

PERANCANGAN POMPA SENTRIFUGAL UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DARMA AGUNG

Oleh :

Dionisia Marnaek Marbun ¹⁾

Joslen Sinaga ²⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2)}

E-mail:

dionisiamarnaek@gmail.com ¹⁾

joslensinaga@gmail.com ²⁾

ABSTRACT

Water is a very basic need for humans, both for consumption and for other purposes, the growing population growth and the increasing demand for water, the traditional way is considered to require a lot of time and energy. The purpose of planning a centrifugal pump is to make it easier for people to get water that can be flowed directly to their homes and there is no need to lift water with buckets or other containers. This centrifugal pump planning goes through several steps, namely identifying the desired needs by taking consumer data, analyzing the weaknesses found in the planned centrifugal pump, determining specifications, and determining the main sizes of the centrifugal pump. The results of the design needed to supply the water include a pump capacity (Q) 22 m³/hour, pressure height/head (H) 19 m, pump power (Np) 2.01 Hp, with a rotation of 2940 rpm.

Keywords : Water, Pump, Capacity, Power, Rotation

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan yang sangat mendasar bagi manusia, baik itu untuk konsumsi maupun untuk keperluan lainnya, semakin berkembangnya pertumbuhan penduduk dan semakin besarnya permintaan air, maka dengan cara tradisional dirasa sangat memerlukan waktu dan tenaga yang banyak. Tujuan dari perencanaan pompa sentrifugal adalah untuk memudahkan masyarakat mendapat air yang langsung bisa dialirkan kerumah masing – masing dan tidak perlu mengangkat air dengan ember atau wadah lain. Perencanaan pompa sentrifugal ini melalui beberapa langkah, yaitu identifikasi kebutuhan yang diinginkan dengan pengambilan data konsumen, menganalisa kelemahan – kelemahan yang terdapat pada pompa sentrifugal yang direncanakan, menentukan spesifikasi, dan menentukan ukuran – ukuran utama pada pompa sentrifugal. Hasil perancangan yang diperlukan untuk menyuplai air tersebut meliputi kapasitas pompa (Q) 22 m³/jam, tinggi tekan/head (H) 19 m, daya pompa (Np) 2,01 Hp, dengan putaran 2940 rpm.

Kata kunci : Air, Pompa, Kapasitas, Daya, Putaran

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pompa sebagai mesin fluida, ketersediaan dan pemakaiannya sudah sangat luas. Ini dapat dilihat pada penggunaan pompa dihotel, pabrik, rumah sakit, kampus dan sarana – sarana lain juga terlihat banyaknya pompa dengan sebagai jenis yang ditawarkan dipasaran.

Adapun latar belakang dibutuhkannya penggunaan pompa pada gedung Fakultas Teknik Universitas Darma Agung Medan adalah karena tidak memungkinkannya penggunaan fasilitas yang disediakan oleh Yayasan Perguruan Darma Agung Medan. Bahwasanya Fakultas Teknik adalah satu gedung yang terdiri dari beberapa gedung dikampus Universitas Darma Agung. Banyaknya

kebutuhan air dalam kehidupan air dikampus baik untuk pemenuhan air untuk pegawai, cleaning service, taman dan lain – lain maka fakultas teknik tidak menerima suplai air bersih yang cukup. Hal ini dikarenakan ada tiga gedung yang tinggi sehingga suplai dari satu pompa tersebut air tidak dapat menjangkau seluruh gedung. Sehingga untuk dapat memenuhi kebutuhan air dengan head dan kapasitas aliran yang sesuai, maka dibuatlah sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air di Fakultas Teknik dan dirancanglah sebuah pompa sentrifugal untuk menjangkau kebutuhan air di Fakultas Teknik.

Dengan demikian penggunaan pompa ini sangat luas dan peranannya sangat penting bagi manusia baik dari kebutuhan primer maupun kebutuhan sekunder. Didalam suatu Fakultas ketersediaan air dengan kualitas yang baik, kapasitas dan aliran yang kontiniu menjadi syarat yang mutlak untuk memenuhi kebutuhan air Fakultas Teknik Universitas Darma Agung Medan. Karena pentingnya pompa dalam kehidupan manusia, disini penulis akan menekankan pada pompa sentrifugal serta dalam pengadaan air bersih untuk Fakultas Teknik Universitas Darma Agung Medan.

1.2 Perumusan masalah

Dalam mendirikan sebuah Universitas, ada masalah – masalah yang timbul salah satunya dalam penyediaan air bersih untuk kebutuhan Universitas tersebut, harus benar – benar diperhatikan dan memerlukan penyelesaian agar tercipta Universitas yang memenuhi syarat.

Masalah – masalah yang paling umum dijumpai dalam penyediaan air bersih untuk kebutuhan Universitas yang disuplai melalui pompa, yaitu :

1. Masalah pada sumber air
2. Masalah kualitas air
3. Masalah jumlah air yang dibutuhkan
4. Masalah pada jumlah pompa
5. Masalah pada system pemipaan

1.3 Batasan masalah

Untuk menghasilkan suatu produk yang bermutu, dibutuhkan suatu perancangan yang matang dan telliti. Sebab dengan perancangan seperti itu akan mengantisipasi segala kemungkinan yang dapat menyebabkan kegagalan dalam pembuatan maupun penggunaan produk yang sedang direncanakan.

Pada perancangan pompa ini, masalah yang akan dibahas adalah :

1. Perhitungan head pompa
2. Perhitungan kapasitas pompa
3. Menentukan daya dan putaran pompa
4. Menentukan ukuran – ukuran pompa

1.4 Tujuan perencanaan

Adapun tujuan perencanaan pompa ini adalah untuk mendapatkan kapasitas pompa, putaran pompa, daya pompa, jenis pompa, ukuran – ukuran pompa, dan karakteristik pompa berdasarkan hasil survey dan perhitungan dalam perencanaan sehingga dapat bekerja dengan efektif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Pompa

Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang dapat memindahkan cairan (fluida) dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan tinggi atau dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi.

2.2 Klasifikasi Pompa

Secara umum pompa dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu : pompa dinamik (rotari dynamic pump) dan pompa displacement (positive displacement pump)

2.3 Pemilihan Jenis Pompa

Dalam memilih suatu pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahulu harus diketahui kapasitas pompa serta head pompa yang diperlukan untuk mengakirkan zat cair yang akan dipompa. Pemilihan pompa bila ditinjau dari segi teknis, ekonomi, dan pemakaiannya, perbandingan antara pompa jenis torak dan pompa jenis sentrifugal dapat diuraikan sebagai berikut.

2.5 Sistem Distribusi

Untuk mendistribusikan air ke konsumen ada 3 jenis sistem yang sering dipergunakan

1. Sistem Tangki Atas
2. Sistem Tangki Tekan
3. Sistem Sambungan Langsung

Untuk menentukan sistem distribusi air bersih terlebih dahulu diadakan pembahasan terhadap ketiga alternatif diatas.

A. Sistem Tangki Atas

Air yang telah dibersihkan dipusat pembersihan air bersih ditampung ditangki bawah (reservoir), kemudian dipompakan keatas menara (tower). Oleh karena itu gravitasi dan ketinggian menara maka air didistribusikan ke konsumen.

B. Sistem Tangki Tekan

Adapun prinsip kerja sistem tangki tekan ini adalah sebagai berikut :

Air dari tangki bawah dipompakan kedalam suatu tangki tertutup sehingga udara didalam tangki terkompresi. Air dari tangki tersebut dialirkan kedalam sistem distribusi. Pompa bekerja secara otomatis yang diatur oleh detector tekanan, yang menutup/membuka saklar motor listrik penggerak pompa. Pompa berhenti bekerja kalau tekanan tangki telah mencapai batas maksimum yang telah ditetapkan dan bekerja kembali setelah tekanan mencapai suatu batas maksimum yang telah ditetapkan pula.

C. Sistem sambungan langsung

Dalam sistem ini air dipompakan langsung kesistem distribusi dari tangki bawah (reservoir), sehingga pompa harus bekerja secara terus – menerus.

2.6. Head Pompa

Head pompa adalah kemampuan pompa untuk memindahkan fluida dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi. Atau dari yang bertekanan lebih rendah ke yang bertekanan yang lebih tinggi.

3. Kapasitas Pompa (Q) : 22 m³/jam

Besarnya head pompa yang direncanakan harus disesuaikan dengan kondisi dilapangan.

Secara umum head pompa dapat dihitung dengan rumus

$$H = h_a + \Delta H_p + h_l + \frac{v^2}{2.g} \quad (\text{sularso, haruo tahara, 1991 ; 26})$$

Dimana :

H = Head total pompa (m)

H_a = Head statis total (m)

ΔH_p = perbedaan head tekanan yang bekerja pada permukaan fluida

h_l = kerugian head

g = kecepataan gravitasi (9,81 m/s²)

2.7. Karakteristik Pompa

Perancangan sebuah pompa biasanya untuk suatu kapasitas (Q), head(H) dan putaran (n) tertentu, karakteristik pada putaran konstan.

`karakteristik virtual biasanya dikatakan head sebagai head teoritis dengan jumlah yang tidak terbatas dimana aliran masuknya radial sehingga besarnya adalah :

$$H_{vir} = \frac{U_2^2}{g} \left[1 - \frac{V_{r2}}{U_2 \tan \beta_2} \right] \quad (\text{Austin})$$

H.C,Ir Zulkifli Harahap1990 : 36)

Untuk kapasitas Q_x, maka :

$$V_{r2} = \frac{Q_x}{\pi . b_2 . D_2}$$

(Austin H.C,Ir Zulkifli

Harahap1990 : 51)

Maka persamaan (1) dapat ditulis

$$H_{vir} = \frac{U_2^2}{g} \left[1 - \frac{V_{r2}}{U_2 . \pi . b_2 . D_2 \tan \beta_2} \right]$$

Jika misalkan :

$$H_{vir} = \frac{1}{U_2 . \pi . b_2 . D_2 . \tan \beta_2}$$

Maka persamaan tersebut menjadi

$$H_{vir} = \frac{U_2^2}{g} [1 - \beta . Q_x]$$

3. METODE PELAKSANAAN

a. Spesifikasi Pompa Yang direncanakan

Spesifikasi pompa yang direncanakan sesuai dengan yang ada dipasaran

1. Merek pompa : Ebara
2. Jenis Pompa : Sentrifugal
4. Putaran Pompa (n_m) : 2940 rpm

5. Daya Pompa (n_p) : 2,01 Hp
6. Daya Motor Penggerak (n_e): 2,4 Hp
7. Jenis Impeller : Radial
8. Jumlah tingkat (z) : satu
9. Jenis Hisapan : tunggal
10. Jenis Motor Penggerak: Motor listrik
11. Efisiensi Pompa : 70 %
12. Inlet : 9 m
13. outlet : 22 m

b. Perhitungan head pompa

Head pompa adalah energi yang dikandung fluida persatuan bobotnya yang harus disediakan pompa untuk mengatasi energi akibat ketinggian, perbedaan tekanan kerugian gesekan dan kecepatan.

3.3.1 Perbedaan Head Tekanan (ΔH_p)

Head tekanan merupakan energi yang dibutuhkan untuk mengatasi perbedaan tekanan pada sisi isap dengan sisi tekan. Dalam (gambar 3.1) diketahui bahwa (3) dan (7) sama – sama terbuka keudara. Dengan demikian tekanan pada kondisi (3) dan (7) adalah sama yaitu sebesar tekanan udara luar. Maka head akibat perbedaan tekanan ini dapat dicari dengan :

$$\Delta H_p = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g}$$

Dimana

P_1 = Tekanan sisi inlet (isap) pompa (kgf/m²)
 P_2 = Tekanan sisi outlet pompa (kgf/m²)
 ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
 g = Percepatan gravitasi (m/s²)

3.3.2 Perbedaan Head Tekanan Aliran (ΔH_v)

Dalam menentukan perbedaan head kecepatan aliran maka terlebih dahulu dicari besarnya kecepatan aliran dalam pipa. Umumnya kecepatan aliran dalam pipa yang diijinkan adalah sebesar 1 – 2 m/s untuk pipa diameter kecil dan 1,5 – 3 m/s untuk pipa diameter besar. (Sularso, Haruo Tahara, 1991:63) Untuk memperoleh kecepatan aliran dan diameter pipa isap yang sesuai, perhitungan awal

sementara diambil batas kecepatan rata – rata 1,5 m/s.

Dari persamaan kontinuitas diperoleh : $Q_p = V_s \cdot A_s$

Dimana :

Q_p = Kapasitas pompa = 0,000216 m³/detik

V_s = Kecepatan aliran dalam pipa isap (m/s)

$A_s = \Pi/4(d_{is})^2$ = Luas bidang aliran (m²)

D_{is} = Diameter dalam pipa isap (m)

Sehingga diameter pipa isap adalah :

$$D_{is} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot V_s}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot (0,000216)}{3,14 \cdot (0,0456)}}$$

$$= 0,000796 \text{ m} = 0,0313 \text{ in.}$$

Berdasarkan ukuran pipa standart ASA.B.36.10 schedule 40, maka dipilih pipa nominal 3 in dengan dimensi pipa :

1. Diameter dalam pipa (d_{is}) = 3,066 in = 0,0779 m

2. Diameter luar pipa (d_{os}) = 3,5 in = 0,0889 m

Dengan menggunakan ukuran standart pipa tersebut diatas maka kecepatan aliran yang sebenarnya sesuai dengan persamaan kontinuitas adalah :

$$V_s = \frac{Q_p}{A} = \frac{4Q_p}{\pi(d_{is})^2}$$

$$V_s = \frac{4 \cdot 0,000216}{\pi \cdot (0,0779)^2}$$

$$V_s = 0,0458 \text{ m/s}$$

Diperoleh kecepatan aliran fluida memenuhi. Maka besarnya head kecepatan aliran adalah :

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

$$= \frac{(0,0458)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,000106 \text{ m}$$

3.3.3 Perbedaan Head Potensial (ΔZ)

Head potensial adalah perbedaan ketinggian permukaan fluida pada sisi isap dengan permukaan fluida pada sisi tekan.

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1$$

Dimana :

Z_2 = tinggi permukaan air pada tangki atas

Z_1 = tinggi level minimum air pada tangki bawah

Maka head potensial pompa adalah :

$$\Delta H_s = (Z_2 - Z_1)$$

$$\Delta H_s = (18,5 - 0) \text{ m}$$

$$= 18,5 \text{ m}$$

3.3.4 Kerugian Head (H_L)

Kerugian head sepanjang pipa terbagi atas 2, yaitu kerugian akibat gesekan sepanjang pipa/kerugian mayor (h_f) dan kerugian akibat adanya kelengkapan pada instalasi pipa/kerugian minor (h_m). Kerugian akibat gesekan tergantung kepada kekerasan permukaan pipa dan panjang pipa. Kerugian kelengkapan adalah akibat adanya perubahan aliran dan kecepatan aliran.

3.3.5 Kerugian Head Sepanjang Pipa Isap

a. Kerugian head akibat gesekan pada pipa isap

Besarnya kerugian head akibat gesekan pada pipa isap dapat diperoleh dengan persamaan :

$$H_f = f \cdot \frac{L_s}{d_i} \cdot \frac{V_s}{2 \cdot g} \quad (\text{Victor L, Benyamin Wylic, 1990:202})$$

Dimana :

f = Faktor gesekan

L_s = Panjang pipa isap = 8 m

d_i = Diameter dalam pipa = 0,0779 m

V_s = Kecepatan aliran fluida = 0,0458 m/s

b. Kerugian head akibat peralatan instalasi pada pipa isap (h_{ms})

$$h_{ms} = \sum K \cdot \frac{V_s^2}{2 \cdot g}$$

(Sularso, Haruo Tahara, 1991:32)

K_{S1} = Koefisien tahanan elbow standart 1 buah

$$= 1,0,9$$

$$= 0,9$$

K_{S2} = foot valve 1 buah

$$= 1,0,5$$

$$= 0,5$$

V_s = kecepatan aliran pada pipa isap

$$= 2,64 \text{ m/detik}$$

α = faktor slip (1 – 2 %)

$$g = 9,81 \text{ m/detik}$$

maka :

$$H_{ms} = (0,9 + 0,5) \frac{(0,1052)^2}{(2 \cdot 9,81)}$$

$$= 0,0007 \text{ m}$$

Dengan demikian, diperoleh kerugian head sepanjang jalur pipa isap pompa, yaitu sebesar :

$$h_{Ls} = h_{fs} + h_{ms}$$

$$= (0,0016 + 0,0007)$$

$$= 0,0023 \text{ m}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Jenis impeller, putaran dan daya pompa

Untuk motor penggerak pompa dan beberapa alternatif yang dapat dipilih yaitu : motor listrik, turbin uap dan motor bakar. Dari ketiga jenis motor penggerak motor diatas dipilih motor listrik karena memiliki keunggulan :

1. Dapat dikopel langsung sehingga efisiensi transmisi lebih tinggi
2. Biaya investasi dan perawatan lebih murah
3. Konstruksinya kecil dan sederhana
4. Tidak menimbulkan suara bising

Juga memiliki kelemahan :

1. Tidak berfungsi jika aliran listrik terputus
2. Jika lokasi pompa jauh dari jaringan listrik maka pengadaan jaringan listriknya akan mahal

4.1.2. Putaran pompa

Untuk menentukan putaran pompa yang direncanakan ini yang menjadi faktor pertimbangan adalah : tinggi tekanan pompa, Net Positive Suction Head (NSPH), Standart

Karena adanya slip yang terjadi pada pompa sebesar 1 – 2 % maka putaran rencana adalah :

$$n_r = n - n \cdot \alpha$$

Dimana : n_r = putaran rencana

Sehingga :

$$n_r = 3000 - 3000 \cdot (2\%)$$

$$= 2940 \text{ rpm}$$

4.1.3. Jenis impeller yang digunakan

Dalam menentukan impeller yang digunakan berdasarkan putaran spesifiknya, jenis impeller yang digunakan impeller jenis radial dimana jangkauan putaran spesifiknya 500 – 3000 rpm. Sesuai dengan perhitungan n_s diatas maka pompa harus dirancang menjadi bertingkat akibat head yang besar. Untuk menentukan jumlah tingkat ditentukan dengan rumus berikut :

$$Z = \left(\frac{n_{Si}}{n_s}\right)^{3/4}$$

Dimana : Z = jumlah tingkat
 n_{Si} = putaran spesifik diijinkan
 (500 – 3000)
 = diambil 500

$$\text{Sehingga : } Z = \left(\frac{500}{119,4}\right)^{3/4}$$

$$= 3,14$$

$$= 1 \text{ tingkat}$$

4.1.4. Daya pompa (N_p)

Daya pompa dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$N_p = \frac{Y \cdot Q \cdot H}{\eta_p}$$

(Sularso, Haruo Tahara, “Pompa dan kompresor pemilihan dan pemakaian” 1991;53)

Dimana :

- N_p = Daya pompa (w)
- Q = Kapasitas pompa (m^3 /detik)
- H = Head pompa (m)
- Y = Berat jenis air pada suhu $25^\circ = 9778 \text{ N/m}^3$ (lampiran 2)
- η_p = Efisiensi pompa = 70%

Sehingga :

$$N_p = \frac{9778 \times 0,000216 \times 3,14}{70}$$

$$= 0,094 \text{ KW (} 1 \text{ Kw} = 1,341 \text{ HP)}$$

$$= 0,126 \text{ HP}$$

b. 4Ukuran – Ukuran Utama Pompa

4.2.1. Poros, Pasak dan Bantalan

a. Proros

Poros pompa merupakan salah satu komponen utama yang berfungsi untuk meneruskan

Besarnya momen puntir pada poros (M_t) adalah :

$$M_t = 9,74 \times 10^5 \times \frac{pd}{np}$$

(Sularso, Kiyokatsu

Suga, “Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin” 1990;7)

Dimana :

M_t = Momen torsi (kg.mm)

P_d = Daya yang ditransmisikan poros (KW)

= N_p (daya yang direncanakan) x f_c (faktor koreksi)

n_p = Putaran poros = 2940 rpm

b. Bantalan

Untuk menahan poros (tumpuan poros), sehingga putaran dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur harus dilengkapi dengan bantalan. bantalan yang digunakan untuk menahan poros adalah bantalan jenis radial karena arah beban yang digunakan adalah tegak lurus sumbu poros.

- Jenis terbuka : 6004
- Nomor bantalan : 6004ZZ
- Diameter luar : 42 mm
- Diameter lubang : 20 mm
- Lebar bantalan : 12 mm
- Jari – jari filet : 1 mm

c. Pasak

Fungsi pasak pada perencanaan ini adalah agar poros dapat memindahkan daya dan putaran pada impeller.

dari lampiran empat belas dipilih nominal pasak (b x h) adalah :

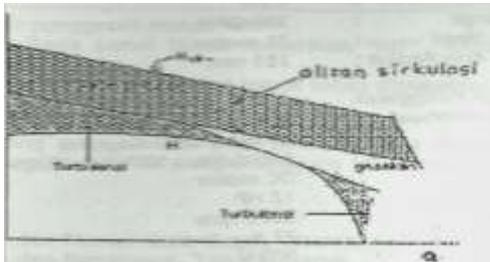
- Lebar pasak (b) : 6 mm
- Tebal pasak (h) : 6 mm
- Panjang pasak : 14 mm – 17 mm
- Jari – jari : 0,25 mm

c. Karakteristik pompa

i. Karakteristik pada putaran konstan

Putaran biasanya direncanakan untuk suatu kapasitas (Q), head (H) dan putaran (n) tertentu. Karakteristik sebuah pompa dapat digambarkan dalam karakteristik yang menyatakan besarnya

head total pompa (H), daya poros (P) dan efisiensi pompa terhadap kapasitas putaran konstan. Salah satu diantaranya hubungan antara head pompa (H) dan kapasitas dimana head dibuat sebagai sumbu koordinat dan kapasitas (Q) dibuat sebagai sumbu absis, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.3.1. diagram karakteristik H – Q

Hubungan kapasitas – head untuk karakteristik pompa ini didasarkan pada head – kapasitas dengan jumlah sudu – sudu yang tidak terbatas. Head teoritis ini disebut sebagai virtual head yang jika aliran masuknya radial sehingga besarnya tinggi tekan semula ($H_{vir \infty}$) dapat dicari dengan persamaan :

$$H_{vir \infty} = \frac{l}{g} \times U_2^2 \left(1 - \frac{V_{r2}}{U_2 \tan \beta_2} \right) \quad (\text{Austin H.C, Ir Zulkifli Harahap, "Pompa dan blower sentrifugal" 1990;36})$$

Untuk kapasitas Q_x :

$$V_{r2} = \frac{Q_x}{A} = \frac{Q_x}{\pi \cdot D_2 \cdot b_2}$$

Sehingga persamaan diatas dapat dibuat menjadi :

Untuk putaran konstan, maka $H_{vir \infty}$ merupakan fungsi linier dari kapasitas pompa, sehingga kurvanya berbentuk garis lurus, seperti terlihat pada gambar diagram karakteristik diatas.

$$H_{vir \infty} = \frac{U_2^2}{g} \times \left(1 - \frac{Q_x}{U_2 \cdot \pi \cdot b_2 \cdot D_2 \cdot \tan \beta_2} \right)$$

Jadi misalkan :

$$\frac{1}{U_2 \cdot \pi \cdot b_2 \cdot D_2 \cdot \tan \beta_2} = C$$

Maka persamaan diatas menjadi :

$$H_{vir \infty} = \frac{U_2^2}{g} \cdot (1 - C \cdot Q_x)$$

Persamaan ini merupakan persamaan garis lurus dengan bentuk $H = f(Q_x)$ untuk putaran konstan maka $H_{vir \infty}$ merupakan fungsi linier dari kapasitas sehingga kurvanya berbentuk garis lurus seperti pada gambar 4.3.1.

Dari perhitungan sebelumnya diperoleh :

$$U_2 = 31,54 \text{ m/det}$$

$$D_2 = 205,95 \text{ mm} = 0,20595 \text{ m}$$

$$b_2 = 6,61 \text{ mm} = 0,00661 \text{ m}$$

$$\beta_2 = 25^\circ$$

Dengan persamaan diatas, maka diperoleh hubungan antara H – Q yaitu sebagai berikut :

$$H_{vir \infty} = \frac{31,54^2}{9,81} \times \left(1 - \frac{Q_x}{31,54 \times 3,14 \times 0,00661 \times 0,20595 \times \tan 25^\circ} \right)$$

$$H_{vir \infty} = 101,40 (1 - 15,90 \cdot Q_x)$$

Maka :

$$\text{Untuk } Q_x = 0 \text{ diperoleh } H_{vir \infty} = 101,40$$

Maka :

$$H_{vir \infty} = 101,40 (1 - 15,90 \cdot Q_x)$$

$$H_{vir \infty} = 101,40 - 101,40 \times 15,90 \cdot Q_x$$

$$0 = 101,40 - 101,40 \times 15,90 \cdot Q_x$$

$$= 101,40 \times 15,90 \cdot Q_x = 101,40$$

$$Q_x = \frac{101,40}{101,40 \times 15,90}$$

$$= \frac{101,40}{1612,26}$$

$$= 0,0628 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Untuk } H_{vir \infty} = 0, \text{ diperoleh } Q_x = 0,0628 \text{ m}^3/\text{det}$$

ii. Head – Kapasitas dengan jumlah sudu – sudu terbatas

Pada pemakaiannya, umumnya pompa selalu dibuat dengan jumlah sudu – sudu yang terbatas, yang akan mengakibatkan timbulnya aliran sirkulasi, dengan demikian head yang terjadi juga akan berkurang menjadi :

$$H_{vir} = K \cdot H_{vir \infty}$$

(Austin H.C, Ir Zulkifli Harahap, "Pompa dan blower sentrifugal" 1990;33)

Dimana :

H_{vir} = Head dengan sudu terbatas (m)
 $K = 0,6 \div 0,7$
 (Austin H.C, Ir Zulkifli Harahap, "Pompa dan blower sentrifugal" 1990;96)

Sehingga :

$$H_{vir} = 0,7 \cdot 101,40 (1 - 15,90 \cdot Q_x)$$

$$H_{vir} = 70,98 (1 - 15,90 \cdot Q_x)$$

Maka :

$$\text{Untuk } Q_x = 0, \text{ diperoleh } H_{vir} = 70,98$$

Maka :

$$H_{vir} = 70,98 (1 - 15,90 \cdot Q_x)$$

$$H_{vir} = 70,98 - 70,98 \times 15,90 \cdot Q_x$$

$$0 = 70,98 - 70,98 \times 15,90 \cdot Q_x$$

$$= 70,98 \times 15,90 \cdot Q_x = 70,98$$

$$Q_x = \frac{70,98}{70,98 \times 15,90}$$

$$= \frac{70,98}{70,98}$$

$$= \frac{1128,582}{70,98}$$

$$= 0,0628 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Untuk } H_{vir} = 0, \text{ diperoleh } Q_x = 0,0628 \text{ m}^3/\text{det}$$

iii. Head - Kapasitas Dengan Kerugian Hidrolik

Rugi - rugi ini adalah rugi - rugi akibat gesekan turbelensi, kerugian hidrolik merupakan kuadrat kecepatan aliran, dari persamaan kontinuitas, kapasitas aliran sebanding dengan kecepatan :

$$H_{act} = H_{vir} - H_x \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

H_{act} = Head actual yang diperoleh

H_{vir} = Head yang diperoleh dengan memperhitungkan efek aliran sirkulasi dengan jumlah sudu terbatas

$$H_x = (1 - \eta_h) \cdot H_x \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

η = efek sirkulasi

$$= (0,65 \div 0,75)$$

$$= 0,75 \text{ (dipilih)}$$

$$\eta_h = \frac{0,7}{0,75}$$

$$= 0,933$$

Dari hukum kesebangunan pompa, diperoleh :

$$\frac{H}{H_x} = \left[\frac{Q}{Q_x} \right] \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

H = Head actual pertingkat

$$= 35,53 \text{ m}$$

Q = Kapasitas pompa = 0,0126 m^3/det

Sehingga :

$$H_x = H \cdot \left[\frac{Q_x}{Q} \right]^2$$

Bila persamaan (3) dan (2) disubstitusikan ke persamaan (1) akan diperoleh :

$$H_{act} = H_{vir} (1 - \eta_h) \cdot H \cdot \left(\frac{Q_x}{Q} \right)^2$$

$$= 70,98 (1 - 15,90 \cdot Q_x) \{1 - 0,933\}$$

$$35,53 \left(\frac{Q_x}{0,0126} \right)^2$$

$$= 70,98 - 1128,582 \cdot Q_x - 14994,394 \cdot Q_x^2$$

Persamaan kurva karakteristik diatas adalah persamaan kuadrat

$$\text{Untuk : } Q_x = 0 : H_{act} = 70,98$$

$H_{act} = 0 : Q_x =$ dicari dengan menggunakan rumus ABC

$$Q_{1,2} = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{(-1128,582) \pm \sqrt{(-1128,582)^2 - 4 \cdot (-14994,394) \cdot 70,98}}{2 \cdot (-14994,394)}$$

$$Q_1 = \frac{-1128,582 + 2351,787761}{-373484,254}$$

$$= -0,00327 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (tidak dipakai karena harganya negatif)}$$

$$Q_2 = \frac{-1128,582 - 2351,787761}{-373484,254}$$

$$= 0,00931 \text{ m}^3/\text{det}$$

5. SIMPULAN

Simpulan

Dari hasil perhitungan dan perancangan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan spesifikasi pompa adalah sebagai berikut :

1. Jenis pompa : Pompa sentrifugal
2. Kapasitas pompa (Q): 0,000216 m^3/det
3. Jumlah tingkat : 1 tingkat

4. Head total pompa (H): 20,36 m
 5. Putaran pompa : 2940 rpm
 6. Tipe impeler : Radial
 7. Daya pompa : 2,1 HP
 8. Penggerak pompa : Motor listrik
 9. Daya motor penggerak : 1,7 kw
 10. Diameter poros : 21,04 mm
 11. Diameter hub impeller : 26,35 mm
 12. Diameter mata impeller : 78 mm
 13. Diameter sisi masuk impeller : 78 mm
 14. Diameter sisi keluar impeller : 205,95 mm
 15. Lebar impeller pada sisi masuk: 20 mm
 16. Lebar impeller pada sisi keluar : 6,61 mm
 17. Jumlah sudu impeller : 6 buah
 18. Sudut tangensial pada sisi masuk: 22⁰
 19. Sudut tangensial pada sisi keluar: 25⁰
 20. Tebal sudu pada sisi masuk impeller : 3,67 mm
 21. Tebal sudu pada sisi kieluar impeller : 5,44 mm
3. Sularso, Kyokatsu suga, “*Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*”, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta, 1990
 4. Sularso, Haruo Tahara, “*Pompa Dan Kompresor Pemilihan Dan Pemakaian*”, Penerbit Pradnya paramita, Jakarta, 1991
 5. Victor L.Streeter and Benyamin Wylie, “*Mekanika Fluida*”, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1990

Saran

Dalam pengoperasian pompa ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebagai berikut :

1. Untuk pengoperasian pompa harus memperhatikan zat cair yang dihisap.
2. Pada saat pemasangan pompa disarankan untuk memeriksa kelurusan sumbu poros motor listrik’
3. Dalam pemilihan diameter pipa harus memperhatikan kecepatan aliran dalam pipa untuk menghindari pengikisan.
4. Harus memperhatikan atau mengecek keadaan pompa setiap saat agar tidak berkarat.

6. DAFTAR PUISTAKA

1. Austin H. Churh, Ir. Zulkifli Harahap, “*Pompa Dan Blower Sentrifugal*”, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1990
2. Fritz Diezel, “*Turbin, Pompa Dan Kompresor*”, Penerbit Erlangga, Jakarta 1990