

## ANALISA HEAD LOSSES DAN EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL G-31-41A PLANT 35 PADA PT.PERTAMINA REFINERY RU V BALIKPAPAN

### ANALYSIS OF HEAD LOSSES AND EFFICIENCY OF CENTRIFUGAL PUMP G- 31-41A PLANT 35 AT PT. PERTAMINA REFINERY RU V BALIKPAPAN

Angky Puspawan<sup>1\*</sup>, Muller Manurung<sup>2</sup>, Agus Nuramal<sup>3</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

\*) Email: [apuspawan@unib.ac.id](mailto:apuspawan@unib.ac.id),

#### Informasi Naskah:

Diterima: 31 Mei 2024

Direvisi: 6 Juni 2024

Disetujui terbit: 8 Juni  
2024

Diterbitkan: 29 Juni  
2024

Cetak: 30 Juni 2024

Online : 30 Juni 2024

#### Abstract

*In the oil processing and manufacturing industry (PLTGU) in Indonesia, including PT. PERTAMINA. Where the processing is in the form of crude oil, BBM (fuel oil). Non-Fuel, Petrochemicals and oil and gas supplies, for the eastern part of Indonesia. One of the main ingredients of this processing is water (H<sub>2</sub>O). Therefore, the location or location of industrial plants must be close to raw water sources, namely sea water or the need for clean water continuously and maintained. Because the need for water is very large, the flow of water is made according to the needs by building a pumping station. The water needed for cooling water is then channeled to the main reservoir for raw materials for making oil. Pumps are used as a tool to move fluids from one place to another through pipe media with changes in pressure on the fluid. Pumps are usually for liquids. In the pump installation from the cooling tower installation to the main reservoir is the Vogel centrifugal pump, where the head loss on the suction pipe line is 0.8993 m, the head loss for the outlet pipe line is 1.211 m with a total head loss of 0.825 m and the efficiency or performance of the pump G-31-41A centrifuge of 33.78%*

**Keyword:** : *head losses, efficiency, centrifugal pump*

**Abstrak:** Pada industri pengolahan dan manufaktur minyak bumi (PLTGU) di Indonesia, termasuk PT. PERTAMINA. Dimana pengolahannya berupa minyak mentah, BBM (bahan bakar minyak). Pasokan non BBM, Petrokimia dan Migas, untuk wilayah Indonesia Timur. Salah satu bahan utama pengolahan ini adalah air (H<sub>2</sub>O). Oleh karena itu lokasi atau letak pabrik industri harus dekat dengan sumber air baku yaitu air laut atau kebutuhan air bersih secara terus menerus dan terjaga. Karena kebutuhan air sangat besar, maka dibuatlah pengaliran air sesuai kebutuhan dengan membangun stasiun pompa. Air yang dibutuhkan untuk air pendingin kemudian dialirkan ke reservoir utama untuk bahan baku pembuatan minyak. Pompa digunakan sebagai alat untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain melalui media pipa dengan adanya perubahan tekanan pada fluida tersebut. Pompa biasanya untuk cairan. Pada instalasi pompa mulai dari instalasi menara pendingin hingga reservoir utama yaitu pompa sentrifugal G-31-41A, dimana *head loss* pada saluran pipa hisap sebesar 0,589 m, *head loss* pada saluran pipa outlet sebesar 1,211 m dengan total *head loss* sebesar 0,825 m dan efisiensi atau kinerja pompa centrifuge G-31-41A sebesar 33,78 %

**Kata Kunci:** *head loss, efisiensi, pompa sentrifugal*

---

## PENDAHULUAN

Pada dasarnya bahan bakar minyak dan gas telah menjadi kebutuhan utama untuk dunia transportasi, dunia industri, dan rumah tangga. Setiap tahun kebutuhan akan pasokan bahan bakar minyak, gas dan sebagainya terus bertambah seiring bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia bahkan penduduk dunia. Untuk memenuhi kebutuhan pasokan bahan bakar yang bertambah tersebut, diperlukan adanya peningkatan. Salah satu unit pengolahan yang dimiliki PT. Pertamina (Persero) adalah *Refinery Unit V* Balikpapan. RU V Balikpapan merupakan kilang ke-lima dari tujuh kilang direktorat pengolahan PT. Pertamina (Persero) dengan kegiatan bisnis utamanya adalah BBM (bahan bakar minyak), NON BBM, dan Petrokimia. Pertamina RU V Balikpapan dituntut untuk bisa menyediakan pasokan migas untuk kepentingan seluruh masyarakat diwilayah Indonesia bagian timur dan wilayah Jawa bagian timur, khususnya secara konstan dan terus menerus. Dalam proses menjalankan proses produksinya PT. Kilang Pertamina menggunakan energi. Dalam pemanfaatan tersebut di perusahaan ini menggunakan salah satu alat yang dinamakan pompa.

Pompa digunakan sebagai alat untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain melalui media pipa dengan terjadinya perubahan tekanan pada fluida. Pompa biasanya untuk fluida bersifat cair. Adapun untuk pompa udarayang biasa dikenal disebut sebagai kompresor udara (Air Compresor). Pada instalasi pompa adalah pompa sentrifugal yang diproduksi sesuai dengan kebutuhan industri berdasarkan spesifikasi desain secara ideal. Pada kondisi aktual yaitu kondisi di lapangan, aliran fluida air melalui pipa memiliki gangguan-gangguan yang menyebabkan aliran fluida air terganggu sehingga perlunya analisa kerugian aliran dan kinerja pompa. Dari latar belakang tersebut maka penulis selanjutnya akan melakukan analisis tentang analisa Head

loss Dan Efisiensi pompa sentrifugal pada laporan kerja praktek ini.

## TINJUAN PUSTAKA POMPA

Pompa adalah suatu mesin ataupun alat konversi energi yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari suatu tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi, atau dari suatu tempat yang bertekanan lebih rendah ke tempat yang bertekanan lebih tinggi dengan melalui media instalasi pemipaandan terjadinya perubahan tekanan pada fluida yang berlangsung secara terus-menerus (*continue*) dari pompa. Pompa digerakkan dengan menggunakan motor ataupun turbin[1]

### 2. Klasifikasi Pompa [4,5,6]

Klasifikasi pompa dibedakan :

#### 1. Pompa *Positive Displacement*

Pompa *Positive Displacement*, dibagi menjadi 3 yaitu :

- a. Pompa *Recroccating*
- b. Pompa *Rotary*

Pompa *rotary*, dibagi menjadi 3 yaitu

1. *Rotary Vane Pump*
2. *Srew Pump*
3. *Gear Pump*

#### 2. Pompa Dinamic

Pompa Dinamic, dibagi menjadi 3 yaitu:

- a. Pompa *Sentrifugal*
- b. Pompa *Aksial*
- c. Pompa *Special Effect*

Pompa *special effect*, dibagi menjadi 4

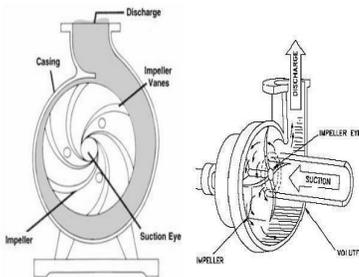
1. *Gas Lift Pump*
2. *Hydraulic Pump*
3. Pompa *Jet Eductor*
4. Pompa *Electromanetic*

### 3. POMPA SENTRIFUGAL

Pompa sentrifugal memiliki 2 bagian utama yaitu bagian yang bergerak, impeler yang mengubah energi mekanik berupa putaran poros menjadi energi kinetik. Bagian yang diam, yaitu casing atau rumah pompa yang menubah energi kinetik menjadi energi tekanan. Energi kinetik berupa Gerakan impeler akibat putaran poros motor pompa. Fluida terisap pada bagian tengah impeler lalu fluida mengalir pada bagian sudu-sudu

denganmendapat gaya dorong. Pada bagian sudu initerjadinya gaya sentrifugal yang menyebabkan fluida keluar menjauhi titik pusat aliran. Jadi fungsi impeler adalah penambah percepatan aliran fluida sehingga bertambahnya head kecepatan.

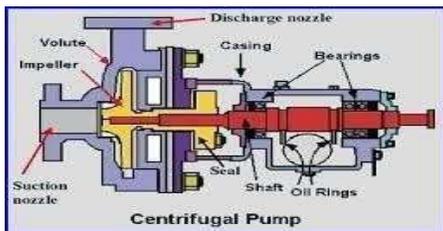
Pada head kecepatan fluida akan berubah menjadi head tekanan pada bagian dischargedikarenakan fluida akan mengalir ke atas yang berpengaruh terhadap gaya gravitasi terhadap tingginya fluida dan massa jenis fluida. Semakin besar head yang dihasilkan maka semakin kecil debit airan fluida yang dihasilkan. Sehingga besardebit fluida yang dialirkan oleh pompa sentrifugal pada putaran konstan, tergantung head atau tekanan yang dihasilkan oleh pompa.



Gambar 1. Pompa Sentrifugal

#### 4. Bagian-bagian (Komponen) Pompa Sentrifugal

Bagian-bagian atau komponen pompa sentrifugal :



Gambar 2. Bagian-bagian (komponen) Pompa Sentrifugal

1. **Suction Nozzle**, adalah bagian sisi isap fluida pompa.
2. **Impeller**, adalah bagian yang berputar, mengubah energi mekanis menjadi energi kecepatan fluida.
3. **Volute**, adalah bagian luar dan diam yaitu rumah pompa dan sebagai dudukan/penopang impeler dan poros (shaft).

4. **Discharge Nozzle**, adalah bagian sisi buang/keluar pompa  
pompa sentrifugal

5. **Casing** adalah bagian luar dan diam yaitu rumah poros dan sebagai dudukan/penopang poros (shaft).

6. **Seal** adalah bagian yang berfungsi melindungi pompa dari kebocoran fluida.

7. **Shaft** adalah bagian yang berfungsi meneruskan/mentransfer momen punter yang dihasilkan oleh motor.

8. **Oil Ring** adalah bagian pompa yang berfungsi mengalirkan minyak ke bagian sudut pompa untuk menghindari keausan.

9. **Bearings** adalah bagian yang berfungsi sebagai bantalan untuk meredam getaran putaran poros yang digerakan oleh motor.

10. **Motor** adalah penggerak mula yang berfungsi menghasilkan momen puntir putaran poros yang menggerakkan impeler pompa.

#### 5. Head Pompa

Head pompa adalah suatu pernyataan dalam satuan meter, yang digunakan untuk memperlihatkan ketinggian maksimum atau seberapa jauh/maksimum aliran fluida bergerak yang dicapai oleh suatu pompa. 2.6 Persamaan yang Berlaku.

##### a. Head Total Pompa

Persamaan head total pompa adalah:

$$H_T = h_A + \Delta h_p + h_L + \frac{v_a^2}{2g} \quad (2.1)$$

Dimana:

$h_a$  = Head statis total (m)

$h_l$  = Kerugian head di pipa (m)

$g$  = Percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

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

##### b. Head Ketinggian/Elevasi

Persamaan head ketinggian pompa adalah:

$$h_a = Z_1 - Z_2 \quad (2.2)$$

dimana:

$h_a$  adalah selisih antara tinggi/posisi isap dan keluar terhadap pompa

$Z_1$  adalah tinggi/posisi penampung/reservoir pada sisi buang terhadap pompa

$Z_2$  adalah tinggi posisi penampung/reservoir pada sisi buang terhadap pompa

##### c. Head Tekan

Persamaan head tekanan pompa adalah:

$$\Delta h_p = h_{p^2} - h_{p^1} \quad (2.3)$$

Dimana:

$\Delta h_p$  = head tekanan

$h_{p^2}$  = head tekanan pada sisi buang

$h_{p^1}$  = head tekanan pada sisi isap

#### d. Head Kecepatan

Persamaan head kecepatan pompa adalah:

$$\Delta h_v = h_{v1} - h_{v2} \quad (2.4)$$

Dimana:

$g$  = Percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$\frac{v_d^2}{2g}$  = Head kecepatan pada sisi buang (m)

$\frac{v_d^1}{2g}$  = Head kecepatan pada sisi isap (m)

#### e. Head Losses

Persamaan head losses pompa adalah:

$$h_l = h_f + h_m \quad (2.5)$$

Dimana:

$h_l$  = Head losses

$h_f$  = Head losses Mayor

$h_m$  = Head losses Minor

#### f. Kontinuitas

Persamaan kontinuitas adalah [2,3,5,6]:

$$Q = \frac{V}{A} \quad (2.6)$$

untuk mencari kecepatan fluida dengan persamaan:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.7)$$

$Q$  = Debit aliran fluida (m<sup>3</sup>/s)

$V$  = Kecepatan fluida, baik untuk sisi isap dan sisi buang (m/s)

$A$  = Luas penampang pipa (m<sup>2</sup>)

#### g. Head Losses Mayor (Mayor Losses)

Persamaan kontinuitas adalah:

$$h_f = f \frac{L v^2}{D 2g} \quad (2.8)$$

dimana:

$h_f$  = Kerugian dalam pipa (m)

$f$  = Koefisien gesek

$g$  = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$L$  = Panjang pipa (m)

$V$  = Kecepatan fluida (m/s)

$D$  = Diameter dalam pipa (m)

#### h. Head Losses Minor (Minor Losses)

#### 1. Head Losses Minor pada Belokan

Persamaan Head Losses pada belokan adalah

$$h_c = k_l \frac{v^2}{2g} \quad (2.9)$$

dimana:

$V$  = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)

$K_l$  = Koefisien kerugian belokan

$g$  = Percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$h_c$  = Kerugian head losses minor (m)

#### 2. Head Losses Minor pada Katup

Persamaan Head Losses pada belokan

$$h_g = c_l \frac{v^2}{2g} \quad (2.10)$$

dimana:

$V$  = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)

$K_l$  = Koefisien kerugian belokan

$g$  = Percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$h_c$  = Kerugian head losses minor (m)

#### i. Daya Air (Power of Water)

Persamaan daya air adalah

$$p_w = \gamma Q H \quad (2.11)$$

dimana :

$\gamma$  = Massa jenis air persatuan volume (kN/m<sup>3</sup>)

$Q$  = Debit aliran (m<sup>3</sup>/s)

$H$  = Head total pompa (m)

$p_w$  = Daya air atau power of water (kW)

$\gamma = \rho g$

#### j. Daya poros (Power of Motor)

Persamaan daya motor adalah:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \theta \quad (2.12)$$

Dimana:

$V$  = Voltase atau tegangan listrik (Volt)

$I$  = Kuat arus listrik (Ampere)

$\cos \theta = 0.85$

#### k. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa adalah suatu pernyataan terkait unjuk kerja atau performa dari pompa dengan satuan persen (%) yang merupakan perbandingan energi yang berasal dari air (daya air) terhadap energi yang berasal dari motor pompa atau

penggerak pompa (daya motor).  
 Persamaan efisiensi pompa adalah

$$n_{pompa} = \frac{p_w}{p_m} \times 100\% \quad (2.13)$$

$p_w$  = Daya air pompa (kW)

$p_m$  = Daya poros pompa (kW)

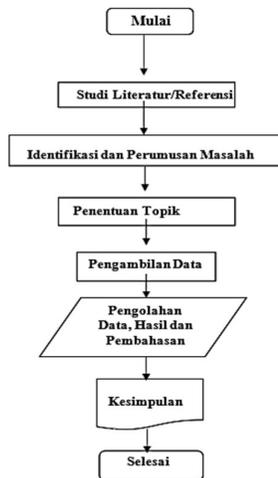
$n_{pompa}$  = Efisiensi pompa (%)

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dipakai untuk mendapatkan data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut yaitu dengan melakukan pengamatan (observasi) dan mempelajari proses pengoperasian pompa sentrifugal. Wawancara langsung dengan pihak Sumber Daya Manusia (SDM), bagian mekanik dan operator serta pihak-pihak lain yang bersangkutan. Studi literatur dari buku-buku dan jurnal-jurnal yang terkait dengan penelitian ini. Melakukan pengukuran dan pengolahan data-data lapangan maupun dari data *logsheet*.

### Diagram Alir Penelitian

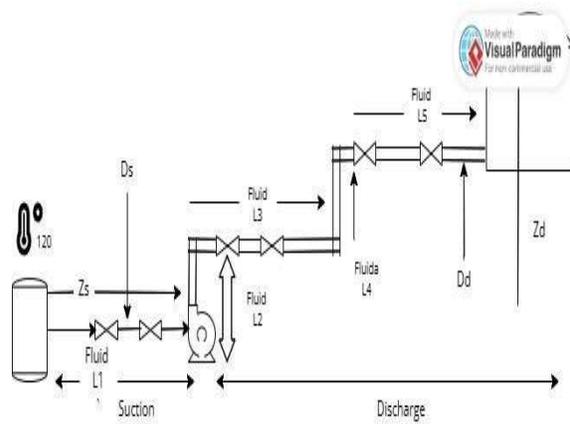
Langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Diagram Alir Penelitian dibawah ini.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

### Skema Instalasi

Skema instalasi pemipaan dan titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Instalasi Pemipaan

$Z_s$  = Ketinggian isap = 1,29 m

$Z_d$  = Ketinggian keluar = 63,2 m

$P_1$  = Tekanan isap

$P_2$  = Tekanan keluar

$L$  = Panjang pipa

$d_s$  = Diameter pipa isap = 4 in

$d_d$  = Diameter pipa keluar = 3 in

$L_1$  = 5,5 m

$L_2$  = 1,5 m

$L_3$  = 30,5 m

$L_4$  = 10,5 m

$L_5$  = 20,7 m

### DATA



Gambar 5. Pompa Sentrifugal G-31-41-A

Tabel 1. Data Spesifikasi Pompa Sentrifugal

NO	KETERANGAN	SPESIFIKASI
1	Item number	Ebara
2	Size	100x80
3	Rpm	2980
4	Specific gravity (sg) water	1.0
5	Serial	RB-10350-03
6	Type	ucw mt
7	Bearings type	BALL

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Data Penelitian

Data pengukuran pada pompa sentrifugal G-31-41A PLANT 35 pada lapangan di PT.pertamina Refinery UNIT V Balikpapan adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.** Data Lapangan Pompa Sentrifugal G-31-41-A

Item (satuan)
1. Diameter pipa isap ( $d_s$ ) 4 inch= 0,1016 m
2. Diameter pipa buang ( $d_d$ ) 3 inch=0,0762 m
3. Tekanan hisap ( $p_1$ ) $3 \frac{kg}{cm^2} = 29,4 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$
4. Tekanan buang ( $p_2$ ) $10,5 \frac{kg}{cm^2} = 102,9 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$
5. Panjang pipa isap ( $l_s$ ) 5,5 m
6. Panjang pipa buang ( $l_d$ ) 35 m
7. Temperatur air di pompa 120 °C
8. Voltage atau Tegangan Listrik 380 V
9. Frekuensi ( $f$ ) 50 Hz
10. Debit ( $Q$ ) $63,2 \frac{m^3}{h} = 0,0176 \frac{m^3}{s}$

#### a. Kecepatan Aliran Fluida

##### 1. Kecepatan Aliran pada Pipa Isap ( $v_s$ )

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

$$= \frac{0,0175 \frac{m^3}{s}}{\frac{1}{4}(3,14).(0,1016)^2}$$

$$= \frac{0,0175 \frac{m^3}{s}}{(0,0081 m^2)}$$

$$v_s = 2,16 \frac{m}{s}$$

##### 2. Kecepatan Aliran pada Pipa Buang ( $v_d$ )

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

$$= \frac{0,0175 \frac{m^3}{s}}{\frac{1}{4}(3,14).(0,0762)^2}$$

$$= \frac{0,0175 \frac{m^3}{s}}{(0,0045 m^2)}$$

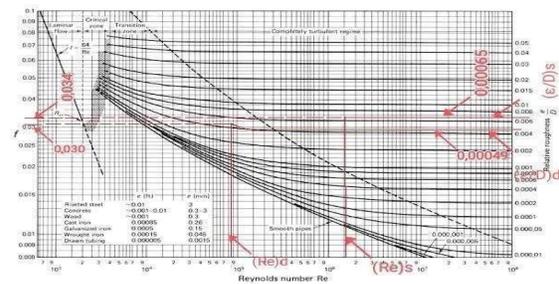
$$v_d = 3,88 \frac{m}{s}$$

**Tabel 3.** Sifat sifat air (air dibawah 1 atm dan air di atas 100 °c )

Temperatur (°C)	Kerapatan (kg/l)	Viskositas kinematik (m <sup>2</sup> /s)	Tekanan uap jenuh (kgf/cm <sup>2</sup> )
0	0,9998	1,792 x 10 <sup>-6</sup>	0,00623
5	1,0000	1,520	0,00889
10	0,9998	1,307	0,01251
20	0,9983	1,004	0,02383
30	0,9957	0,801	0,04325
40	0,9923	0,658	0,07520
50	0,9880	0,554	0,12578
60	0,9832	0,475	0,20313
70	0,9777	0,413	0,3178
80	0,9716	0,365	0,4829
90	0,9652	0,326	0,7149
100	0,9581	0,295	1,0332
120	0,9431	0,244	2,0246
140	0,9261	0,211	3,685
160	0,9073	0,186	6,303
180	0,8869	0,168	10,224
200	0,8647	0,155	15,855
220	0,8403	0,150	23,656
240	0,814	0,136	34,138
260	0,784	0,131	47,869
280	0,751	0,128	65,468
300	0,712	0,127	87,621

#### b. Head Kerugian

Nilai viskositas kinematik air ( $\mu$ ) pada T=120°C pada (tabel 3) adalah  $0,244 \times 10^{-6}$



**Gambar 6.** Diagram Moody

**Tabel 4.** Perbedaan Kekasaran [3]

Material	Condition	$\epsilon$		Uncertainty, %
		ft	mm	
Steel	Sheet metal, new	0.00016	0.05	± 60
	Stainless, new	0.000007	0.002	± 50
	Commercial, new	0.00015	0.046	± 30
Iron	Riveted	0.01	3.0	± 70
	Rusted	0.007	2.0	± 50
	Cast, new	0.00085	0.26	± 50
Brass	Wrought, new	0.00015	0.046	± 20
	Calvanized, new	0.0005	0.15	± 40
	Asphalted cast	0.0004	0.12	± 50
Plastic	Drawn, new	0.000007	0.002	± 50
	Drawn tubing	0.000005	0.0015	± 60
Glass	Smoothed	0.00013	0.04	± 60
	Rough	0.007	2.0	± 50
Rubber	Smoothed	0.000033	0.01	± 60
Wood	Stave	0.0016	0.5	± 40

#### 1. Head Losses pada Pipa Isap (Suction Pipe)

$$Re_s = \frac{v_s d}{\nu}$$

$$= \frac{0,2156 \frac{m}{s} \times 0,1016 m}{0,244 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 0,89924 \cdot 10^6$$

Re=  $89,93 \cdot 10^4$  **aliran turbulen**

Aliran fluida pipa isap (suction pipe) adalah turbulen dengan Reynolds ( $Re$ ) =  $89,93 \times 10^4$ . Nilai kekasaran dengan diameter 1016 mm dan pipa  $\epsilon$  pada material besi tuang (iron cast) yaitu 0.05

mm (Tabel 4). Sehingga nilai koefisien geseknya adalah:

$$\frac{\epsilon}{d} = \frac{0,05 \text{ mm}}{1016 \text{ mm}} = 0,00049$$

Setelah mendapatkan nilai dari *Relative roughnes* sebesar 0,00049 maka selanjutnya membaca diagram Moody untuk mengetahui nilai *friction factors* yakni sebesar 0,030

$$hf_s = f \frac{l v^2}{D 2g}$$

$$= 0,030 \times \frac{5,5 \text{ m}}{0,1016 \text{ m}} \times \frac{(2,16 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,210 \text{ m}$$

## 2. Head Losses pada Pipa Buang (Discharge Pipe)

$$Re_d = \frac{v_s d}{\nu} = \frac{0,2156 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,1016 \text{ m}}{0,244 \cdot 10^{-6}} = 0,89924 \cdot 10^6$$

$Re = 12\,144\,10^4$  *aliran turbulen*

Aliran fluida pipa buang (*discharge pipe*) adalah turbulen dengan Reynolds ( $Re$ ) =  $12,144 \cdot 10^4$ . Setelah mengetahui bilangan Reynolds-nya maka selanjutnya kita mencari nilai relatif kekasaran ( $\epsilon$ ) dengan diameter ( $d$ ) pipa buang 76,2 mm dan mengetahui material dari pipa sebesar ( $\epsilon$ ) = 0,05mm.

$$\frac{\epsilon}{d} = \frac{0,05 \text{ mm}}{76,2 \text{ mm}} = 0,00065$$

Setelah mendapatkan nilai dari *relative roughnes* sebesar 0,00049 maka selanjutnya membaca diagram Moody untuk mengetahui nilai *friction factors* yakni sebesar 0,034

## 3. Head Losses pada Katup (Valve) ( $h_g$ )

katup yang digunakan berbentuk *Gate Valve (Fully Open)* koefisien losses didapat ( $k_l$ ) = 0.15

### Katup pada Pipa Isap (Suction Pipe) ( $h_{gs}$ )

$$h_{gs} = K_L \frac{v_d^2}{2g}$$

$$h_{gs} = 0,15 \frac{(2,16 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_{gs} = 0,036 \text{ m}$$

### Katup pada Pipa Buang (Discharge Pipe) ( $h_{gd}$ )

$$h_{gd} = K_L \frac{v_d^2}{2g}$$

$$h_{gd} = 0,15 \frac{(3,88 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_{gd} = 0,12 \text{ m}$$

## 4. Head Losses pada Belokan (Elbow) ( $h_c$ ) Elbow pada Pipa Isap (Suction Pipe) ( $h_{cs}$ )

$$h_{cs} = c_L \frac{v_s^2}{2g}$$

$$h_{cs} = 0,7 \frac{(2,16 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_{cs} = 0,167 \text{ m}$$

## Elbow pada Pipa Keluar (Discharge Pipe) ( $h_{cd}$ )

$$h_{cd} = c_L \frac{v_d^2}{2g}$$

$$h_{cd} = 0,7 \frac{(3,88 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_{cd} = 0,54 \text{ m}$$

## 5. Head Losses Total ( $h_l$ )

$$h_{\text{suction}} = h_{fs} + h_{gs} + h_{cs} = 0,386 \text{ m} + 0,036 \text{ m} + 0,167 \text{ m} = 0,589 \text{ m}$$

$$h_{\text{Discharge}} = h_{fd} + h_{gd} + h_{cd} = 12 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 3,24 \text{ m} = 15,36 \text{ m}$$

$$h_l = 0,589 \text{ m} + 15,36 \text{ m} = 15,773 \text{ m}$$

## c. Head Total pompa ( $H_{\text{totalpompa}}$ )

$$P_1 = 29,4 \times 10^4 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2$$

$$P_2 = 102,9 \times 10^4 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2$$

$$v_1 = 3,88 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 2,16 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h_a = Z_1 + Z_2 = 1,29 \text{ m} + 63,2 \text{ m} = 64,5 \text{ m}$$

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} + h_a + \sum h_{l_{\text{total}}} = \frac{102,9 \times 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2} - 29,4 \times 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}}{995 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + \frac{(3,88 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - (2,16 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot g}$$

$$+ 64,5 \text{ m} + 15,773 = 75,77 + 0,53 + 64,5 \text{ m} + 15,773 \text{ m}$$

$$H = 156,573 \text{ m}$$

## d. Daya

### 1. Daya Air ( $P_w$ )

$$P_w = \rho_{\text{air}} \cdot g \cdot Q \cdot H = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 943 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,0176 \frac{\text{m}}{\text{s}^3} \cdot 156,573 \text{ m} = 25.321,690 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 25.321,690 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$P_w = 25,32 \text{ kW}$$

### 2. Daya Motor ( $P_m$ )

$$P_m = VI \cos \theta = 380 \text{ Volt} \times 232 \text{ Ampere} \times 0,85 = 74,936$$

$$P_m = 74,94 \text{ kW}$$

## e. Efisiensi Pompa ( $n_{\text{pompa}}$ )

$$n_{pompa} = \frac{P_w}{P_m} \times 100\%$$

$$n_{pompa} = \frac{25.321,690 \text{ Kw}}{74,94 \text{ Kw}} \times 100\%$$

$$n_{pompa} = 33,78 \%$$

## Pembahasan

Berdasarkan data yang didapatkan yaitu diameter pipa sisi isap  $d_1$  adalah 0,1016 m dan diameter pipa sisi keluar  $d_2$  adalah 0,0762 m dengan laju aliran sisi isap ( $V_s$ ) 2,16 m/s dan laju aliran sisi keluar ( $V_d$ ) 3,88 m/s Pada temperatur air 120°C didapat nilai viskositas kinematik ( $\mu$ )  $0,244 \times 10^{-6}$  sehingga didapat bilangan  $Re$  pada aliran pipa sisi isap  $89,93 \cdot 10^4$ , yang memperlihatkan tipe aliran dan  $Re$  pada aliran pada pipa sisi keluar  $12,144 \cdot 10^4$  yang mana nilai  $Re$  kedua aliran pipa tersebut lebih besar dari 4000 maka jenis aliran pada kedua pipa adalah aliran *turbulen*. Untuk kerugian *head* pada jalur pipa pada sisi isap ( $h_{fs}$ ) adalah 0,386 m dan pada jalur pipa sisi keluar ( $h_{fd}$ ) 12 m. Nilai kerugian *head* di katup pada jalur pipa sisi isap ( $h_{gs}$ ) adalah 0,036 m dan pada jalur pipa sisi keluar ( $h_{gd}$ ) adalah 0,12m. Kerugian *head* pada belokan di jalur sisi isap ( $h_{cs}$ ) adalah 0,167 m dan pada jalur sisi keluar ( $h_{cd}$ ) adalah 3,24 m. Dari data di atas diperoleh kerugian *Head* jalur pipa sisi isap adalah 0,589 m dan kerugian *head* jalur sisi keluar 15,36 m. Maka, hasil nilai kerugian *head* dapat ditotalkan nilai *Headloss* ( $h_l$ ) adalah 15,773 m.

Pada *head* total pompa ( $H$ ) didapat nilai sebesar 156,573 m. Nilai daya pompa ( $P_w$ ) adalah 24,34 kW dan daya poros ( $P_M$ ) 74,936 kW sehingga didapatlah efisiensi pompa ( $\eta_{pompa}$ ) adalah 33,78%.

## KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pembahasan yang dilakukan diperoleh nilai *head losses* total ( $h_l$ ) pada instalasi pipa sebesar 15,773 m, sedangkan nilai *head* total pompa ( $H$ ) adalah sebesar 156,573 m dengan nilai efisiensi pompasentrifugal  $\eta_{pompa}$  sebesar 33,78%. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa pompa sentrifugal masih

memiliki performa yang baik. Dimana hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5 berikut :

**Tabel 5.** Data Hasil Perhitungan

Komponen Karakteristik (Component of Properties)	Sisi Pipa (Pipe Side)	Pipa Isap (Suction Pipe)	Pipa Keluar (Discharge Pipe)
$v = 77.16 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$	$L$	5,5 m	35 m
$g = 9.81 \text{ m/s}^2$	$P$	$29,4 \times 10^4 \text{ N/m}^2$	$102,9 \times 10^4 \text{ N/m}^2$
$\rho_{air} = 995 \text{ kg/m}^3$	$d$	0.1524 m	0.0889 m
$H = 150,532 \text{ m}$	$V$	0.226 m/s	0.662 m/s
$P_w = 24,34 \text{ kW}$	$Re$	$89,93 \times 10^4$	$1,2117 \times 10^6$
$h_l = 10.122 \text{ m}$	$f$	0,030	0.034
$P_M = 74,936 \text{ kW}$	$h_f$	0,386 m	12 m
$\epsilon = 0.05; \eta_{pompa} = 34,28 \%$	$h_g$	0,036 m	0,12 m
$Q = 0.0175 \text{ m}^3/\text{s}$	$h_c$	0,167 m	3,24 m
$V = 380 \text{ Volt}$	$h_t$	0.589 m	15,36 m
$I = 232 \text{ A}; \text{Cos } \theta = 0.85$	$Z$	1,29 m	63,2 m

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PT. PERTAMINA RU V, BALIKPAPAN, Provinsi Kalimantan Timur dan Institusi Program Studi Teknik Mesin FT UNIB atas izin dan kesempatan yang diberikan serta kerjasama yang baik dalam melakukan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anis, Samsudin dan Karnowo, 2008. **Buku Ajar Dasar Pompa**, PKPUT UNNES, Universitas Negeri Semarang.
- [2] on, Bruce R., Young, Donald F., and Okiishi, Theodore H., 1994. **Fundamental of Fluid Mechanics**, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- [3] ite, Frank M., 2003. **Fluid Mechanics**, Fifth Edition, Mc Graw Hill, University Rhode Island, USA.
- [4] Sriyono, Dakso., 1996. **Turbin, Pompa dan Kompresor**, PT. Erlangga, Jakarta.

- [5] Sularso dan Haruo, Tahara, 2000. **Pompa dan Kompresor**, PT. PradnyaParamitha, Jakarta.
- [6] Subramanya, K., 1993. **Teory & Applications of Fluid Mechanics**, Fifth Edition, Tata-Mc Graw Hill Publishing Company Limited, New Delhi
- [7] Crittenden, John Charles, Trussell, R. Rhodes, Hand, David W., Howe, Kerry J., Tchobanoglous, George, 2012. **MWH's Treatment: Principles and Design**, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- [8] Angky Puspawan, Agus Nuramal, Agus Suandi, Nurul Iman Supriadi, 2016. **Analysis Of Headloss And Efficiency Of UGA-301 AB Type Centripugal Pump From Cooling Tower Instalation To Dust Chamber On Urea P-IV Maintenance Division (Case Study In PT.PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG CITY SOUTH**, Teknosia, UNIB.
- [9] Angky Puspawan, 2015. **Analisa Rugi-Rugi Aliran Pada Instalasi Pipa Minyak Dari Sumur Meruap 10(M.19) Ke Tangki Dearator**. *Jurnal Telematik*,7(4),1712-1756.
- [10] Angky Puspawan, Syahlahudhin Al Ayufhi, AgusSuandi, N.Iman supriadi, Yovan Witanto, M. Chairun nawawi, 2018. **Analisa Headlosses Goulds 3196 Pompa Sentripugal Dari Tangki Minyak Mentah Ke Tangki Pengumpulan**.*Jurnal Rekayasa Mekanik*, 2(1).
- [11] Angky Puspawan, Benny Dwika Leonanda, 2022. **Analisa Head Losses Dan Efisiensi Pompa Sentrifugal Vogel Dari Instalasi Menara Pendingin Ke Penampang Utama**.*Juranl Inersia*, 14(2).