

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian pompa

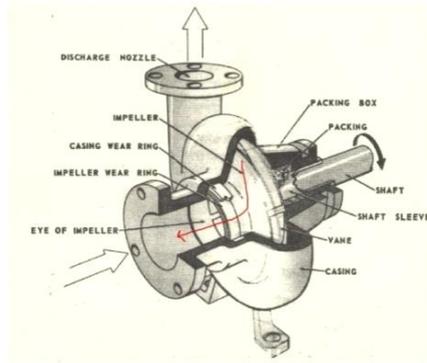
Pompa adalah mesin atau alat untuk menggerakkan fluida yang di gunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energy pada cairan yang kemudian pindahkan secara berlangsung dan terus menerus.

Pompa ini beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (Suction), di bagian keluar (discharge). Dengan kata lain, pompa adalah alat pengubah tenaga mekanis (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan) dari suatu sumber tenaga, dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang sepanjang pengaliran.

2.2 Klarifikasi Pompa Menurut Jenis Impeler

(1) Pompa sentrifugal

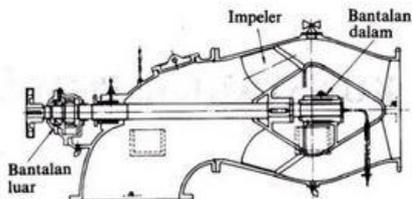
Pompa ini mempunyai konstruksi sedemikian rupa sehingga aliran zat cair yang keluar dari impeller akan melalui sebuah bidang tegak lurus poros. Impeller di pasang pada suatu ujung poros, pada ujung yang lain di pasang kopling untuk meneruskan daya dari penggerak. Poros di tumpu oleh buah bantalan dan sebuah packing atau merapat di pasang bagian rumah yang di tembus poros. Untuk mencegah air membocor keluar atau udara masuk di dalam pompa.



Gambar 2.1 pompa sentrifugal

(2) Pompa aliran campur

Pompa aliran campur digunakan untuk head yang sedikit lebih rendah dan pompa ini umumnya menggunakan rumah diffuser dengan sudut antar. Jika pompa menggunakan rumah polut untuk menampung langsung aliran yang keluar dari impeller juga di sebut juga pompa aliran campur jenis volut.

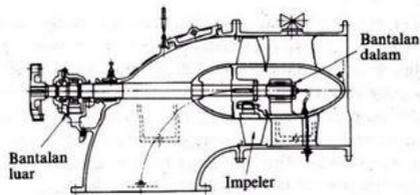


Gambar 2.2 pompa aliran campur

(3) Pompa aliran aksial

Pompa jenis aksial di pakai untuk head yang lebih rendah lagi. Karena aliran yang terdapat di dalam pompa ini mempunyai arah aksial atau sejajar dengan poros yang

berguna untuk mengubah head kecepatan menjadi head tekanan. Pompa jenis ini mirip pompa aliran campuran, kecuali bentuk impeller dan diffuser keluarannya. Aliran zat cair yang meninggalkan impeller akan bergerak sepanjang permukaan silinder (arah aksial).



Gambar 2.3 pompa aliran aksial mendatar

2.3 Klarifikasi menurut bentuk rumah

Pompa memiliki bentuk rumah yang berbeda-beda yang dapat kita klarifikasi sebagai berikut :

1. Pompa volut

Sebuah sentrifugal dimana zat cair dari impeller secara langsung di bawa dan di tamping di dalam volut (atau rumah spiral) yang selanjutnya akan menyalurkan ke nosel keluar.

2. Pompa difuser

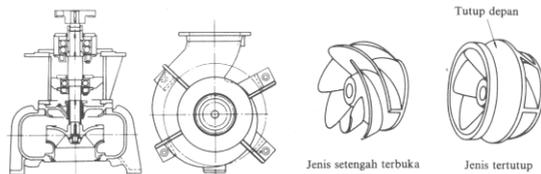
sebuah pompa sentrifugal yang di lengkapi dengan sudut difuser di keliling luar impelernya. Guna dari difuser ini adalah untuk menurunkan kecepatan aliran yang keluar dari impeler, sehingga energy kinetic aliran dapat di ubah menjadi energy tekanan secara efisien.

Karena sudut sudut difuser, di samping memperbaiki efisien pompa, juga menambah kokoh rumah, maka konstruksi sering di pakai pada pompa besar dengan head tinggi. Pompa ini juga sering di pakai sebagai pompa bertingkat banyak karna aliran dari suatu tingkat ke tingkat

berikutnya dapat dilakukan tanpa menggunakan rumah volut.

3. Pompa aliran campur jenis volut.

Pompa ini mempunyai impeller jenis aliran campur dan sebuah rumah volut. Disini tidak dipergunakan sudut-sudut difuser melainkan dipakai saluran yang lebar untuk mengalirkan zat cair. Dengan demikian pompa tidak mudah tersumbat oleh benda asing yang terhisap.



Gambar 2.4 pompa aliran campur jenis volut & impeller.

2.4 Klasifikasi Menurut Letak Poros

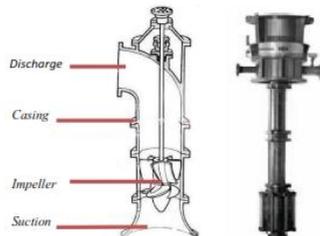
Klasifikasi pompa menurut letak poros yaitu :

1. Jenis poros mendatar

Poros ini mempunyai poros dengan posisi mendatar. Digunakan pada kondisi pengisapan dan operasi pompa kecil atau sedang.

2. Pompa jenis poros tegak

Pompa ini mempunyai dengan posisi tegak . pompa aliran campuran dan pompa aksial sering di buat dengan poros tegak jika head hisap statis cukup besar, atau pompa harus bekerja otomatis maka di gunakan poros tegak ini .

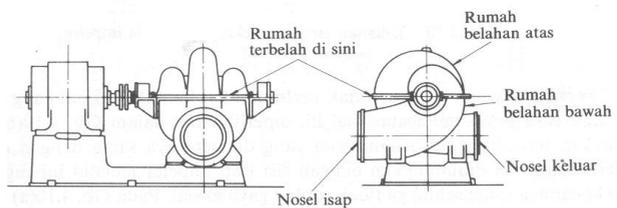


Gambar 2.5 pompa jenis poros tegak

2.5 Klasifikasi menurut belahan rumah

(1) Pompa jenis belahan mendatar

Pompa jenis ini mempunyai rumah yang dapat di belah dua menjadi bagian bawah dan bagian atas oleh bidang mendatar yang melalui sumbu poros. Jadi bahian yang berputar dapat di angkat setelah rumah belahan atas dibuka. Karena nosel isap dan nosel keluar karena keduanya terpasang pada rumah belahan bawah, maka pada waktu pompa di buka, pipa isap dan pipa keluar tidak perlu di lepas.



Gambar 2.6 pompa jenis belahan mendatar

(2) Pompa jenis belahan radial

Dimana Rumah Pompa ini terbelah oleh sebuah bidang yang tegak lurus dan mempunyai kontruksi yang relatif sederhana serta menguntungkan sebagai bejana

bertekanan dan tidak mudah bocor, jenis ini sesuai untuk pompa berporos tegak dimana bagian bagian yg berputar dapat di bongkar sepanjang porosnya.

(3) Pompa jenis berderet

Rumah pompa ini terbelah Jenis ini terdapat pada pompa bertingkat banyak yang dimana rumah pompa terbagi oleh bidang-bidang tegak lurus poros sesuai dengan jumlah tingkat yang ada. Kontruksi seperti ini pada dasarnya mirip jenis belahan radial yang tidak mudah bocor oleh tekanan dari dalam.

2.6 Klasifikasi menurut sisi impeller

(1) Pompa isapan tunggal

Konstruksi pompa ini sangat sederhana sehingga banyak dipakai dan di buat dipasaran. Pada pompa ini zat cair yang masuk melalui sisi impeller saja. Gaya akan di tahan oleh bantalan aksial jika ukuran pompa cukup kecil.

(2) Pompa isapan ganda

Pompa ini memasukan zat cair melalui dua sisi impeller. Pada poros ini pompa menggerakkan impeller dipasang di kedua sisi rumah dan impeller ditumpu bantalan diluar rumah pompa, oleh karena itu poros lebih panjang dibandingkan pompa jenis lainnya. Impeller yang digunakan pada dasarnya sama dengan dua buah impeller pompa isapan tunggal yang dipasang secara bertolak belakang, sehingga dengan demikian gaya aksial yang timbul akan saling mengimbangi menjadi nol. Pompa isapan ganda dapat dipandang sebagai pompa yang mempunyai duah buah impeller yang bekerja secara sejajar.

2.7 Pompa jenis khusus

(1) Pompa dengan motor benam (sumbersible-motor)

Pompa dengan motor benam adalah suatu jenis pompa khusus yang merupakan suatu unit dengan motor penggeraknya, di mana keduanya di pasang

secara terbenam di bawah permukaan cairan fluida. Pompa di pasang dengan cara posisi digantung pada pipa penyalur dimana diameter pompa dibuat sekecil mungkin. Sedangkan sistem kerjanya cairan fluida kedalam pompa melalui saringan yang terdapat di antara motor dan pompa, selanjutnya zat cair di alirkan ke atas melalui pipa kolom tang yang berfungsi juga sebagai penggantung pompa.



Gambar 2.7 pompa dengan motor benam
<https://pompa dengan motor benam>

2.8 Prinsip sistem kerja penyalur bahan bakar minyak

sistem penyalur bahan bakar minyak banyak kita jumpai baik di stasiun pengisian bahan bakar umum maupun di kalangan industri. Di setiap penyaluran bahan bakar minyak untuk kendaraan operasional di industri banyak menggunakan sistem transfer pump sebagai alat penyalur fluida minyak yang kemudian di hubungkan dengan flow meter untuk mengetahui kapasitas atau volume yang di kehendaki.

Namun di setiap stasiun pengisian bahan bakar umum, pompa lebih dikenal dengan *Dispenser* yang di gunakan dalam menyalurkan fluida minyak dan di bedakan menjadi 2 macam yaitu pompa hisap dan pompa dorong. Di mana kedua sistem tersebut mempunyai beberapa perbedaan dan keunggulan, perbedaan antara kedua pompa tersebut pada letak motor penggerakannya.



Gambar foto 2.8 tangki pendam

2.8.1 Sistem pompa Hisap

Sampai saat ini bahwa pompa hisap tersebut masih ada yang menggunakan di beberapa SPBU di Indonesia sebagai pompa penyalur BBM. Sistem pompa hisap motor tersebut harus dilengkapi dengan Elbow Check Valve pada pipa distribusi BBM di tangki pendam dan letak motor penggerakannya merupakan satu kesatuan di dalam dispenser.

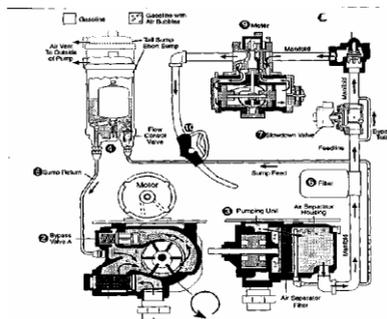
Pada prinsipnya pompa ini mempunyai sistem kerja sebagai berikut :

1. BBM masuk melalui inlet pompa kemudian melewati Strainer Check Valve.
2. Bila tekanan BBM melampaui batas, bypass valve akan terbuka sehingga menjadi sirkulasi BBM dalam pump unit.
3. BBM di dalam pump unit yang mengandung udara akan di alirkan menuju simp untuk di pisahkan antara udara dan BBM.
4. Setelah Udara Terpisah dari BBM, maka BBM murni di alirkan ke pump unit melalui sumpreturn.
5. BBM murni di alirkan menuju filter melalui outlet Pum Unit.
6. Setelah penyaringan, BBM mengalir melalui solenoid valve, yang terdiri dari slow down valve dan main valve.
7. Selanjutnya aliran BBM menuju badan ukur dengan terlebih dahulu menekan meter check valve kit, yang

berfungsi untuk menjaga agar BBM dalam badan ukur selalu penuh.

8. Badan ukur/ meter volume yang di keluarkan, dengan metode pengukuran volume ruang gerak piston pada meter.
9. BBM keluar melalui nozzle sesuai dengan volume yang sudah di tera.

Pompa ini sudah banyak di tinggalkan karena di sebabkan biaya perawatan yang terlalu mahal dan sering menjadi kerusakan pada motornya maupun komponen lainnya.



Gambar2.9 siklus kerja petroleum pump

2.8.2 Sistem pompa dorong

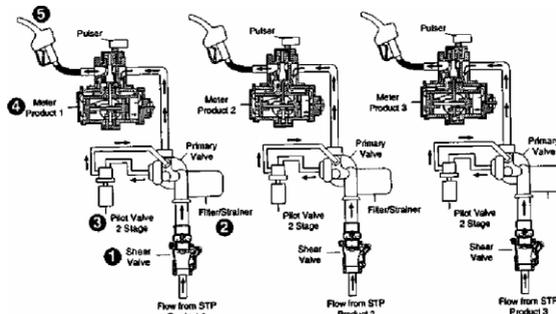
Pompa dorong adalah pompa BBM yang terdapat di dalam tangki SPBU, yang berfungsi mendorong BBM dari bawah tangki pendam SPBU, yang berfungsi mendorong BBM dari bagian bawah tangki pendam menuju dispenser dengan system baling-baling (turbin) yang di gerakan oleh motor listrik, prinsip kerja dari pompa dorong tersebut adalah :

1. Pada system pompa dorong aliran BBM dimulai dari submersible turbin.
2. Pump yang mendorong BBM menuju dispenser melalui SHEAR VALVE/ emergency VALVE.
3. Kemudian BBM mengalir melalui filter.
4. Setelah melalui filter BBM mengalir melalui Solenoid Valve yang terdiri dari slowdown Valve dan Main Valve

5. Dari Solenoid Valve BBM mengalir ke meter dengan terlebih dahulu menekan meter check Valve kit.
6. Badan ukur/ meter mengukur volume yang dikeluarkan, dengan metode volume ruang gerak piston pada meter
7. BBM dikeluarkan melalui nozzle sesuai dengan volume yang sudah diukur

Pompa ini mempunyai beberapa keunggulan dibanding pompa hisap dimana perawatan yang disebabkan sangat kecil karena posisi pompa terpisah dengan dispenser. Pompa dan dinamo tercelup didalam bahan bakar minyak sehingga dinamo tidak mudah panas dan tahan lama. Dalam pelaksanaannya pompa ini mempunyai beberapa keuntungan:

- a. Hemat listrik, satu unit pompa dapat melayani sampai empat selang nozzle
- b. Hemat penempatan , satu unit dapat melayani sampai dengan dua unit pompa twin
- c. Dapat dipararel sampai dengan tiga tengki yang sama (siphon System)
- d. Dilengkapi dengan leak detector untuk mendeteksi pada pipa.



Gambar 2.10 pompa dengan system dorong

2.9 Model pompa dispenser

Dispenser adalah pompa yang menyalurkan fluida bahan bakar minyak kendaraan opada stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU). Mempunyai beberapa type dari berberapa merk yang sering digunakan, dalam hal ini diambil beberapa type yang terdapat pada Gilbarco Dispennner Pump. Dari beberpa type tersebut mempunyai kegunan dan keunggulan sesuai dengan system pompa yang diguinakan. Dibawah ini beberapa model ompa merek Gilbarco:

1) Highline = Lagacy Electronic

Semua type Highline menggunakan elektronik komputer dan dilengkapi preset.

No	Type	Legency Model	Hose	Spesifikasi
1	AC.6992D	JHA 800	2	Ultrahigh capacity & System pompa Dorong
2	AC.6942A	JHA 800	2	High Capacity & System Pompa Dorong
3	AC.1921A	JHA 1000	1	Standard Capacity & System pompa hisap
4	AC.3921A	JHA 1200	2	Standard Capacity & System pompa hisap
5	AC.4921A	JHA 000	1	HIGH capacity & system pompa hisap
6	AC.4942A	JHA 300	1	High Capacity & Sistem pompa dorong
7	AC.6921A	JHA 200	2	Standar capacity & system pompa dorong

Spesifikasi :

- a. Elektronik Counter.
- b. Kapasaitas aliran 40-50 Liter per menit.
- c. Preset program mable.
- d. System pompa hisap dan dorong.

2) Advantage Series

Model dengan kanopi tinggi (High house tinggi), semua type mempunyai spesifikasi yang sama hanya dibedakan oleh jumlah house/ selang. Pompa dengan jumlah selang di atas 2 bh di sebut multi produk dispenser (MPD) karena 1 (satu) unit pompa dapat digunakan untuk menyalurkan beberapa macam BBM.

Tabel 2.2 Spesifikasi Type Advantage series

No	Type	Jumlah House	Display Counter	System
1	B21	2	2	Dorong
2	B31	2	2	Hisap
3	B43	4	2	Dorong
4	BB3	4	4	Dorong
5	BC3	4	4	Hisap
6	BOS	6	2	Dorong
7	B05R	6	4	Dorong

Spesifikasi :

- a. Elektronik Counter
- b. Kapasitas aliran antara 40-50 liter per-menit
- c. Body rangka kanopi tinggi.
- d. Preset Program mable
- e. System pompa hisap dan dorong.

3) Endeavor

Pompa endeavor terdiri dari beberapa tipe sebagai berikut :

Tabel 2.3 Spesifikasi Type Endeavor

No	Type	Jumlah House	Display Counter	System
1	JT.1000	1	2	Hisap
2	JT.1200	2	4	Hisap
3	JTA.000	1	2	Dorong
4	JTA.200	2	4	Dorong

Spesifikasi :

- Elektroni Counter
- Kapasitas aliran antara 40-60 liter per menit
- Preset program mable
- System pompa hisap dan dorong



Gambar 2.11 Dispenser pump

2.10 Komponen dispenser

Badan hitung atau Counter adalah komponen yang melakukan fungsi perkalian antara jumlah BBM yang di keluarkan dengan harga satuan BBM. Badan hitung juga menunjukkan jumlah volume fluida BBM yang di keluarkan, harga satuan total rupiah yang harus dibayar oleh konsumen. Badan hitung terdiri 2 (Dua) jenis, yaitu:

1. Mechanical Counter

Komponen yang di gerakan oleh satuan sistim roda gigi yang dirancang sedemikian rupa dan dikonversikan dari volume yang di keluarkan.

2. Electronic Counter

Adalah suatu system hitung yang mengonversikan putaran dari meter/ badan ukur yang menjadi bentuk pulsa, yang kemudian di ubah secara electronic danpenghasilan menunjukkan dalam bentuk digital. Untuk menghasilkan dalam bentuk digital, dibutuhkan beberapa component seperti pluser,Pump Interface, Pum Control dan Display.

2.11 Komponen Mekanik Dispenser SPBU

1. Badan ukur /meer

Adalah sebagai alat penera jumlah BBM yang di keluarkan. Besar kecilnnya volume BBM yang sebenar keluar dari nozzle dapat di atur pada komponen ini. Oleh karena itu badan ukur/ meter di lindungi oleh department perdagangan Diktorat bidang metrology dengan mencantumkan segel pada juster.

2. Meter Check Valve Kit

Katup agar menjaga BBM Pada meter tetap penuh, dengan demikian meter tidak cepat aus.

3. Selenoid Valve
Berfungsi sebagai katup pembuka/penutup aliran BBM, juga untuk mengatur aliran pada system pompa isap dan dorong.
4. Filter
Berfungsi untuk menyaring kotoran pada BBM yang masuk ke badan ukur/ meter, sehingga akan mempengaruhi umur dari meter tersebut.
5. Filter udara
Berfungsi untuk memisahkan BBM dengan udara, agar BBM yang di terima oleh konsumen adalah BBM murni atau BBM tanpa udara. Komponen ini hanya diperlukan pada pompa dengan system Hisap.
6. Elektromotor
Salah satu komponen sebagai penggerak pompa (Pump Unit). Pada pompa hisap electromotor dihubungkan ke pump unit dengan menggunakan V-Belt. Pada pompa Celup Antara electromotor dan turbin terkopel dalam satu kesatuan.
7. Pump Unit
Pump unit berfungsi untuk menghisap BBM dan tanki pendam, yang digerakan oleh electromotor. Digunakan pada pompa Gilbarco yaitu :
 1. Bleed Pump
 2. G-rotor Pump
8. Emergency Valve/ shear valve
Katup pengaman pada system pompa dorong (Dispenser), dipasang pada inlet dispenser. Katup ini akan menutup secara otomatis apabila terjadi benturan pada dispenser.

2.12 Sistem Perpipaan

Hampir Pada semua industri Sistem Perpipaan dapat di temukan, media tempat mengalirnya fluida proses dari suatu unit yang satu ke unit lainnya. secara umum karakteristiknya

di tentukan berdasarkan material (bahan) penyusunnya. Ukuran diameter pipa berdasarkan pada dimeter "Nominal" antara diameter luar (OD) atau dimeter dalam (ID). Tubing adalah pipa dengan ukuran dimeter yang lebih kecil dari pipa, kegunaannya (secara umum) adalah untuk menghubungkan antara alat ukur dengan pipa proses dari instrument ke system kontrol.

Kaidah- kaidang dalam perencanaan perpipaan sebagai berikut :

- Hindarilah terjadinya penyimpangan aliran atau pusaran pada nosel.
- Ukuran Jumlah pipa harus sependek mungkin dan jumlah belokan harus sedikit agar kerugian head dapat diperkecil.
- Hindari terjadinya kantong udara di dalam pipa dengan membuat bagian pipa yang mendatar agar menanjak ke arah pompa dengan kemiringan 1/100 sampai 1/50. Jika terjadi kantong udara tak dapat dihindari sama sekali, perlu disediakan cara untuk membuang udara.
- Karena tekanan di dalam pipa biasanya lebih rendah dari pada tekanan atmosfer, perlu dipakai cara menyambung pipa yang tidak dapat menyebabkan kebocoran udara dari luar ke dalam pipa isap.
- Bila sebuah saringan atau katup isap akan dipasang maka perlu disediakan cara untuk membersihkan kotoran yang menyumbat.

Perencanaan maupun perhitungan desain sistem perpipaan melibatkan persamaan energi dan perhitungan loss serta analisa. Perhitungan head loss untuk pipa tunggal adalah Darcy-Weisbach yang mengandalkan Diagram Moody untuk penentuan koefisien geseknya. Untuk analisis jaringan perpipaan pada umumnya di gunakan persamaan Hazen Williams.

2.12.1 Sistem Pipa Tunggal

Penurunan Tekanan (Pressure drop) pada system pipa tunggal adalah merupakan fungsi dari laju aliran, perubahan ketinggian , dan total head loss, sedangkan head loss merupakan fungsi dari factor gesekan, perubahan penampang.

Untuk aliran tak mampu mampat, sifat fluida di asumsikan tetap, pada sistem telah di tentukan, maka konfigurasi system, kekasaran permukaan pipa, perubahan elevasi dan kekentalan fluida bukan lagi merupakan variable bebas.

2.12.2 Sistem pipa majemuk (multipath)

Pada kenyataan kebanyakan sistem perpipaan adalah system pipa majemuk, yaitu rangkaian seri, paralel , maupun jaringan perpipaan . untuk rangkaian seri maupun paralel, penyelesaiannya dalam serupa dengan perhitungan tegangan dan tahanan hukum ohm. Penurunan tekanan dan laju aliran dan laju aliran identik dengan tegangan dan arus pada listrik. Namun persamaannya tidak identik seperti hukum ohm. Penurunan tekan dan laju alir identik dengan tegangan dan arus pada listrik. Namun persamaannya tidak identik seperti hukum ohm. Karena penurunan tekanan sebanding dengan kuadrat dari laju aliran. Semua system pipa majemuk lebih mudah di selesaikan dengan persamaan empiris.

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots Q_n$$

$$\text{Atau } V_1 A_1 = V_2 A_2 = V_3 A_3 = \dots = V_n A_n$$

$$\sum h_1 = h_{11} + h_{12} + h_{13} + \dots + h_{1n}$$

pada system pipa paralel maka total laju alirannya adalah sama dengan jumlah aljabar, kapasitas masing-masing aliran dalam setiap pipa dan rugi atau *head loss* pada sebuah cabang adalah sama dengan rugi pada pipa cabang dan yang lain.

Persamaannya adalah :

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$$

$$V \cdot A = V_1 A_1 + V_2 A_2 + V_3 A_3 + \dots + V_n A_n$$

$$h_{11} = h_{12} = h_{13} = \dots = h_{1n}$$

Dengan menyatakan head loss sebagai persamaan Darcy-Weisbach maka persamaan akan menjadi :

$$\left(f_1 \frac{L_1}{D_1} \sum k_1 \right) \frac{V_1^2}{2g} = \left(f_2 \frac{L_2}{D_2} + \sum K_2 \right) \frac{V_2^2}{2g} = \left(f_3 \frac{L_3}{D_3} + \sum k_3 \right) \frac{V_3^2}{2g} = \dots$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{(f_1 L_1 / D_1) + \sum K_2}}{(f_2 L_2 / D_2) + \sum K_2}$$

Perbandingan kecepatan yang lain juga bias di tentukan dan di masukan ke persamaan menjadi :

$$Q = V_1 A_1 + \frac{V_2}{V_1} V_1 A_1 + \frac{V_3}{V_1} V_1 A_1 + \dots$$

2.13 Putaran Spesifik

adalah putaran pompa model yang secara geometris sama walaupun ukuran dan putarannya berbeda, bekerja pada satu satuan jumlah aliran (debit) dan satu satuan tinggi (head) pompa.

$$n_s = \frac{n \sqrt{Q}}{H^{2/3}}$$

Dimana : n = Putaran poros

Q = Jumlah putaran

H = tinggi/head

2.1) fritz, deizel, Turbin Pompaa dan Kompresor, hal.248

2.14 Head

Head/tinggi energi adalah energi yang terkandung dalam fluida untuk melakukan kerjanya dinyatakan dalam meter tinggi tekanan fluida yang mengalir. Ada tiga bentuk tekanan yang terkandung dalam fluida yang mengalir, yaitu :

2.14.1 Tinggi Energi Potensial (Z)

Tinggi energi yang didasarkan pada ketinggian fluida atas bidang pembanding, fluida tersebut mempunyai sebesar Z meter karena posisinya.

2.14.2 Tinggi Energi kinetik

Tinggi energi ini adalah suatu ukuran energi kinetik yang terkandung dalam satu satuan bobot fluida yang disebabkan oleh kecepatannya dan dinyatakan dalam persamaan $v^2/2g$.

2.14.3 Tinggi Energi Tekanan

Tinggi energi tekanan adalah energi yang terkandung oleh fluida akibat tekanan dan sama P/γ . Jadi tinggi energi (head) total yang terkandung dalam satu fluida aliran. Sesuai teori Bernoulli adalah jumlah ketiga energi tersebut, yaitu :

$$H = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z = \text{Konstan}$$

2.2) Austin H Church, pompa dan blower Sentrifugal, hal 10

Hal ini disebut juga dengan tinggi teoritis. Pada kenyataan kerja pompa selalu lebih besar dari tinggi teoritis ini karena disebabkan adanya rugi-rugi pada saluran. Sehingga tinggi kerja pompa atau head total pompa adalah jumlah tinggi energi keseluruhan ditambah dengan tinggi rugi-rugi sepanjang saluran.

$$H = h_a + \nabla h_p + h_1 + \frac{V^2}{2g}$$

Dimana : h_a = head statis m

h_p = head tekanan m

$$= 10 \frac{p}{\gamma}$$

P = Tekanan kgf/m²

γ = kerapatan fluida kgf/m³

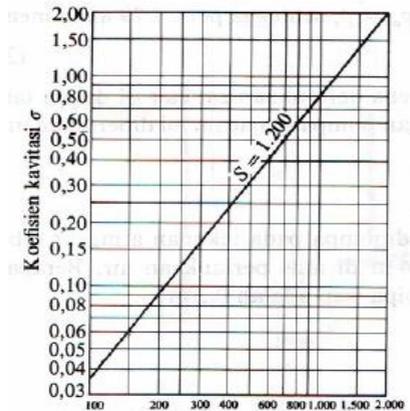
g = percepatan gravitasi m/det

h_1 = head rugi- rugi m

2.3) Sularso, *Pompa dan kompresor*, hal 27

2.15 Kavitasi

Kavitasi merupakan masalah ketidak normalan sistem operasi pada pompa sentrifugal dimana terjadi perubahan fase uap pada fluida yang mengalir. Perubahan ini diakibatkan oleh penurunannya tekanan pada sisi isap pompa. Kavitasasi merupakan salah satu masalah yang serius pada pompa dan dapat berpotensi menyebabkan serangkaian kegagalan dalam mekanis, impeller, bantalan, poros, motor. Pada pompa sentrifugal kavitasasi dapat terjadi pada sisi isap pompa dan sudu pompa. Indikasi kavitasasi adalah yang di sebabkan timbulnya gelembung-gelembung uap, getaran dan suara bising. Dampak kavitasasi pada pompa adalah turunnya kinerja dan kerusakan pada impeller pompa.



Gambar 2.12 hubungan antara koefisien kavitasi dengan kecepatan spesifik.

Energi yang di butuhkan untuk melakukan kecepatan pada fluida untuk mendapatkan kecepatan tinggi dalam pengisian dalam tiba-tiba ada ruang kosong merupakan kerugian, dengan demikian kavitasi selalu di ikuti dengan penurunan efisiensi.

2.16 Net Positive Suction Head

Pada rangkaian penempatan dan pengoprasian pompa maka kavitasi terjadi bila tekanan suatu aliran fluida turun sampai di bawah uap jenuhnya. Jadi untuk lada yang mempunyai tekanan setatis lebih rendah dari tekanan uap jenuh fluida pada temperatur yang bersangkutan. Sehubungan dengan ini maka didefinisikan suatu tinggi isap positif netto dan net positif suction head (NPSH), yang di pakai untu keamanan pompa terhadap kavitasi . berikut penguraian mengenai NPSH :

2.16.1 NPSH yang tersedia

NPSH yang adalah head yang di miliki oleh fluida pada sisi hisap pompa, yaitu tekanan mutlak pada sisi hisap pompa di kurangi dengan tekanan uap jenuh fluida pada tempat tersebut.

Dalam hal pompa menghisap fluida dari tempat terbuka, maka besarnya NPSH yang tersedia adalah :

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{f/s}$$

Dimana : h_{sv} = NPSH yang tersedia m

P_a = tekanan atmosfer kgf/m²

P_v = tekanan uap jenuh kgf/m²

γ = berat fluida persatuan volume kgf/m²

h_s = tinggi isap statis m

$h_{f/s}$ = kerugian head pada pipa isap m

2.4) Sularso, pompa dan kompresor, hal 44.

Tabel 2.1 Sifat-Sifat fisik beberapa Zat Cair

(a) . Berat Satuan Volume

Zat cair	Berat per satuan volume (kgf/m ²)	Zat cair	Berat per satuan volume (kgf/m ²)
Minyak linseed	931-936	Minyak bumi	650-660
	941-929	Titik didih : 40°- 70°	
Minyak ikan (cod- liver)	922-941	(Petroleum ether)	
Minyak ikan paus		70° -90°	660-690
Minyak wijen	917-927	(Bensin)	
minyak kedelai	922-924	90° -110°	690-700
Minyak lobak	925-927	(Benzol)	
Minyak jarak	913-918	110° -120°	700-730
Minyak kelapa	961-974	120° -170°	730-760
	925-938	170° -245°	760-800
		(kerosine)	
		245° -310°	800-830
		310° -350°	830-880
		(minyak pelumas)	

(b) berat persatuan volume dan viskositas kinematik zat cair pada 15 °C

Zat cai	γ (kgf/m ³)	$10^4\nu$ (m ² /s)	Liquid	γ (kgf/m ³)	$10^4\nu$ (m ² /s)
Benzole	884	7,96	Octane	700	8,27
Toluene	870	7,17	Benzene	700-740	8,80-7,6
Xylene	868	7,86	Minyak zaitun	920	1075
Amonia	617	3,65	Terpentin	875	18,6
Pentane	627	3,73	Bir	1020-1040	11,5
Hexane	658	5,12	Susu	1030	29,0
Heptane	683	6,40	anggur	990-1000	11,5

(c) berat persatuan volume dan viskositas kinematik minyak.

Minyak	γ (15 °C)	$10^4\nu$ (20°C)	Minyak	γ (15°C)	$10^4\nu$ (20°C)
	(kgf/m ³)	(m ² /s)		(kgf/m ³)	(m ² /s)
Minyak Diesel	857	41,4	Minyak Mesin	911	940
Minyak bor	912	165	Minyak Silinder	969	9400

2.16.2 NPSH Yang diperlukan

NPSH yang di perlukan besarnya berbeda atau pompa dimana NPSH berubah menurun kapasitas dan putarannya. agar pompa dapat bekerja sama tanpa mengalami kavitasi, maka harus di penuhi persyaratan berikut :

NPSH yang tersedia > NPSH yang di perlukan biasanya diperoleh oleh data pabrik, namun untuk penafsiran secara kasar, dapat di hitung dengan :

$$a = \frac{H_{vsn}}{H_n}$$

Dimana : a = Konstan Kavitasi

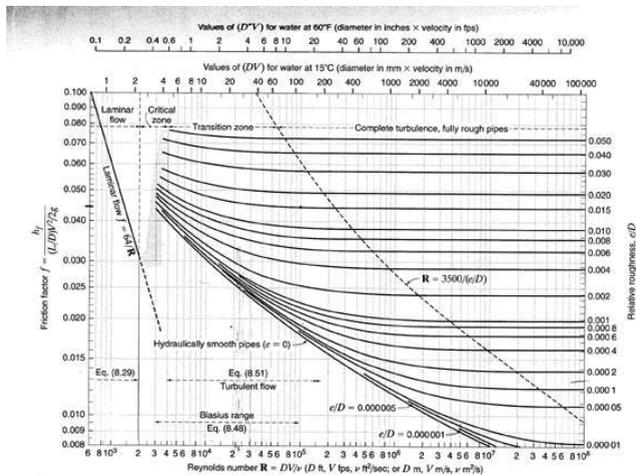
H_{vsn} = NPSH yang di perlukan pada titik Effisiensi maksimum.

H_n = Head total pompa pada titik Effisiensi maksimum.

2.5) *sularso, pompa dan kompresor, hal 45*

2.17 Major Losses / (hambatan/ Rugi-rugi)

Major losses adalah kerugian pada aliran dalam pipa yang di sebabkan oleh *friction* yang terjadi di sepanjang lairan fluida yang mengalir terhadap dinding pipa. Besarnya major losses di tentukan oleh *friction factor*, kecepatan fluida, panjang pipa, diameter pipa, nilai kekasaran pipa, viskositas fluida, densitas fluida.



Gambar 2.13 Mood's Diagram

Hambatan pada pipa lurus (hf_1)

$$hf_1 = \lambda \frac{l}{D} \frac{V_2}{2g}$$

dimana : λ = koefisien gesek

l = Panjang Pipa m

V = Kecepatan Fluida m/det

d = diameter pipa m

g = gravitasi bumi m/det²

2.17.2 Perubahan hambatan penampang pipa

Hambatan pada perubahan penampang pipa (hf^2)

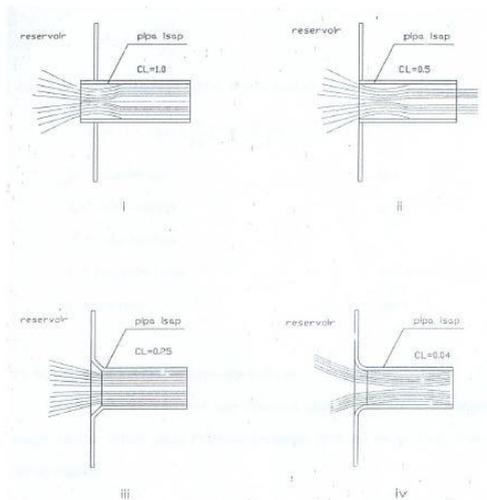
$$hf^2 = hf^2 \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

dimana : v = kecepatan fluida

g = gravitasi

f_2 = koefisien gesek (akibat perubahan penampang pipa)

Berikut ini adalah koefisien gesek dengan berbagai bentuk perubahan pada penampangnya di tunjukan pada gambar berikut :



Gambar 2.14 Koefisien Gesek / Loss coeffocient (CL) Pada etance dari Reservoir ke Pipa.

2.17.3 Sambungan pipa

Hambatan pada sambungan sambungan pipa (hf_3)

$$hf_3 = hf_3 \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

dimana : f_3 = koefisien gesek (akibat perubahan penampang pipa)

$$= \left(\left(0.31 + 1.847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3.5} \right) \right) \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0.5}$$

D = diameter pipa m

g = radius belokan m

θ = sudut belokan

v = kecepatan fluida m/det

g = gravitasi m/det

2.11) Sularso, pompa dan kompresor, hal 34

2.18 Menentukan Kecepatan Rata Rata Saluran

karena pada tekanan pada sisi isap diketahui (diukur), untuk dapat mengetahui head pompa, terlebih dahulu dicari kecepatan pada sisi masuk (Isap) dan sisi keluar (Tekan) Impeller.

2.18.1 pada sisi isap

kecepatan aliran pada sisi isap di hitung dengan :

$$V_i = \frac{Q}{A_i} = \frac{Q}{\pi/4 d_i^2}$$

Dimana : V_t = kecepatan air pada sisi isap m/det

D = debit fluida m³/det

g = diameter pipa tekan m

2.12) Austin H Church, Pompa & blower sentrifugal, hal. 108

2.18.2 Menentukan jenis impeller pada pompa

Pompa sentrifugal mempunyai beberapa bentuk impeller, yang fungsinya menentukan jenis aliran, untuk menentuka jenis impeller dapat di peroleh dengan menghitung putaran spesifik pompa, yaitu :

g = gravitasi m/det^2

Q = kapasitas m^3/det

2.5) *firtz dietzel, Turbin pompa kompresor, hal. 242*

2.19.2 yang dibutuhkan (bhp)

$$\text{Bhp} = \frac{whp}{\eta_o}$$

Dimana : bhp = daya yang di butuhkan watt

Whp = daya pompa watt

η_o = efisiensi kg/m^3

g = gravitasi m/det^2

Q = kapasitas m^3/det

2.16) *Austin H Church, Pompa dan Blower Sentrifugal, hal.35*

“ Halaman ini sengaja dikosongkan “