

## ANALISIS PENURUNAN KAPASITAS POMPA NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH) DENGAN KAPASITAS 60 M<sup>3</sup>/JAM

Agus Setyo Umartono, Ahmad Ali Fikri

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Gresik

### ABSTRAK

*Pompa mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia. Dalam penggunaannya di bidang industri khususnya di PT. KARUNIA ALAM SEGAR Gresik alat ini digunakan untuk memindahkan fluida, salah satunya yaitu Natrium Hidroksida (NaOH) yang berfungsi untuk keperluan water treatment, yaitu regenerasi air bebas mineral untuk ketel uap. Adanya suatu kebutuhan pompa yang dapat digunakan untuk mengalirkan fluida Natrium Hidroksida (NaOH) yang mampu menghasilkan kapasitas sebesar 60 m<sup>3</sup> /jam, dimana saat ini hanya mampu menghasilkan 38.6 m<sup>3</sup>/jam. Dari hasil perhitungan dan pembahasan, ditentukan debit aliran sebesar 60 m<sup>3</sup>/jam atau 1 m<sup>3</sup>/menit. Sehingga diperoleh hasil dari perhitungan diameter pipa 80 mm, mayor head losses 79 m, friction factor pipa dan peralatan 12,66 m, dan total head pompa adalah sebesar 96,8 m. Dipilih pompa PENTAIR AURORA 3800 SERIES SINGLE STAGE END SUCTION model 3804 dengan dimensi 2 x 3 x 11L, dengan 2950 r/min menggunakan motor induksi 3 phase 30 HP, 230/460 V, 50 Hz.*

**Kata kunci :** pompa sentrifugal, head losses, friction factor

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Pada zaman modern ini, pompa mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia. Pompa yang sering digunakan untuk memenuhi kebutuhan baik secara pribadi atau keperluan industri adalah pompa sentrifugal. Dalam penggunaannya di bidang industri

khususnya di PT. KARUNIA ALAM SEGAR Gresik alat ini digunakan untuk memindahkan fluida kerja salah satunya yaitu Natrium Hidroksida (NaOH) yang berfungsi untuk keperluan *water treatment*, yaitu regenerasi air bebas mineral untuk ketel uap.

Adanya suatu kebutuhan pompa yang dapat digunakan untuk mengalirkan fluida kerja Natrium Hidroksida (NaOH)

yang mampu menghasilkan kapasitas sebesar 60 m<sup>3</sup>/jam dimana saat ini hanya mampu menghasilkan 38.6 m<sup>3</sup>/jam.

**Tujuan penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk:

1. Menghitung ulang head instalasi.
2. Memilih tipe pompa yang sesuai.

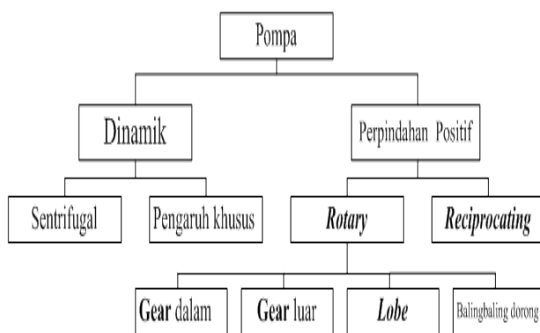
**DASAR TEORI**

**Definisi pompa**

Pompa adalah suatu mesin/alat yang digunakan untuk menaikkan cairan dari permukaan yang rendah ke permukaan yang lebih tinggi atau memindahkan cairan dari tempat yang bertekanan yang rendah ke tempat yang bertekanan yang lebih tinggi. Pompa didalam kerjanya akan mentransfer energi mekanis dari suatu sumber energi luar ke cairan yang mengalir melaluinya.

Jadi disini, pompa menaikkan energi cairan yang mengalir melaluinya, sehingga cairan tersebut dapat mengalir dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi maupun dari tempat bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan lebih tinggi dan bersamaan dengan itu bisa juga mengatasi tahanan hidrolis sepanjang pipa yang dipakai.

**Klasifikasi pompa**



**Gambar 2.1 : klasifikasi pompa**

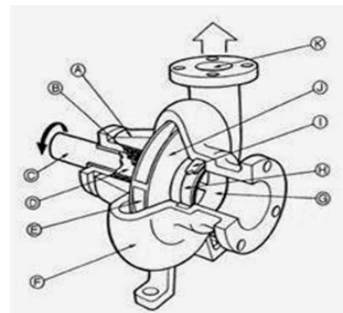
**Pompa Sentrifugal**

Sebuah pompa sentrifugal tersusun atas sebuah impeller dan saluran inlet ditengah-tengahnya. Dengan desain ini maka pada saat impeller berputar, fluida mengalir menuju casing disekitar impeller sebagai akibat dari gaya sentrifugal.

Casing ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran fluida sementara kecepatan putar impeller tetap tinggi. Kecepatan fluida dikonversikan menjadi tekanan oleh casing sehingga fluida dapat menuju titik outletnya.

**Fungsi dan Bagian-bagian Utama Pompa Sentrifugal**

Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut :



**Gambar 2.2 : bagian-bagian pompa sentrifugal**

1. **Stuffing Box**  
*Stuffing Box* berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing.
2. **Packing**  
 Digunakan untuk mencegah dan mengurangi bocoran cairan dari casing pompa melalui poros. Biasanya terbuat dari asbes atau teflon.
3. **Shaft (poros)**  
 Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan

- impeller dan bagian-bagian berputar lainnya.
4. Shaft sleeve  
*Shaft sleeve* berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada stuffing box. Pada pompa *multistage* dapat sebagai *leakage joint*, *internal bearing* dan *interstage* atau *distance sleeve*.
  5. Vane  
Sudu dari impeller sebagai tempat berlalunya cairan pada impeller.
  6. Casing  
Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan *diffuser (guide vane)*, *inlet* dan *outlet nozzle* serta tempat memberikan arah aliran dari impeller dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).
  7. Eye of Impeller  
Bagian sisi masuk pada arah isap impeller.
  8. Impeller  
Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara *continue*, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.
  9. Casing Wearing Ring  
*Wearing ring* berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan impeller maupun bagian belakang impeller, dengan cara memperkecil celah antara casing dengan impeller.
  10. Bearing  
*Bearing* (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari

poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. Bearing juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

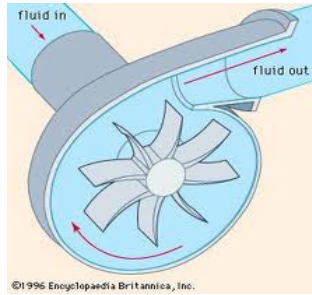
#### 11. Discharge nozzle

Merupakan bagian dari pompa yang berfungsi sebagai tempat keluarnya fluida hasil pemompaan.

### Terciptanya Gaya Sentrifugal

Cairan proses memasuki nosel sisi masuk menuju titik tengah impeller yang berputar. Ketika berputar, impeller akan memutar cairan yang ada dan mendorongnya keluar antara dua siripnya, serta menciptakan percepatan sentrifugal. Ketika cairan meninggalkan titik tengah impeller, menciptakan daerah bertekanan rendah sehingga cairan dibelakangnya mengalir ke arah sisi masuk. Karena sirip impeller berbentuk kurva, cairan akan terdorong ke arah tangensial dan *radial* oleh gaya sentrifugal.

Gaya ini terjadi di dalam pompa seperti halnya yang dialami air dalam ember yang diputar diujung seutas tali. Intinya adalah bahwa energi yang diciptakan oleh gaya sentrifugal adalah energi kinetik. Jumlah energi yang diberikan ke cairan sebanding dengan kecepatan pada piringan luar impeller. Semakin cepat impeller berputar atau semakin besar energi diberikan kepada cairan. Energi kinetik cairan yang keluar dari impeller tertahan dengan penciptaan terhadap aliran. Tahanan pertama diciptakan oleh rumah pompa (*volute*) yang menangkap cairan dan memperlambatnya. Pada nosel keluar, cairan makin diperlambat dan kecepatannya diubah menjadi tekanan sesuai dengan prinsip *bernoulli*.



**Gambar 2.3 : prinsip kerja pompa sentrifugal**

### Klasifikasi pompa sentrifugal

1. Klasifikasi menurut jenis impeller  
Impeller memiliki beberapa jenis, diantaranya adalah impeller jenis tertutup, impeller jenis setengah terbuka, dan impeller jenis terbuka. Masing-masing jenis impeller akan dijelaskan sebagai berikut.

- a. Impeller tertutup  
Sudu-sudu ditutup oleh dua buah dinding yang merupakan satu kesatuan, digunakan untuk memompa zat cair yang bersih atau sedikit mengandung kotoran. Impeller tertutup dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4 : impeller tertutup**

- b. Impeller Setengah Terbuka  
Impeller jenis ini terbuka di sebelah sisi masuk (depan) dan tertutup di sebelah belakang. digunakan untuk memompa zat cair yang mengandung sedikit kotoran, misalnya air yang bercampur pasir. Impeller setengah terbuka ditunjukkan pada gambar 2.5.



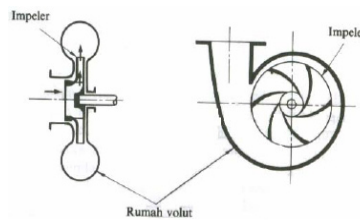
**Gambar 2.5 : impeller setengah terbuka**

- c. Impeller Terbuka  
Impeller jenis ini tidak ada dindingnya di depan ataupun di belakang, bagian belakang ada sedikit dinding yang disisakan untuk memperkuat sudu-sudu. Jenis ini banyak digunakan untuk memompa zat cair yang banyak mengandung kotoran yang volumenya lebih besar dari butiran pasir. Impeller terbuka ditunjukkan pada gambar 2.6.



**Gambar 2.6 : impeller terbuka**

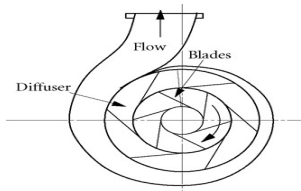
- 2. Klasifikasi menurut bentuk rumah
  - a. Pompa *Volute*  
Pada sebuah pompa sentrifugal, zat cair pada impeller secara langsung dibawa ke rumah *volute*, pompa volut diperlihatkan seperti pada gambar 2.7.



**Gambar 2.7 : rumah pompa volute**

b. Pompa *diffuser*

Pompa sentrifugal ini dilengkapi dengan sudu *diffuser* di keliling luar impeller, konstruksi dan bagian-bagian dari pompa ini sama dengan pompa volut. Fungsi dari *diffuser* adalah untuk meningkatkan efisiensi pompa dan konstruksinya lebih kuat, maka konstruksi ini sering dipakai pada pompa besar dengan *head* tinggi. pompa ini juga sering dipakai sebagai pompa bertingkat. banyak karena aliran dari tingkat satu ke tingkat berikutnya dapat dilakukan tanpa menggunakan rumah *volute*. Pompa *diffuser* ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

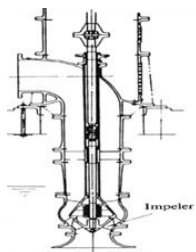


Gambar 2.8 : rumah pompa *diffuser*

3. Klasifikasi menurut letak poros

a. Pompa jenis poros tegak (*vertical*)

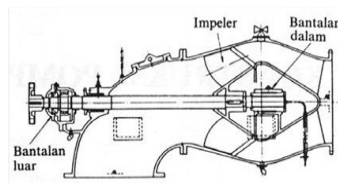
Pompa aliran campur dan pompa aliran aksial sering dibuat dengan poros tegak (*vertical*). Poros ini dipegang di beberapa tempat sepanjang pipa kolom oleh bantalan yang terbuat dari karet. pompa ini dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 : pompa jenis poros tegak (*vertical*)

b. Pompa jenis poros mendatar (*horizontal*)

Pompa ini mempunyai poros dengan posisi mendatar, pompa jenis ini dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 : pompa jenis poros mendatar (*horizontal*)

Dasar perhitungan

1. Persamaan *Bernouli*

Persamaan *bernouli* adalah persamaan yang menghubungkan perubahan tinggi kecepatan, tinggi tekanan, dan tinggi letak dari fluida. Persamaan *bernouli* dinyatakan dengan persamaan 2.1 (Austin H., Crunch., 1993).

$$\frac{v^2}{2} + \frac{P}{\rho} + g \cdot z = \frac{v^2}{2g} + \frac{P}{\rho g} + z = H \quad (2.1)$$

2. Persamaan kontinuitas

Persamaan kontinuitas adalah persamaan yang menyatakan bahwa didalam aliran cairan termampatkan, jumlah aliran pada setiap satuan waktu adalah sama pada semua penampang di sepanjang aliran. Persamaan kontinuitas dapat dinyatakan dengan persamaan 2.2 dan 2.3 (Austin H., Crunch., 1993).

$$\rho_s \cdot v_s \cdot A_s = \rho_d \cdot v_d \cdot A_d \quad , \dots \dots \dots (2.2)$$

Diketahui bahwa,

$$Q = V \cdot A$$

Maka,

$$\rho_s \cdot Q_s = \rho_d \cdot Q_d$$

Untuk cairan tidak termampatkan (*Incompressible*) nilai  $\rho$  (massa jenis) adalah tetap. Karena air

adalah termasuk jenis fluida tidak termampatkan maka:

$$Q = Q_s = Q_d$$

$$Q = V_s \cdot A_s = V_d \cdot A_d \quad (2.3)$$

3. Efisiensi pompa  
Efisiensi pompa dinyatakan dengan persamaan 2.4 (Careca F., dkk., 2011).

$$\eta_{pompa} = \frac{P_b}{BHP} 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

4. Daya poros (BHP)  
Daya poros adalah daya yang bekerja pada poros untuk menggerakkan sebuah pompa atau biasa disebut BHP (*Break Horse Power*). Daya ini dinyatakan dengan persamaan 2.5 (Careca F., dkk., 2011).

$$BHP = T \cdot \omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60} \dots \dots \dots (2.5)$$

5. Torsi  
Torsi atau momen gaya adalah hasil kali antara gaya F dan panjang lengan momennya (m). Torsi dinyatakan dengan persamaan 2.6 (Careca F., dkk., 2011).

$$T = F \cdot L \dots \dots \dots (2.6)$$

6. Daya hidrolis ( $P_h$ )  
Daya Hidrolis adalah daya dari pompa sentrifugal yang dipindahkan ke dalam fluida, daya ini dapat dinyatakan dengan persamaan 2.7 (Dietzel F., 1980).

$$P_h = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \dots \dots \dots (2.7)$$

7. Head total  
Head total pompa pada sebuah penampang adalah head yang terdiri dari beberapa head, diantaranya adalah head tekanan, head kecepatan, dan head potensial. Ketiga head ini adalah energi mekanik yang dikandung oleh satu satuan berat

(kgf) zat cair yang mengalir pada penampang, satuan *energy* per satuan berat adalah ekuivalen dengan satuan panjang yaitu meter, seperti yang diperlihatkan pada gambar (2.19) maka head total dapat dinyatakan dengan persamaan 2.8 (Sularso., 2004).

$$H = h_p + h_v + h_a + h_L$$

$$H = \left( \frac{P_d - P_s}{\gamma} \right) + \left( \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} \right) + h_a + h_L \quad (2.8)$$

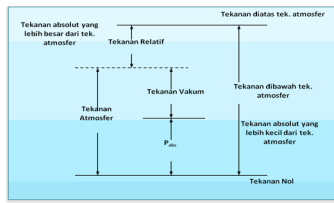
8. Head karena tekanan ( $h_p$ )  
Head tekanan dapat dinyatakan dengan persamaan 2.9 (Sularso., 2004).

$$h_p = \frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{P_d - P_s}{\gamma} \dots \dots \dots (2.9)$$

9. Head karena kecepatan ( $h_v$ )  
Head yang diakibatkan karena kecepatan dapat dinyatakan dengan persamaan 2.10 (Sularso., 2004).

$$h_v = \frac{\Delta v^2}{2g} = \frac{v_d^2 - v_s^2}{2g} \dots \dots \dots (2.10)$$

10. Tekanan  
Tekanan yang digunakan untuk perhitungan adalah tekanan *absolute* atau tekanan total hasil penjumlahan tekanan terukur (*gauge pressure*) dengan tekanan *atmosfer* (udara) yang dapat dilihat pada persamaan 2.11. Bukan hanya zat cair saja, namun udara pun memiliki tekanan yang disebut tekanan *atmosfer* (udara), sehingga jika dihitung secara total antara tekanan udara yang menekan zat cair di dalam sebuah penampang tentu akan semakin besar. Tekanan terukur yang lebih kecil daripada tekanan atmosfer disebut tekanan terukur yang lebih besar daripada tekanan atmosfer disebut tekanan terukur positif, lebih lengkapnya ditunjukkan pada gambar 2.12 berikut:



**Gambar 2.12 : skala pengukuran tekanan**

Jadi untuk menentukan nilai tekanan *absolute* adalah sebagai berikut :  
 $P_{abs} = P_{atm} + P_{terukur} \dots \dots \dots (2.11)$

11. Laju aliran fluida (v)

Perhitungan laju aliran fluida dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.12 (Sularso., 2004) berikut:

$$v = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots (2.12)$$

Luas penampang pipa adalah :

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \dots \dots \dots (2.13)$$

Jadi laju aliran pada pipa bagian keluar dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$v_d = \frac{Q_d}{A_d} \dots \dots \dots (2.14)$$

Untuk mencari nilai dari laju aliran pada pipa hisap dapat dihitung menggunakan persamaan kontinuitas sebagai berikut :

$$Q = v \cdot A$$

Jika,

$$Q_d = Q_s$$

Maka,

$$v_s \cdot A_s = v_d \cdot A_d$$

$$v_s = \frac{v_d \cdot A_d}{A_s} \dots \dots \dots (2.15)$$

12. Debit

Perhitungan debit dapat dinyatakan pada persamaan 2.17 dengan pengambilan waktu sebanyak 3 kali maka waktu rata-rata (t) adalah:

$$t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} \dots \dots \dots (2.16)$$

Sehingga diperoleh aliran sebagai berikut :

$$Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (2.17)$$

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 1 oktober 2014 di PT. Karunia Alam Segar Gresik.

1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari hasil pengamatan visual di lapangan dan juga dari laporan resmi hasil inspeksi teknik yang berisi data instalasi media aliran fluida natrium hidroksida (NaOH).

Data yang dikumpulkan meliputi :

- a. Data instalasi media aliran (panjang total, jumlah fitting, tipe dan jumlah valve, jenis material pipa, jumlah flow meter, check valve, kecepatan aliran).
- b. Data fluida kerja Natrium Hidroksida (NaOH) (massa jenis, *temperature*, *density*, viskositas kinematik, kapasitas laju aliran).

**Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 3.1 : Diagram alir penelitian**

Langkah-langkah penelitian diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap identifikasi

Identifikasi merupakan sebuah tahapan awal dalam melakukan sebuah penelitian yang bertujuan mengidentifikasi dan merumuskan masalah secara tepat yaitu masalah penurunan kapasitas pompa natrium hidroksida (NaOH).

Tahapan identifikasi yang dilakukan terdiri yaitu dengan menganalisa instalasi media saluran natrium hidroksida (NaOH)

2. Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Dalam tahap ini akan dilakukan perhitungan head total instalasi dari data yang meliputi :

- a. Panjang pipa total :619650 mm
- b. Material pipa: *stainless steel*
- c. elbow:26 buah
- d. *gate valve*:3 buah
- e. *check valve*:1 buah
- f. *flow meter*:1 buah
- g. fluida: Natrium Hidroksida (NaOH) 40 %
- h. *temperature* :50 °C
- i. *density*:1389 Kg/m<sup>3</sup>
- j. viskositas kinematik:0,006 mm<sup>2</sup>/s

tahap-tahap perhitungan :

1. perhitungan head statis (h<sub>s</sub>)  
head statis ini merupakan perbedaan tinggi antara permukaa air di sisi tekan dan di sisi isap.

2. Perhitungan Head karena tekanan (h<sub>p</sub>)  
Head tekanan didapat dari perbedaan head tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi tekan dengan head tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi hisap.

3. Head karena kecepatan (h<sub>v</sub>)  
Head kecepatan didapat dari perbandingan perbedaan antar head kecepatan zat cair pada saluran isap.

4. Head loss (h<sub>L</sub>)  
Head didapatkan dari harga kerugian gesek aliran dalam perpipaan, dan head kerugian di dalam belokan-belokan (*elbow*), percabangan, dan perkatupan (*valve*). Head loss terdiri dari:

a. Mayor head loss (*major losses*)  
Merupakan kerugian energy sepanjang saluran pipa. Yang dinyatakan dengan rumus Darcy yang secara matematis ditulis sebagai berikut :

$$hl_p = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

b. Harga f (faktor gesekan) didapat dari diagram moody, sebagai fungsi dari angka Reynolds dan kekerasan *relative*, sebagai fungsi dari nominal diameter pipa dan kekerasan permukaan dalam pipa (e) yang tergantung dari jenis material pipa.  
c. Sedangkan besarnya *Reynolds* number dapat dihitung dengan rumus :

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

d. Apabila aliran laminar (Re < 2000), factor gesekan (f) dapat dicari dengan pendekatan rumus :

$$f_e = \frac{64}{Re}$$

Dan apabila aliran turbulent ( Re > 2000 ), factor gesekan (f) dapat dicari dengan moody diagram pada gambar 3.2.

5. *Minor Losses*  
Didapat dengan melakukan perhitungan kerugian yang

diakibatkan fitting, valve yang terdapat di sepanjang *system*. Dengan

$$h_{lf} = n \cdot k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

### Tahap pembuatan saran dan kesimpulan

Dalam tahap ini setelah didapatkan hasil perhitungan data dari proses pengumpulan data sehingga sudah dapat ditarik sebuah kesimpulan yang sesuai dengan hasil penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas pompa yang dipakai  $Q_{h \text{ maks}}$  yaitu 1 m<sup>3</sup> /menit. Kecepatan aliran pompa diasumsikan 3 m/s dengan menggunakan rumus.

$$A = \frac{Q}{v}$$

Sehingga akan didapat diameter pipa dan kecepatan aliran.

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{Q_h}{v} = \frac{1 \text{ m}^3/\text{menit}}{3 \text{ m/s}} = \frac{0,016 \text{ m}^3/\text{s}}{3 \text{ m/s}} = 0,0053 \text{ m}^2$$

$$A = \pi r^2$$

$$r^2 = \frac{A}{\pi} = \frac{0,0053 \text{ m}^2}{3,14}$$

$$r = 0,041 \text{ m} = 41 \text{ mm}$$

$$D = 82 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}$$

Pemeriksaan,

$$v = \frac{0,016 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0053 \text{ m}^2} = 3,01 \text{ m/s} \approx 3 \text{ m/s}$$

Dari pemeriksaan diatas dapat diketahui bahwa didapatkan diameter pipa adalah 80 mm dengan kecepatan 3 m/s. Untuk mencari besar head pompa yang diperlukan dapat dinyatakan dengan rumus berikut:

$$\text{Besar head total (H)} = h_s + \Delta h_p + h_l + \frac{v^2}{2g}$$

### Head statis ( $h_s$ )

Adalah merupakan perbedaan tinggi antara permukaan air di sisi tekan dan di sisi hisap yang telah diketahui sebesar 4750 mm.

### Perbedaan Head tekanan ( $\Delta h_p$ )

Karena  $P_1$  dan  $P_2$  merupakan tangki terbuka, maka  $P_1$  dan  $P_2 = 0$ , sehingga :

$$\Delta h_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} = 0 \text{ m}$$

### Kerugian head ( $H_l$ )

#### Mayor head loss (*mayor losses*)

Sebelum mencari head, ditentukan terlebih dahulu apakah aliran yang terjadi adalah aliran laminar atau aliran turbulen dengan menggunakan bilangan *Reynolds*, yaitu :

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

bila  $Re < 2300$ , aliran bersifat laminar  
 bila  $Re > 4000$ , aliran bersifat turbulen  
 $\mu = 0,006 \text{ mm}^2/\text{s} = 0,006 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  (pada suhu 50°C)

$$mRe = \frac{1389 \text{ Kg/m}^3 \times 3 \text{ m/s} \times 0,008 \text{ m}}{0,006 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}} = 55560$$

Karena  $Re > 4000$ , maka aliran yang terjadi bersifat turbulen.

Maka untuk menghitung kerugian gesek yang terjadi didalam pipa menggunakan rumus :

$$h_{lp} = \lambda \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2g}$$

untuk mencari  $\lambda$ , menggunakan formula *Darcy* untuk aliran turbulen, dengan rumusnya adalah :

$$\lambda = 0,0017 + \frac{0,001}{0,08} = 0,02225$$

Dengan  $L = 619,650 \text{ m}$  (panjang total pipa)

Maka kerugian gesek dalam pipa :

$$hl_p = 0,02225 \times \frac{619,650 (3)^2}{0,08 (2 \times 9,81)} = 79 \text{ m}$$

**Minor losses**

Didapat dengan melakukan perhitungan kerugian yang diakibatkan *fitting, valve* yang terdapat di sepanjang *system*. Dengan rumus :

$$hl_f = n \cdot k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

**Tabel 4.2 : Minor losses valve**

Type of Component or Fitting	Minor Losses Coefficient
Globe Valve, Fully Open	10
Angle Valve, Fully Open	2
Gate Valve, Fully Open	0,15
Swing Check Valve, forward flow	2
Elbow long radius 90°	0,7
Diaphragm Valve, Fully Open	2,3
Water Meter	7

Minor losses untuk elbow loing radius 90°

$$hl_{f1} = 26 \cdot 0,7 \cdot \frac{3^2}{2g} = 8,34 \text{ m}$$

Minor losses untuk gate valve fully open

$$hl_{f2} = 3 \cdot 0,15 \cdot \frac{3^2}{2g} = 0,20 \text{ m}$$

Minor losses untuk swing check valve forward flow

$$hl_{f3} = 1 \cdot 2 \cdot \frac{3^2}{2g} = 0,91 \text{ m}$$

Minor losses untuk flow meter

$$hl_{f4} = 1 \cdot 7 \cdot \frac{3^2}{2g} = 3,21 \text{ m}$$

Jadi harga minor losses total adalah :

$$hl_f = hl_{f1} + hl_{f2} + hl_{f3} + hl_{f4}$$

$$hl_f = 8,34 + 0,20 + 0,91 + 3,21 = 12,66 \text{ m}$$

Sehingga didapat kerugian head (H<sub>L</sub>)

$$H_L = hl_p + hl_f = 79 + 12,66 = 91,6 \text{ m}$$

Maka besar Head total pompa (H), adalah :

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

$$H = 4,75 + 0 + 91,6 + \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 96,8 \text{ m}$$

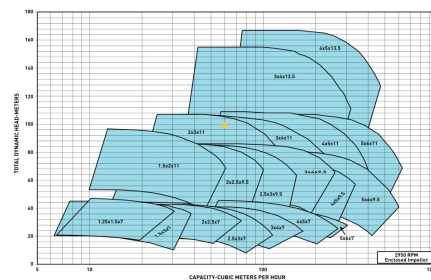
Jadi total head pompa adalah **96,8 m**

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Dari hasil perhitungan dan pembahasan diatas, ditentukan debit aliran sebesar 60 m<sup>3</sup>/jam atau 1 m<sup>3</sup>/menit. Sehingga diperoleh hasil dari perhitungan diameter pipa 80 mm, *major head losses* 79 m, *friction factor* pipa dan peralatan 12,66 m, dan *total head* pompa adalah sebesar 96,8 m.

Dilihat melalui grafik total head vs debit aliran pada gambar 5.1. Dipilih pompa PENTAIR AURORA 3800 SERIES SINGLE STAGE END SUCTION model 3804 dengan dimensi 2 x 3 x 11L, dengan rpm 2950 r/min menggunakan motor induksi 3 phase 30 HP, 230/460 V, 50 Hz.



**Gambar 5.1 : Grafik Total Head vs. Debit Aliran**



**Gambar 5.2 : PENTAIR AURORA model 3804**

## **Saran**

Saran yang dapat saya sampaikan setelah menyelesaikan tugas akhir analisa penurunan kapasitas pompa natrium hidroksida (NaOH) dengan kapasitas 60 m<sup>3</sup> adalah sebaiknya sebelum melakukan pemilihan tipe pompa diharuskan untuk menganalisa besar total head dan kapasitas yang diperlukan terlebih dahulu, sehingga pompa dapat berfungsi secara optimal.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Austin, H.C.1990, *Pompa Dan Blower Centrifugal*, Jakarta : PT. Erlangga.
- Dietzel, F., 1992, *Turbin Pompa dan Kompresor*, Jakarta : PT. Erlangga.
- Fox, W.Robert, and Mc Donald, Alan T, 1998. *Introductions to Fluid Mechanics, 5<sup>th</sup> edition*, Canada : Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Mikha Marthen 2013, *Total Head, Friction loss*. Available: [//http/www/mikhamarthen.files.wordpress](http://www/mikhamarthen.files.wordpress.com).
- Munson, Bruce R., Young, Donald F., and Okiishi, Theodore H. 2003. *Mekanika Fluida Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Sularso, Tahara, H., 2004, *Pompa Dan Kompresor*, Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

## **PEMANFAATAN HASIL ANALISA VIBRASI UNTUK MENDETEKSI TERLEPASNYA CINCIN MINYAK PELUMAS DALAM BANTALAN POMPA SENTRIFUGAL SEBUAH STUDI KASUS DI PERUSAHAAN PT. PGN SAKA (INDONESIA-PANGKAH) LIMITED**

**Sunarto, Abdullah Iskandar**

Program Studi Teknik Mesin – Fakultas Teknik,  
Universitas Gresik di Gresik – Jawa Timur

### ***ABSTRAK***

*Didalam dunia industri penggunaan bantalan pada mesin putar seperti pompa, compressor, mixer dan lainnya selalu digunakan dan dibutuhkan untuk menjalankan segala aktifitas proses produksi, salah satunya pada pompa sentrifugal produced water di PT.PGN SAKA Indonesia Pangkah Limited (SIPL). Pompa sentrifugal ini digunakan untuk memompakan kembali air yang terbawa kedalam proses produksi kembali ke sumur.*

*Penggunaan bantalan pada pompa ini sangat membantu kerja berat yang dilakukan oleh pompa tersebut sehingga memastikan kondisi bantalan selalu dalam kondisi sehat dan baik untuk digunakan sangat penting sekali. Karena jika bantalan tersebut rusak maka pompa sentrifugal tersebut pun akan mengalami kerusakan dan pada akhirnya akan membuat pompa tersebut berhenti atau harus dimatikan dan ketika pompa ini mati atau dimatikan maka proses produksi akan mengalami penurunan kapasitas dan pada akhirnya akan menimbulkan kerugian yang besar karena berkurang jumlah produksi yang dihasilkan dan ini nilainya sangat besar sekali dibandingkan dengan melakukan strategi pemeliharaan yang tepat sehingga dapat mendeteksi kerusakan bantalan pada awal kerusakan dimana dalam tugas akhir ini penulis memaparkan bagaimana suatu analisa getar dapat digunakan untuk mendeteksi suatu permasalahan pada bearing/bantalan pompa di awal. Sehingga kerusakan pompa secara keseluruhan dapat dihindari. Sebuah strategi pemeliharaan pada suatu industri khususnya pada mesin berputar / rotating equipment atau turbo machineries biasa disebut dengan Strategi Pengamatan Kondisi dimana cara kerja*