

OPTIMALISASI SISTEM PERAWATAN POMPA SENTRIFUGAL DI UNIT UTILITY PT.ABC

Iwan Nugraha Gusniar

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin S1, Universitas Singaperbangsa Karawang.

Abstrak

Pada dasarnya prinsip kerja pompa adalah membuat tekanan rendah pada isap, sehingga *fluida* akan terhisap masuk dan mengeluarkannya pada sisi tekan atau sisi keluar dengan tekanan yang lebih tinggi, semua itu dilakukan dengan menggunakan elemen pompa penggerak yaitu *impeller*, *plunger* atau *piston*.

Pompa Sentrifugal salah satu jenis pompa pemindah non positif prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu *impeller* yang berputar dalam *casing* kedalam pompa tekanan dinamis.

Sistem perawatan pada Pompa Sentrifugal dibagi menjadi 3 macam yaitu:

1. *Routine Maintenance* (Perawatan Rutin)
2. *Predictive Maintenance* (Perawatan bersifat Prediksi)
3. *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan).

Kata kunci: Fungsi Pompa, Pompa Sentrifugal, Sistem Perawatan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Perubahan Teknologi menjadikan pola tingkah manusia yang berhubungan dengan kehidupan seringkali diperluas. Orang romawi kuno menggerakkan roda gigi dengan memakai kuda, tenaga budak, dan mungkin juga tenaga air. Untuk itu manusia menciptakan alat yang dapat membantu meringankan beban untuk memindahkan air, salah satunya adalah pompa. Pompa merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah energi mekanis menjadi energi hidrolis. Secara umum pompa digunakan untuk memindahkan *fluida* dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan menaikkan tekanan *fluida* tersebut, dan pompa memberikan energi kepada *fluida* yang dipompanya.

Pada dasarnya prinsip kerja pompa adalah membuat tekanan rendah pada isap, sehingga *fluida* akan terhisap masuk dan mengeluarkannya pada sisi tekan atau sisi keluar dengan tekanan yang lebih tinggi, semua itu dilakukan dengan menggunakan elemen pompa penggerak yaitu *impeller*, *plunger* atau *piston*. Untuk bekerja pompa membutuhkan energi yang diperoleh dari luar yang biasa diperoleh dari motor listrik atau motor bakar.

Beberapa kemajuan teknologi telah mempengaruhi semua jenis perlengkapan pemompaan. Kemajuan ini mencakup bahan-bahan yang telah disempurnakan, desain pompa yang lebih baik, cara-cara menjamin kualitas yang baik, serta akan memperpanjang umur pompa dan mempertinggi keandalan (*reability*) pengoperasian pompa.

Keunggulan Pompa Sentrifugal adalah: harga yang lebih murah, konstruksi pompa sederhana, mudah pemasangan maupun perawatan, kapasitas dan tinggi tekan (*head*) yang tinggi, kehandalan dan ketahanan yang tinggi yaitu tahan dioperasikan dalam jangka waktu yang lama.

TINJAUAN PUSTAKA

Pompa adalah suatu alat atau mesin untuk memindahkan cairan dari satu tempat ketempat lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.

Pompa Sentrifugal termasuk salah satu jenis pompa pemindah non positif yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu *impeller* yang berputar dalam *casing* kedalam pompa tekanan dinamis. Dimana pompa jenis ini memiliki *impeller* yang berfungsi untuk mengangkat *fluida* dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi atau dari tekanan yang rendah ke tekanan yang lebih tinggi. Sistem perawatan pada pompa sentrifugal dibagi menjadi 3 macam yaitu:

Sistem perawatan pada pompa sentrifugal dibagi menjadi 3 macam yaitu:

1. *Routine Maintenance*: Merupakan inspeksi harian terhadap peralatan yang terpasang dan dalam keadaan beroperasi. Hal ini dilakukan agar gejala-gejala kerusakan dapat segera diketahui, sehingga kerusakan dapat segera diketahui, sehingga kerusakan yang lebih fatal dapat dihindari.
2. *Predictive Maintenance*: Merupakan tindakan perawatan yang bersifat pengamatan terhadap objek dengan melakukan pengukuran-pengukuran tertentu.
3. *Preventive Maintenance*: Merupakan perawatan yang sifatnya berupa pencegahan dan dilakukan secara rutin sesuai jadwal yang telah ditentukan yang bertujuan untuk meningkatkan keandalan dan memperpanjang umur peralatan.

Berhubung pompa merupakan suatu mesin (alat pengubah tenaga) maka dalam penggunaannya memerlukan penggerak (*driver*) yang dapat berupa motor listrik, *turbine* dan *engine*. Pompa merupakan alat untuk memindahkan *fluida* cair yang paling efektif sehingga penggunaannya cukup luas, khususnya di sektor industri kimia, industri minyak, industri kertas, industri tekstil dan lain-lain.

Klasifikasi Pompa

Sehubungan aplikasi pompa sangat luas, maka jenis-jenis pompa yang beredar di pasaran dan yang dibuat oleh produsen pompa cukup banyak, baik ditinjau dari sisi konstruksi, tipe dan materialnya. Tapi berdasarkan prinsip kerjanya, pompa dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu:

- **Pompa Aksial**
Pompa aksial adalah pompa yang pada saat terjadi kenaikan kecepatan putaran pada *impeller*, aliran pada saluran *discharge* arahnya aksial (searah poros).
- **Pompa Campuran**
Mixed pump adalah pompa yang pada saat terjadi kenaikan kecepatan putaran pada *impeller*, arah aliran pada saluran *discharge* merupakan gabungan antara sentrifugal dan aksial.
- **Pompa Sentrifugal (*Radial*)**

Pompa Sentrifugal adalah pompa yang dimana pada saat terjadi kenaikan kecepatan pada *impeller*, aliran *fluida* pada sisi *discharge* (keluaran) arahnya sentrifugal (tegak lurus terhadap poros).

Ciri – ciri pompa sentrifugal :

- a) Umumnya memiliki rumah/ *casing* berbentuk *volute* (rumah keong).
- b) Secara umum bentuknya lebih besar dari pada pompa positive displacement.
- c) Digunakan untuk kapasitas aliran fluida cair yang besar.

Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Daya putar dari penggerak mula (motor/turbin) diberikan pada poros pompa untuk memutar *impeller*, *impeller* yang berputar akan menghisap *fluida* lalu memutarkannya. Akibat dari putaran *fluida* cair yang cepat maka timbul gaya Sentrifugal yang besar sehingga cairan akan terlempar dan mengalami kenaikan kecepatan. Setelah keluar dari *impeller*, *fluida* akan mengalir dan ditampung pada saluran berbentuk spiral (*volute*) kemudian sebagian kecepatan aliran dirubah menjadi tekanan keluaran (*discharge pressure*). Jadi di dalam *impeller*, *fluida* mengalami kenaikan energi kinetik.

Masalah – Masalah pada Pompa Sentrifugal

1. Masalah Mekanika
2. Masalah Operasional
3. Gangguan – gangguan pada Pompa
 - *Surging*
 - *Kavitasi*
 - *Vibrasi*

Perhitungan Daya dan Effisien Terhadap Pompa.

1. Effisiensi Volumetris (*nv*)
2. Effisiensi Hidrolis (*nh*)
3. Effisiensi Mekanik (*nm*)

Jadi debit yang sesungguhnya adalah :

$$Q_e = Q \cdot n_v \dots\dots\dots$$

Dimana : Q_e = Debit aktual
 Q = Debit teoritis
 n_v = Effisiensi volumetric

Sedangkan effisiensi yang sesungguhnya adalah penjumlahan dari :

$$n = n_v + n_h + n_m \dots\dots\dots$$

TUJUAN DAN MANFAAT

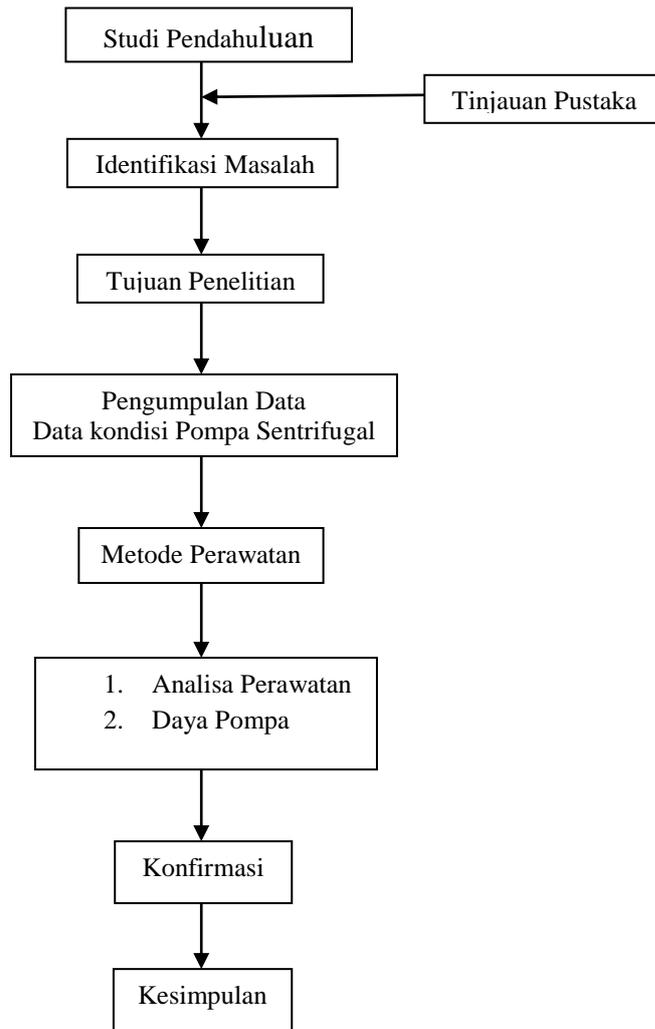
Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap sistem kerja pompa
2. Mengetahui mekanisme kerja dari mesin pompa dan sistem perawatannya.
3. Agar dapat menghasilkan sumber daya manusia yang baik dan mencetak tenaga kerja yang professional.

Manfaat untuk peneliti yaitu menambah wawasan tentang teori dan praktek penerapan metode perawatan pompa yang di gunakan dan juga manfaatnya dapat dirasakan oleh masyarakat kampus sebagai bukti aplikasi dari metode yang di gunakan, sedangkan untuk perusahaan dapat memberikan sesuatu yang berguna.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Pemecahan Masalah



METODE PENGUMPULAN DATA

Dalam penelitian ini, metode yang dipakai dalam pengumpulan data adalah:

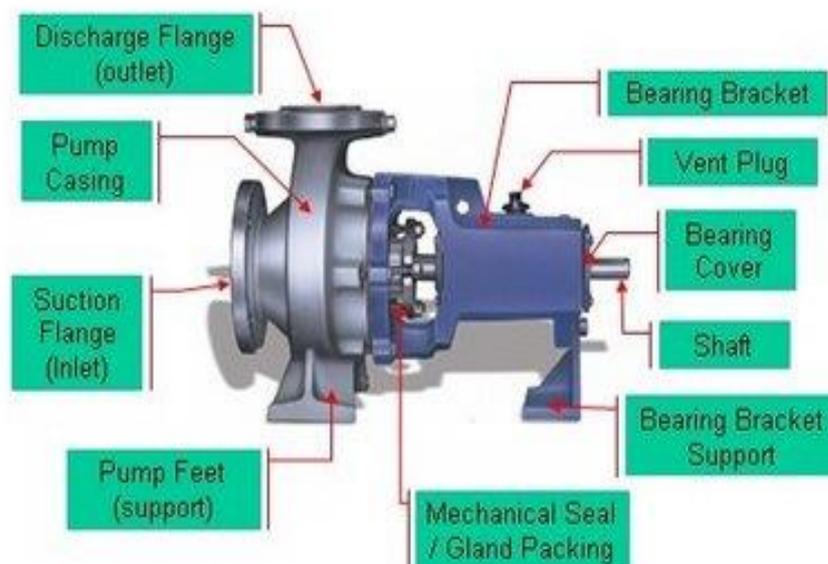
- Metode *observasi* yaitu metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang akan dibahas.
- Metode *interview* yaitu metode pengumpulan data dengan cara melakukan diskusi dengan pembimbing dan operator lapangan.
- Studi pustaka / *literatur* yaitu metode pengumpulan data dengan cara mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas.

Fungsi Pompa Sentrifugal

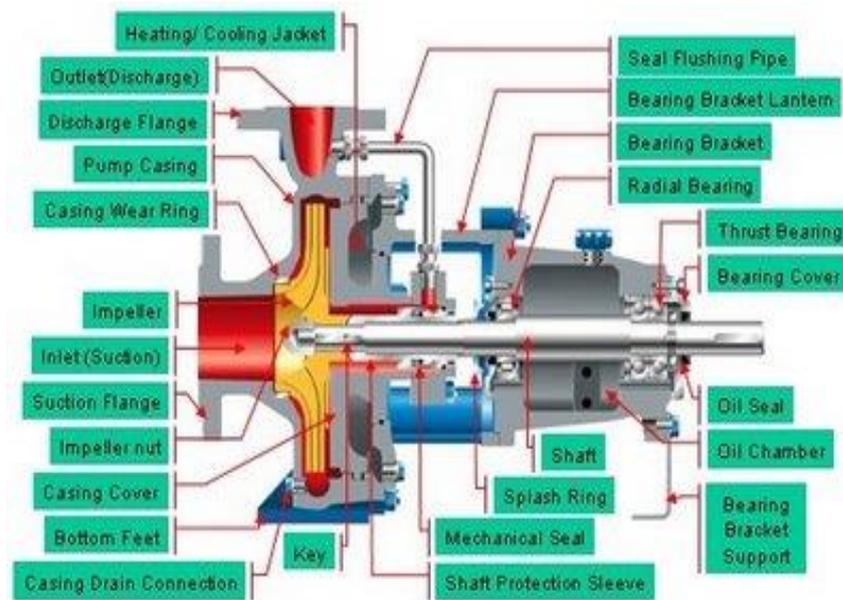
Fungsi dari Pompa Sentrifugal adalah memindahkan *condensat/fluida* (limbah ammonia) dari *stripper 2209 E* ke *Exchanger* dengan suhu lebih dari 100°C untuk menguapkan dan membuang kandungan kadar ammonia sebelum dibuang ke lingkungan.



Gambar Pompa Sentrifugal



Gambar Bagian-bagian Pompa Sentrifugal



Gambar Irisan Pompa Sentrifugal Horizontal

Masalah – Masalah Pada Pompa Sentrifugal :

Masalah Mekanika yaitu: gangguan yang diakibatkan oleh faktor mekanikal seperti:

1. *Impeller* jebol.
2. *Mechanical seal* (perapat mekanikal) bocor.
3. Poros (*shaft*) patah atau bengkok.
4. Kerusakan pada bantalan.

Masalah Operasional yaitu: gangguan yang berkaitan dengan oprasional alat seperti:

1. *Kavitasi*.
2. Berkurangnya aliran *fluida*.
3. Berkurangnya tekanan *fluida*.
4. Putaran tidak mau naik.
5. Temperatur naik.

Spesifikasi Pompa Sentrifugal

Kondisi Operasi

- ✓ *Fluida* : Water (ammoniak)
- ✓ Temperatur *Fluida* Pompa : 0 – 80°C
- ✓ Tekanan maksimum keluar : 14 kgf/cm²
- ✓ Tekanan minimum keluar : 7 kgf/cm²
- ✓ Kebutuhan tenaga : 3-phase 220 V
- ✓ Total *Head* : 105 m

Trouble Shooting Pompa

Tabel *Trouble Shooting Pompa*

Gejala	Penyebab	Penanganan
<i>Pump fails to start</i> (Pompa tak mau menyala)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Motor rusak ○ Pompa rusak ○ Tidak ada arus listrik ○ <i>Impeller</i> tersumbat 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Perbaiki motor ○ Memperbaiki pompa ○ Periksa listrik ○ Lakukan pembersihan <i>impeller</i>
<i>Though pump starts working</i> (Meskipun pompa mulai bekerja)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Katup tertutup ○ Katup tidak terbuka ○ <i>Impeller</i> tersumbat 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Buka Katup ○ Perbaiki katup ○ Lakukan pembersihan <i>impeller</i>
<i>Water is not discharge</i> (Air tidak tersedot)		
<i>No specified amount of water and head</i> (Tak ada jumlah air dan head)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tekanan <i>head</i> terlalu tinggi ○ Pipa pengisapan dan saringan tersumbat ○ <i>Impeller</i> tersumbat 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Periksa pemasangan pipa pada jalur akhir air ○ Lakukan pembersihan pada pipa ○ Lakukan pembersihan <i>Impeller</i>
<i>Motor is overloaded</i> (Motor kelebihan beban)	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Shaft</i> rusak ○ <i>Casing distorted</i> ○ Penghantaran arus terlalu tinggi ○ <i>Head</i> rendah 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mengganti <i>shaft</i> dengan yang baru ○ Periksa kondisi pompa ○ Mengurangi tekanan katup ○ Kurangi tekanan katup
<i>Bearing is overheated</i> (bearing terlalu panas)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pelumas tidak cukup ○ Pelumas terlalu banyak ○ <i>Bearing</i> tergores dan berkarat ○ <i>Shaft</i> bengkok 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Isi pelumas ○ Kurangi pelumas ○ Mengganti <i>roller bearing</i> dengan yang baru ○ Mengganti <i>shaft</i> dengan yang baru
<i>Pump vibrates</i> (Pompa bergetar)	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Shaft</i> bengkok ○ Getaran saat memompa ○ <i>Bearing</i> rusak ○ <i>Impeller</i> tersumbat 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mengganti <i>shaft</i> ○ Memperkuat pipa ○ Mengganti <i>roller bearing</i> dan <i>underwater bearing</i>

Perawatan Pompa

Setelah dilakukan perencanaan perawatan maka selanjutnya dilakukanlah tindakan perawatan. Tindakan perawatan di Unit Utility bertujuan untuk mempertahankan kelancaran produksi agar sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Kegiatan-kegiatan perawatan meliputi :

Routine Maintenance

Merupakan inspeksi harian terhadap peralatan yang terpasang dan dalam keadaan beroperasi. Hal ini dilakukan agar gejala-gejala kerusakan dapat segera diketahui, sehingga kerusakan dapat segera diketahui, sehingga kerusakan yang lebih fatal dapat dihindari. Sedangkan untuk menetapkan kerusakan yang terjadi dilakukan dengan langkah pemeriksaan menggunakan instrumen seperti pada *predictive maintenance*.

Kegiatan yang dilakukan pada saat melakukan *routine maintenance* adalah :

- ✓ Pemeriksaan kondisi oli.
- ✓ Pemeriksaan *temperature fluida*.
- ✓ Memeriksa apakah terjadi *vibrasi* yang terlalu besar.
- ✓ Pemeriksaan baut-baut pada sambungan.

Predictive Maintenance

Merupakan tindakan perawatan yang bersifat pengamatan terhadap objek dengan melakukan pengukuran-pengukuran tertentu. Kegiatan ini dilakukan untuk menentukan langkah perawatan yang dilakukan serta meningkatkan kesiapan untuk melakukan perawatan. Kegiatan yang dilakukan saat *predictive maintenance* adalah :

- ✓ Pengecekan terhadap *temperature* mesin.
- ✓ Mengukur tingkat kebisingan mesin.
- ✓ Pengecekan *vibrasi* pada alat putar.
- ✓ Memprediksi terhadap kerusakan dari mesin tersebut.

Preventive Maintenance

Preventive Maintenance merupakan pekerjaan perawatan yang sifatnya berupa pencegahan dan dilakukan secara rutin sesuai jadwal. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan peralatan dan memperpanjang umur peralatan tersebut.

Hal-hal yang dilakukan pada saat melakukan *preventive maintenance* pada pompa sentrifugal adalah sebagai berikut :

- Tambah/ ganti *Greas Coupling*.
- Periksa *line pompa & check valve* (ganti bila perlu)
- Bersihkan oli *filter & cooler* (bila perlu).
- Periksa kondisi oli *gear box*.
- Periksa *lateral play* pompa.
- Periksa dan bersihkan *suction strainer* pompa.
- Ukur vibrasi sebelum dan sesudah *preventive maintenance*.
- Periksa *Alignment/* kelurusan poros sebelum dan sesudah *preventive maintenance*.
- Periksa baut-baut pondasi.
- Bersihkan mesin dan area sekitarnya.

Dan hal-hal yang perlu diperhatikan pada saat *preventive maintenance* adalah :

1. Pemberian pelumas,
Pemberian pelumasan pada pompa dengan mengisi sesuai dengan ukuran/kapasitas yang sudah ditentukan. Dan apabila mengisi pelumas pada pompa melebihi ukuran yang sudah ditentukan, akan meningkatkan temperatur dengan tidak normal
2. Awal pengoperasian
Awal pengoperasian pompa yang harus diperhatikan adalah temperature *bearing*(bantalan). Dan mengganti pelumas pada bearing minimal satu minggu dua kali dan secara berkala.
3. Pemberhentian operasi pompa
Operasi berhenti jika temperatur *bearing* melebihi temperatur tekanan pompa mencapai suhu 40°C dan mencari permasalahan yang membuat temperatur pompa menjadi naik, sehingga harus berhenti beroperasi.
4. Memperkuat penekanan pompa
Mengencangkan *packing* untuk menghindari kebocoran yang berkelanjutan. Apabila terjadi kebocoran kembali, ganti *packing* dan kecangkan kembali.

Daya pompa

Diketahui : $\rho = 617 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$
 $g = 9,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$
 $d = 0,05 \text{ (m)}$
 $H = 105 \text{ (m)}$
 $m = 0,964 \text{ (kg)}$
 $t = 6,03 \text{ s}$

Menghitung kecepatan rata-rata aliran *fluida*

$$\begin{aligned} Q &= AU \\ \frac{m}{\rho \cdot t} &= \frac{\pi d^2}{4} U \\ U &= \frac{4 \cdot m}{\rho t \pi d^2} \\ &= \frac{4 \cdot (0,964)}{(617)(603)(3,14)(0,05)^2} \\ &= \frac{3,856}{29,206} \\ &= 0,132 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Menghitung debit *fluida* Pompa

$$\begin{aligned} Q &= AU \\ &= \frac{\pi d^2}{4} \times 0,132 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,0019625 \times 0,132 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$= 0,000259 \text{ m}^3/\text{s}$$

Menghitung daya Pompa

$$\begin{aligned} P &= \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \\ &= 617 \text{ kg/m}^3 \times 0,000259 \text{ m}^3/\text{s} \times 98 \text{ m/s}^2 \times 105 \text{ m} \\ &= 164,43 \text{ watt} \end{aligned}$$

Dimana : Q = Debit aliran (m³/s)
A = Luas penampang pipa (m²)
 ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
U = Kecepatan rata-rata (m/s)
P = Daya (Watt,kW)
H = Tinggi jatuh/tegak lurus ke atas (m)
g = Percepatan gravitasi (m/detik²)
m = Massa (kg)
t = Waktu (S)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan data-data yang dikumpulkan pada prinsipnya Pompa Sentrifugal membutuhkan daya 164,43 watt, sistem perawatan yang dilakukan *routin maintenance, predictive maintenance, preventive maintenance* dan *trouble shooting* pada pompa yaitu : a. *Pump Fails to Start*, b. *Bearing is Overloaded*, c. *Pump vibrates*, d. *Motor is overloaded*.

Saran

Adapun penulis kiranya dapat memberikan saran-saran yang dapat diterima dan dijadikan sebagai masukan untuk pihak perusahaan diantaranya:

1. Peningkatan *Preventive maintenance* juga di perlukan dalam upaya meningkatkan kemampuan mesin pompa. Hal ini di perlukan guna menjaga kondisi mesin agar tetap dalam kondisi baik dan memastikan tidak ada komponen-komponen yang rusak maupun tidak berfungsi sebagaimana mestinya.
2. Melakukana perawatan (*maintenance*) pada peralatan dengan sesering mungkin, hal ini dilakukan untuk mencapai kinerja dan mutu mesin dengan optimal dalam perusahaan, sebagai salah satu bagian penunjang produksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Centrifugal pump, Installation, Oparating, Repair and Maintenance*. Japan: Tokyo Engineering Corporation.
2. H. Church Austin, diterjemahkan oleh Ir. Zulkifli Harahap, 1986. *Pompa dan Blower Sentrifugal*. Jakarta: Erlangga.
3. Sularso, Ir., Ms ME. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: PT. Pradaya Paramita
4. www.Pupuk Kujang.com
5. www.Google.com