

PERANCANGAN POMPA SENTRIFUGAL UNTUK WATER TREATMENT PLANT KAPASITAS 0.25 M³/S PADA KAWASAN INDUSTRI KARAWANG

Sorimuda Harahap, Muhammad Iqbal Fakhruddin

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta,
Jl. Srengseng Sawah Jagakarsa Jakarta Selatan 12640
E-mail: fakhruddiniqbal30@gmail.com

Abstrak

Perancangan pompa sentrifugal ini dilakukan untuk kebutuhan penyaluran air baku pada *Water Treatment Plant* kawasan industri Karawang yang akan diolah menjadi air bersih dengan kapasitas 0,25m³/s yang berjarak dari Tarum Barat sampai lokasi WTP sejauh kurang lebih 6 km. Penyaluran air baku ke WTP membutuhkan spesifikasi pompa yang sesuai. Pemilihan pompa yang sesuai dilakukan dengan perhitungan yang akurat sesuai dengan data yang ada serta survey lapangan. Analisa yang dilakukan meliputi total head pompa, daya pompa, pemilihan jenis impeller, serta diameter pipa yang akan digunakan. Spesifikasi pompa *intake* ini akan didapat sesuai dengan kebutuhan apabila perancangannya dilakukan dengan cermat dan tepat. Hasil dari perancangan pompa ini dengan kapasitas $Q = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $H = 90\text{m}$ serta menggunakan putaran motor 1450 rpm, menghasilkan diameter pipa yang digunakan 0,416m, dengan jenis aliran air dalam pipa bersifat turbulen, jenis pompa yang digunakan menggunakan pompa tingkat 2 karna pompa yang digunakan untuk pengoperasian dengan jangka waktu yang panjang, dengan daya poros sebesar 245,25 kW diameter min.poros 80mm, serta jumlah sudu yang digunakan untuk impeller pompa sebanyak 9 sudu dengan tebal sudu 13,1mm, lebar roda $b_1 = 60\text{mm}$, serta lebar roda $b_2 = 40\text{mm}$.

Kata Kunci: Perancangan, pompa sentrifugal, Impeller

Abstract

The design of this centrifugal pump is carried out for the needs of raw water distribution at the Water Treatment Plant in the Karawang industrial area which will be processed into clean water with a capacity of 0,25m³/s which is from West Tarum to WTP locations for approximately 6 km. Distribution of raw water to the WTP requires appropriate pump specifications. The selection of the appropriate pump is done with an accurate calculation in accordance with existing data and field surveys. The analysis carried out includes the total pump head, pump power, selection of the type of impeller, and the diameter of the pipe to be used. This intake pump specification will be obtained according to the needs if the design is done carefully and accurately. The results of this pump design with Q capacity = 0,25 m³ / s and $H = 90\text{m}$ and using 1450 rpm motor rotation, resulting in the diameter of the pipe used is 0.416m, with the type of water flow in the pipe is turbulent, the type of pump used is a level 3 pump because pumps used for long-term operation, with shaft power of 245,25 kW diameter min. 80mm shaft, and the number of blades used for pump impellers as much as 9 blades with 13,1mm blade thickness, $b_1 = 60\text{mm}$ wheel width, and b_2 wheel width = 40mm.

Keywords: Design, centrifugal pump, Impeller

PENDAHULUAN

Kebutuhan air bersih adalah hal yang sangat penting bagi kebutuhan dasar untuk

kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Manusia menggunakan air untuk berbagai keperluan dalam kehidupan sehari – hari.

Dalam suatu kawasan industri, air akan mempengaruhi berbagai aspek yang meliputi kesehatan masyarakatnya, ekonomi, social, serta peningkatan peningkatkan tata kehidupan kota / desa serta kawasan industry itu sendiri.

Dalam suatu perancangan pompa banyak hal – hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangannya meliputi jenis pompa yang akan digunakan, Jalur pemipaannya, bahan pipa yang digunakan, perhitungan diameter pipa, total *Head* pompa, serta *losses* yang terjadi.

Pompa merupakan suatu alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (*fluida*) dari suatu tempat ke tempat lain, melalui suatu media dengan cara memberikan energi pada cairan yang dipindahkan mengkonversi energi mekanik menjadi energi kinetik. Energi mekanik yang diberikan pompa digunakan untuk meningkatkan kecepatan, tekanan, atau elevasi (ketinggian).

Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin atau sejenisnya. Banyak faktor yang menyebabkan jenis dan ukuran pompa serta bahan pembuatnya berbeda, antara lain dipengaruhi oleh jenis *fluida* dan *volume fluida*, tinggi dan jarak pengangkutan *fluida*, serta tekanan yang diperlukan dan sebagainya. Prinsip kerja pompa itu sendiri membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (*suction*) dan bagian tekan (*discharge*).

Dalam suatu pabrik atau industri, selalu dijumpai keadaan dimana bahan – bahan yang diolah dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain atau suatu tempat penyimpanan ke tempat pengolahan.

Pemindahan ini dapat juga dimaksudkan untuk membawa bahan yang akan diolah dari sumber dimana bahan itu diperoleh. Cairan yang lebih tinggi akan sendirinya mengalir ke tempat yang lebih rendah, tetapi jika sebaliknya maka diperlukan usaha untuk memindahkan atau menaikkan *fluida*, maka alat yang lazim digunakan adalah pompa.

Mekanika Fluida adalah cabang ilmu teknik mesin yang mempelajari keseimbangan dan gerakan gas maupun zat cair serta gaya tarik dengan benda – benda disekitarnya atau yang dilalui saat mengalir. Pada dunia industri sebagian besar *fluida* nya mengalir pada pipa tertutup (*close conduit flow*).

Water Treatment Plant (WTP) adalah sistem atau sarana yang berfungsi untuk mengolah air dari kualitas air yang diinginkan

sesuai standar mutu atau siap untuk dikonsumsi. *Water Treatment Plant* merupakan sarana yang penting di seluruh dunia yang akan menghasilkan air bersih dan sehat untuk dikonsumsi.^[2]

Pada kawasan industri ini diperlukan pemasok air bersih yang sesuai standar mutu air bersih yang bisa digunakan untuk keperluan industri serta air minum, maka akan dibangun sarana WTP yang sumber airnya akan diambil melalui sungai tarum barat dengan kapasitas maksimum pengambilan air sebesar 0,25 m³/s (250 lps) sesuai dengan SIPA (Surat Izin Pengambilan Air) yang sudah ditetapkan oleh pemerintah setempat untuk kawasan industri tersebut.

Perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana merancang pompa sentrifugal untuk *Water Treatment Plant* kapasitas 0,25 m³/s ?
2. Bagaimana perhitungan untuk menentukan diameter dan tebal pipa yang akan digunakan ?
3. Bagaimana pemilihan bahan pipa yang akan digunakan ?
4. Bagaimana perhitungan *losses* yang terjadi rancangan ?

Tujuan dalam perancangan ini adalah :

1. Menambah pengetahuan dan kemampuan dalam perancangan pompa sentrifugal sehingga mendapatkan spesifikasi pompa yang sesuai untuk kapasitas yang ingin dicapai.
2. Menghitung kebutuhan pipa serta komponen – komponennya.
3. Mengetahui *losses* pada sistem perpipaannya.
4. Mengetahui daya pompa yang sesuai.

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya membahas pada :

1. Perancangan pompa sentrifugal yang sesuai kebutuhan untuk WTP di kawasan industri karawang.
2. Analisis ukuran – ukuran pompa (impeller, rumah pompa, dan poros pompa)
3. Analisis *losses* yang terjadi pada pipa
4. *Water Treatment Plant* tidak dibahas dalam penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kawasan industri karawang yang baru akan dibuat, dengan total luas kawasan 205 ha. Sumber air yang akan digunakan untuk kawasan ini menggunakan sarana WTP yang akan disiapkan oleh pengembang.

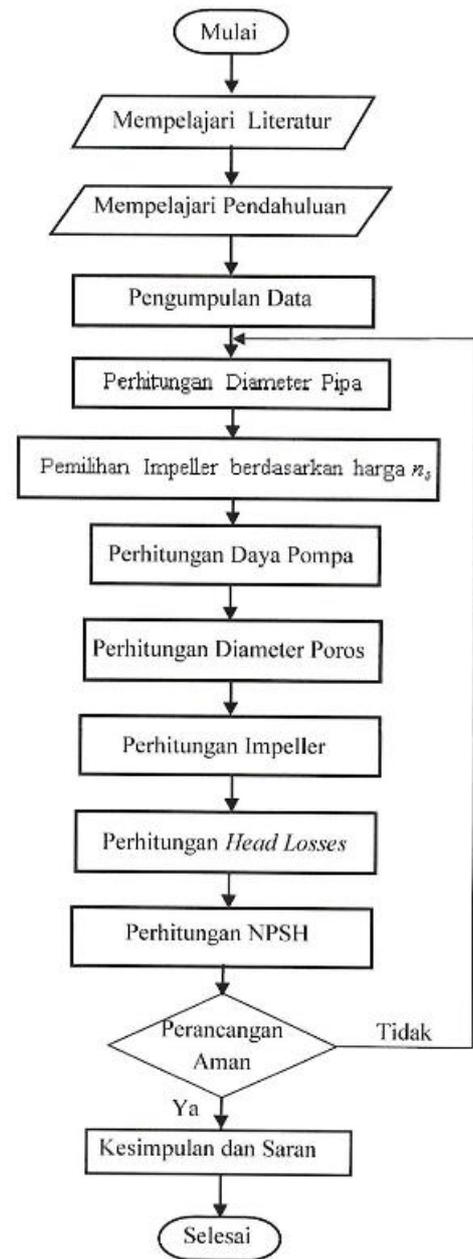
Sumber pemasok air sendiri akan diambil dari Tarum Barat dengan kapasitas pengambilan air yang diizinkan $0,25\text{m}^3/\text{s}$ sesuai dengan SIPA yang dikeluarkan / didapat.

Sumber air ini sendiri akan dialirkan melalui *intake* yang akan disiapkan pula oleh pengembang kawasan dengan menggunakan pompa yang akan mengalirkan air menuju WTP dengan jarak dari *intake* ± 6 km.

Penelitian ini akan merancang pompa sentrifugal dengan kapasitas $0,25\text{ m}^3/\text{s}$ dengan menggunakan metode *French* (Analisis), sebelum melakukan analisis ada tahapan yang harus dilakukan, yakni tahap pengumpulan data berupa data lapangan dan data literatur yang berkaitan dengan perancangan yang dikumpulkan dan diolah dengan cara mengelompokkannya berdasarkan kategori masing – masing. Data yang telah diolah tersebut akan digunakan sebagai bahan analisis dalam merancang.

Hasil analisis berfungsi untuk mengetahui masalah dan kelebihan yang ada pada bangunan sejenis dan kesesuaian dengan data literatur sehingga menghasilkan suatu perancangan yang baik.

Pada perancangan ini digunakan metodologi perancangan seperti gambar diagram alir (*flowchart*) berikut :



Gambar 1. Flowchart penelitian

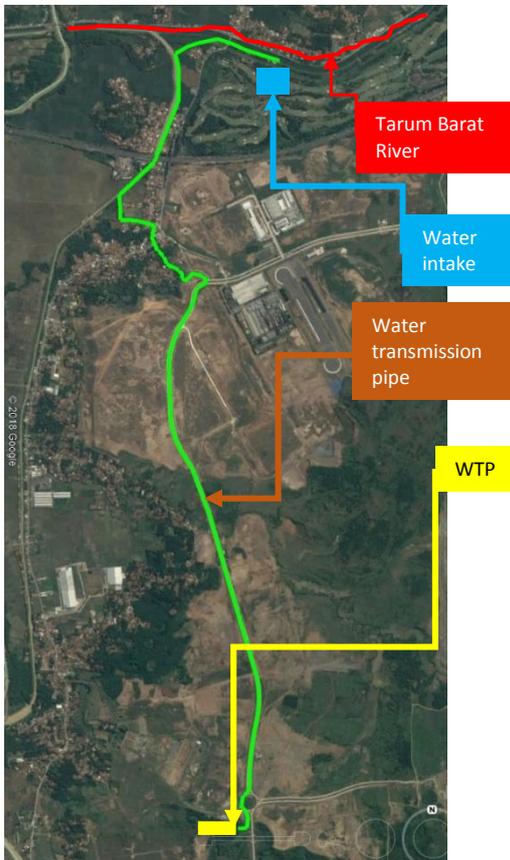
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan pompa sentrifugal untuk WTP kapasitas $0,25\text{m}^3/\text{s}$ untuk kawassan industri karawang akan mengalirkan air baku dari sungai tarum barat menuju area WTP kaawasan industri karawang dengan data sebagai berikut :

1. Kapasitas (Q)= $0,25\text{m}^3/\text{s}$
2. Pipa yang akan digunakan menggunakan bahan pipa Galvanis dan untuk pipa penyaluran menuju WTP menggunakan pipa HDPE.

3. Fluida yang digunakan yaitu air baku (air sungai)
4. Viskositas = $0,800 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
5. $Sp\ Gr = 1000 \text{ kg/m}^3$
6. $Velocity = 1,5 \text{ m/s}$ (0,8 – 1,5 m/s)
7. $Head = 90 \text{ m}$

Berikut merupakan gambar jalur pipa dari intake menuju WTP :



Gambar 2. Peta jalur intake

Perhitungan diameter pipa

Dari data yang didapat dapat maka dapat dilakukan perhitungan diameter pipa menggunakan rumus :

$$Q = v.A$$

$$A = Q / v$$

Dimana :

Q = Debit air

A = Luas penampang

v = kecepatan aliran

diameter pipa yang dibutuhkan adalah :

$$Q = v.A$$

$$A = Q / v$$

$$A = 0,25 / 1,5 = 0,167 \text{ m}^2$$

$$A = (\pi x d^2) / 4$$

$$d^2 = (Ax4) / 3,14$$

$$d^2 = (0,167x4) / 3,14$$

$$d = 0,461 \text{ m}$$

Dari perhitungan tersebut, maka di dapat diameter 0,461m, maka dipilih ukuran pipa sesuai dengan katalog pipa galvanis yang ada di pasaran maka dipilih pipa dengan diameter 20 inci dengan sch 40 dan tebal dinding 15,0622mm.

Bilangan Reynolds

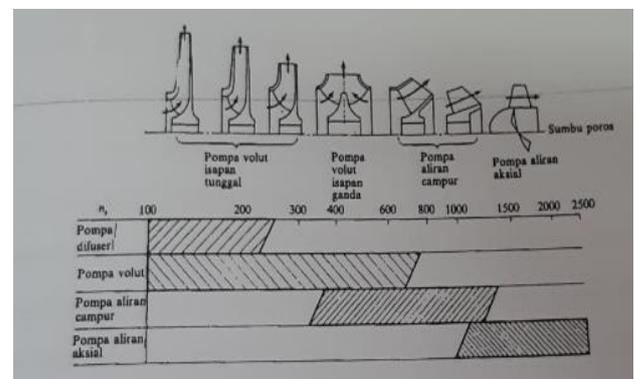
$$Re = \frac{v.d}{\nu}$$

$$Re = \frac{(1,5 \text{ m/s})(0,460 \text{ m})}{0,800 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 862500$$

Dari perhitungan tersebut nilai Reynolds yang didapat lebih dari 4000, maka dapat disimpulkan bahwa aliran air pada pipa bersifat turbulen.

Design Impeller Pompa

Kecepatan spesifik (n_s) dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan jenis impeller pompa sesuai dari gambar berikut :



Gambar 3. Jenis Impeller sesuai dengan kecepatan spesifiknya

Berdasarkan gambar tersebut ada 4 jenis impeller berdasarkan putaran spesifiknya yaitu: $n_s = (100 - 250) = \text{Impeller jenis radial}$

- $n_s = (100- 780) =$ Impeller jenis francis
- $n_s = (320- 1400) =$ Impeller jenis aliran campuran
- $n_s = (890- 2500) =$ Impeller jenis aksial

untuk mendapatkan nilai n_s menggunakan persamaan :

$$n_s = n \cdot \frac{Q^{0,5}}{H^{0,75}}$$

Dimana :

- n_s = Putaran spesifik
- Q = Kapasitas spesifik(m/s)
- H = Head pompa (m)
- n = Putaran pompa (rpm)

dalam perancangan ini didapat :

$$\begin{aligned} n_s &= n \cdot \frac{Q^{0,5}}{(H/2)^{0,75}} \\ &= 1450 \frac{\sqrt{0,25m^3/s}}{(90/2)^{0,75}} \\ &= 41,73 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Dari putaran spesifik yang didapat, maka bentuk *impeller* dapat ditentukan dengan melihat klasifikasi berikut :

- $n_s = (12- 35) =$ Impeller jenis radial
- $n_s = (36- 80) =$ Impeller jenis francis
- $n_s = (80- 160) =$ Impeller jenis aliran campuran

$n_s = (161- 400) =$ Impeller jenis aksial berdasarkan perhitungan putaran spesifik diatas, pompa yang dipakai atau direncanakan adalah pompa dengan jenis *francis* karena putaran spesifik pompanya 41,73 rpm.

Perhitungan daya motor dan diameter Poros

Untuk menentukan daya menggunakan persamaan berikut :

$$P = \frac{V \cdot h \cdot \rho \cdot g}{\eta_e \cdot 1000} \text{ kW}$$

Dimana :

- V = Kapasitas aliran (m³/s)
- H = Head (m)
- $\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- η_e = Randemen efektif

maka dari data yang sudah di dapatkan maka didapat daya sebesar :

$$\begin{aligned} P &= \frac{v \cdot h \cdot \rho \cdot g}{1000 \cdot \eta_e} \\ &= \frac{(0,25m^3/s)(90m)(1000kg/m^3)(9,81m/s^2)}{1000W/kW(0,9)} \\ &= 245,25 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dari perhitungan daya yang didapat maka dapat dihitung diameter porosnya dengan perhitungan sebagai berikut :

$$d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \tau_{izin}}}$$

Torsi,

$$\begin{aligned} T &= \frac{P}{\omega}, \quad \omega = 2\pi \frac{n}{60} = 2\pi \frac{1450}{60} = 151,767 \text{ det}^{-1} \\ P &= 245,25 \text{ kW} = 245\,250 \text{ W} = 245\,250 \text{ Nm/s} \\ T &= \frac{245250 \text{ Nm/s}}{151,767 \text{ det}^{-1}} = 1\,615,963 \text{ Nm} = 1\,615\,963 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Dengan $\tau_{izin} 18 \text{ N/mm}^2$

$$d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{1\,615\,963 \text{ Nmm}}{(0,2)(18 \text{ N/mm}^2)}} = 76,56 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}$$

untuk diameter leher poros ditentukan menggunakan rumus :

$$DN = (1,2 \dots 1,5)dw$$

Dipilih 1,25

Jadi,

$$DN = 1,25(80\text{mm}) = 100\text{mm}$$

Diameter bagian hisap pompa

$$D_s = \sqrt{\frac{4v^2}{\pi \cdot C_o} + DN^2}$$

$$V' = (1,02 \dots 1,05) V$$

Harga kapasitas V 3% - 5% dari V, karena kerugian fluida dari sisi tekan mengalir kembali masuk ke bagian sisi isap melalui celah roda jalan yang berada diatas sisi masuk dan terjadi terus menerus.

$$V' = (1,05)0,25m^3 / s = 0,2625m^3 / s$$

$$\text{Harga } C_0 = 4,5m / s$$

$$D_S \text{ atau } D_1 = \sqrt{\frac{4(0,2625m^3 / s)}{\pi(4,5m / s)} + (0,01m)^2}$$

$$= 0,289m = 289mm$$

Sisi bagian masuk roda jalan D₁

Ujung Permukaan sudu harus dibuat parallel D₁ = D₆ = D_S

$$U_1 = D_1 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} = 0,289\pi(24,167) = 21,93m / s$$

Lebar roda (b₁)

$$\text{Persamaan } C_1 = T_1 \cdot C_0$$

$$T_1 = 1,15 \text{ (diperkirakan)}$$

$$\text{Maka, } C_1 = 1,15(4,5 \text{ m/s}) = 5,175 \text{ m/s}$$

$$b_1 = \frac{V'}{D_1 \pi C_1} = \frac{0,2625}{(0,289)(3,14)(5,175)} = 0,0557m$$

$$= 55,7mm \approx 60mm$$

Segitiga kecepatan masuk,

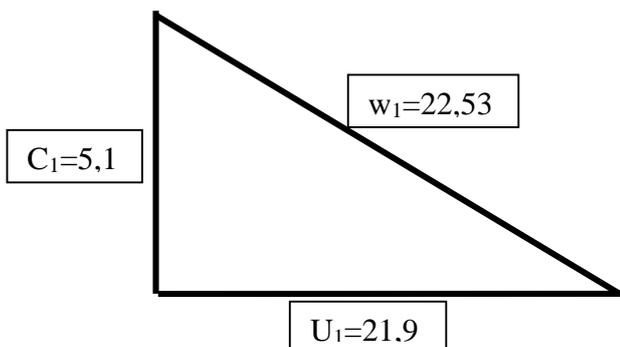
Sudut masuk β₁ didapat dari segitiga kecepatan masuk, dimana :

$$tg \beta_1 = C_1 / U_1 = 5,175 / 21,93 = 0,23$$

$$\beta_1 = 13,23^0$$

$$w_1^2 = C_1^2 + U_1^2$$

$$w = \sqrt{(5,175)^2 + (21,93)^2} = 22,53m / s$$



Gambar 4. Segitiga kecepatan masuk

Dan untuk segitiga ke kecepatan keluar dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$H = 45m$$

$$U_2 = 35 \text{ m/s}$$

$$D_2 = \frac{60 \cdot U_2}{\pi \cdot n} = \frac{60(35 \text{ m/s})}{(3,14)(1450)} = 0,461m = 461mm$$

$$C_2U = \sqrt{H \cdot g} = \sqrt{45 \cdot 9,81} = 21,01m / s$$

$$C_2m = C_0 = 4,5m / s$$

$$tg \beta_2 = \frac{C_0}{(U_2 - C_2U)} = \frac{4,5m / s}{(30m / s - 21,01m / s)} = 0,5$$

$$\beta_2 = 26,59^0$$

$$C_2 = \sqrt{C_2U^2 + C_2m^2} = \sqrt{(21,01^2) + (4,5^2)} = 21,48m / s$$

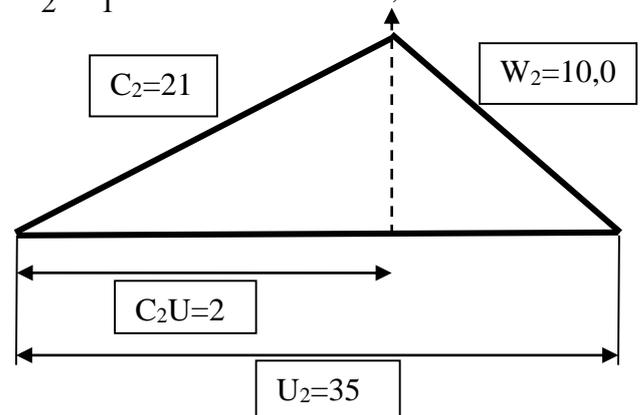
$$tg \alpha_2 = \frac{C_2m}{C_2U} = \frac{4,5m / s}{21,01m / s} = 0,21$$

$$\alpha_2 = 12,089^0$$

$$w_2 = \sqrt{(U_2 - C_2U)^2 + (C_2m)^2} = \sqrt{(30 - 21,01)^2 + (4,5^2)} = 10,05m / s$$

$$\beta_1 + \beta_2 = 13,23^0 + 26,59^0 = 39,82^0$$

$$D_2 / D_1 = 461mm / 289mm = 1,59$$



Gambar 5. Segitiga kecepatan keluar

Menentukan jumlah sudu impeller pompa

Dalam perancangan sebuah pompa sentrifugal penentuan jumlah sudu termasuk hal yang paling penting untuk ditentukan.

Dalam menentukan jumlah sudu dapat digunakan persamaan :

$$Z = 6.5 \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \sin \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$$

$$= 6,5 \frac{461 + 289}{461 - 289} \sin \frac{13,23 + 26,59}{2} = 9,65$$

Dan untuk jarak pembagian sudu adalah :

$$t_1 = D_1 \frac{\pi}{z} = 289 \frac{3,14}{9} = 100,89 \text{ mm}$$

Serta untuk perhitungan tebalnya adalah :

$$\sigma = \frac{S_1}{\sin \beta_1} = \frac{3}{\sin 13,23} = 13,10 \text{ mm}$$

Lebar roda (b₂) :

$$b_2 = \frac{V' \cdot \tau_2}{D_2 \cdot \pi \cdot C_2 m} = \frac{0,2625(1,05)}{0,461(3,14)(4,5)}$$

$$= 0,04 \text{ m} = 40 \text{ mm}$$

Perhitungan Head Losses

1. Head kerugian pada pipa lurus

Dari perhitungan sebelumnya diketahui bahwa aliran pada pipa bersifat turbulen dengan nilai 862 500 dan untuk nilai koefisien (C) Hazen – Wiliam untuk pipa besi galvanis adalah sebesar 120 [6], sehingga untuk mencari head kerugian dapat dicari dengan rumus :

$$h_f = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{0,85}}$$

dimana :

$$Q = \text{Kapasitas} = 0,25 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$C = \text{Kerugian gesek pada pipa} = 120$$

$$D = \text{diameter ekivalen} = 0,4869 \text{ m}$$

Untuk kerugian pipa lurus di sisi isap pompa, yaitu :

$$h_{fs} = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{0,85}} \times L$$

$$= \frac{10,666(0,25 \text{ m}^3 / \text{s})^{1,85}}{(120^{1,85})(0,4869^{0,85})} \times 6 \text{ m}$$

$$= 1,29 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Sedangkan untuk pipa lurus sisi tekan pompa yaitu :

$$h_{fd} = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{0,85}} \times L$$

$$= \frac{10,666(0,25 \text{ m}^3 / \text{s})^{1,85}}{(120^{1,85})(0,4869^{0,85})} \times 5000 \text{ m} = 1,07 \text{ m}$$

Sehingga total kerugian pada pipa lurus yaitu :

$$h_f = h_{fs} + h_{fd}$$

$$h_f = (1,29 \times 10^{-3}) + 1,07 = 1,07129 \text{ m}$$

2. Mencari Kerugian pada aksesoris pipa Setelah menghitung nilai losses (hambatan) pada pipa lurus, maka sekarang kita menghitung nilai hambatan pada aksesoris pipa seperti: elbow, butterfly valve, tee, check valve, dll.

Tabel 1. Jenis-jenis katup dan koefisien geseknya

Diameter(mm)	Diameter(mm)						
	100	150	200	250	300	400	500
Jenis katup							
Katup sorong	0.14	0.12	0.10	0.09	0.07	0	0
Katup kupu-kupu	0.6 - 0.16						
Katup putar	0.09 - 0.026						
Katup cegah jenis ayun			1.2	1.15	1.1	1.0	0.98
Katup cegah tutup jenis takanan			1.2	1.15	1.1	0.9	0.8
Katup cegah jenis angkat bebas	1.44	1.39	1.34	1.3	1.2		
Katup cegah tutup cepat jenis pegas	7.3	6.6	5.9	5.3	4.6		
Katup isap dengan saringan	1.97	1.91	1.84	1.78	1.72		

a. Kerugian pada peralatan bagian hisap : Sambungan tee pada bagian hisap yaitu 2 buah, dari tabel dapat kita ketahui panjang ekivalennya 80D, sehingga :

$$h_f = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{0,85}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,666(0,25 \text{ m}^3 / \text{s})^{1,85}}{(120^{1,85})(0,4869^{0,85})} \times (80 \times 0,4869 \text{ m})$$

$$= 8,39 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Kemudian menghitung kerugian pada katup dan saringan sisi isap menggunakan persamaan :

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

Nilai f didapat dari tabel , dengan nilai f untuk *butterfly valve* yaitu 0,6 untuk diameter 400 mm, sehingga :

$$h_f = 0,6 \frac{(1,5 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,068 \text{ m}$$

Sehingga, total kerugian aksesoris pada sisi hisap sebesar

$$h_f = (8,39 \times 10^{-3}) + 0,068 = 0,076 \text{ m}$$

- b. Kerugian pada aksesoris di sisi tekan :
Jumlah *elbow* 90° pada pipa sisi tekan sebanyak 10 buah sehingga :

$$h_f = 10 \times \frac{10,666(0,25 \text{ m}^3 / \text{s})^{1,85}}{(120^{1,85})(0,4869^{0,85})} \times (32 \times 0,4869 \text{ m})$$

$$= 0,033 \text{ m}$$

Jumlah sambungan *tee* pada bagian tekan sebanyak 5 buah, dari tabel panjang ekuivalnya sebesar 80D, sehingga :

$$h_f = 5 \times \frac{10,666(0,25 \text{ m}^3 / \text{s})^{1,85}}{(120^{1,85})(0,4869^{0,85})} \times (80 \times 0,4869 \text{ m})$$

$$= 0,041 \text{ m}$$

Pada bagian tekan ada 5 *check valve* dan 5 *butterfly valve* dimana :

Nilai f diambil nilai tertinggi dari tabel sebesar 0,6 sehingga :

$$h_f = 10 \times 0,6 \frac{(1,5 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,68 \text{ m}$$

Sehingga total kerugian pada sisi tekan sebesar :

$$h_f = 0,033 + 0,041 + 0,68 = 0,754 \text{ m}$$

Sehingga total kerugian aksesoris pada perpipaan sebesar :

$$h_f = 0,076 + 0,754 = 0,83 \text{ m}$$

- c. Total *Head* kerugian

Total kerugian pada instalasi pipa merupakan penjumlahan antara kerugian pada pipa lurus dan pada aksesoris pipa . Dalam perancangan ini terdapat satu buah *equipment* berupa filter yang diasumsikan kehilangan tekanan yang diperbolehkan 0,5 bar untuk satu unit, sehingga:

$$h_{f \text{ total}} = h_f \text{ pipa lurus} + h_f \text{ aksesoris}$$

$$+ h_f \text{ equipment}$$

$$h_{f \text{ total}} = 1,07 + 0,83 + 5 = 6,9 \text{ m}$$

Mencari NPSH

NPSH (*Net Positive Suction Head*) adalah *head* yang dimiliki zat cair pada sisi hisap pompa atau tekanan mutlak sisi hisap pompa dikurangi tekanan uap jenuh zat cair ditempat tersebut. Dimana parameter yang sudah ada untuk melakukan perhitungan yaitu sebagai berikut :

- Temperatur Kerja pompa yang berada di area pompa yaitu 30° C (P_v)
Tekanan uap jenuh didapat nilai $P_v = 0,04325 \text{ kgf/cm}^2 = 238,3 \text{ kgf/m}^2$
- Tekanan atmosfer di lingkungan kerja (P_a)
Tekanan atmosfer dengan ketinggian 0 – 100 m dari permukaan laut yaitu sebesar 10,33 mH₂O = 1,033 kgf/cm² = 10330 kgf/m²
- Berat jenis (γ) fluida kerja yaitu sebesar 995,7 kgf/m²
- *Head* kerugian pada sisi hisap h_f sisi hisap = h_f pipa lurus sisi hisap + h_f aksesoris sisi hisap h_f sisi hisap = $1,29 \times 10^{-3} + 0,076 = 0,07729 \text{ m}$
- *Head static* pada sisi hisap h_s sisi hisap = 8 m sehingga didapat perhitungan NPSH yang tersedia pada sistem sebesar :

$$H_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_f$$

$$H_{sv} = \frac{10330 \text{ kgf/m}^2}{995,7 \text{ kgf/m}^3} - \frac{238,3 \text{ kgf/m}^2}{995,7 \text{ kgf/m}^3} - 8 - 0,07729$$

$$H_{sv} = 10,37 - 0,24 - 8 - 0,07729 = 2,05 \text{ m}$$

$$= 20,11 \text{ J/kg}$$

SIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian-uraian dan perhitungan pada bab-bab sebelumnya, untuk perencanaan pompa sentrifugal kapasitas $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ pada kawasan industry karawang, maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pompa yang direncanakan mempunyai:
 - a. Kapasitas (Q) : $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$
 - b. Head : 90 m
 - c. Putaran : 1450 rpm, 50Hz, 4 kutub
 - d. Daya Poros : 245.25 kW
 - e. Jumlah sudu : 9 sudu
 - f. Temperatur : 30^0
2. Pompa ini mempunyai impeller tipe radial dengan menggunakan pompa tingkat 2 dan kec.spesifik (Ns): 41,73 rpm.
3. Untuk nilai *Head losses* pada pipa lurus 1,071 m
4. Untuk nilai *Head losses* pada aksesoris perpipaan sebesar 0,83 m.
5. Untuk nilai total *head losses* 6,9 m
6. Untuk NPSH sebesar 20,11 J/kg.

Berdasarkan kapasitas pompa di titik 0 maka head pompa berada pada nilai tertinggi, pada saat kapasitas semakin besar maka head akan mengalami penurunan dan daya cepat naik, dan apabila kapasitas semakin atau melewati kapasitas standar maka efisiensi berada pada titik tertinggi dan akan mengalami penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

Selintung Mary.”perencanaan bangunan pengolahan air minum”,Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Hasanudin

Melati wahyu rizki pratami. “Perencanaan Sistem Pengolahan Lumpur IPA Pejompongan I & II Jakarta”, Skripsi Tugas Akhir Teknik Lingkungan Universitas Indonesia, Depok Juni 2011.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 6774: 2008 tentang Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air, Badan Standarisasi Nasional.

Sebayang, P., Muljadi Tetuko, A.P., Kurniawan, C. Sari, A.Y., Nurdiansah, L.F., 2015, “Teknologi Pengolahan Air Kotor dan Payau Menjadi Air Bersih dan Layak Minum”, Jakarta : LIPI press.

Moh Iryandhasyah Akbar, “Analisis dan pengujian pompa sentrifugal sebagai studi awal perancangan pump storage plant” Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta Indonesia.

Wibowo Paryatmo, 2005. “POMPA”. Jakarta : Universitas Pancasila Press

Sularso, Tahara Haruo. 1987. “Pompa dan Kompresor: Pemilihan Pemakaian, dan Pemeliharaan”. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.