

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Iman Syahrizal (2019) Hasil dari penelitian pompa seri tidak berpengaruh pada debit, tetapi berpengaruh pada tekanan dan daya hidrolis pompa. Sedangkan pompa paralel berpengaruh pada debit, tetapi tidak berpengaruh pada daya hidrolis pompa. Hasil dari perhitungan pompa seri $0,000450 \text{ m}^3/\text{dt}$, sedangkan pada pompa paralel menghasilkan debit yang meningkat yaitu $0,000769 \text{ m}^3/\text{dt}$. Hasil pengukuran pompa seri 80 psi, sedangkan pompa paralel menghasilkan 40 psi. Hasil perhitungan dari daya hidrolis pada pompa seri 248,28 Watt, sedangkan dari pompa paralel 198,2 Watt. Daya yang dihasilkan efisiensi pompa seri lebih tinggi dibandingkan pompa paralel, pompa seri 70,53%, dan paralel menghasilkan efisiensi 52,3%.

Junedo Gandani Dongoran (2012) Hasil dari pengujian pompa menggunakan fluida air pada rangkaian pompa tunggal, seri dan paralel dengan spesifikasi yang sama dapat menghasilkan data sebagai berikut: debit tertinggi terdapat pada susunan pompa paralel yaitu sebesar $1,96 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan head total 8,05 m dan debit terendah pada pompa seri bukaan katup 40%-20% yaitu sebesar $0,36 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan head total 10,50 m. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan susunan paralel debit lebih besar dari pada susunan tunggal maupun seri.

Ahmad Hafizar Pohan (2018). Dari hasil penelitian ini menghasilkan bahwa rangkaian pompa seri memiliki head yang paling tinggi dibandingkan rangkaian paralel sedangkan rangkaian paralel memiliki nilai kapasitas paling tinggi dibandingkan dengan rangkaian seri. Efisiensi paling tinggi terdapat pada pompa pada putaran 1800 rpm sebesar 83,4% untuk eksperimental dan 85% untuk simulasi. Sedangkan efisiensi yang terendah terdapat pada rangkaian pompa paralel pada putaran 1000 rpm dengan efisiensi sebesar 14,1% untuk eksperimental dan 15,5% untuk simulasi.

2.2. Pompa Seri dan Pararel

Aplikasi pompa di lapangan memerlukan cara memilih pompa yang tepat untuk suatu instalasi tertentu, sehingga perlu dilakukan uji performansi pada masing-masing pompa yang akan dipakai baik secara seri maupun paralel untuk mengetahui kemampuannya. Tujuan pompa yang dipasang seri untuk menambah head pada pompa. Jika head yang diperlukan tidak dapat dicapai dengan satu pompa saja, maka dapat digunakan dua pompa atau lebih yang disusun seri. Tujuan pemasangan pompa yang disusun secara paralel untuk meningkatkan jumlah debit yang dihasilkan pada pompa. Jika debit yang dihasilkan dari pompa tunggal kecil maka dua buah pompa dapat dirangkai secara paralel, yaitu dengan dua pipa suction dengan satu buah pipa discharge sehingga debit yang akan dihasilkan merupakan gabungan dari dua buah pompa.

2.3. Definisi Fluida

Suatu zat dalam fase cair atau gas disebut sebagai fluida. Perbedaan antara padatan dan fluida dibuat berdasarkan kemampuan substansi untuk menahan tekanan geser (atau tangensial) yang diterapkan yang cenderung mengubah bentuknya. Padatan dapat menahan tegangan geser yang diterapkan dengan mendeformasi, sedangkan fluida berubah bentuk secara terus-menerus di bawah pengaruh tegangan geser, sekecil apa pun. Dalam padatan, stres sebanding dengan regangan, tetapi dalam fluida stres sebanding dengan laju regangan. Ketika gaya geser konstan diterapkan, padatan akhirnya berhenti berubah bentuk, pada beberapa sudut regangan tetap, sedangkan fluida tidak pernah berhenti mengubah bentuk dan mendekati laju regangan tertentu (*Cengel, 2012*)

2.4. Sifat Dasar Fluida

Untuk lebih mendalami aliran fluida, maka harus mempelajari tentang beberapa dari sifat dasar fluida. Sifat-sifat yang perlu dipelajari yaitu kerapatan, tekanan dan kekentalan.

2.4.1 Kerapatan

Kerapatan (density) adalah dapat artikan sebagai sebagai ukuran konsentrasi atau suatu zat yang dapat dinyatakan dalam suatu massa satuan volume. Pada suatu volume fluida tetap, fluida tetap tidak berubah massa jenisnya dan dapat dirumuskan seperti dibawah ini:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

(Sularso, 1994)

Dimana : v = volume fluida (m^3)

m = massa fluida (kg)

ρ = rapat massa (kg/m^3)

Fluida mempunyai massa bervariasi tergantung dari jenis fluida. Pada kondisi atmosfer air bermassa jenis 1000 kg/m^3 dan massa jenis udara adalah $1,22 \text{ kg/m}^3$. Untuk beberapa fluida, tekanan dan temperatur akan mempengaruhi massa jenis dari fluida tersebut, dan untuk fluida gas perubahan keduanya akan terpengaruh oleh massa jenis gas. Sedangkan fluida cair, berpengaruh kecil untuk keduanya. Volume jenis, berat jenis dan *specific gravity* adalah properti fluida yang berhubungan langsung dengan massa jenis. Sedangkan berat jenis adalah massa jenis yang dikalikan dengan percepatan gravitasi atau berat fluida per satuan volume.

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (2)$$

(Sularso, 1994)

Dimana : ρ = rapat massa (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Adapun *specific gravity* adalah sebuah perbandingan antara suatu massa jenis fluida dengan massa jenis air. Pada kondisi standar (4°C , 1 atm) massa jenis air adalah:

$$S = \frac{\rho}{\rho_w} \quad (3)$$

(Olson, 1990)

Dimana : s = specific gravity

ρ = rapat massa (1000 kg/m^3)

$$\rho_w = \text{kerapatan air (kg/m}^3\text{)}$$

2.4.2 Tekanan

Jika pada permukaan zat menerima gaya luar maka pada bagian suatu permukaan zat yang menerima sebuah gaya tegak maka akan mengalami tekanan. Bila gaya yang tegak lurus pada permukaan dibagi dengan luasan permukaan akan disebut dengan tekanan dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A} \quad (4)$$

(Sularso, 1994)

Dimana : P = tekanan (N/m^2 , N/cm^2)

A = luas penampang (m^2 , cm^2)

F = gaya (N)

Perlu dipelajari bahwa dalam termodinamika, secara umum tekanan dapat dinyatakan dalam harga absolutnya. Tekanan absolut akan tergantung pada pada tekanan pengukuran sistem. Jika tekanan pengukuran sistem berada diatas atmosfer, maka dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{gauge}} + P_{\text{atm}} \quad (5)$$

Dimana : P_{abs} = Tekanan absolut

P_{gauge} = Tekanan pengukuran

P_{atm} = Tekanan atmosfer

Dan jika tekanan pengukuran dibawah tekanan atmosfer, maka dapat dirumuskan:

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{gauge}} \quad (6)$$

Dimana : P_{abs} = Tekanan absolut

P_{atm} = Tekanan atmosfer

P_{gauge} = Tekanan pengukuran

2.4.3 Kekentalan

Kekentalan atau viskositas adalah sifat fluida yang membuktikan pada sebuah kemampuan fluida untuk mengalir. Fluida dengan viskositas yang kecil akan lebih mudah mengalir daripada fluida dengan viskositas yang besar. Temperatur akan mempengaruhi viskositas pada suatu fluida. Fluida mempunyai viskositas besar pada temperatur yang tinggi, hal ini bisa disebut kebalikan dengan fluida cair, hal ini berkebalikan dengan fluida cair, dengan kenaikan temperatur, maka viskositas zat cair akan semakin kecil. Viskositas dibagi menjadi dua yaitu:

a. Viskositas dinamik

Viskositas dinamik adalah sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida, dirumuskan dengan

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy} \quad (7)$$

(Sularso, 1994)

Dimana : μ = viskositas dinamik (kg/m.s)

τ = tegangan geser (N/m²)

du/dy = gradien kecepatan (m/s/m)

b. Viskositas kinematik

Viskositas kinematik adalah sebuah perbandingan antara dinamik dengan kerapatan fluida, dan dapat dirumuskan dengan:

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad (8)$$

Dimana : v = viskositas kinematik (m²/s)

μ = viskositas dinamik (kg/m.s)

ρ = kerapatan fluida (kg/m³)

2.5 Aliran Fluida

2.5.1 Klasifikasi aliran

Dalam garis aliran dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Aliran Tunak

Aliran tunak adalah yang dimana kecepatan tidak dipengaruhi oleh perubahan waktu, sehingga kecepatan konstan pada setiap titik tidak memiliki percepatan.

b. Aliran tidak tunak

Aliran tidak tunak yaitu sebuah aliran dimana perubahan kecepatan terhadap waktu.

2.5.2 Tipe-tipe Aliran

Kondisi aliran sangat tergantung pada kecepatan aliran fluida, semakin tinggi kecepatan akan mempengaruhi pola aliran, kondisi aliran akan berubah dari laminar menjadi turbulen. Besaran yang dapat menghubungkan antara kecepatan aliran, kondisi fluida dan kondisi penampang diameter pipa adalah angka Reynolds.

$$Re = \frac{VD\rho}{\mu} \quad (9)$$

(Sularso, 1994)

Dimana : V = kecepatan fluida (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ρ = rapat massa fluida (kg/m^3)

μ = viskositas dinamik fluida (kg/m.s)

a. Aliran Laminar

Aliran laminar adalah suatu aliran fluida yang bergerak dalam lapisan-lapisan dengan satu lapisan yang meluncur dengan lancar. Aliran laminar memiliki kisaran nilai bilangan Reynold dari 2300 ($Re < 2300$).

b. Aliran Turbulen

Aliran turbulen adalah aliran dimana pergerakan dari partikel-partikel suatu fluida tidak menentu karena mengalami pencampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang kemudian akan mengakibatkan pertukaran momentum dari sebuah bagian fluida ke bagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Nilai bilangan Reynoldnya lebih besar dari 4000 ($Re > 4000$).

c. Aliran Transisi

Aliran transisi adalah aliran yang peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen. Keadaan peralihan ini tergantung pada viskositas satu fluida, kecepatan fluida dan hal-hal lain yang berkaitan dengan geometri aliran, dimana aliran ini memiliki nilai bilangan Reynold antara 2300 sampai 4000 ($2300 < Re < 4000$).

2.6 Head

Head adalah bentuk energi yang dinyatakan dalam suatu panjang (m) dalam SI. Head terdiri dari head ketinggian (Z), head kecepatan ($\frac{v^2}{2g}$), dan head tekanan ($\frac{\rho}{\rho g}$). Head ketinggian menyatakan energi potensial yang dibutuhkan untuk mengangkat air setinggi (m) kolom air, head kecepatan menyatakan energi kinetik yang dibutuhkan untuk mengalir air setinggi (m) kolom air, sedangkan head tekanan adalah suatu energi aliran dari (m) kolom air yang memiliki berat tekanan dari kolom (m) air tersebut.

2.6.1 Head Total Pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti yang akan direncanakan, dapat ditentukan dari suatu kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut. Head total pompa dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v^2}{2g} \quad (10)$$

(Sularso, 1994)

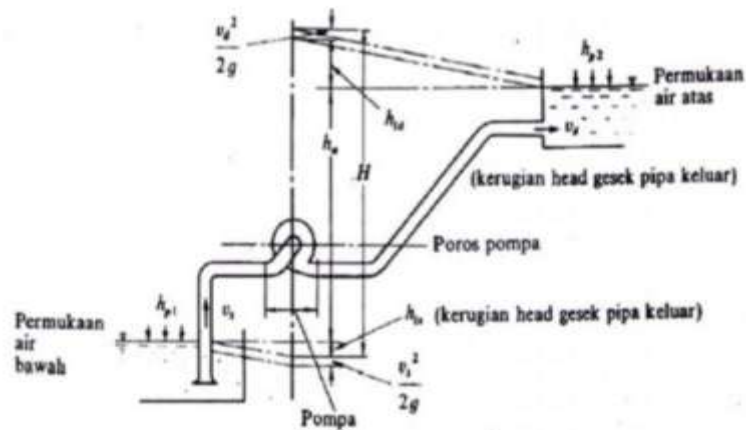
Dimana: H = Head total pompa (m)

h_a = Head statis total (m)

Δh_p = Beda head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)

h_1 = Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan (m)

$\frac{v^2}{2g}$ = Head kecepatan keluar (m)



Gambar 2.1. Instalasi pompa head total

(Sularso, 1994)

Dalam hal pompa akan menerima energi dari sebuah aliran yang masuk ke sisi isipnya, seperti pada sebuah pompa penguat atau pompa booster, dan maka pompa head dapat diperhitungkan menggunakan persamaan :

$$H = h_a + \Delta h_1 + \frac{1}{2g}(v_d^2 - v_s^2) \quad (11)$$

Dimana :

H = Head total pompa (m)

h_a = Perbedaan titik antara titik sembarang A di pipa keluar dan sembarang titik B di pipa isap (m)

Δh_p = Perbedaan tekanan statis antara titik A dan titik B (m)

h_1 = Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungn (m)

v_d = Kecepatan aliran rata-rata di titik A (m/s)

v_s = Kecepatan aliran rata-rata di titik B (m/s)

2.6.2 Head Kerugian (Head Loss)

Head kerugian adalah suatu head untuk mengatai angka kerugian-kerugian diantara kerugian gesek aliran dalam pipa, dan head kerugian dalam belokan, cabang dan perkatupan .

a) Kerugian Head Dalam Jalur Pipa

Pada saat aliran fluida mengalami gangguan aliran yang akan menyebabkan kerugian energi aliran, dalam hal ini dapat disebut sebagai head kerugian dalam pada jalur pipa . Dan secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} \quad (12)$$

Dimana : h_f = Kerugian gesek dalam pipa (m)

f = Kofisien kerugian

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

G = percepatan grafitasi (m/s²)

Kerugian head ini akan sering terjadi pada:

1. Pada belokan (elbow)

Pada belokan atau lengkungan koefisien kerugian dapat dirumuskan :

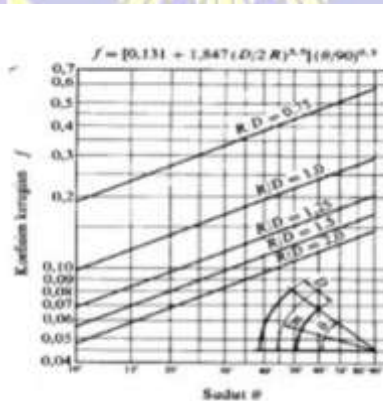
$$f = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \quad (13)$$

Dimana : D = Diameter dalam pipa (m)

R = Jari-jari lengkung belokan (m)

θ = Sudut belokan (°)

f = Kofisien kerugian



Gambar 2.2 Kerugian koefisien pada belokan

Sementara itu untuk belokan patah dapat dirumuskan sebagai berikut

$$f = 0,946 \sin^2 \frac{\theta}{z} + 2,047 \sin^4 \frac{\theta}{z} \quad (14)$$

Dimana : θ = Sudut belokan

f = Koefisien kerugian

2. Pada perkatupan sepanjang pipa

Pemasangan katup dapat disebut valve merupakan sebuah hal yang harus diperhatikan untuk mengontrol kapasitas fluida, akan tetapi dengan cara pemasangan katup tersebut tersebut akan mengakibatkan kerugian energi aliran, hal ini dikarenakan saluran tercekik. Adapun rumus yang dapat digunakan sebagai rumus untuk menghitung kerugian head karena pemasangan katup adalah sebagai berikut:

$$h_v = f_v \frac{v^2}{2g} \quad (15)$$

Dimana : h_v = Kerugian dead pada katup (m)

f_v = Kofisn kerugian katup

V = Kecepatan aliran fluida (m/s

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

2.7 Teori Dasar Poma

2.7.1 Definisi Pompa

Pompa adalah sebuah mesin fluida yang termasuk sebagai mesin kerja. Umumnya pompa digunakan sebagai memindah atau mengalirkan fluida dari satu tempat ketempat lainnya. Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan akan melakukan penekanan terhadap fluida. Dalam fungsinya, pompa ini akan mengubah sebuah energi gerak poros dan untuk menggerakkan sudu-sudu menjadi energi gerak dan tekan pada fluida. Pada umumnya pompa digunakan sebagai pengairan rumah tangga, pengairan untuk kebutuhan perusahaan atau pabrik dan sebagainya. Dalam pelaksanaannya oprasionalnya pompa dapat bekerja secara tunggal, seri maupun paralel tergantung kebutuhan (Edwards, 1996).

2.7.2 Klasifikasi pompa

Menurut prinsip kerjanya, pompa diklasifikasikan menjadi:

a) Pompa Perpindahan Positif

Pompa ini menghasilkan head yang tinggi dengan kapasitas rendah, perubahan energi jenis ini adalah energi mekanik yang diubah langsung menjadi sebuah energi potensial pompa perpindahan positif adalah sebagai berikut:

1. Pompa piston

Pompa jenis perpindahan positif ini banyak digunakan sebagai melayani sistem instalasi yang membutuhkan head tinggi namun dengan kapasitas yang rendah.

Dengan alasan tersebut pompa ini banyak dipakai untuk peralatan dengan zat cair yang abrasif dan kekentalan yang tinggi. Namun, secara umum pompa perpindahan positif dibagi menjadi dua yaitu jenis gerak bolak-balik (reciprocating) dan gerak putar (rotary).

2. Pompa Roda Gigi

Prinsip kerja dari pompa roda gigi ini adalah gerak berputarnya dua buah roda gigi yang berpasangan yang terletak diantara rumah pompa menghisap dan menekan fluida yang akan mengisi ruangan antar roda gigi yang kemudian akan ditekan ke sisi buang sebagai akibat terisinya ruang antar roda gigi pemasangannya. Pompa jenis ini biasanya dipakai untuk memenuhi kebutuhan head yang tinggi dengan kapasitas aliran yang rendah

3. Pompa Torak

Pompa jenis ini melakukan gerakan isap terbuka dan katup tekan tertutup. Pada saat torak mulai melakukan gerakan tekan, maka katup isap akan tertutup dan katup tekan terbuka. Kemudian fluida yang tadinya terhisap dibuang pada katup tekan. Pompa ini biasanya dipakai untuk memenuhi kebutuhan head yang tinggi dengan kapasitas yang rendah, salah satu contoh aplikasinya pompa ini digunakan untuk pemenuhan tenaga hidrolik.

2.7.3 Pompa Dinamik

Pompa dinamik adalah pompa yang ruang kerjanya tidak berubah selama pompa bekerja. Pompa ini memiliki elemen utama sebuah rotor dengan satu impeller yang berputar dengan kecepatan yang tinggi. Fluida masuk pada sisi hisap yang kemudian dipercepat oleh impeller yang menaikkan kecepatan absolut fluida maupun tekanannya dan melemparkan fluida tersebut melalui volute, yang termasuk jenis pompa dinamik adalah sebagai berikut (*Dietzel, 1980*):

a) Pompa Aksial

Impeller berputar yang kemudian menghisap fluida yang akan dipompakan dan menekannya ke sisi tekan dalam arah aksial. Pompa jenis ini biasanya diproduksi untuk kebutuhan head yang rendah dengan kapasitas aliran yang besar, dalam aplikasinya pompa ini biasanya digunakan untuk keperluan irigasi.

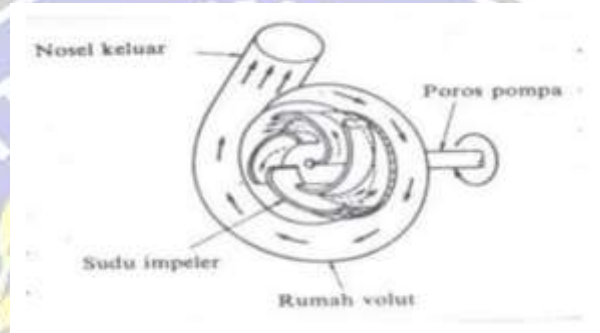
b) Pompa Sentrifugal

Pompa ini terdiri dari satu atau lebih impeller yang dilengkapi dengan sudu-sudu pada poros yang berputar yang diselubungi oleh casing. Fluida dihisap pompa melalui sisi hisap, akibat berputarnya impeller yang menghasilkan tekanan vakum, pada sisi hisap selanjutnya fluida tersebut terlempar ke luar impeller akibat gaya sentrifugal yang dimiliki oleh fluida.

2.7.4 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal digunakan untuk memberikan atau menambah kecepatan pada cairan dan kemudian merubahnya menjadi energi tekan. Cairan dipaksa masuk ke sebuah impeller. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller yang ada berada dalam cairan tadi. Apabila impeller berputar maka zat cair yang ada dalam impeller akan ikut berputar akibat dorongan sudu – sudu pada impeller. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller menuju keluar melalui saluran diantara sudu – sudu dengan kecepatan tinggi. Zat cair yang meninggalkan

impeller tersebut dikumpulkan di dalam rumah pompa (casing) yang berbentuk spiral atau biasanya disebut volut yang tugasnya mengumpulkan cairan dari impeller dan mengarahkan ke discharge nozzle. Discharge nozzle berbentuk seperti kerucut sehingga kecepatan aliran yang tinggi dari impeller bertahap turun, kerucut ini disebut diffuser. Pada waktu penurunan kecepatan di dalam diffuser energi kecepatan pada aliran cairan diubah menjadi energi tekan. Jadi impeller pompa berfungsi memberikan kerja pada zat cair sehingga energi yang dikandungnya akan menjadi lebih besar (Sularso, 1994).



Gambar 2.3 Bagian aliran fluida dalam pompa sentrifugal (Sularso, 1994)

2.7.5 Dasar Perhitungan Pompa

Dasar perhitungan yang dapat digunakan untuk menganalisis data yang akan didapat adalah dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

a) Daya

Daya adalah suatu kerja yang dilakukan persatuan waktu. Satuan daya adalah HP atau watt.

1. Daya Hidrolik

Dapat dihitung dengan cara menggunakan persamaan:

$$P_{pompa} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \text{ (watt)} \quad (16)$$

(Sularso, 1994)

Dimana : ρ = Kerapatan fluida (kg/m^3)

G = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Q = Laju aliran (m^3/s)

H = Head pompa (m)

2. Daya Listrik

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

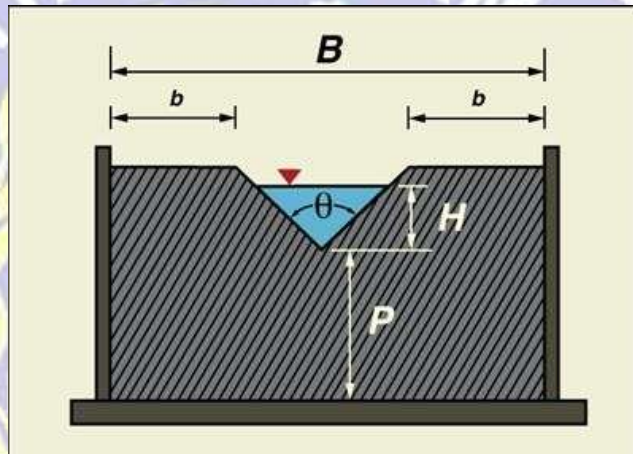
$$P_{\text{listrik}} = V \cdot I \quad (17)$$

Dimana : V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik (A)

b) Debit aliran

Debit aliran diukur menggunakan Thompson V-Notch Weir melalui saluran terbuka.



Gambar 2.4 V-notch Wire

$$Q = 4,28 \cdot C_e (H + 0,029)^{5/2}$$

Q = Debit air (m^3/s) (18)

H = Head (m)

Ce = Koefisien aliran (0,61)

3. Efisiensi pompa

Pompa tunggal $\eta = \frac{P_{\text{pompa}}}{P_{\text{listrik}}} \times 100 \%$

Pompa seri $\eta = \frac{H_1 + H_2}{\left(\frac{H_1}{\eta_1} + \frac{H_2}{\eta_1}\right)}$

$$\text{Pompa paralel } \eta = \frac{Q_1 + Q_2}{\left(\frac{Q_1}{\eta_1} + \frac{Q_2}{\eta_2}\right)}$$

Dimana : P_{pompa} = Daya Hidrolik (Watt)

$P_{listrik}$ = Daya listrik (Watt)

H_1 = Head pompa 1

H_2 = Head pompa 2

η_1 = Efisiensi tunggal 1

η_2 = Efisiensi tunggal 2

Q_1 = Debit pompa 1

Q_2 = Debit pompa 2

2.7.6 Hukum Kesebangunan Pompa

Hukum ini dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik kerja pompa,abila dioperasikan dengan kondisi yang berbeda, seperti jika salah satu kecepatan atau diameter pompa dirubah.

Hukum tersebut adalah :

$$\frac{Q_1}{\omega_1 D_1^3} = \frac{Q_2}{\omega_2 D_2^3} \quad (19)$$

$$\frac{Q_1}{\omega_1 D_1^3} = \frac{h_2}{\omega_2 D_2^3}$$

$$\frac{P_1}{\omega_1^3 D_1^5} = \frac{P_2}{\omega_2^3 D_2^5}$$

(Sularso,1990)

Dimana : D = Diametr impeler (m)

Q = Laju aliran (m^3/s)

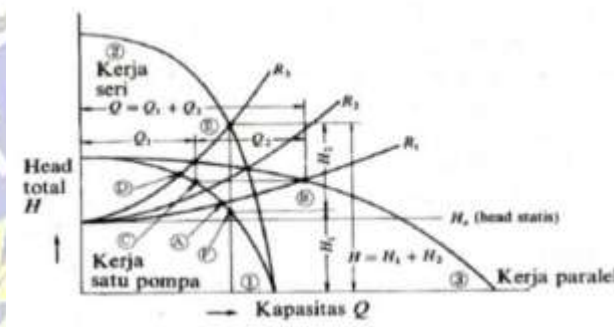
H = Head total pompa (m)

P = Daya poros pompa (Watt)

n = Putaran pompa (rpm)

2.7.7 Oprasi Pompa Seri dan Pararel

Pada suatu kondisi, dimana sebuah kapasitas atau head yang akan diperlukan tidak dapat dicapai dengan satu pompa saja, maka selanjutnya akan menggunakan dua pompa atau lebih untuk mencapai head dan kapasitas yang diperlukan, dengan merangkai pompa dengan cara seri maupun paralel. Gambar berikut ini menunjukkan kurva head – kapasitas dari pompa – pompa ini memiliki karakteristik yang sama



Gambar 2.5 Operasi seri dan paralel pompa karakteristik sama
(Sularso, 1994)

Pada kurva karakteristik diatas menunjukkan pompa yang dipasang secara seri dan paralel. Dimana untuk pompa tunggal diberi tanda (1), pompa seri (2), dan pompa paralel (3). Ditunjukkan tiga buah kurva dari head-kapasitas sistem, yaitu R₁, R₂, dan R₃. Pada kurva R₃, menunjukkan tahanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan R₁ dan R₂. Jika sistem memiliki kurva head-kapasitas R₃, maka titik kerja pompa 1 akan terletak di D. Jika pompa disusun secara seri sehingga menghasilkan kurva 2, maka titik kerjanya akan berpindah ke E yang tidak sama dengan dua kali lipat head di D, karena ada perubahan yang berupa kenaikan kapasitas. Jika sistem memiliki kurva head-kapasitas R₁ maka titik kerja pompa 1 akan terletak di A. Andaikan pompa disusun secara paralel sehingga menghasilkan kurva 3 maka titik kerjanya akan berpindah ke B, disini dapat terlihat bahwa kapasitas di titik B tidak sama dengan dua kali lipat kapasitas pada titik A, karena ada perubahan kenaikan head sistem. Andaikan sistem memiliki kurva karakteristik

seperti R2, maka laju aliran akan sama untuk susunan secara seri ataupun paralel. Akan tetapi jika karakteristik sistem adalah R1 dan R3, maka akan diperlukan pompa susunan seri atau paralel. Jadi rangkaian seri digunakan untuk menaikan head, sedangkan paralel berguna untuk menaikan kapasitas aliran (*Sularso, 1994*)

