

# Analisis Efisiensi Fire Pump 717-P-3 Emergency Water Pump Jetty 1 (Marine) PT. Pertamina (Persero) RU II Production Sungai Pakning

Ridwan Abdurrahman<sup>1,\*</sup>, Muhammad Rifky Ilhan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru Indonesia

<sup>2</sup>Program Sarjana, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru Indonesia

E-mail: [ridwanabdurrahman@lecturer.unri.ac.id](mailto:ridwanabdurrahman@lecturer.unri.ac.id)\*

## Abstrack

*This research was carried out in the industrial world. This aims to enable students to understand field conditions in the world of work, apply the knowledge gained in college, increase their knowledge and improve their ability to deal with problems that occur. This report contains the author's special activities and topics during practical work activities at PT. Pertamina (Persero) RU II production Sungai Pakning. The aim of this topic is to calculate the efficiency of centrifugal pump performance. To find performance efficiency we can calculate the head  $x$  on the section and discharge channels. Pump head is the maximum height the pump can reach to pump against pressure. After processing the data, it can be seen that after calculating the centrifugal pump efficiency, it is around 8% and the factors that influence pump efficiency are pump and motor power where pump power is influenced by the total head value, flow rate and fluid density. Motor power is influenced by voltage and electric current.*

**Keywords:** Efficiency, Centrifugal pump, Pump Head, Discharge, Electric motor

## Abstrak

*Penelitian ini dilaksanakan dalam dunia industri. Hal ini bertujuan agar mahasiswa dapat mengetahui kondisi lapangan di dunia kerja, penerapan ilmu pengetahuan yang di dapatkan dibangku kuliah, menambahkan wawasan pengetahuan dan meningkatkan kemampuan dalam menghadapi masalahmasalah yang terjadi. Laporan ini berisi tentang kegiatan dan topik khusus penulis selama kegiatan kerja praktik di PT. Pertamina (persero) RU II production Sungai Pakning. Pengangkatan topik ini bertujuan untuk menghitung efesiensi kinerja pompa sentrifugal. Untuk mencari efesiensi kinerja kita dapat melakukan perhitungan head xpada saluran section dan discharge. Head pompa adalah ketinggian maksimum yang bisa dicapai pompa untuk memompa melawan tekanan. Setelah dilakukan pengolahan data dapat di lihat bahwa Setelah dilakukan perhitungan efesiensi pompa sentrifugal adalah sekitar 8% dan faktor-faktor yang mempengaruhi efesiensi pompa adalah daya pompa dan motor dimana daya pompa dipengaruhi oleh nilai head total, debit, dan massa jenis fluida. Untuk daya motor dipengaruhi oleh tegangan dan arus listrik.*

**Kata kunci:** Efisiensi, Pompa sentrifugal, Head pompa, Debit, Motor listrik

## 1. Pendahuluan

Pompa adalah suatu mesin fluida yang termasuk dalam kelompok mesin kerja. Tujuan dari pompa adalah untuk memindahkan cairan dari lokasi bertekanan rendah ke lokasi bertekanan lebih tinggi atau dari lokasi bertekanan rendah ke lokasi bertekanan lebih tinggi. Pompa biasanya menggunakan motor eksternal sebagai penggerak dan paling sering menggunakan motor listrik [1]. Secara umum fungsi pompa dapat dijelaskan sebagai berikut: kebutuhan pengangkutan dan sirkulasi fluida melalui suatu sistem yang menggunakan prinsip variasi tekanan untuk memenuhi kebutuhan jenis pesawat tertentu dan menjaga kestabilan operasional. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan

untuk memindahkan atau mengangkat suatu zat cair atau gas dengan cara menarik dan mendorong, biasanya berbentuk silinder yang dilengkapi dengan katup.

Prinsip pengoperasian pompa adalah menciptakan perbedaan tekanan antara bagian hisap dan bagian pengiriman dengan mentransfer energi mekanik dari sumber energi eksternal (motor listrik, bensin, solar atau turbin, dll.) untuk mentransfernya ke cairan. Dengan cara ini, pompa meningkatkan energi fluida yang disuplai, memungkinkan fluida mengalir dari area bertekanan rendah ke area bertekanan tinggi.

Pompa Pemadam Kebakaran atau fire pump merupakan perangkat yang melakukan Distribusi air dari reservoir (tandon) ke jaringan instalasi hydrant output seperti pillar hydrant / valve. Ada beberapa

jenis pompa pemadam kebakaran yang dipasang pada rumah pompa sebuah bangunan. Yakni jockey pump, electric pump, dan diesel pump. Masing-masing pompa ini memiliki fungsi berbeda. Pompa pemadam kebakaran mempunyai masalah perawatan yang besar karena sangat jarang digunakan. Pompa kebakaran diaktifkan pada saat kegiatan yang berkaitan dengan demonstrasi pengendalian kebakaran dan kebakaran yang tidak diinginkan di kilang.

Peranan pompa kebakaran sangat penting di area CDU (Crude Distillation Unit) karena kegagalan dalam pengoperasian kilang akan menimbulkan kerugian yang luar biasa, salah satu contohnya adalah kebakaran dan adanya api. Salah satunya adalah perakitan pompa kebakaran 717.P-3 yang memecahkan permasalahan pabrik.



Gambar 1. Fire Pump 717-P-3

Pompa ini berasal dari Inggris dan diproduksi pada tahun 2022 dengan nomor pompa motor (717-P-3) dan nomor seri (21 3038/1B). Berat pompa ini kurang lebih 7621 kilogram dalam keadaan kering (KERING) atau istirahat dan mencapai massa 8092 kilogram dalam pengoperasiannya. Pompa ini mempunyai tekanan 12 kilogram saat kelebihan beban dan 11,85 kilogram saat kelebihan beban. Sistem kontrol mikroprosesor (Cummins FPDP) digunakan untuk mengoperasikan pompa ini. Pompa pemadam kebakaran ini dioperasikan di Marine PERTAMINA RU II Sungai Pakning dan dioperasikan pada saluran pemadam kebakaran berdiameter 16" dan 14" untuk seluruh area produksi Kilang PERTAMINA RU II Sungai Pakning untuk melindungi atau mencegah kebakaran di lokasi kilang.



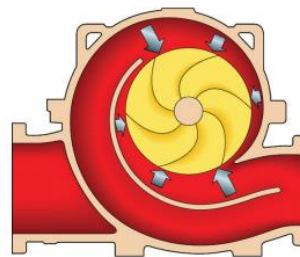
Gambar 2. Data sheet Fire Pump 717-P-3

### 1.1 Pompa Sentrifugal

Pompa adalah mesin fluida yang dirancang untuk mengedarkan fluida yang tidak dapat dimampatkan (unpumpable) dari satu lokasi ke lokasi lain, dari lokasi yang lebih rendah ke lokasi yang lebih tinggi, atau dari tekanan rendah ke tekanan yang lebih tinggi. Pembahasan mengenai pompa tidak lepas dari pembahasan mengenai jalur hisap dan saluran hantar, yang juga mempengaruhi sistem pompa secara keseluruhan [2]. Prinsip kerja pompa adalah dengan menciptakan perbedaan tekanan antara bagian hisap dan bagian tekanan. Perbedaan tekanan ini disebabkan oleh suatu mekanisme, seperti putaran turbin yang menyebabkan sisi isap menjadi kosong. Perbedaan tekanan ini menarik cairan, memungkinkannya berpindah dari satu reservoir ke reservoir lainnya.

Pompa sentrifugal adalah mesin kinetik yang mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolis melalui aksi sentrifugal, yaitu tekanan cairan yang dipompa. Pompa sentrifugal adalah alat industri yang sederhana namun penting. Prinsip kerja pompa sentrifugal adalah cairan yang dipompa masuk ke sistem hisap menuju pusat impeler dan tetap terjebak di antara bilah impeler. Impeler berputar dan cairan mengalir melalui impeler di bawah pengaruh gaya sentrifugal, yang mengakibatkan peningkatan kecepatan cairan. Menurut hukum Bernoulli, tekanan berkurang seiring bertambahnya kecepatan. Hal ini menciptakan zona tekanan rendah (vakum) pada sisi isap pompa. Cairan yang terhisap kemudian dikeluarkan dari turbin akibat adanya gaya sentrifugal dari cairan itu sendiri. Kemudian dikumpulkan oleh casing (badan pompa) sebelum dievakuasi ke sisi outlet. Dalam hal ini kita mengamati fluktuasi energi yang terjadi, yaitu: Energi mekanik poros pompa dipindahkan ke sudu-sudu impeler, sehingga sudu-sudu tersebut memberikan gaya kinetik pada zat cair.

Karena gaya sentrifugal yang tinggi, cairan dikeluarkan untuk mengisi badan pompa, dan di dalam badan pompa, sebagian besar energi kinetik cairan diubah menjadi energi kompresi. Arah aliran fluida pada pompa sentrifugal adalah aksial sedangkan fluida yang keluar dari pompa bersifat radial. Pompa sentrifugal umumnya diproduksi untuk kebutuhan head sedang hingga tinggi dan kapasitas sedang. [2].



Gambar 3. Pompa Sentrifugal [1]

## 2. Metodologi

Metode yang digunakan untuk menentukan efisiensi pompa adalah metode yang membandingkan daya yang masuk dengan daya yang dihasilkan oleh suatu pompa. Berikut metode pengumpulan data dan metode perhitungan penentuan efisiensi pompa.

Untuk mengetahui kinerja pompa 717-P-3 digunakan metode perbandingan daya yang masuk dengan daya yang dihasilkan pompa. Maka diperlukan beberapa parameter atau data antara lain debit tekanan (kg/m<sup>2</sup>), head pompa (m), debit (m<sup>3</sup>/s), tegangan (V), dan kuat arus (A). Data hasil observasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 1.**  
Data Hasil Pengamatan

No	Tanggal Pengambilan Data	Head Pompa (m)	Flow (m <sup>3</sup> /s)	Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )	Tekanan Discharge (kg/m <sup>2</sup> )	Tegangan (V)	Kuat Arus (A)
1	22 Januari 2024	130,69	0,239	1000	28	3298	87
2	23 Januari 2024	107,94	0,335	1000	28	3298	90
3	24 Januari 2024	120,14	0,286	1000	28	3292	90
4	25 Januari 2024	128,67	0,249	1000	28	3303	88
5	26 Januari 2024	131,83	0,230	1000	28	3303	86

Spesifikasi pompa dan motor:

### 1. Spesifikasi pompa

Pump power : 281 kW

Total Head : 145.8 m

Effeciency : 81%

Pump Rational Speed : 1490 rpm

Pump Type and Size : GL12FGL12Y

### 2. Spesifikasi motor

Power : 420 kW

Arus Listrik : 94.8 A

Voltage : 3300 V

Rational Speed : 1490 rpm

Performance	
Speed, rated	: 1480 rpm
Impeller diameter, rated (approx.)	: 390 mm
Impeller diameter, maximum	: 425 mm
Impeller diameter, minimum	: 370 mm
Efficiency (bowl / pump)	: 65.71 / 65.20 %
NPSH required / margin required	: 6.66 / 0.50 m
Head, maximum, rated diameter (approx.)	: 146.4 m
Diameter ratio (rated / max)	: 91.76 %

**Gambar 4. 8** Performance pump

Parameter Dalam Menghitung Kerja Pompa:

### 1. Tekanan statis fluida

Dari bidang acuan diukur tekanan statis fluida p (kg/ms<sup>2</sup>), kecepatan V (m/s) dan tinggi z (m). Zat cair mempunyai tinggi total H (dalam m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>), yang dinyatakan sebagai berikut:

$$H = \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + g$$

Dimana :

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$\rho$  = Massa zat cair per satuan volume (kg/m<sup>3</sup>)

### 2. Kerugian head dalam jalur pipa

Kehilangan aliran pada pipa juga terjadi ketika ukuran pipa, bentuk penampang atau arah aliran berubah. Kerugian jenis ini secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$hf = f \frac{v^2}{2}$$

dimana :

$$hf = f \frac{v^2}{2}$$

f = Koefisien kerugian

v = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)

g = Percepatan gravitasi (9.81 m/s<sup>2</sup>)

### 3. Sambungan Bersudut (Elbow)

Hambatan akibat pembengkokan pipa biasanya terjadi pada sudut 45° ± 90°. Nilai koefisien tergantung pada jenis lengkungan dan sudut lentur. Nilai kerugian yang terjadi pada kurva dapat dirumuskan dengan menggunakan rumus:

$$h_{lm} = f \frac{le}{d} \times \frac{v^2}{2}$$

### 4. Pengecilan penampang pipa

Kerugian pada head untuk pengecilan penampang mendadak dapat dinyatakan dengan rumus berikut:

$$h_{lm} = f \frac{v_2^2}{2}$$

### 5. Kinerja pompa

Daya piston pompa (Ps) merupakan daya yang dikirimkan ke piston pompa dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Ps = T \times \omega$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

$\omega$  = Kecepatan putaran (rad/s)

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

H = Head pompa (m)

$\rho$  = Massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)

Pompa adalah mesin yang menggunakan energi eksternal. Dengan menggunakan dinamo, energi listrik diubah menjadi putaran poros pompa yang dipasang impeler. Konversi energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya selalu tidak sempurna, dan ketidaksempurnaan perubahan ini disebut efisiensi.

Ada beberapa definisi yang berhubungan dengan kerja pompa, yaitu:

Efisiensi merupakan perbandingan kerja berguna dengan kerja yang dibutuhkan oleh mesin.

Daya rotor (penggerak motor listrik) merupakan total energi yang masuk pada motor listrik dikalikan efisiensi motor listrik. Dirumuskan dengan persamaan berikut P rotor =  $\Sigma$  Daya Listrik x  $\eta$ motor

Daya poros pompa atau daya efektif pompa adalah daya dihasilkan dari putaran rotor motor listrik dikalikan dengan efisiensi koplingnya.

$$P_{poros} = \frac{\eta_{transmisi} \times P_{rotor}}{(1 + a)}$$

Daya air adalah kerja berguna dari pompa persatuan waktunya, kerja berguna ini yang diterima air pada pompa.

$$Ph = \rho \times g \times Q \times H$$

Dimana:

$$Ph = Hd - H$$

Tekanan pompa terdiri dari tekanan hisap dan tekanan pengiriman. Tekanan hisap (Ps) adalah tekanan air di dalam tangki yang dihisap oleh pompa. Tekanan buang (Pd) adalah tekanan air yang dialirkan oleh pompa melalui impeller.

Efisiensi pompa didefinisikan sebagai rasio daya hidrolik terhadap daya poros. Usaha yang dilakukan pompa merupakan fungsi dari jumlah langkah dan berat zat cair yang dipompa dalam jangka waktu tertentu. Daya batang pompa (Ps) merupakan daya yang ditransfer ke batang pompa dan dapat dihitung sebagai berikut::

$$\eta_{pump} = \frac{W_{hp}}{B_{hp}}$$

Tenaga pompa, tenaga kuda hidrolik atau tenaga kuda hidrolik (HP) adalah tenaga fluida yang dialirkan oleh pompa (27) dan dapat dihitung sebagai berikut:

$$Whp = Q \times (Hd - Hs) \times \rho \times g \times D$$

Dimana:

Whp = Water Horse Power/daya pompa

Bhp = Brake Horse Power/daya poros

Hd = Head Discharge/Tekanan buang

Hs = Head suction /Tekanan hisap

Q = Debit

## 6. Efisiensi pompa

Yang dimaksud dengan efisiensi adalah membandingkan daya keluaran dengan daya masukan atau membandingkan daya hidrolik pompa dengan daya poros pompa.

$$\eta_p = \frac{P_H}{P_S} \times 100\%$$

dimana :

$\eta_p$  = Efisiensi pompa

## 7. Putaran spesifik

Kecepatan spesifik merupakan besaran tak berdimensi yang menjadi acuan dalam menentukan jenis impeller pompa.

$$n_s = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

Dimana :

n = Putaran pompa (rpm)

H = Head pompa (m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>)

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

## 8. Bilangan Reynolds

Sifat aliran suatu zat cair dapat digambarkan dengan bilangan Reynolds (Re) dan didefinisikan sebagai berikut.

$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

Dimana :

$\nu$  = Kinematik Viskositas (m<sup>2</sup>/s)

D = Diameter dalam pipa (m)

V = Rata-rata Kecepatan aliran (m/s)

Jika viskositas suatu fluida yang mengalir dinyatakan dengan viskositas konstan ( $\mu$ ), maka nilai viskositas kinematik ( $\nu$ ) dapat ditentukan dari korelasinya.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Dimana :

$\mu$  = Viskositas tetap zat cair (kg/m.s)

(1 kg/m.s = 10 poise)

$\rho$  = Massa jenis zat cair (kg/m<sup>3</sup>)

Persamaan antara bilangan Reynolds dengan aliran cairan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Jika  $Re < 2000$  maka alirannya adalah laminar.

2) Jika  $2000 < Re < 4000$  maka alirannya transisi.

3) Jika  $4000 < Re$  maka alirannya merupakan turbulen.

Pompa adalah mesin yang menggunakan energi eksternal. Dengan menggunakan dinamo, energi listrik diubah menjadi putaran poros pompa yang dipasang impeller. Konversi energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya selalu tidak sempurna, dan ketidaksempurnaan perubahan ini disebut efisiensi.

Ada beberapa pengertian yang berkaitan dengan kerja pompa, yaitu:

Efisiensi merupakan perbandingan kerja yang berguna dengan kerja yang dibutuhkan mesin.

Pompa adalah mesin yang menggunakan energi eksternal. Dengan menggunakan dinamo, energi listrik diubah menjadi putaran poros pompa yang dipasang impeller. Konversi energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya selalu tidak sempurna, dan ketidaksempurnaan perubahan ini disebut efisiensi.

Daya poros pompa atau daya pompa efektif adalah daya yang dihasilkan oleh putaran rotor motor listrik dikalikan dengan efisiensi kopling.

$$P_{poros} = \frac{\eta_{transmisi} P_{rotor}}{(1 + a)}$$

Daya hidrolik adalah kerja berguna dari pompa persatuan waktunya, kerja berguna ini yang diterima air pada pompa.

$$Ph = \rho \times g \times Q \times H$$

Dimana:

$$Ph = Hd - H$$

Tekanan pompa terdiri dari tekanan isap dan tekanan keluar. Tekanan hisap (Ps) adalah tekanan air di dalam tangki yang dihisap oleh pompa. Tekanan buang (Pd) adalah tekanan air yang dialirkan oleh pompa melalui impeller.

Efisiensi pompa didefinisikan sebagai rasio daya

hidrolik terhadap daya poros. Usaha yang dilakukan pompa merupakan fungsi dari jumlah langkah dan berat zat cair yang dipompa dalam jangka waktu tertentu. Daya batang pompa ( $P_s$ ) merupakan daya yang ditransfer ke batang pompa dan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\eta_{pump} \frac{W_{hp}}{B_{hp}}$$

output pompa, daya  $H_p$  air atau daya  $H_p$  hidrolis (hp) adalah daya  $H_p$  hidrolis yang dikirimkan oleh pompa, dan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Whp = Q \times (Hd - Hs) \times p \times gD$$

Dimana:

$Whp$  = Water Horse Power/daya pompa

$Bhp$  = Brake Horse Power/daya poros

$Hd$  = Head Discharge/Tekanan buang

$Hs$  = Head suction /Tekanan hisap

$Q$  = Debit

### 3. Hasil dan Pembahasan

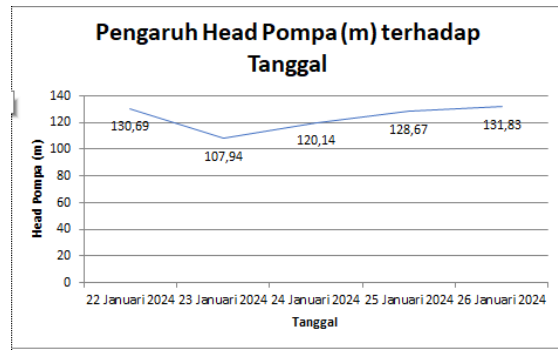
Data hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.**  
Data Hasil Perhitungan

No	Tanggal Pengambilan Data	Daya motor	Daya hidrolis	Daya Poros	Efisiensi(%)
1	22 Januari 2024	422424,85	306102,118	377903,703	72,46
2	23 Januari 2024	436991	301476,42	372193,1	68,90
3	24 Januari 2024	436196,21	336728,39	415714,07	77,19
4	25 Januari 2024	427928,09	313980,53	387630,28	73,37
5	26 Januari 2024	418202,45	297144,82	366845,45	71,05

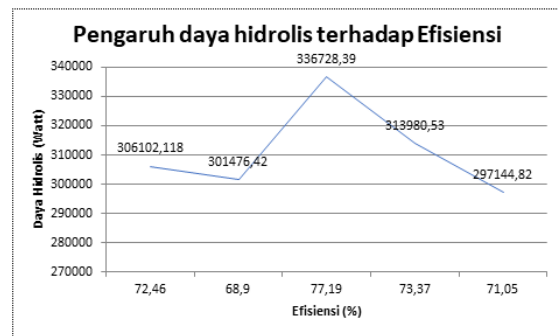
Analisis data efisiensi pompa dilakukan dengan merinci beberapa aspek kinerja pompa selama periode waktu tertentu. Rata-rata efisiensi pompa yang dihitung dari data efisiensi sebesar 72,46%, 68,90%, 77,19%, 73,37%, dan 71,05%, menghasilkan nilai rata-rata sekitar 72,594%. Rentang efisiensi, yang mencerminkan perbedaan antara kondisi operasional paling efisien dan yang kurang efisien, adalah sekitar 8%. Dari data dan perhitungan pompa diatas, dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi pompa adalah daya pompa dan motor. Daya pompa dipengaruhi oleh nilai *Head*, debit dan massa jenis fluida. Untuk daya motor dipengaruhi oleh tegangan dan arus listrik.

Dapat dilihat efisiensi tertinggi terdapat pada pengujian pada tanggal 24 januari dimana head total pompa 120,14 m dan flow 0,286 m<sup>3</sup>/s dan efisiensi terendah diperoleh pada tanggal 23 januari dengan head total pompa 107,94 m dan flow 0,335 m<sup>3</sup>/s.



Gambar 5. Grafik pengaruh Head Pompa terhadap Tanggal

Dari grafik diatas dapat dilihat dimana pada tanggal 22 januari head pompa didapat sebesar 130,69, pada tanggal 23 januari head pompa didapat 107,94, kemudian pada tanggal 24 januari head pompa didapat sebesar 120,14, kemudian pada tanggal 25 januari head pompa didapat sebesar 128,67, lalu pada tanggal 26 januari head pompa didapat sebesar 131,83. Dapat dilihat dimana terjadi perbedaan ketinggian pada head, ini dikarenakan pengujian di setiap tanggalnya dilakukan pada *hydrant* yang berbeda.



Gambar 6. Pengaruh Daya Hidrolis terhadap Efisiensi

Grafik diatas merupakan grafik daya hidrolis vs efisiensi, dari grafik tersebut dapat dilihat dimana pada daya hidrolis 306102,118 watt didapat efisiensi pompa sebesar 72,46%, kemudian pada daya hidrolis 301476,42 watt diperoleh efisiensi sebesar 68,9%, pada daya hidrolis 336728,39 watt diperoleh efisiensi sebesar 77,19%, kemudian pada daya hidrolis 313980,53 diperoleh efisiensi sebesar 73,37%, lalu pada daya hidrolis 297144,82 watt efisiensi yang diperoleh sebesar 71,05%. Dari grafik tersebut dapat dianalisa bahwa daya hidrolis tersebut berbanding lurus dengan efisiensinya, dimana jika daya hidrolis semakin besar, maka efisiensi yang didapat juga akan lebih besar.

### 4. Simpulan

Adapun kesimpulan yang di dapat dari penelitian PT. ABC ini adalah sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan data hasil perhitungan pompa 717-P-3 memiliki efisiensi rata-rata sebesar 75,03%.
- 2) Hal-hal yang mempengaruhi efisiensi pompa adalah daya pompa dan motor. Daya pompa

dipengaruhi oleh nilai head total, debit, dan massa jenis fluida. Untuk daya motor dipengaruhi oleh tegangan dan arus listrik.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] Volk Michael. 2014. Pump Characteristics and Applications. California.
- [2] Gunanto A. 2019. Dasar Perancangan Teknik Mesin. Yogyakarta.
- [3] Alijoyo, A. Wijaya, B & Jacob, I. 2020. Failure Mode Effect Analysis. Bandung.
- [4] B Anonim. 2008."Perancangan Spesifikasi Pompa". Universitas Sumatera Utara ,termuat di <http://Perancanganpompa.PDF.com>. Diakses 5 Oktober 2023.
- [5] Fitriyani Rina. 2019. Teknik Mekanik Mesin Industri. Jakarta.
- [6] Lobanoff, Val S. 1992. Centrifugal Pumps, design & application. United States of America.
- [7] Ngadiyono Yatin. 2010. Pemeliharaan Mekanik Industri. Yogyakarta.
- [8] Stamatis, D.H. 2003. Failure Mode and Effect Analysisi. Amerika Serikat.
- [9] Mobley, R.Keith. 2008. Maintenance Engeneering Handbook Seventh Edition. New York.
- [10] Oktriyono F.D dan Anuar K.2019. Metode Perawatan, Analisa Kerusakan Dan Perhitungan Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal Water Injection Tipe D-91056 Di Spu Sei, Karas Pt. Pertamina Ep 1 Field Lirik, Indragiri Hulu-Riau