

KAJIAN KINERJA POMPA SENTRIFUGAL KAPASITAS 86 M³/JAM UNTUK COOLING TOWER PENDINGIN MESIN CHILLER DI PT. X

Srihanto

Prodi Teknik Mesin , FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
srihanto58@gmail.com

Abstrak

Pompa sentrifugal adalah suatu perangkat mekanis yang berfungsi mengalirkan cairan dengan menggunakan energi kinetik yang dihasilkan oleh putaran impeler. Pompa ini dikenal karena desainnya yang efisien dan kemampuannya dalam menangani berbagai jenis cairan, termasuk air, minyak, dan bahan kimia. Pompa yang di analisa adalah pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mensirkulasikan air dari *cooling tower ke kondensor mesin chiller kemudian* air keluar dari mesin *chiller* menjadi panas dan kembali dipompa ke di *cooling tower untuk* didinginkan. Mesin *Chiller* (Mesin Refrigerasi) berfungsi untuk mendinginkan udara dalam ruangan pabrik sehingga udara dalam ruangan menjadi sejuk dan nyaman. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kinerja pompa *cooling tower* meliputi kapasitas aliran, head pompa, daya pompa dan efisiensi pompa apakah terjadi perubahan atau masih dalam kondisi baik, karena pompa tersebut sudah beroperasi lebih dari 20 tahun. Metodologi yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu menentukan data pompa dari lapangan kemudian di analisa dengan teori yang bersumber dari buku referensi dan web site internet untuk menentukan kinerja pompa. Dari hasil Analisa perhitungan diperoleh data kinerja pompa yaitu kapasitas (Q) 86 m³/jam atau 0,024 m³/s, Head (H) 19,3 m, atau tekanan (P) 2 Bar, daya air 4,5 kW, daya Pompa 6 kW, daya motor penggerak Pompa 7,2 kW, Efisiensi pompa (η_p) 75 , dari hasil Analisa maka di partikan bahwa pompa masih layak di operasikan.

Kata Kunci : Kinerja . Pompa sentrifugal, Head, kapasitas, Daya pompa.

I. PENDAHULUAN

Pompa sentrifugal adalah suatu perangkat mekanis yang dirancang untuk mengalirkan cairan dengan menggunakan energi kinetik yang dihasilkan oleh putaran impeler. Pompa sentrifugal di PT X berfungsi untuk mensirkulasikan air dari *cooling tower ke kondensor mesin chiller kemudian* air keluar dari mesin *chiller* menjadi panas dan kembali di pompa ke *cooling tower untuk* didinginkan. Mesin *Chiller* (Mesin Refrigerasi) berfungsi untuk mendinginkan air kemudian air tersebut digunakan untuk mendinginkan udara dalam ruangan pabrik sehingga udara dalam ruangan menjadi sejuk dan nyaman. Pompa sentrifugal tersebut beroperasi sudah lebih dari 20 tahun dan sering dilakukan perbaikan, sehingga perlu dilakukan kajian kinerja pompa sentrifugal tersebut, apakah masih memenuhi syarat yang di tentukan. *Cooling tower* (Menara pendingin) merupakan alat penukar panas di mana udara dan air bersentuhan langsung satu sama lain untuk menurunkan suhu air. Apabila debit air dari pompa yang di alirkan ke *cooling tower* berkurang maka akan mempengaruhi kinerja mesin chiller. (Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 2005)

1.1. Pengertian Pompa sentrifugal .

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa *non positive displacement pump*

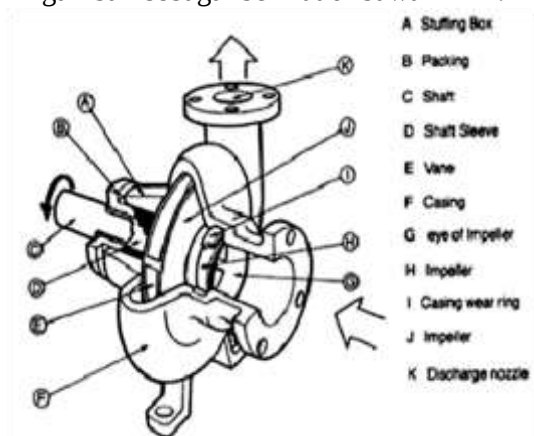
dengan prinsip kerja sebagai berikut: Energi mekanik dari unit penggerak (motor penggerak) dikonversikan menjadi energi cairan akibat adanya gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh impeler yang berputar. Secara umum Pompa adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan fluida zat cair dari suatu tempat ke tempat lain yang lebih tinggi. Pemindahan fluida dapat terjadi karena adanya perubahan energi mekanik menjadi energi potensial, sehingga dapat diketahui fungsi umum dari suatu pompa, yaitu untuk memindahkan fluida dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. Penggunaan pompa pada saat ini sudah sangat luas meliputi hampir semua sektor industri maupun rumah tangga, penggunaan pompa dapat dijelaskan sebagai berikut (Sularso, Haruo Tahara, 2017)

- Sektor Pertanian untuk pengairan
- Sektor Perkotaan untuk distribusi air minum ke rumah tangga
- Sektor Pembangkit listrik tenaga Uap untuk mensupli air dalam sistim.
- Sektor Gedung dan Properti untuk mensuply kebutuhan air pengguna gedung dari lantai paling bawah ke yang paling atas.

- Sektor Pemadam Kebakaran sebagai pemadam kebakaran dan masih banyak lagi kegunaan dari pompa yang sangat luas penggunaannya.
- Sektor Industri .

1.2 Komponen Pompa Sentrifugal

Komponen - komponen utama dari pompa sentrifugal adalah dapat di lihat pada gambar sebagai berikut di bawah ini :



Gambar 1. Komponen Pompa sentrifugal (Sularso, Haruo Tahara, 2017)

Rumah Pompa (Volute).

Rumah pompa pada pompa sentrifugal berfungsi untuk menampung fluida yang keluar dari impeller

Impeller

Impeller, dalam pembuatannya, biasanya dicor dalam satu kesatuan. Impeler berfungsi untuk mengarahkan air dan memutar fluida agar timbul gaya sentrifugal.

Poros Pompa .

Selain itu poros berfungsi untuk menransmisikan momen torsi dari motor penggerak ke impeler.

Paking

Paking mempunyai penampang bujur sangkar dan dipotong menjadi cincin yang terpisah dua. Fungsi paking adalah untuk mencegah fluida keluar melalimi poros dan menahan udara mengalir masuk kedalam pompa.

Bantalan (bearing)

Bantalan berfungsi untuk menjaga poros tetap lurus akibat adanya gaya radial dan aksial ketika pompa berkerja. Jenis bantalan yang sering digunakan pada pompa antara lain :

Kopling

Suatu kopling yang fleksibel harus digunakan untuk menghubungkan motor penggerak dengan pompa sehingga

pengaruh ketidak-lurusan dapat ditiadakan.

1.3. Hal- Hal Yang Mempengaruhi Kinerja Pompa Sentrifugal.

Head Zat Cair

Head adalah tinggi suatu permukaan zat cair terhadap suatu bidang tertentu. Aliran suatu zat cair melalui penampang saluran (sepeni pada gambar). Pada penampang tersebut zat cair memiliki tekanan statis (N/m^2), kecepatan rata-rata v (m/s), dan ketinggian z (m) diukur dari bidang referensi. Maka dapat dikatakan zat cair pada penampang tersebut mempunyai total H (m), yang dinyatakan dengan rumus (Sularso, Haruo Tahara, 2017):

$$H = \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + Z \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana :

$$\frac{p}{\gamma} = \text{head tekanan (m)}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \text{head kecepatan (m)}$$

$$Z = \text{head potensial (m)}$$

$$\gamma = \text{energy spesifik (J/kg)}$$

$$v = \text{kecepatan (m/dt)}$$

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

Head total pompa dapat ditulis sebagai berikut (Sularso, Haruo Tahara, 2017):

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v_d^2}{2g} \dots\dots\dots(1.2)$$

Dimana :

$$H = \text{head total pompa (m)}$$

$$h_a + \Delta h_p = \text{head statis pompa (m)},$$

$$h_a = \text{head elevasi.}$$

Head ini adalah perbedaan tinggi antara permukaan air sisi keluar dan sisi isap, tanda positif (+) dipakai apabila muka air di sisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap.

1). Menentukan Bilangan REYNOLD. (Raland V Giles Ir. Herman Widodo Soemitro), 2018)

$$Re = \frac{Vis. \cdot ds}{\nu} \dots\dots\dots(1.3.)$$

Dimana :

$$\nu = \text{viskositas kinematik zat cair} = 0,801. 10^{-6} \text{ pada } t = 30^{\circ}\text{C}$$

$$Vs = \text{kecepatan pada pipa (m/dt)}$$

d_s = diameter dalam pipa (m)

2). Kapasitas Aliran .

Kapasitas aliran adalah jumlah kebutuhan aliran yang akan dipompakan. Kapasitas ditentukan menurut kebutuhan pemakaiannya. Aliran fluida umumnya merupakan gerak suatu fluida yang mengalami berbagai gaya tidak seimbang. Ini terutama merupakan bagian dari mekanika fluida dan aliran fluida umumnya berkaitan dengan dinamika fluida. Pergerakan fluida berlanjut sampai gaya-gaya tidak seimbang yang berbeda diterapkan pada fluida. Besar kapasitas aliran adalah: (Mustafa, Bustami, Ir.M.Sc, 2018):

$$Q = A.V \dots\dots\dots(1.4)$$

Dimana :

A = Luasan penampang aliran (m²)

V = kecepatan aliran fluida (m/dt)

3) Kecepatan Spesifik

Kecepatan spesifik dari pompa adalah kecepatan putaran yang sebenarnya dari pompa pembanding yang mempunyai geometri sudu-sudu mirip (sama) dan dapat mengalirkan kenaikan zat cair 1 m dengan kapasitas 1 m³/s. Kecepatan spesitik dapat dimliskan dengan rumus sebagai berikut (Sularso, Haruo Tahara, 2017) :

$$n_s = n \cdot \frac{Q^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{3}{4}}} \dots\dots\dots(1. 5)$$

Dimana:

n_s = putaran spesitik pompa

n = putaran poros pompa (rpm)

Q= kapasitas pompa (m³/s)

H= head pompa (m)

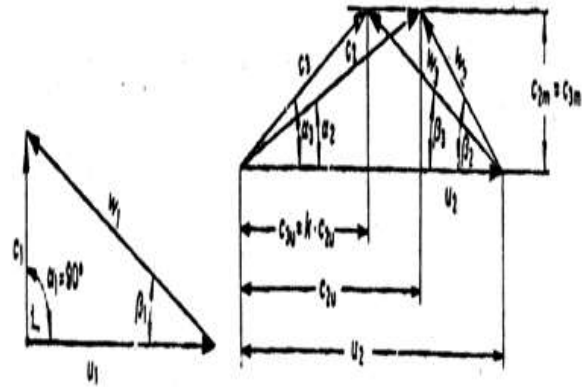
Putaran spesitik ini menentukan bentuk sudu-sudu impeler yang akan dipakai pada pompa sentrifugal. Untuk impeler tersebut adalah (Sularso, Haruo Tahara, 2017) :

- N_s = 12 - 35 impeler jenis radial
- N_s = 38 - 80 impeler jenis francis
- N_s = 80- 160 impeler jenis mixed flow
- N_s = 160-400 impeler jenis propeller

4) Segitiga Kecepatan

Kita dapat menggambarkan segitiga kecepatan dari setiap titik pada garis aliran. Segitiga kecepatan digunakan untuk mengetahui besaran-besaran kecepatan pada titik tersebut atau sudut yang dibentuk oleh kecepatan-kecepatan tersebut. Hal ini

dalam rangka perencanaan impeler pada pompa sentrifugal



Gambar 2. Segitiga kecepatan

(Sularso, Haruo Tahara, 2017)

Dimana :

C = kecepatan absolut air masuk sudu (m/s)

C_{2m} = kecepatan radial air (m/s)

u = kecepatan tangensial (m/s)

α = sudut kecepatan absolut dengan kecepatan tangensial

β = sudut kecepatan relatif dengan kecepatan tangensial

w = kecepatan relatif air (m/s)

5) Daya poros dan efisiensi pompa.

Daya air adalah energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa per satuan waktu, yang dapat kita tulis dengan rumus sebagai berikut (Sularso, Haruo Tahara, 2017):

$$P_w = \rho g Q H \dots\dots\dots 1.6)$$

Dimana :

P_w = daya air (kW)

ρ = massajenis air per satuan volume (kg/m³)

Q = kapasitas pompa (m³/s)

H = head total pompa (m)

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya air dibagi dengan efisiensi pompa itu sendiri. Daya ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut (Dietzel, Fritz, Dakso Sriyono, 2009):

$$P_p = \frac{P_w}{\eta_p} \dots\dots\dots(1.7)$$

Dimana:

P_p = daya poros pompa (kW)

P_w = daya air (kW)

η_p = efisiensi pompa

Daya motor adalah daya nominal dari penggerak mula yang dipakai untuk menggerakkan pompa yang dapat dihitung dengan rumus (Dietzel, Fritz, Dakso Sriyono, 2009)

$$P_m = \frac{P_p(1+\alpha)}{\eta_t} \dots\dots\dots(1.8)$$

Dimana :

P_m = daya nominal penggerak mula – mula atau daya motor (kW)

α = faktor cadangan

η_t = efisiensi transmisi

Nilai α dan η_t dapat ditentukan melalui tabel perbandingan cadangan dan efisiensi transmisi. Untuk harga - harga standar efisiensi pompa dapat kita peroleh dalam tabel efisiensi standar pompa. Efisiensi pompa untuk pompa-pompa jenis khusus dapat diperoleh dari pabrik yang membuat pompa tersebut.

6) Kajian Diameter Poros pompa (R.S Khurmi, JK Gupta, 2012):

$$dp = \sqrt[3]{\frac{16.T}{\pi.\dot{r}}} \dots\dots\dots (1.9)$$

dimana :

T = momen puntir pada poros pompa. (Nmm).

N = putaran pompa.(1450 rpm)

$\dot{r}$ = tegangan geser ijin bahan poros.

7) Momen puntir (T) di dapat di caari

(R.S Khurmi, JK Gupta, 2012) =

$$T = \frac{60.P}{2.\pi.n} \dots\dots\dots (1.10)$$

Dimana :

P = daya pompa (W)

n = putaran pompa (rpm).

8) Head isap positif atau *Neto Positif Suction Head (NPSH)*.

Seperti yang telah diuraikan di atas, kavitasi akan terjadi bila tekanan statis suatu aliran zat cair turun sampai di bawah tekanan uap jenuhnya. Jadi untuk menghindari kavitasi, harus diusahakan agar tidak ada satu

bagianpun dari aliran di dalam pompa yang mempunyai tekanan statis lebih rendah dari tekanan uap jenuh cairan pada temperatur yang bersangkutan. Berhubung dengan hal tersebut di atas, maka head isap positif neto atau NPSH (*Net Positive Suction Head*) didefinisikan sebagai ukuran keamanan pompa terhadap kavitasi. (Sularso, Haruo Tahara, 2017).

maka besarnya NPSH yang tersedia dapat diditulis dengan persamaan (Sularso, Haruo Tahara, 2017).

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - h_s - h_{ls} \dots\dots(1.11)$$

Dimana :

h_w = NPSH yang tersedia (m)

P_a = tekanan atmosfer (Pa)

P_v = tekanan uap air pada temperatur (Pa)

ρ = berat zat cair per satuan volume (kg/m^3)

h_s = head isap statis (m), (bertanda +) jika pompa terletak di bawah permukaan cairan yang :liisap dan sebaliknya

h_{ls} = kerugian head pada sisi isap (m)

NPSH yang diperlukan untuk titik ini adalah $NPSH_R$, maka dapat dinyatakan sebagai berikut (2):

$$NPSH_p = \sigma \cdot H \dots\dots\dots (1.12)$$

Dimana:

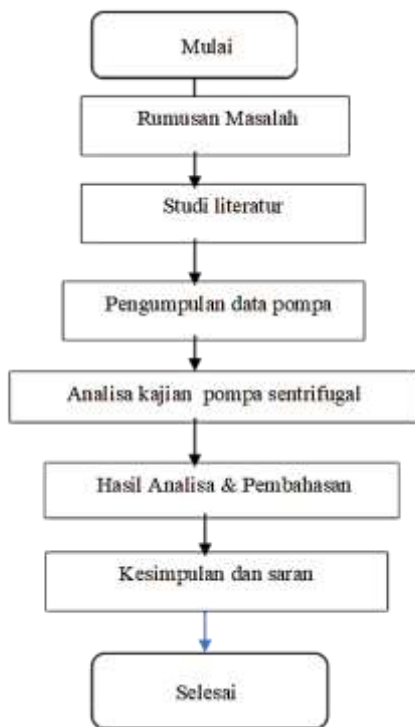
σ = koefisien kavitasi thoma

$NPSH_R$ = NPSH yang diperlukan

H = head pompa (m)

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini metodologi penelitian digambarkan seperti pada diagram alir yaitu :

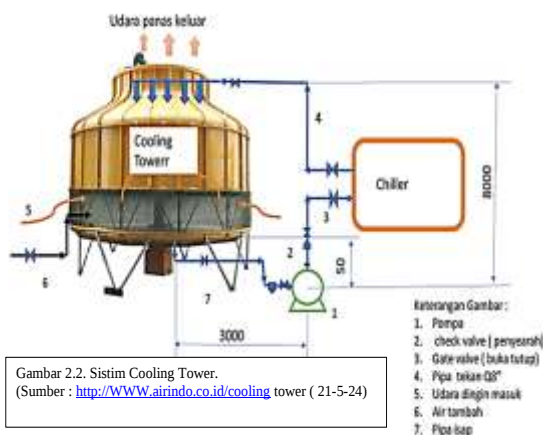


Gambar 3. Diagram alir Analisa pompa sentrifugal (Sumber : Karya mandiri) :

2.1 Data lapangan :

Berikut data pompa yang akan dianalisa yang di peroleh dri PT X. yaitu :

1. Kapasitas Pompa : 86 m³/jam.
2. Fluida yang di alirkan : Air
3. Jenis Pompa Sentrifugal.
4. Fungsi Mensirkulasikan air ke *Cooling Tower*.
5. Tinggi Instalasi pemipaan : 5,5.meter.
6. Panjang instalasi : 3 meter
7. Sumber air PAM



Gambar 4. Segitiga kecepatan (Sumber : Penelitian Mandiri)

III.HASIL DAN PEMBAHASAN.

3.1. Menentukan diameter pipa masuk dan keluar pompa adalah (Mustafa, Bustami, Ir.M.Sc, 2018):

$$Q = A.Vp$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 D_s &= \sqrt{\frac{4.Qp}{\pi.Vs}} \\
 &= \sqrt{\frac{4(.0,024)}{3,14(.3)}} = \sqrt{\frac{0,096}{9,42}} \\
 &= \sqrt{0,0102} = 0,102 \text{ m} \\
 &\text{atau } 102 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3.2.Menentukan Bilangan REYNOLD.:

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{Vis \cdot ds}{\nu} \\
 Re &= \frac{3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,102 \text{ m}}{0,801 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = \frac{0,306}{0,00000801} \\
 &= 3820
 \end{aligned}$$

Maka aliran dalam pipa turbulen .(3820 > 2000)

3.3.Menentukan Besar Head:

1) Menentukan Tinggi Head Statis (ha) .

ha = ketinggian = 5,7 meter
h discharge = 1 Bar atau
= 100 000 N/m².

$$\begin{aligned}
 \text{Atau } \Delta h_p &= \frac{P}{\rho \cdot g} = \frac{100 \text{ 000}}{1000 \times 9,8} \\
 &= 10,2 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

Sehingga besar head statis untuk pipa 4' yaitu :

$$\begin{aligned}
 H_s &= ha + \Delta h_p \\
 &= 10,2 + 5,5 = 15,7 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

2) Head Losses discharge / kerugian pada pipa keluar (mayor ,hld

$$\begin{aligned}
 h_{fd1} &= \lambda \cdot \frac{Id \cdot Vid^2}{ds \cdot 2 \cdot g} \\
 h_{fd1} &= 0,025 \cdot \frac{8 \text{ m} (3\text{m/s})^2}{0,102 \text{ m} \cdot 2 \cdot 9,8\text{m/s}^2} \\
 &= 0,025 \left(\frac{24}{1,96} \right) \\
 &= 0,31. \text{ m}
 \end{aligned}$$

3)Head Losses kerugian Fitting pipa (Minor) tekan addalah : (hfd2) pipa tekan Fitting 4 “ adalah :

$$h_{fd2} = K \cdot \frac{Vid^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

K =jumlah koefisien gesek pada fitting pada pipa tekan

$$K = (4 \times 0,25) + 1 \times 0,25 + (6 \times 0,5) = 4,25 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} h_{fd2} &= 4,25 \cdot \frac{(3 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \\ &= 4,25 \left(\frac{9}{19,6} \right) \\ &= 2,26 \text{ m} \end{aligned}$$

4) Maka kerugian gesek pipa tekan 4” (mayor) adalah =

$$\begin{aligned} H_{fd} &= h_{fd1} + h_{fd2} \\ &= 0,31 + 2,26 = 2,57 \text{ m} \end{aligned}$$

5) Kerugian gesep pipa isap dan tekan 4” adalah :

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

Dimana :

$$\begin{aligned} H_{fs} &= \text{kerugian gesek pipa isap} \\ &= 0,96 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{fd} &= \text{kerugian gesek pipa tekan} \\ &= 2,57 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka :

$$H_i = 0,96 + 2,57 = 3,53 \text{ m}$$

Berikut table 3.1. kerugian gesek pipa isap dan tekan 4inc hasil

Analisa :

Tabel 3.1. table kerugian gesek pipa isap dan tekan 4inc (Hi).

No	Kerugian gesek pipa isap dan tekan (hi) (m)					
	Diameter pipa	V (m/dt)	Re	Hfs	Hfd	Jumlah (m)
1	Pipa isap 4"	3	79300	0,96	2,57	3,53

Sumber : Penelitian Mandiri)

6) Besar Head total pipa 4 “ :

$$H = (h_a + \Delta h_p) + h_i + \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$v = 15,7 + 3,53 + \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$H = 19,3 \text{ m}$$

Berikut Hasil analisa head total pada pipa 4 inc. yang dibutuhkan pompa dapat di lihat di table 3.2.

Tabel 1. Hasil Analisa Head total pipa 4 inc.

No	Head total pompa (H) (m)				
	D.Pipa	Ha+ Δhp	Hi	V ² /2g	H.(m)
1	4 “	15,7	3,53	0,46	19,3

(Sumber hasil Analisa)

Tekanan yang dibutuhkan air pompa adalah (P) . :

$$\begin{aligned} P &= \rho \cdot g \cdot H \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/dt}^2 \times 19,3 \text{ m} \\ &= 189140 \text{ Pa atau } 1,9 \text{ Bar atau} \\ &\text{di bulatkan menjadi } 2 \text{ Bar.} \end{aligned}$$

3.4. Menentukan besar nilai NPSH:

1) NPSH yang tersedia.

Adalah tekanan sisi isap pompa dan dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} H_{sv} &= \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - H_s - H_{is} \\ H_{sv} &= \frac{103320}{9724} - \frac{74147}{9724} - 0 - 0,96 \\ &= 10,63 - 7,62 - 0,96 \\ &= 2,05 \text{ m} \end{aligned}$$

2)NPSH Yang Diperlukan

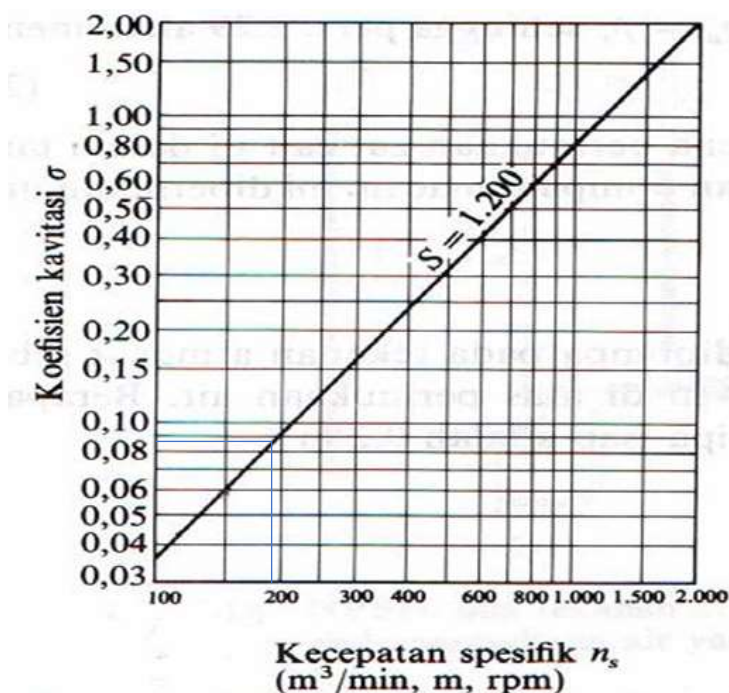
NPSH yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus Thoma (Hsn):

$$\sigma = \frac{H_{svn}}{H_n}$$

Maka : $H_{sn} = \sigma \times H_n$

Untuk mencari nilai (σ) , maka diperlukan nilai putaran spesifik (n_s)

$$\begin{aligned} n_s &= \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \\ n_s &= \frac{1450 \times \sqrt{1,43}}{19,3^{0,75}} \\ &= \frac{1746}{9,21} = 190 \text{ rpm} \end{aligned}$$



Gambar 5. Grafik Hubungan antar koefisien kavitas thoma dengan kecepatan (Sularso, Haruo Tahara, 2017)

Dengan diketahuinya harga $n_s = 190$ rpm , maka dapat dicari koefisien Thoma (σ). Dari grafik 4.3 maka dapat nilai $\sigma = 0,085$

$$\begin{aligned} H_{svn} &= \sigma \times H_n \\ &= 0,085 \times 19,3 \\ &= 1,64 \text{ m} \end{aligned}$$

3) Dari hasil analisa di atas maka NPSH yang tersedia Hvs: (2,06 m) > NPSH yang diperlukan Hn (1,7 m). atau 2,37 > 1,64 m Maka Pompa dinyatakan aman terhadap kavitasi.

3.5. Besar Daya air / Fluida Pw pada instalasi pipa 4 “:

$$P_w = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q.$$

Maka :

$$\begin{aligned} P_w &= (1000) \times (9,8) \times (19,3) \times (0,024) \\ &= 4518 \text{ W.} = 4,5 \text{ kW.} \end{aligned}$$

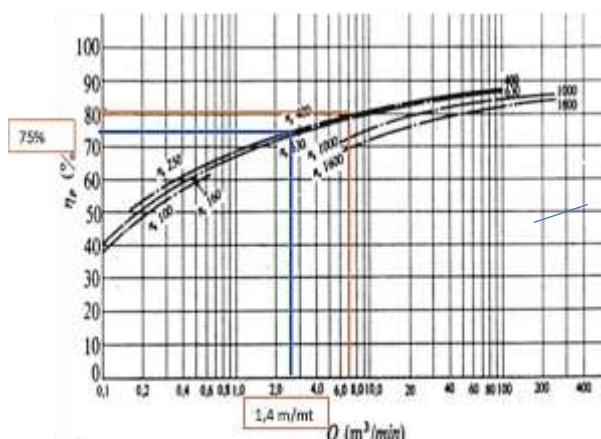
3.6 Daya Pompa (Daya Poros Pompa) (Pp).

Daya poros adalah daya yang dibutuhkan poros pompa untuk memutar impeller sehingga impeller dapat mendorong air dari sisi isap ke sisi keluaran.

Besar daya poros pompa adalah (Pp) :

$$P_p = \frac{P_w}{\eta_p}$$

Efisiensi pompa dapat di tentukan dengan grafik di bawah ini :



Gambar 6. Grafik Hubungan antara kecepatan spesifik (ns) dan kapasitas (Q) untuk menentukan efisiensi pompa (Sularso, Haruo Tahara, 2017)

Maka;

Daya pompa untuk pipa 4 “ adalah :

$$\begin{aligned} P_p &= \frac{4518}{0,75} \\ &= 6024 \text{ W} = 6 \text{ kW.} \end{aligned}$$

Daya Poros (Pp) = 6 kW.

3.7 Adapun rumus untuk menentukan daya Motor nominal tersebut adalah :

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{P_p \cdot (1 + \alpha)}{\eta_t} \\ P_m &= \frac{6024 \cdot (1 + 0,15)}{0,96} \\ &= 7,216 \text{ W.} \\ &= 7,2 \text{ kW.} \end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil Analisa daya air, daya pompa dan daya motor penggerak pada instalasi pipa 4” Efisiensi 75%:

No	D. pipa	Q (m ³ /s)	H (m)	Daya Teoritis (kW)		
				Pw. (kW)	Pp. (kW)	Pm. (kW)
1	4”	0,024	19,3	4,5	6	7,2

(Sumber : Karya Mandiri)

3.8 . Pembahasan

Dari hasil analisis kajian kinerja pompa sentrifugal yang digunakan untuk pendingin *cooling tower* kapasitas 86 m³/jam sebagai pendingin chiller adalah :

1. Head yang dibutuhkan untuk mengalirkan air ke *cooling tower* dengan ketinggian sistem pemipaan 8 meter adalah 19,3 meter, (2 bar) sedang tekanan yang ada adalah 2,2 bar. Berarti pompa mampu mengalirkan air ke atas *cooling tower*.
2. Hasil Analisa sistem pemipaan untuk aliran kapasitas air yang di butuhkan *cooling tower* sebesar 86 m³/jam, dibutuhkan ukuran diameter pipa 4 inc atau 102 mm. ketebalan 6,02 mm adalah sesuai yang terpasang pada sistem pemipaan.
3. Daya pompa hasil Analisa adalah 6 kW sedang daya motor 7,2 kW, sedang daya motor yang terpasang adalah 10 kW. Berarti motor dan pompa aman

III. KESIMPULAN

Dari hasil analisis kajian kinerja pompa sentrifugal yang digunakan untuk pendingin *cooling tower* kapasitas 86 m³/jam sebagai pendingin chiller adalah :

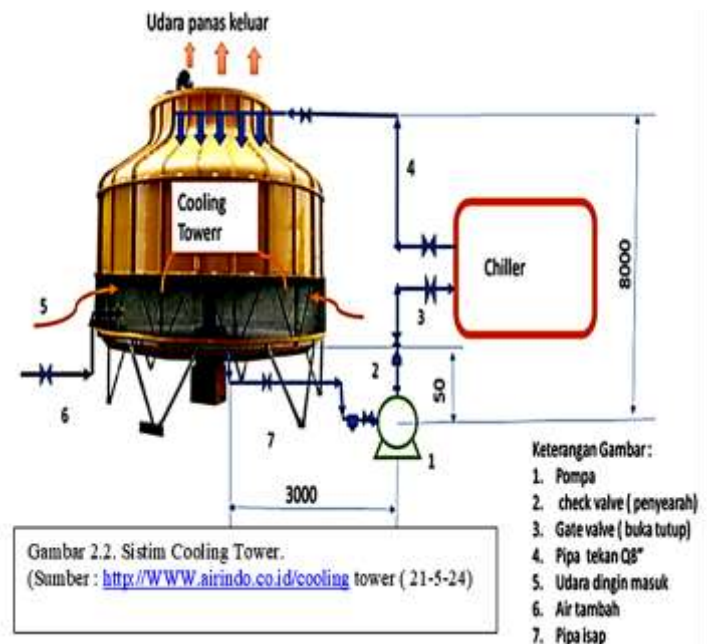
1. Head yang dibutuhkan pada sistem pemipaan adalah 19,3 meter, sedang tekanan yang ada

- adalah 2,2 bar. Berarti pompa mampu mengalirkan air ke atas *cooling tower*.
- Hasil Analisa sistim pemipaan untuk aliran kapasitas air yang di butuhkan *cooling tower* sebesar 86 m³/jam, pada ukuran pipa 4 inc atau adalah sesuai yang terpasang pada sistim pemipaan.
 - Daya pompa hasil Analisa adalah 6 kW, daya motor 7,2 kW, sedang daya moor yang terpasang addalah 10 kW. Berarti motor dan pompa aman

DAFTAR REFERENSI

- Dietzel, Fritz, Dakso Sriyono, 2018 "Turbin Pompa dan Kompresor",Erlangga, Jakarta. 2009.
- Mustafa, Bustami, Ir.M.Sc, "Pompa Sentrifugal",Jakarta.
- Raland V Giles, Ir. Herman Widodo Soemitro, 2018, Mekanika Fluida & Hidrolika. Edisi 6. Seri Buku Schaum.
- R.S Khurmi, JK Gupta, 2012, A text book machine of Design",Eurasia Publishing house (pvt) Ltd. Ram nager new dehli 11055 edisi ketiga.
- Sularso, Haruo Tahara , Pompa dan Kompresor Pemilihan, 2017, Pemakaian Dan Pemeliharaan" PT. PRDNYA PARAMITHA Jakarta.
- Wiranto Arismunandar, Heizo Saito Penyegaran Udara, 2005,Edisi 7, PT. PRADNYA PARAMITA, Jakarta.

Lampiran.



-h-