fluida. Secara umum langkah langkah menganalisis dengan *software* ansys dibagi menjadi tiga, yaitu *preprocessing* (proses awal), *solution* (proses solusi) dan *postprocessing* (proses pembacaan hasil).

1. *Preprocessing* (proses awal)

Tahapan tahapan penting dalam *preprocessing*:

- Pemodelan geometri
- *Meshing*

2. *Solution* (proses solusi)

Tahapan tahapan penting dalam proses solusi:

- Memasukkan kondisi batas.
- Penyelesaian (*solving*).

3 *Postprocessing* (proses pembacaan hasil)

Tahapan tahapan penting dalam *postprocessing*:

- *Plot result.*
- *Animasi*

Keuntungan dari pemakaian *software* analisis antara lain:

1. Hemat biaya dan cepat dalam pengoperasian
2. Lebih akurat
3. Dapat menampilkan simulasi dari hasil *project* yang di kerjakan.

2.20 Hipotesa

Dengan semakin banyak jumlah alur memanjang suku deret geometri pada pipa *horizontal* akan mengurangi *vortex* yang terjadi, sehingga koefisien gesek pada pipa akan menurun yang berdampak perubahan beda tekanan fluida di bagian hulu dan hilir yang mengalir dalam pipa semakin kecil.