

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap hari kita semua selalu berhubungan dengan fluida hampir tanpa sadar. Banyak gejala alam yang indah dan menakjubkan, seperti bukit-bukit dan ngaraingarai yang dalam, terjadi akibat gaya-gaya yang ditimbulkan oleh aliran fluida. Semua fluida mempunyai atau menunjukkan sifatsifat atau karakteristik yang penting dalam dunia rekayasa.

Dalam distribusi fluida udara dari suatu tempat ke tempat lain umumnya digunakan saluran tertutup. Dilihat dari jenis pembesaran dan pengecilan terdapat dua jenis pembesaran dan pengecilan yaitu secara gradual dan secara mendadak. Salah satu hal yang mempengaruhi proses pendistribusian udara adalah adanya kerugian energi atau headloss. Kerugian energi atau headloss dibagi menjadi dua macam yaitu headloss major dan headloss minor.

Seiring berkembangnya teknologi alternatif pada zaman sekarang sehingga alat pendistri busian udara yang hemat energy dan ramah lingkungan sangat dibutuhkan sekarang ini, salah satunya penerapan alternatif alat pengkondisian udara. Dalam penerapannya, berapa kendala yang ditemui adalah bagaimana udara keluar dengan variasi luas penampang yang memenuhi kebutuhan pengkondisian udara dengan melakukan pengaturan terhadap debit aliran.

Kerugian energi pada sistem aliran fluida antara lain dijumpai pada aliran pipa. Kerugian-kerugian tersebut diakibatkan oleh adanya gesekan dengan

dinding, perubahan luas penampang, sambungan, katup-katup, belokan pipa, percabangan pipa, pembesaran penampang pipa, pengecilan penampang pipa, dan kerugian-kerugian khusus lainnya. Parameter yang dibutuhkan adalah diameter pipa (D), debit aliran (Q).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat di rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh ukuran diameter pipa terhadap kecepatan aliran
2. Bagaimana pengaruh ukuran diameter pipa terhadap nilai headlosses

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk menghitung pengaruh ukuran diameter pipa terhadap kecepatan aliran
2. Untuk menghitung pengaruh ukuran diameter pipa terhadap nilai headlosses

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Fluida

Fluida adalah suatu zat yang dapat mengalir bisa berupa cairan atau gas. Fluida mengubah bentuknya dengan mudah dan didalam kasus mengenai gas, mempunyai volume yang sama dengan volume yang membatasi gas tersebut. Pemakaian mekanika kepada medium kontinyu, baik benda padat maupun fluida adalah didasari pada hukum gerak newton yang digabungkan dengan hukum gaya yang sesuai.

Salah satu cara untuk menjelaskan gerak suatu fluida adalah dengan membagi – bagi fluida tersebut menjadi elemen volume yang sangat kecil yang dapat dinamakan partikel fluida dan mengikuti gerak masing-masing partikel ini.

Suatu massa fluida yang mengalir selalu dapat dibagi-bagi menjadi tabung aliran, bila aliran tersebut adalah lunak, waktu tabung tetap tidak berubah bentuknya dan fluida yang pada suatu saat berada didalam sebuah tabung akan tetap berada dalam tabung ini seterusnya. Kecepatan aliran didalam tabung aliran adalah sejajar dengan tabung dan mempunyai besar berbanding terbalik dengan luas penampangannya. (pantar,s, 1997)

Konsep aliran fluida yang berkaitan dengan aliran fluida dalam pipa adalah :

1. Hukum kekentalan Massa
2. Hukum Kekentalan energy
3. Hukum kekentalan momentum

4. Katup
5. Orifacemeter
6. Arcemeter (rotarimeter)

Head ada dalam tiga bentuk yang dapat saling diperlukan antara lain:

1. Head Potensial/Head Aktual

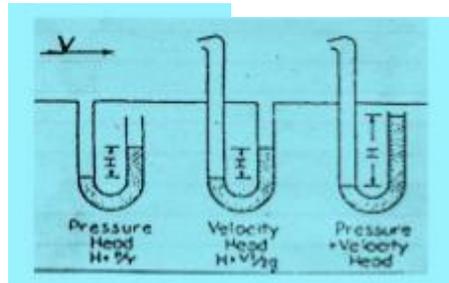
Didasarkan pada ketinggian fluida diatas bidang datar. Jadi, suatu kolam air setinggi 2 kaki atau feet mengandung jumlah energi yang disebabkan oleh posisinya dan dikatakan fluida tersebut mempunyai head sebesar 2 feet kolam air.

2. Head Kinetik/Head Kecepatan

Head kinetik/Head Kecepatan adalah suatu ukuran energi kinetik yang dikandung satu satuan bobot fluida yang disebabkan oleh kecepatan dan dinyatakan oleh persamaan yang biasa dipakai untuk energi kinetik ($V^2/2g$), energi ini dapat dihitung dengan tabung pitot yang diletakan dalam aliran seperti gambar 2.1. dibawah kaki kedua dari manometer dihubungkan dengan pipa aliran secara tegak lurus dari manometer dihubungkan dengan pipa aliran untuk menyatakan tekanan yang ada pada pipa aliran titik ini.

3. Head Tekanan

Head tekanan adalah energi yang dikandung oleh fluida tekanannya dalam persamaannya adalah ρ/γ Jika sebuah manometer terbuka dihubungkan dengan sudut tegak lurus aliran, maka fluida di dalam tabung akan naik sampai ketinggian yang sama dengan ρ/γ



Gambar 2 . 1 Cara Menghitung Head

2.2. Macam-Macam Aliran dalam Pipa

Aliran dapat diklasifikasikan (digolongkan) dalam banyak jenis seperti: turbulen, laminar, nyata, ideal, mampu balik, tak mampu balik, seragam, tak seragam, rotasional, tak rotasional.

Aliran fluida melalui instalasi (pipa) terdapat 2 jenis aliran yaitu :

1. Aliran Laminer

Aliran laminar merupakan aliran udara yang terjadi akibat tidak adanya gangguan pada pengaliran fluida di tiap aliran lapisan

2. Aliran Turbulen

Aliran turbulen merupakan salah satu aliran fluida yang memiliki kecepatan yang berubah-ubah dan mengandung partikel-partikel yang bergerak secara acak dan tidak stabil

Cairan dengan rapat massa yang akan lebih mudah mengalir dalam keadaan laminar. Dalam aliran fluida perlu ditentukan besarannya, atau arah vektor kecepatan aliran pada suatu titik ke titik yang lain. Agar memperoleh penjelasan tentang medan fluida, kondisi rata-rata pada daerah atau volume yang kecil dapat ditentukan dengan instrument yang sesuai.

Pengukuran aliran adalah untuk mengukur kapasitas aliran, massa laju aliran, volume aliran. Pemilihan alat ukur aliran tergantung pada ketelitian, kemampuan pengukuran, harga, kemudahan pembacaan, kesederhanaan dan keawetan alat ukur tersebut.

Dalam pengukuran fluida termasuk penentuan tekanan, kecepatan, debit, gradien kecepatan, turbulensi dan viskositas. Terdapat banyak cara melaksanakan pengukuran-pengukuran, misalnya: langsung tak langsung, gravimetrik, volumetrik, elektronik, elektromagnetik dan optik. Pengukuran debit secara langsung terdiri dari atas penentuan volume atau berat fluida yang melalui suatu penampang dalam suatu selang waktu tertentu. Metode tak langsung bagi pengukuran debit memerlukan penentuan tinggi tekanan, perbedaan tekanan atau kecepatan di beberapa titik pada suatu penampang dan dengan besaran perhitungan debit. Metode pengukuran aliran yang paling teliti adalah penentuan gravimetrik atau penentuan volumetrik dengan berat atau volume diukur atau penentuan dengan mempergunakan tangki yang dikalibrasikan untuk selang waktu yang diukur.

Pada prinsipnya besar aliran fluida dapat diukur melalui :

1. Kecepatan (velocity)
2. Berat (massa)
3. Luas bidang yang dilaluinya
4. Volumennya

2.3. Sifat-Sifat Fluida

Pembahasan dalam mekanika fluida secara umum dapat dibagi menjadi statika fluida, yang membahas fluida diam dan dinamika fluida, yang membahas

fluida bergerak. Sebelum membahas materi tersebut, perlu dibahas terlebih dahulu tentang sifat fluida yang sangat berkaitan dengan fluida

Setiap fluida masing-masing memiliki sifat yang menjadi ciri khas fluida tersebut. Sifat fluida yang umum antara lain : kerapatan(density), berat jenis, gravitasi jenis(specific gravity), kekentalan(viscosity), tegangan permukaan mekanika fluida adalah zat cair dan gas

2.3.1. Kerapatan

Kerapatan(density) merupakan sifat karakteristik suatu bahan yang dipengaruhi oleh massa dan ukuran bahan tersebut . Kerapatan bahan yang sama akan memiliki nilai yang sama walaupun ukuran bahan tersebut berbeda-beda. Nilai kerapatan suatu bahan dapat dihitung melalui perbandingan antara massa fluida (m) dengan volumenya (v). Nilai kerapatan dapat bervariasi cukup besar sesuai dengan jenis fluida . Perubahan temperature dan tekanan dapat mempengaruhi nilai kerapatan tetapi pengaruhnya kecil terhadap kerapatan zat cair, dan sangat besar terhadap kerapatan gas. Kerapatan zat cair dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{V}(\text{kg/m}^3) \quad (2.1)$$

Dimana:

$$\rho = \text{kerapatan zat (kg/m}^3\text{)}$$

$$m = \text{massa (kg)}$$

$$V = \text{volume (m}^3\text{)}$$

2.3.2. Berat Jenis

Berat jenis (γ) adalah perbandingan antara fluida dengan volumenya . Selain hubungan tersebut , berat jenis dapat juga dipengaruhi oleh kerapatan fluida dan percepatan gravitasi yang dapat dijelaskan melalui persamaan

$$\gamma = \rho \cdot g \text{ (N/m}^3\text{)} \quad (2.2)$$

Dimana :

$$\gamma = \text{berat jenis (N/m}^3\text{)}$$

$$\rho = \text{kerapatan zat (kg/m}^3\text{)}$$

$$g = \text{percepatan gravitasi (m/s}^2\text{)}$$

2.3.3. Gravitasi Jenis

Gravitasi jenis adalah perbandingan kecepatan fluida tersebut dengan kerapatan fluida pada kondisi standar . Bentuk persamaan gravitasi jenis untuk fluida gas dan cairan dinyatakan sebagai :

$$SG_{zat\ cair} = \frac{\rho_{zat\ cair}}{\rho_{air\ std}} \quad (2.3)$$

Atau

$$SG_{gas} = \frac{\rho_{gas}}{\rho_{udara\ std}} \quad (2.4)$$

Dimana :

$$SG_{zat\ cair} = \text{gravitasi jenis zat cair}$$

$$SG_{gas} = \text{gravitasi jenis gas}$$

$$\rho_{zat\ cair} = \text{kerapatan zat cair}$$

$$\rho_{air\ std} = \text{kerapatan air standar}$$

$$\rho_{gas} = \text{kerapatan gas}$$

$\rho_{udara\ std}$ = kerapatan udara standar

2.3.4. Kekentalan (viscosity)

Kekentalan disebabkan adanya kohesi antara partikel zat cair sehingga menyebabkan adanya tarikan antar molekul fluida yang menghasilkan tegangan geser antar molekul fluida yang bergerak . Kekentalan pada zat gas disebabkan oleh gaya tumbukan antara molekul zat , jadi kekentalan adalah ukuran ketahanan suatu fluida terhadap perubahan bentuk atau ukuran daya tahan fluida terhadap gaya geser. Semakin kental suatu fluida maka semakin sulit fluida tersebut untuk mengalir . Kekentalan cairan berkurang dengan bertambahnya suhu dan sedikit dipengaruhi oleh perubahan tekanan.

Hubungan kekentalan dapat ditinjau dengan meletakkan suatu fluida diantara 2 pelat sejajar yang sangat lebar . Pelat dibawah dipertahankan tetap , sedangkan pelat atas dapat bergerak . Jika diberikan gaya dorong untuk menggerakkan pelat atas . maka pelat atas akan bergerak secara terus menerus pada kecepatan knstan . Fluida yang melakukan kontak dengan permukaan pelat akan bergerak dengan kecepatann yang sama , dan tegangan geser yang dilakukan pada lapisan fluida tersebut adalah

$$\tau = \frac{F}{A} \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (2.5)$$

Dimana :

τ = tegangan geser

F = gaya dorong

A = luas kontak

2.3.5. Tegangan Permukaan

Jika jarum pada posisi horizontal kita letakkan diatas permukaan zairan yang tenang , jarum tersebut tidak tenggelam walaupun sebenarnya memiliki massa jennies yang lebih besar disbanding cairan . Beberapa serangga juga dapat berjalan diatas air , kaki mereka membentuk lekukan pada permukaan air tapi tidak masuk kedalam air, dimana permukaan cairan membentuk lapisan yang memili tegangan . Peristiwa ini merupakan contoh tegangan permukaan .

Tegangan permukaan terjadi akibat perbedaan tarik menarik antar molekul zat cair dekat permukaan dengan molekul molekul yang terlerak agak jauh dari permukaan pada zat cair yang sama. Gaya tarik antar molekul pada cairan menyebabkan tegangan bekerja parallel terhadap permukaan cairan. Besarnya gaya yang bekerja persatuan panjang disebut tegangan permukaan dengan satuan N/m

2.3.6. Kapilaritas

Kapilaritas ialah gejala naik atau turunnya permukaan fluida dalam pipa sempit . Contoh penerapan kapilaritas pada kehidupan sehari hari ialah pada kompor minyak tanah . Pada kompor minyak tanah , peristiwa kapilaritas dimanfaatkan agar minyak tanah yang berada dibagian bawah kompor, bergerak naik melalui sumbu kompor yang terbuat dari kain yang berpori-pori kecil , sehingga api terus menyala.

2.4. Kinerja Aliran Fluida

Faktor yang mempengaruhi terhadap kinerja aliran fluida di dalam pipa dapat meliputi, debit air, kecepatan aliran.

2.4.1. Debit Air

Debit air adalah kecepatan aliran zat cair melewati jarak penampang per satuan waktu. Debit air menggunakan satuan volume per waktu atau ml/detik, liter/detik, m³/detik, liter/jam, m³/jam dan berbagai satuan lainnya.

Satuan debit sering digunakan dalam pengawasan daya tampung (kapasitas) air disungai atau bendungan agar air yang ada dapat dikontrol.

Satuan dari debit air (Q) adalah m³/s, liter/s, atau ft³/s . Debit air dari suatu pompa sentrifugal dapat dinyatakan dengan rumus :

$$Q = \frac{v}{t} \quad (2.6)$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{s)}$$

$$v = \text{Volume fluida (m}^3\text{)}$$

$$t = \text{Waktu (s)}$$

2.4.2. Kecepatan aliran

Kecepatan aliran sebagai kinerja aliran fluida dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.7)$$

Dimana :

$$V = \text{Laju aliran fluida (m/s)}$$

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{s)}$$

$A =$ Luas penampang pipa bagian dalam (m^2)

Luas penampang pipa adalah

$$A = \frac{\pi}{4} \quad (2.8)$$

Dimana :

$A =$ Luas penampang sebuah pipa (m^2)

$d =$ Diameter sebuah pipa

2.5. Tekanan

Pada prinsip tekanan terdiri dari tekanan atmosfer, tekanan terukur dan tekanan absolute. Tekanan atmosfer disebabkan oleh berat gravitasi udara diatas permukaan bumi dan tekanan ini sulit dihitung. Pengukuran tekanan biasanya diukur dengan manometer U yang menggunakan pipa berdiameter berbentuk U dan di isi dengan cairan yang lebih besar massa jenisnya dari pada air contohnya air raksa.

Tekanan adalah gaya yang bekerja tegak lurus pada suatu permukaan bidang dan dibagi luas permukaan bidang tersebut. Secara matematis, persamaan tekanan dituliskan sebagai berikut .

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad (2.9)$$

Dimana :

$P =$ Tekanan Hidrostatik (N/m^2)

$\rho =$ massa jenis fluida (kg/m^3)

$g =$ percepatan gravitasi (m/s^2)

$h =$ kedalaman titik permukaan fluida (m)

Persamaan (2.9) menyatakan bahwa tekanan p berbanding terbalik dengan luas permukaan bidang tempat gaya bekerja. Jadi, untuk besar gaya yang sama, luas bidang yang kecil akan mendapatkan tekanan yang lebih besar dari pada luas bidang yang besar.

Tekanan disebabkan oleh fluida tak bergerak. Tekanan yang dialami oleh suatu titik di dalam fluida diakibatkan oleh gaya berat fluida yang berada di atas titik tersebut.

2.6. Jenis-Jenis Pompa

Secara garis besar pompa diklasifikasikan menjadi 2 yaitu, pompa perpindahan positif dan pompa dinamik.

2.6.1. Pompa Perpindahan positif

Pompa dengan perpindahan positif adalah pompa dengan volume ruangan yang berubah secara periodik dari besar ke kecil atau sebaliknya. Energi mekanik dari putaran poros pompa diubah menjadi energi tekanan untuk memompakan fluida. Kelebihan dari penggunaan pompa jenis ini adalah dapat menghasilkan power density (gaya persatuan berat) yang lebih berat dan memberikan perpindahan fluida yang tetap atau stabil di setiap putarannya. Pompa perpindahan positif memiliki tipe yang lebih bervariasi dari pada pompa dinamik. Secara general pompa perpindahan positif dibagi menjadi dua yaitu jenis pompa *reciprocating* dan jenis *rotary*.

a. Pompa gerakan bolak-balik (*reciprocating*)

Pompa ini menggunakan piston yang bergerak maju mundur sebagai

komponen kerjanya. Pompa reciprocating ini memiliki rongga kerja yang meluas pada saat menghisap fluida dan akan mendorong dengan mempersempit rongga kerja tersebut. Contoh tipe pompa ini adalah :

1. Pompa torak (piston)
2. Pompa plunyer (*Plunger pump*)
3. Pompa diafragma

b. Pompa Putar (*Rotary Pump*)

Pompa rotary ini memindahkan fluida kerja melalui mekanisme rotary dengan jalan menimbulkan efek vakum sehingga dapat menghisap fluida kerjadari sisi inlet, dan memindahkannya ke sisi outlet. Terperangkapnya udara didalam rotary, secara natural pompa ini akan mengeluarkan udara tersebut. Jenis pompa rotary antara lain :

1. Pompa Roda Gigi Luar (*External-gear pump*).
2. Pompa Roda Gigi Dalam (*Internal gear pump*)
3. Pompa Cuping
4. Pompa Sekrup
5. Pompa Baling

2.6.2. Pompa Dinamik

a. Pompa Pengaruh Khusus

Pompa spesial merupakan pompa dengan efek khusus dan digunakan untusk kondisi yang khusus pula di lokasi industri, misalnya *jet pump (propeller)*.

b. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal, yaitu pompa yang prinsip kerjanya merubah energi

mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi tekanan fluida. Dapat diklasifikasikan menurut jenis aliran *radial flow*, *mixed flow*, dan *axial flow*.

2.7. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa kerja dinamis yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetik (kecepatan) cairan menjadi energi potensial melalui suatu impeler yang berputar dalam casing. Pompa digerakkan oleh motor, daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeler yang dipasangkan oleh poros tersebut. Zat cair yang ada dalam *impeler* akan ikut berputar karena dorongan sudu-sudu. Karena timbulnya gaya sentrifugal, maka zat cair mengalir dari tengah impeler keluar melalui saluran diantara sudu dan meninggalkan impeler dengan kecepatan tinggi. Gaya sentrifugal adalah gaya yang timbul akibat adanya gerakan sebuah benda atau partikel yang melalui lintasan lengkung (lingkaran), prinsip-prinsip dasar pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:

1. Gaya sentrifugal bekerja pada impeler untuk mendorong fluida kesisi luar sehingga kecepatan fluida meningkat
2. Kecepatan fluida yang tinggi diubah oleh casing pompa (*volute* atau *diffuser*) menjadi tekanan atau *head*

Zat cair yang keluar dari *impeler* dengan kecepatan tinggi ini kemudian mengalir melalui saluran yang penampangnya makin membesar, sehingga terjadi perubahan dari *head* kecepatan menjadi *head* tekanan. Maka zat cair yang keluar dari *flens* keluar pompa *head* totalnya bertambah besar. Pengisapan terjadi karena

setelah zat cair dilemparkan oleh *impeler*, ruang diantara sudu-sudu menjadi vakum sehingga zat cair akan terhisap masuk. Selisih energi per *flens* masuk (isap) disebut *head* total pompa.

Pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan penambahan *head* tekanan, *head* kecepatan dan *head* potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinyu.

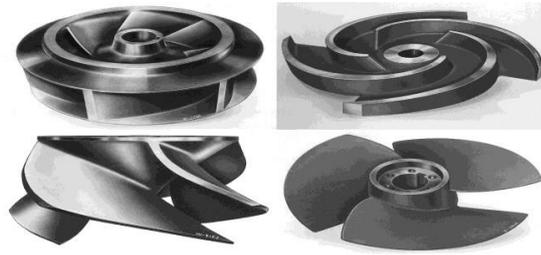
Menurut proses perpindahan energi dan benda cair sebagai bahan aliran maka pompa sentrifugal termasuk aliran fluida hidraulik. Hal ini bisa diketahui dari proses perpindahan tenaga di dalam sudu-sudu, roda jalan adalah akibat dari pembelokan arus aliran fluida.

Secara umum pompa sangat dipengaruhi oleh persyaratan pekerjaan. Jadi , susunan khusus pompa sentrifugal dapat dipengaruhi oleh pemipaan, ruangan dan kondisi kerja serta faktor-faktor lainnya. Penggerak yang dipilih untuk pompa dapat kita tentukan dengan kecepatan pompa, neraca kalor pabrik (*plant heat balance*), suplai (*supply*) daya yang tersedia, atau harga bahan bakar khusus di daerah tersebut.

2.7.1. Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal

a. Impeler

Impeler berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinyu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.



Gambar 2 . 2 Impeler

b. Shaft (poros)

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan *impeler* dan bagian bagian berputar lainnya.



Gambar 2 . 3 Poros

c. Bearing

Bearing (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban aksial. *Bearing* juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek semakin kecil.



Gambar 2 .4 Bearing

d. Gland packing

Gland packing digunakan untuk mencegah dan mengurangi kebocoran cairan dari casing pompa melalui poros.



Gambar 2 . 5 Gland Packing

e. Stuffing Box

Stuffing box berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus *casing*.



Gambar 2 . 6 Stuffing Box

f. Casing Pompa

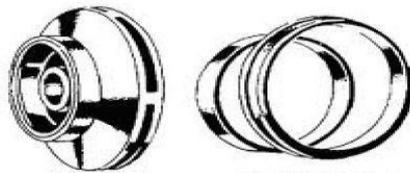
Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan *diffuser (guide vane)*, *inlet* dan *outlet* nozel serta tempat memberikan arah aliran dari *impeler* dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).



Gambar 2 . 7 Casing Pompa

g. Wearing Ring

Wearing ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan *impeler* maupun bagian belakang impeler dengan cara memperkecil celah antara *casing* dengan *impeler*.



Gambar 2 . 8 Wearing ring

2.7.2. Klasifikasi Pompa Sentrifugal

a. Menurut Jenis Aliran Dalam impeller

Menurut jenis aliran dalam impeller, Pompa sentrifugal terbagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Pompa Aliran Radial
2. Pompa Aliran Campuran
3. Pompa Aliran Aksial

b. Menurut Jenis Impeler

Menurut jenis Impeller nya , Pompa sentrifugal terbagi menjadi 3 yaitu:

1. Impeler Tertutup
 2. Impeler setengah tertutup
 3. Impeler terbuka
- c. Menurut Bentuk Rumah

Menurut bentuk rumah terbagi 3 yaitu:

1. Volute pump
 2. Diffuser pump
 3. Diffuser pump
- d. Menurut Jumlah Tingkat
1. Pompa satu tingkat

Pompa ini hanya mempunyai satu *impeler*. *Head* total yang ditimbulkan hanya berasal dari satu *impeler*, jadi relatif rendah.

2. Pompa Bertingkat Banyak

Pompa ini menggunakan beberapa *impeler* yang dipasang secara berderet (seri) pada satu poros. Zat cair yang keluar dari *impeler* pertama dimasukkan ke *impeler* berikutnya dan seterusnya hingga *impeler* terakhir. *Head* total pompa ini merupakan penjumlahan dari *head* yang ditimbulkan oleh masing-masing *impeller* sehingga relatif tinggi.

- e. Menurut Letak Poros

Menurut letak porosnya pompa dapat dibedakan menjadi poros horizontal dan poros vertical



Gambar 2 . 9 Poros vertikal dan horizontal

f. Menurut Jumlah Sisi Isap

1. Single Suction

Pada pompa ini fluida masuk dari sisi *impeler*. Konstruksinya sangat sederhana, sehingga sangat sering dipakai untuk kapasitas yang relatif kecil.

2. Double Suction

Pompa ini memasukkan fluida melalui dua sisi isap *impeler*. Pada dasarnya pompa ini sama dengan dua buah *impeler* pompa isapan tunggal yang dipasang bertolak belakang dan dipasang beroperasi secara paralel. Dengan demikian gaya aksial yang terjadi pada kedua *impeler* akan saling mengimbangi dan laju aliran total adalah dua kali laju aliran tiap *impeler*. Oleh sebab itu pompa ini banyak dipakai untuk kebutuhan dengan kapasitas yang besar.

g. Menurut Kapasitas

Kapasitas rendah : $<20\text{m}^3/\text{jam}$

Kapasitas menengah : $20-60\text{m}^3/\text{jam}$

Kapasitas Tinggi : $>60\text{m}^3/\text{jam}$

2.8. Aksesoris sistem pemipaan

a. Socket

Socket biasanya digunakan untuk menyambung pipa, tujuannya memperpanjang pipa dengan menyambung lurus satu pipa dengan pipa yang lain. Jenis aksesoris ini biasanya digunakan untuk dua jenis pipa dengan diameter yang sama, dengan ulir yang berada dibagian dalam, socket dapat dibagi menjadi

beberapa jenis lagi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan customer mulai dari socket drat luar dan socket drat dalam .



Gambar 2 .10 Socket

b. Reducer

Reducer biasanya digunakan untuk menyambung 2 pipa yang berdiameter berbeda . Reducer sendiri terbagi menjadi dua tipe yaitu reducer elbow yang fungsinya membelokkan aliran dan reducer socket yang fungsinya memperpanjang pipa dengan sambungan pipa lurus



Gambar 2 .11 Reducer

c. Flange

Flange ialah sebuah mekanuk yang bertujuan untuk menyambungkan 2 buah pipa yang masing masing memiliki flange juga, flange dikombinasikan dengan mur dan baut , tanpa 2 hal ini flange tidak dapat dipakai , jumlah mur dan baut yang digunakan tergantung dari jenis flange yang digunakan , jenis flange bermacam macam dan memiliki berbagai macam bahan yang berbeda



Gambar 2 .12 Flange

d. Elbow

Elbow berfungsi untuk membelokkan aliran dengan ulut dibagian dalam. Sama fungsinya dengan elbow, aksesoris pembelok aliran dapat juga dilakukan dengan bend . Hanya saja aksesoris ini digunakan untuk aliran beradius besar , elbow pun juga memiliki banyak sekali jenis dari mulai elbow 90derajat dan 45derajat bahkan dapat juga dikombinasikan dengan drat luar dan drat dalam.



Gambar 2 . 13 Elbow

e. Tee

Selain membelokkan, aksesoris pipa juga dapat bekerja dengan membagi aliran menjadu dua arah . Alat ini bernama Tee . seperti namanya , bentuk aliran yang dihasilkan berawal dari pipa lurus yang dibelokkan ke kiri dan kekanan , Tee umumnya berbentuk T namun ada beberapa kasus tee dapat berbentuk Y , banyak orang yang menyebutnya Ybranch , begitu juga dengan T dengan ujung yang ciut/

mengecil sering disebut Tee with Reducer , dimana ujung kanan kiri sama namun bagian tengah tee menciut/mengecil



Gambar 2 . 14 Tee

f. Pipe Valve

Valve merupakan suatu katup yang terdapat pada pipa. Fungsi valve untuk membantu dalam mengontrol fluida agar dapat berjalan dengan baik sesuai proporsi. Dengan adanya aksesoris pipa valve, arus aliran air menjadi berjalan dengan lancar

2.9. Perhitungan Headlosses

2.9.1. Head statis Total

Head potensial / elevasi adalah perbedaan ketinggian antara fluida pada sisi tekan dengan ketinggian fluida pada sisi isap. Head elevasi dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$h_s = h_t - h_i \quad (2.10)$$

Dimana :

h_s = Head statis total (m)

h_t = Head statis pada sisi tekan (m)

h_i = Head statis pada sisi isap (m)

2.9.2. Head Kerugian Gesek Untuk Zat Cair Dalam Pipa

Untuk aliran yang laminar dan turbulen, terdapat rumus yang berbeda. Sebagai patokan apakah suatu aliran itu laminar atau turbulen, dipakai bilangan reynold yang bersangkutan.

$$\text{Re} = \frac{V \cdot D}{\mu} \quad (2.11)$$

Dimana :

Re = Bilangan Reynold

V = Kecepatan Aliran fluida (m/s)

D = Diameter (m)

μ = Viskositas kinetik zat cair ($1.307 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) (*sumber: sularso, 2000. Tabel kerapatan dan kekentalan air 1 atm*)

2.9.3. Head Loss

Head loss terbagi menjadi dua macam, yaitu head loss mayor dan head loss minor. Head loss total merupakan penjumlahan dari head loss mayor dan head loss minor

1. Head Loss Mayor

Head loss mayor dapat terjadi karena adanya gesekan antara aliran fluida yang mengalir dengan suatu dinding permukaan dalam pipa. Pada umumnya head loss ini dipengaruhi oleh panjang pipa. Untuk dapat menghitung head loss mayor, perlu diketahui lebih jelas awal jenis aliran fluida yang mengalir.

Perhitungan head loss mayor menurut Darcy Weisbach dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.12)$$

Dimana :

H_f = Headlosses mayor

f = Faktor gesekan

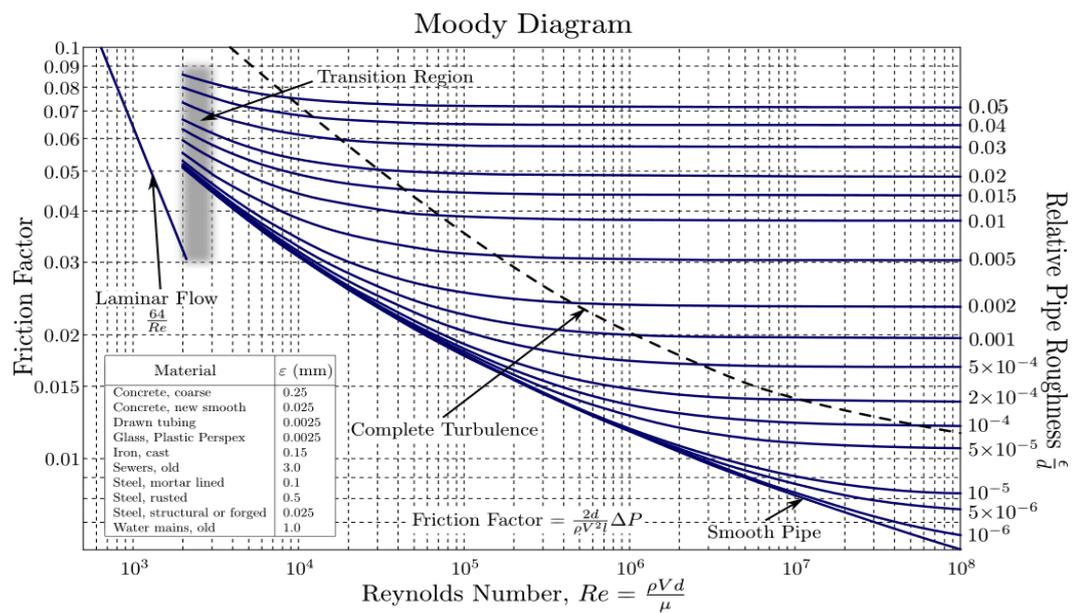
L = Panjang pipa

D = Diameter Pipa

V = Kecepatan aliran

g = gravitasi

Faktor gesekan (atau f) digunakan dalam persamaan Darcy Weisbach. Koefisien ini dapat diperkirakan dengan diagram dibawah ini:



Gambar 2 . 15 Diagram Moody

2. Head Loss minor

Head loss minor dapat terjadi karena adanya sambungan pipa (fitting) seperti katup (valve), belokan (elbow), saringan (strainer), percabangan (tee),

losses pada bagian entrance, losses pada bagian exit, pembesaran pipa (expansion), pengecilan pipa (contraction), dan sebagainya.

Head loss minor dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H_m = k \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.13)$$

Dimana :

V = Kecepatan fluida

K = koefisien minor losses

g = percepatan gravitasi

2.9.4. Head Total Pompa

Dalam memilih suatu pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahuluharus diketahui aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa. Head pompa adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai kondisi instalasi pompa atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang. Head dapat bervariasi pada penampang yang berbeda, tetapi pada kenyataannya selalu ada rugi energi. kita dapat menentukan head total pompa dengan persamaan dibawah ini:

$$H = h_s + \Delta h_p + h_l + \frac{vd^2}{2g} \quad (2.13)$$

Dimana :

H = Head Total pompa

h_s = head statis total

Δh_p = Perbedaan head tekanan yang berada pada permukaan air

h_l = Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan, dll

$\frac{vd^2}{2g}$ = Head kecepatan keluar

g = percepatan gravitasi

Head total pompa salah satunya dipengaruhi oleh berbagai kerugian pada sistem perpipaan yaitu gesekan dalam pipa, katup, belokan, sambungan, reduser, dll. Untuk menentukan head total yang harus disediakan pompa, perlu menghitung terlebih dahulu kerugian-kerugian pada instalasi. Dimana kerugian-kerugian tersebut akan dijumlahkan untuk mengetahui kerugian head yang terjadi dalam instalasi.