



INSTITUT TEKNOLOGI PLN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH OVERHAUL TERHADAP PENURUNAN
VIBRASI VACUUM PUMP UNIT 4B DI PLTU UPK ASAM
ASAM**

DISUSUN OLEH:

ISMAIL

NIM : 201872004

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN BISNIS ENERGI
TEKNIK MESIN
JAKARTA 2021**

**PENGARUH OVERHAUL TERHADAP PENURUNAN VIBRASI
VACUUM PUMP UNIT 4B DI PLTU UPK ASAM ASAM**

TUGAS AKHIR



Diajukan guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna memperoleh Gelar
Ahli Madya

Disusun Oleh :

Ismail

201872004

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN BISNIS ENERGI
INSTITUT TEKNOLOGI PLN
JAKARTA 2021**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Ismail
Nim : 201872004
Program Studi : DIII Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Overhaul Terhadap Penurunan Vibrasi Vacuum Pump Unit 4B di PLTU UPK asam-asam

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini dapat terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar ahli madya baik di lingkungan Institut Teknologi PLN maupun di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan di sebutkan dalam daftar pustaka. Pernyataan ini di buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika pernyataan ini tidak benar

Jakarta, 14 Agustus 2021



Ismail

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

TUGAS AKHIR

PENGARUH OVERHAUL TERHADAP PENURUNAN VIBRASI VACUUM PUMP UNIT 4 PLTU UPK ASAM ASAM

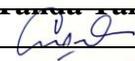
Disusun Oleh:

ISMAIL

201872004

Telah di sidangkan dan di nyatakan **LULUS** pada sidang Tugas Akhir pada Program Studi DIII Teknik Mesin Fakultas Teknologi dan Bisnis Energi Institut Teknologi PLN pada tanggal

TIM PENGUJI

| Nama | Jabatan | |
|------------------------|--------------------|--|
| Prayudi, Drs, M.M, M.T | Ketua Penguji |  Digitally signed by Prayudi DN: C=ID, OU=FTBE, O=Institut E=prayudi@itpln.ac.id Location: Jakarta Date: 2021.09.05 11:56:40+07'00 |
| M.Ridwan, S.T, M.T | Sekretaris Penguji | MT |
| Vendy Antono, S.T, M.T | Anggota Penguji |  Vendy Antono |

Mengetahui,

Kepala Program Studi DIII Teknik Mesin

Utami Wahyuningsih, S.T, M.T

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

PENGARUH OVERHAUL TERHADAP PENURUNAN VIBRASI VACUUM PUMP UNIT 4B DI PLTU UPK ASAM-ASAM

Disusun Oleh :

Ismail

201872004

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

PROGRAM STUDI DIPLOMA III

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN BISNIS ENERGI

INSTITUT TEKNOLOGI PLN

Jakarta 14 Agustus 2021

Mengetahui,

Kaprodi D III Teknik Mesin

Utami Wahyuningsih, ST., MT

Disetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Eko Sulistiyo
Digitally signed by Eko Sulistiyo
DN: C=ID, OU=Prodi S1 Teknik Mesin,
O=Institut Teknologi PLN, CN=Eko
Sulistiyo, E=eko.sulistiyo@itpln.ac.id
Reason: I am the author of this
document
Location: Jakarta
Date: 2021-08-22 10:20:45
Foxit Reader Version: 9.7.2
Eko Sulistiyo., ST., M.Si

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada yang terhormat

Bapak Iskandar Setiawan S,T Selaku Pembimbing Lapangan

Eko Sulistiyo, ST., M,Si Selaku Pembimbing Magang

Selaku dosen pembimbing dan pembimbing lapangan yang telah memberikan dukungan, petunjuk, serta saran dan keritik sehingga saya dapat menyelesaikan magang serta laporan kerja magang ini

Terimakasih yang sama, saya sampaikan kepada :

1. Rakryan Permadi Saka Kusuma S,T, selaku Assistant Engineer Har Turbin PLTU Asam-Asam
2. Muhammad Ashar, Selaku Juniar Technician Har Turbin PLTU Asam-Asam
3. Hari Susanto, Selaku Junior Technician Har Turbin PLTU Asam-Asam
4. Nur Ikhsan Abimanyu, Selaku Junior Technician Har Turbin PLTU Asam-Asam
5. Satrya Putra Lestiono, Selaku Junior Technician Har Turbin PLTU Asam-Asam
6. Arga Puji Yanto Widodo, Selaku Junior Technician Har Turbin PLTU Asam-Asam
7. Muhammad Ilham Nazzahudin, Selaku Junior Engineer Pemeliharaan Prediktif
8. Seluruh rekan-rekan tim Har Mekanik PLTU Asam-Asam
9. Dan kepada orang tua serta keluarga juga teman teman yang telah mendukung.

Jakarta, 14 Agustus 2021



Ismail

201872004

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas aadeika Institut Teknologi PLN, saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Ismail
Nim : 201872004
Program Studi : DIII Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknologi Bisnis dan Energi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi PLN **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Pengaruh Overhaul Terhadap Penurunan Vibrasi Pada Vacuum Pump Unit 4B
PLTU UPK Asam-asam**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Instirur Tenologi PLN berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhirsaya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan saya buat ini dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 14 Agustus 2021
Yang menyatakan



Ismail



LEMBAR PERSETUJUAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Mengajukan Proposal Proyek Akhir : Pengaruh Overhaul Terhadap Penurunan Vibrasi dengan judul
Vacuum Pump Unit 4B Di PLTU UPK
Asam-asam

Identitas Peneliti

- a. Nama Mahasiswa : Ismail
b. NIM : 201872004
c. Program Studi : DIII Teknik Mesin
d. Fakultas : Fakultas Teknik dan Bisnis Energi
e. No.HP : 085298575429
f. Email : ismail1560@gmail.com

Jangka Waktu Penelitian

- a. Mulai tanggal : 2 Maret 2021
b. Selesai tanggal : 2 Juni 2021

Lokasi Penelitian : PLTU UPK Asam asam

Alamat : Asri Mulia, Jorong, Kabupaten Tanah Laut,
Kalimantan Selatan, 70881

Nama Dosen pembimbing : Eko Sulistiyo., ST., M.SI

Jakarta, 17 April 2021

Disetujui,

Dosen Pembimbing

Eko Sulistiyo
Digitally signed by Eko Sulistiyo
DN: c=ID, OU=Prodi S1 Teknik Mesin,
O=Institut Teknologi PLN, CN=Eko
Sulistiyo, E=eko.sulistiyo@ipln.ac.id
Reason: I am the author of this
document
Location: Jakarta
Date: 2021-04-22 10:20:45
Font Reader Version: 9.7.2
Eko Sulistiyo., ST., M.Si

Mahasiswa


Ismail

Mengetahui,

Kepala Program Studi DIII Teknik Mesin

Utami Wahyuningsih, ST., MT.

PENGARUH OVERHAUL TERHADAP PENURUNAN VIBRASI PADA VACUUM PUMP UNIT 4B PLTU UPK ASAM-ASAM

Ismail, 201872004

Dibawah bimbingan Eko Sulistiyo, ST., M.Si

ABSTRAK

Pompa vakum pada PLTU ialah untuk mengvakum kondensor dimana bertujuan untuk mengeluarkan molekul gas dari sebuah ruangan tertutup ke area luar guna pemcapai suatu tekanan vakum , pompa vakum unit 4 pada PLTU UPK Asam-asam mengalami vibrasi yang tinggi dimana vibrasinya 5.50 mm/s dan sudah masuk dalam kategori zona D (danger) , setelah melakukan *inspection* pompa vakum mengalami unbalance dan beberapa komponen lainnya rusak seperti bearing dan *shaft sleeve*. Setelah dilakukan balancing oleh pihak ketiga, mengganti bearing dan *shaft sleeve* vibrasi menurun 4.47 mm/s tetapi masih dalam zona D maka dari itu pompa vakum harus di lakukan analisi lebih lanjut untuk mendapatkan akar permasalahan

Kata Kunci : Pompa Vakum, Vibrasi

PENGARUH OVERHAUL TERHADAP PENURUNAN VIBRASI PADA VACUUM PUMP UNIT 4B PLTU UPK ASAM-ASAM

Ismail, 201872004

Under the guidance of Eko Sulistiyo, ST., M, Si

ABSTRACT

The vacuum pump at the PLTU is to vacuum the condenser which aims to remove gas molecules from a closed room to an outside area in order to achieve a vacuum pressure, the unit 4 vacuum pump at PLTU UPK Asam-asam experiences high vibrations where the vibration is 5.50 mm/s and has entered in the category D (danger) zone, after inspection the vacuum pump experienced unbalance and several other components were damaged such as bearings and shaft sleeves. After balancing by a third party, replacing the bearing and shaft sleeve, the vibration decreased by 4.47 mm/s but is still in zone D, therefore the vacuum pump must be analyzed further to get to the root of the problem.

Keywords: Vacuum Pump, Vibration

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING | iv |
| LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI..... | v |
| UCAPAN TERIMAKASIH..... | vi |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS..... | vii |
| LEMBAR PERSETUJUAN PROPOSAL TUGAS AKHIR..... | viii |
| ABSTRAK | ix |
| ABSTRACT | x |
| DAFTAR ISI..... | ii |
| DAFTAR TABEL..... | iv |
| DAFTAR GAMBAR..... | v |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 1 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Manfaat | 2 |
| 1.5 Ruang Lingkup Masalah | 2 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 3 |
| 2.1 Penelitian Yang Relevan | 3 |
| 2.2 Landasan Teori..... | 4 |
| 2.1.1 Proses Produksi PLTU UPK Asam-asam | 4 |
| 2.1.2 Komponen Utama PLTU..... | 6 |
| 2.1.3 Komponen Bantu PLTU..... | 8 |
| 2.1.4 Siklus Rankine..... | 9 |
| 2.1.5 Penjelasan tentang vibrasi..... | 11 |
| 2.1.6 Condition monitoring..... | 14 |
| 2.1.7 Jenis-jenis Permasalahan Vibrasi pada Pompa | 15 |
| 2.1.8 Analisa Permasalahan Vibrasi dengan Spectrum..... | 15 |
| 2.1.9 Dasar Pengertian Pompa..... | 17 |
| 2.1.10 Pompa Perpindahan Positif..... | 18 |
| 2.1.11 Pompa Dinamik | 21 |
| 2.1.12 Faktor faktor penyebab kerusakan pada pompa..... | 23 |
| 2.1.13 Konstruksi Pompa Vakum | 24 |
| 2.1.14 Komponen komponen Pompa Vakum | 26 |
| 2.1.15 Fungsi Pompa Vakum..... | 28 |
| 2.1.16 Prinsip Kerja Pompa Vakum..... | 29 |
| 2.1.17 Siklus pompa vakum..... | 31 |
| 2.1.18 Kerusakan pada shaft bearing vacuum pump | 31 |
| 2.1.19 Kerusakan pada Pompa Vakum..... | 32 |
| 2.1.20 Jenis-Jenis Maintenance..... | 33 |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN | 34 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.1 | Tempat dan Waktu Pelaksanaan..... | 34 |
| 3.2 | Desain Penelitian | 35 |
| 3.3 | Metode Pengumpulan Data | 36 |
| 3.4 | Metode Analalisa Data..... | 36 |
| 3.5 | Jadwal Penelitian..... | 37 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 38 |
| 4.1 | Pembahasan | 38 |
| 4.1.1 | Pompa Vakum | 38 |
| 4.1.2 | Spesifikasi Pompa Vakum..... | 39 |
| 4.1.3 | Trouble shooting pompa..... | 40 |
| 4.2 | Persiapan proses overhaul | 41 |
| 4.3 | Pemeliharaan Pompa Vakum..... | 42 |
| 4.4 | Corrective Maintenance..... | 43 |
| 4.4.1 | Perencanaan Proses Overhaul | 43 |
| 4.4.2 | Tahapan proses overhaul | 45 |
| 4.4.3 | Impeller yang di gunakan..... | 49 |
| 4.4.4 | Proses Inspection | 49 |
| 4.4.5 | Visual Inspection | 50 |
| 4.4.6 | Diameter Inspection | 50 |
| 4.5 | Proses Perbaikan | 51 |
| 4.5.1 | Saran Perbaikan..... | 51 |
| 4.5.2 | Langkah langkah perbaikan | 51 |
| 4.5.3 | Balancing shaft | 53 |
| 4.5.4 | Penggantian Shaft Sleeve..... | 53 |
| 4.5.5 | Penggantian Bearing..... | 54 |
| 4.5.6 | Proses penggantian Gland Packing | 54 |
| 4.5.7 | Penggantian Gasket Packing..... | 55 |
| 4.6 | Pelaksanaan pengambilan data vibrasi..... | 56 |
| 4.6.1 | Hasil pengambilan data vibrasi sebelum overhaul | 59 |
| 4.6.2 | Hasil pengambilan data vibrasi sesudah overhaul..... | 60 |
| 4.6.3 | Pengambilan Spectrum Vibrasi Sebelum Overhaul | 61 |
| 4.6.4 | Pengambilan Spectrum Vibrasi Sesudah Overhaul..... | 61 |
| 4.6.5 | Analisa Standar dengan Hasil Vibrasi | 62 |
| 4.6.6 | Menghitung Nilai Vibrasi Setelah dilakukan Overhaul | 62 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 66 |
| 5.1 | Kesimpulan | 66 |
| 5.2 | Saran..... | 67 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 68 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | | 69 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----------|
| Tabel 3.1 Jadwal Penelitian..... | 37 |
| Tabel 4.1 Spesifikasi Pompa Vakum | 39 |
| Tabel 4.2 trouble shooting pompa | 40 |
| Tabel 4.3 Alat yang digunakan | 41 |
| Tabel 4.4 Sebelum dan Sesudah Overhaul..... | 63 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Proses Produksi..... | 4 |
| Gambar 2.2 Boiler | 6 |
| Gambar 2.3 Turbin Uap | 7 |
| Gambar 2.4 Kondensor | 7 |
| Gambar 2.5 Generator..... | 8 |
| Gambar 2.6 Siklus <i>Rankine</i> | 10 |
| Gambar 2.7 Standar vibrasi..... | 13 |
| Gambar 2.8 condition monitoring | 14 |
| Gambar 2.9 Analisa Amplitudo, Frekuensi,Fase | 17 |
| Gambar 2.10 Klasifikasi Pompa | 18 |
| Gambar 2.11 Pompa Roda Gigi..... | 19 |
| Gambar 2.12 Pompa Vane | 20 |
| Gambar 2.13 Pompa <i>Screw</i> | 20 |
| Gambar 2.14 Pompa <i>Reciprocating</i> | 21 |
| Gambar 2.15 Pompa Aksial | 22 |
| Gambar 2.16 Pompa Aksial | 23 |
| Gambar 2.17 belahan pompa vakum <i>liquid ring</i> | 25 |
| Gambar 2.18 pompa vakum..... | 29 |
| Gambar 2.19 Siklus pompa vakum | 31 |
| Gambar 2.20 pembongkaran pompa vakum..... | 32 |
| Gambar 2.21 proses pemuaian <i>bearing</i> | 32 |
| Gambar 3.1 <i>Share location</i> PLTU asam asam..... | 34 |
| Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> penelitian | 35 |
| Gambar 4.1 Pelepasan Baut Kopling | 45 |
| Gambar 4.2 Pengangkatan Pompa Vakum | 46 |
| Gambar 4.3 Melepas kopling | 46 |
| Gambar 4.4 Melepas first stage bearing cover | 47 |
| Gambar 4.5 Pengangkatan Cover Bagian DE..... | 47 |
| Gambar 4.6 Pengangkatan Shaft Impeller Pompa | 48 |
| Gambar 4.7 Proses Pemuaian <i>Shaft Sleeve</i> | 48 |
| Gambar 4.8 Shaft Impeller..... | 49 |

| | |
|---|-----------|
| Gambar 4.9 Membersihkan Bagian Shaft Sleeve..... | 50 |
| Gambar 4.10 Diameter Inspection | 50 |
| Gambar 4.11 Setelah di Balancing | 53 |
| Gambar 4.12 Shaft Sleeve Baru..... | 53 |
| Gambar 4.13Pemuaian Bearing..... | 54 |
| Gambar 4.14 Pemasangan <i>Gland Packing</i>..... | 54 |
| Gambar 4.15 Membersihkan plat penutup casing..... | 55 |
| Gambar 4.16 Menggunakan lem <i>high temperature</i>..... | 55 |
| Gambar 4.17 Pemasangan Packing | 56 |
| Gambar 4.18 VibXpert II..... | 57 |
| Gambar 4.19 Cara Meletakkan Sensor..... | 58 |
| Gambar 4.20 Posisi DE dan NDE | 58 |
| Gambar 4.21 Vibrasi Sebelum Overhaul..... | 59 |
| Gambar 4.22 Vibrasi Sesudah Overhaul | 60 |
| Gambar 4.23 Spectrum Sebelum Overhaul..... | 61 |
| Gambar 4.24 Spectrum Sesudah Overhaul | 61 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----------|
| Lampiran 1 Lembar bimbingan mahasiswa..... | 70 |
| Lampiran 2 Job Card | 72 |
| Lampiran 3 Foto Kegiatan Magang | 77 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PLTU atau Pembangkit Listrik Tenaga Uap adalah sebuah instalasi pembangkit tenaga listrik dengan menggunakan putaran mesin turbin dimana turbin di putar dengan uap yang bertekanan dari hasil pembakaran di boiler lalu memutar generator dan menghasilkan listrik. Dalam PLTU terdapat proses terus menerus berlangsung dan berulang ulang prosesnya antara air menjadi uap kemudian uap menjadi air dan seterusnya. Proses inilah di sebut siklus uap pada system PLTU

Dalam sebuah komponen PLTU terdapat sebuah pompa salah satu pompa yaitu pompa vakum dimana fungsi pompa vakum ini adalah untuk membuat kondensor jadi bertekanan yang rendah, Fluida yang mengalir pada pompa vakum fungsinya untuk mengikat gas-gas yang akan masuk melalui pipa *suction connection*. Maka gas atau uap yang sudah di hisap pompa vakum akan mengalir melalui melewati *cone* dan *impeller* dan di buang pada *discharge connection*.

Daalam suatu pembangkit listrik (PLTU) faktor keandalan atau reabilitas sangat penting. Untuk mempertahankan ketahanan tiap komponen agar mampu bekerja perlu di jaga karena tiap komponen mengalami kerusakan akan mengakibatkan hilangnya produksi pada pembangkit untuk menghasilkan listrik. Salah satu masalah yang timbul adalah vibrasi yang tinggi pada pompa vakum, Karena hal tersebut penulis mengangkat topik tugas akhir dengan judul “PENGARUH OVERHAUL TERHADAP PENURUNAN VIBRASI VACUUM PUMP UNIT 4B DI PLTU UPK ASAM ASAM”

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja penyebab vibrasi yang tinggi pada pompa vakum ?
2. Kerusakan apa saja yang terjadi pada pompa vakum saat mengalami vibrasi ?
3. Apa saja perbedaan yang di temukan pada pompa vakum setelah di balancing?

1.3 Tujuan

1. Dapat mengetahui apa saja penyebab vibrasi di pompa vakum
2. Dapat mengetahui kerusakan yang di akibatkan dari vibrasi
3. Dapat mengetahui perbedaan pompa vakum sebelum dan sesudah di balancing
4. Dapat mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah overhaul pada indikator pompa

1.4 Manfaat

1. Dapat menambah wawasan dan pengalaman kerja
2. Sebagai landasan dasar dalam menghadapi dunia kerja
3. Dapat mengaplikasikan secara langsung teori dan materi yang di ajarkan selama perkuliahan

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Karena terbatasnya waktu dan materi dalam penyusunan tugas akhir maka pembatasan masalah perlu di lakukan penulisan tugas akhir ini penulis memfokuskan penyebab vibrasi yanag tinggi dan beberapa kajian sebagai berikut

1. Penulis hanya membahas teori teori penyebab vibrasi yang tinggi
2. Data penelitian diperoleh pada saat melakukan *overhaul*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Yang Relevan

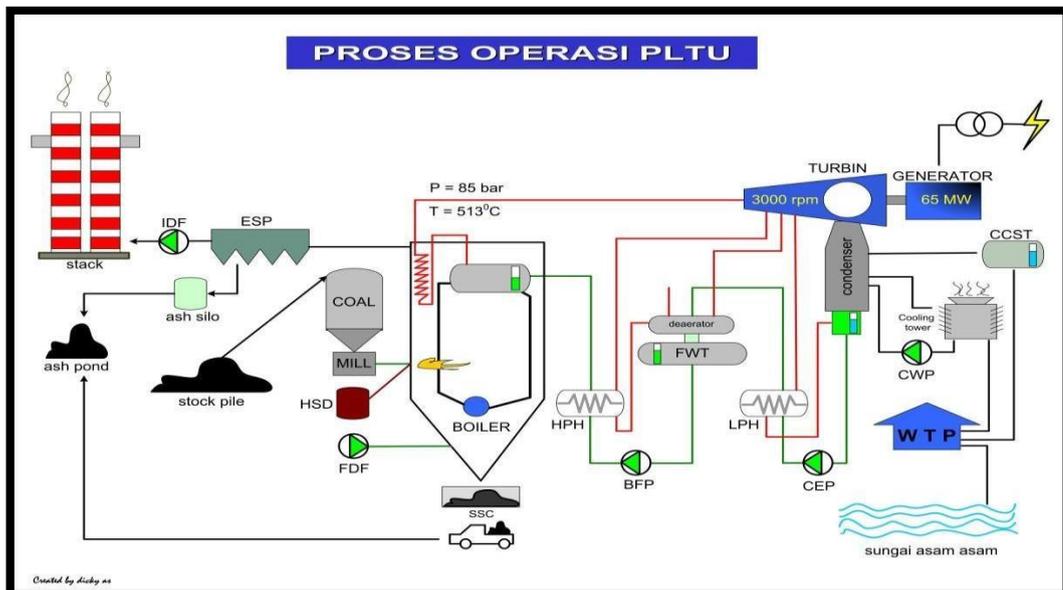
Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah:

1. Penelitian yang di lakukan Erwin Rarianto, dengan judul “Analisis Vibrasi Untuk Mendeteksi Kerusakan Pada Turbin Uap UBB Pabrik III Di PT. Petrokimia Gresik” Hasil penelitian ini membahas menganalisis Turbin uap yang mengalami vibrasi sedangkan penulis membahas tentang pompa vakum yang mengalami vibrasi yang tinggi
2. Penelitian yang di lakukan oleh Aris Latifianto, Yopa Eka Prawatya, Muhammad Ivanto dengan judul “Analisis Pengaruh Perubahan Tekanan Kondensor Vakum Terhadap Efisiensi *Heat Rate* Turbin uap” Hasil penelitian ini mebahas tentang turunya nilai tekanan vakum pada kondensor dan perhitungan nilai *Heat Rate*. Penelitian tersebut membahas turunya tekanan vakum pada kondensor sedangkan penulis membahas tentang vibrasi yang tinggi pada vacuum pump
3. Penelitian yang di lakukan oleh Fauzy Firdaus Fadhillah dengan judul “Analisa Penyebab Penurunan Performa Vakum Kondensor Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Belawan Kapasitas 65MW” Hasil penelitian ini membahas tentang penyebab turunnya performa vakum kondensor.
Penelitian membahas turunnya performa vakum pada kondensor sedangkan penulis membahas tentang pengaruh overhaul terhadap penurunan vibrasi pada *vacuum pump*, Peneliti dan penulis sama sama membahas tentang pompa vakum tapi hanya beda masalah penulis membahas turunya performa pompa vakum sedangkan penulis membahas tentang pompa vakum yang mengalami vibrasi yang tinggi

2.2 Landasan Teori

Pengertian pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. Uap yang digunakan adalah hasil dari proses pemanasan air pada ketel uap (boiler). Boiler ialah bejana atau komponen untuk memanaskan air yang menjadi uap yang memiliki tekanan dan temperatur sangat tinggi, uap yang dihasilkan boiler digunakan untuk menggerakkan sudu-sudu turbin dimana turbin yang digerakkan ini telah tersambung dengan kopling dan generator lalu generatorlah mengubah energi gerak pada turbin menjadi energi listrik.

2.1.1 Proses Produksi PLTU UPK Asam-asam



Gambar 2.1 Proses Produksi

Sumber : Company Profile UPK Asam-asam

Proses awal di mulai dari *hotwell condenser*. CEP (*Condensate Extraction Pump*) memompa air kondensat yang berada di *hotwell condenser* menuju dearator. Proses pemompaan air kondensat menuju dearator melalui dua tahap pemanasan. Pemanasan di *gland steam condenser*. Sedangkan pemanasan kedua terjadi di *Low Pressure heater* (LPH). Pemanasan di *gland steam condenser* diberikan oleh *gland steam*. Sedangkan di LPH di berikan oleh *extraction steam*.

Proses selanjutnya, BFP (*Boiler Feed Pump*) memompa air pengisi dari *feedwater tank* menuju *boiler*. Dalam proses tersebut air pengisian melalui dua tahap pemanasan. Pemanasan pertama terjadi di (*High Pressure Heater*) HPH dan pemanasan kedua terjadi di *economizer* memanfaatkan gas buang (*flue gas*).

Proses selanjutnya terjadi di *Boiler*. Di *Boiler* inilah air pengisian (*feedwater*) di ubah fasanya dari fasa cair menjadi fasa uap. Penguapan air menggunakan energi panas hasil pembakaran batubara. Energi panas di serap oleh air yang berada di dalam pipa-pipa air (*water wall tube*). Sebagian air berubah menjadi uap. Air dan uap di pisahkan di dalam *drum boiler*. Yang masih berbentuk air akan bersikulasi lagi menuju *water wall tube*, sedangkan fasa uapnya *main steam* menuju *superheater*. *Main steam* mengalami pemanasan lanjut sampai tercapai temperature 513 °C dengan pemanfaatan panas yang terkandung dalam gas buang yang melewati pipa-pipa *main steam*.

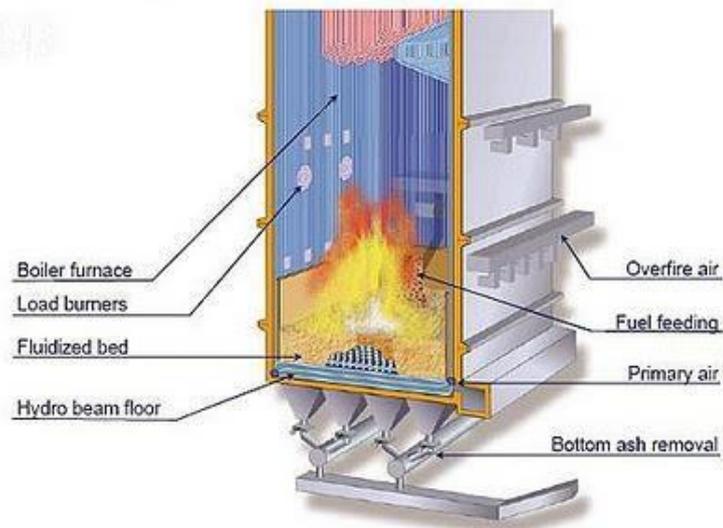
Proses selanjutnya *main steam* mengalir menuju turbin. *Main steam* inilah yang di gunakan untuk memutar turbin. Energi panas yang terkandung dalam *main steam* di ubah menjadi energi kinetic atau energi putar oleh turbin. Putaran turbin mencapai 3000 rpm.

Proses selanjutnya energi putar turbin di ubah menjadi energi listrik oleh generator. Energi listrik inilah yang di salurkan kepalnggan. Setelah di gunakan untuk memutar turbin, selanjutnya uap menu kondensor. Tahap ini bisa di sebut dengan uap bekas *exhaust steam*. Energi panas yang masih terkandung dalam uap bekas di buang dan diserap oleh air pendingin. Didalam kondensor uap di tamping di *hotwell condenser*

2.1.2 Komponen Utama PLTU

a. Boiler

Boiler ialah suatu komponen mesin yang fungsinya untuk mengubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap di lakukan dengan memanaskan air yang berada di dalam pipa-pipa dengan hasil pembakaran bahan bakar. Uap yang yang di dihasilkan adalah uap superheat dengan tekanan dan temperatur yang tinggi.

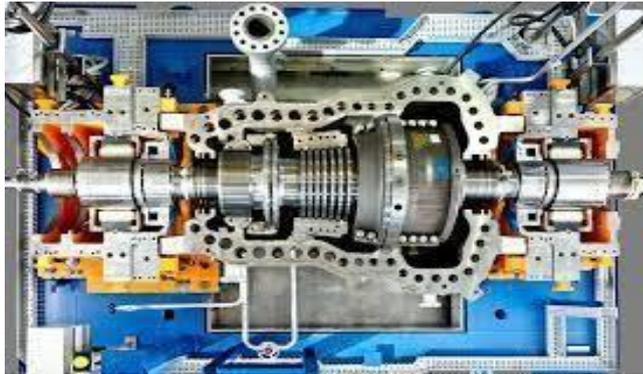


Gambar 2.2 Boiler

Sumber : <https://ahmad-tarmizi.blogspot.com/2013/10/boiler-pltu.html>

b. Turbin Uap

Berfungsi untuk merubah energi panas yang terkandung dalam uap menjadi gerakan putar. Uap dengan tekanan dan temperatur tinggi untuk memutar sudu-sudu turbin, lalu tenaga putar yang di hasilkan di gunakan untuk memutar generator.



Gambar 2.3 Turbin Uap

Sumber : <https://mkeuye.wordpress.com/perkembangan-turbin-uap/>

c. Kondensor

Kondensor ialah sebuah komponen PLTU untuk mengubah uap menjadi air. Proses perubahannya di lakukan dengan cra mengalirkan uap ke dalam suatu ruangan yang berisi pipa-pipa sedangkan pendingin mengalir di dalam pipa-pipa. Kondensor seperti ini di sebut *surface (tubes) condenser*. Sebagai pendingin di gunakan air sungai atau air laut



Gambar 2.4 Kondensor

Sumber : Dokumentasi Pribadi

d. Generator

Generator ialah sebuah alat atau komponen yang fungsinya dapat mengubah energi gerak atau mekanik menjadi energi listrik, Generator pada PLTU di gerakkan oleh turbin rotor generator yang terpasang satu poros dengan rotor turbin sehingga putaran yang di hasilkan rotor generator sama dengan putaran turbin.



Gambar 2.5 Generator

Sumber : <https://rakhman.net/electrical-id/pemeliharaan-generator/>

2.1.3 Komponen Bantu PLTU

Peralatan bantu pada PLTU pada umumnya adalah :

a. Desalination Plant (Unit Desal)

Unit desal ini biasanya berfungsi mengubah air laut menjadi air tawar dengan metode penyulingan, hal ini di karenakan sifat air laut yang korosif sehingga jika di biarkan masuk ke dalam unit utama dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan PLTU

b. Demineralizer Plant (Unit Demin)

Fungsinya agar kadar mineral (ion) yang terkandung dalam air tawar. Air yang di gunakan untuk fluida kerja di PLTU harus bebas dari mineral karena jika dalam air masih terkandung mineral maka konduktivitasnya masih di bilang tinggi dan dapat menyebabkan terjadinya ggl induksi karena saat melewati jalur perpipaan dalam PLTU dapat menimbulkan korosi pada peralatan PLTU

c. Auxiliary Boiler (Boiler Bantu)

Auxiliary Boiler fungsinya untuk menghasilkan uap (Steam) yang di gunakan pada saat boiler utama *start up* maupun sebagai uap bantu.

d. Coal Handling (Unit Pelayan Batubara)

Merupakan unit yang melayani pengolahan batubara dari proses bongkar muat kapal di dermaga dan penyaluran ke *coal yard* sampai penyaluran ke *coal bunker*.

e. Ash Handling (Unit Pelayanan Abu)

Unit yang melayani pengolah abu, abu jatuh maupun abu terbang pada unit utama sampai ke tempat penampungan abu (*ash yard*)

2.1.4 Cara Kerja Kondensor dan Komponen Utama

Uap panas yang masuk ke kondensor dengan temperatur tinggi dan tekanan yang merupakan hasil proses dari turbin, kemudian uap panas masuk ke dalam *suction pipe* dan kemudian mengalir ke *tube*, dalam tube uap panas di dinginkan dengan media pendingin air yang melewati sisi-sisi luar tube kemudian keluar melewati *discharge pipe* dengan temperature yang sudah turun.

a. Suction Pipe

Adalah pipa saluran masuk untuk air pendingin ke dalam kondensor, yang mana pendingin tersebut jenis fluida cair yang bertekanan hasil dari pemampatan di compressor

b. Discharge Pipe

Ialah saluran keluar *refrigerant* dari compressor melalui tube tangka receiver

c. Tube (pipa dalam kondensor)

Aliran yang di lalui refrigerant yang bertekanan dan panas yang merupakan hasil dari turbin melalui *suction pipe* dan akan di salurkan ke *discharge pipe* dan kemudian di terima oleh tangka *receiver*.

d. Buffle

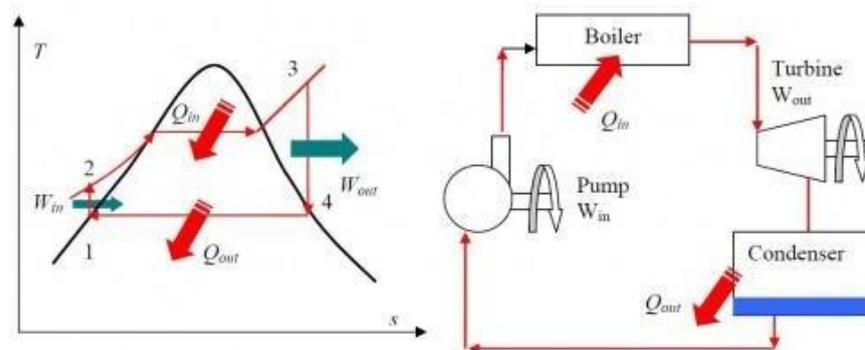
Buffle merupakan jarak bagi antar *tube*

e. Water box

Ruang air pendingin (*refrigerant*) yang terbuat dari baja karbon.

2.1.5 Siklus Rankine

Siklus *Rankine* merupakan siklus ideal untuk menjelaskan proses turbin uap yang mengubah panas menjadi kerja dimana menggunakan air sebagai fluidanya. Siklus *Rankine* sederhana terdiri dari empat koponen utama yaitu pompa, boiler, turbin, kondensor.



Gambar 2.6 Siklus Rankine

Sumber : <https://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-siklus-rankine/2/>

Adapun urutan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Proses 1-2 : ekspansi isentropik dari fluida kerja melalui turbin dari uap jenuh pada kondisi 1 hingga mencapai tekanan kondensor.
- b. Proses 2-3 : perpindahan kalor dari fluida kerja ketika mengalir pada tekanan konstan melalui kondensor dengan cairan jenuh pada kondisi 3.
- c. Proses 3-4 : kompresi isentropic dalam pompa menuju kondisi 4 dalam daerah cairan hasil kompresi
- d. Proses 4-1 : perpindahan kalor ke fluida kerja ketika mengalir pada tekanan konstan melalui boiler untuk menyelesaikan siklus.

2.1.6 Penjelasan tentang vibrasi

Vibrasi ialah suatu objek yang bergerak bolak balik di titik kesetimbangannya, dimana vibrasi ini memiliki hubungan dengan getaran karena setiap benda yang memiliki massa pasti akan bergetar. Ada 2 getaran umum yaitu :

a. Getaran bebas

Biasanya pada getaran bebas ini akan bergerak secara bebas pada satu atau lebih dari frekuensinya di sebabkan karena massanya dan terjadi tanpa adanya gaya dari luar

b. Getaran paksa

Biasanya pada getaran paksa ini terjadi karena adanya gaya dari luar karena sistem tersebut beresilasi maka sistem akan bergerak dengan frekuensi rangsanganya

Getaran adalah gerakan osilasi bolak balik dari suatu objek fisik, Getaran juga memiliki tiga karakteristik yang dapat di ukur yaitu frekuensi, amplitudo dan fasa.

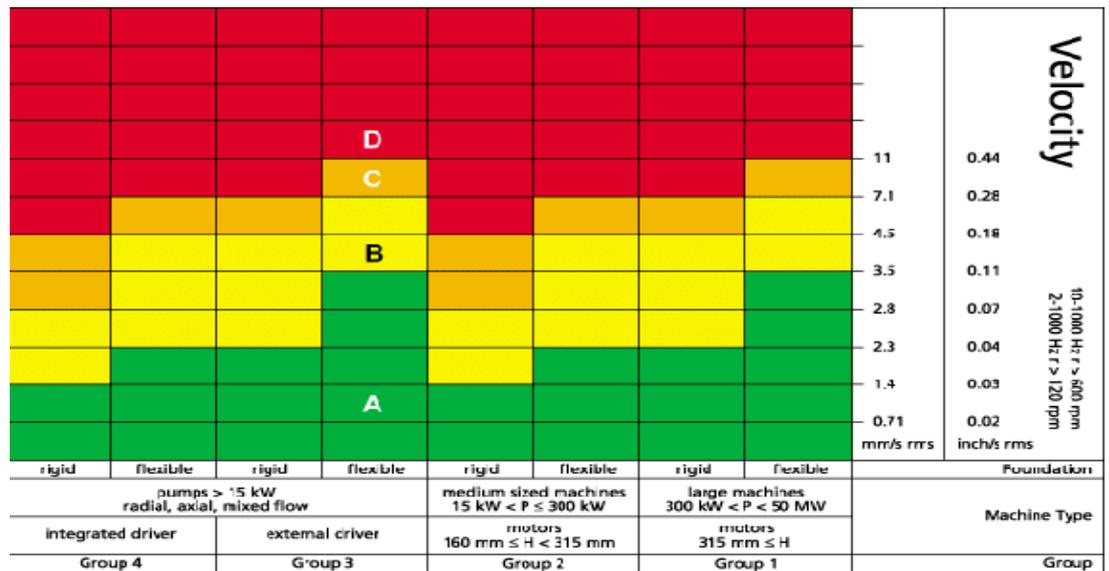
a. Amplitudo Amplitudo merupakan suatu besarnya sinyal atau nilai vibrasi yang dihasilkan. Ukuran amplitudo yang tinggi menunjukkan makin besar suatu gangguan yang terjadi. Besarnya amplitudo tergantung pada tipe mesin yang ada.

b. Frekuensi Frekuensi adalah banyaknya periode getaran yang terjadi dalam satu putaran waktu. Besarnya frekuensi yang timbul saat terjadinya vibrasi dapat mengindikasikan jenis-jenis gangguan yang terjadi. Frekuensi biasanya ditunjukkan dalam bentuk Cycle Per Menit (CPM) yang biasanya disebut dengan istilah Hertz(Hz).

c. Phase Vibrasi Phase merupakan penggambaran akhir dari pada karakteristik suatu vibrasi atau getaran yang terjadi pada suatu mesin. Phase adalah percobaan atau perpindahan 360 posisi pada bagian-bagian yang bergetar secara relatif untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian lain yang bergetar.

Vibrasi juga di sebabkan oleh gaya pengeksitasi seperti :

- a. Torsi dari penggerak
- b. Gaya reaksi karena adanya beban
- c. Gaya tambahan akibat unbalance, misalignment, dll



Gambar 2.7 Standar vibrasi

Sumber : https://www.researchgate.net/figure/ISO-10816-3-Vibration-Standard-Source-ejurnal3undipacid_fig1_337328257

Keterangan :

a. Warna merah

Getaran yang menyebabkan kerusakan atau komponennya sudah tidak layak di pakai, cara penanganannya adalah dengan mengganti komponen yang rusak. kalau tidak segera di ganti akan mengganggu kinerja mesin dan merusak komponen lainnya

b. Warna kuning

Pembatasan operasi jangka panjang, artinya komponennya masih di izinkan karena itu harus pantau dan tinjau data getaran secara berkala

c. Warna kuning muda

Operasi jangka panjang tidak terbatas artinya komponen mesinnya masih di izinkan beroperasi dalam jangka panjang penanganannya dengan cara pantau dan tinjau data getaran secara berkala

d. Warna hijau

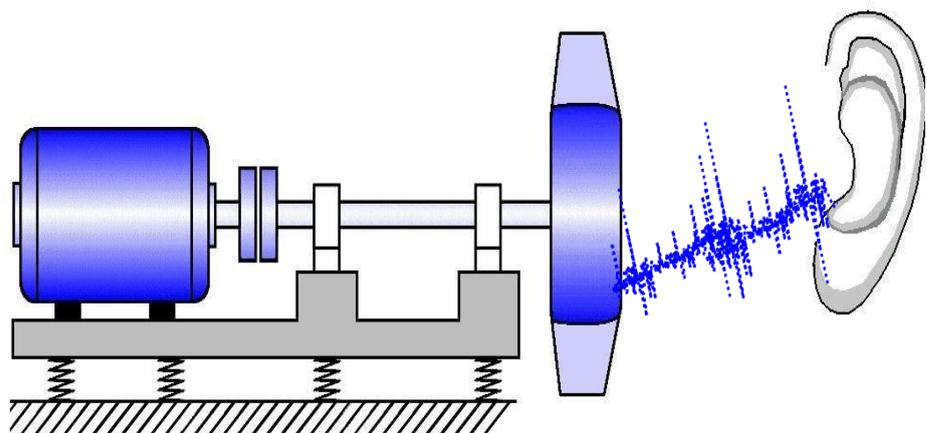
Baru ditugaskan atau komponennya masih bagus dan tidak ada yang perlu di perhatikan tapi tinjau data getaran secara berkala

Nilai efektif kecepatan getaran digunakan untuk menilai kondisi mesin. Standar Vibrasi ISO 10816-3 digunakan sebagai referensi untuk menentukan level vibrasi mesin. Standar Vibrasi ISO 10816-3 dapat dilihat pada Gambar di atas karena motor yang digunakan untuk menggerakkan pompa vakum memiliki daya output 75 kw dengan base plate tipe rigid dimana tipe rigid maksudnya untuk mesin yang menghasilkan gaya periodic dan impulsive sedangkan tipe flexible untuk mesin yang memiliki kecepatan yang tinggi seperti mesin turbo, sehingga standar vibrasi ISO 10816-3 masuk dalam kategori Group 2

Jadi untuk mengetahui normal vibrasinya bisa di lihat dalam gambar standar vibrasi 1,4 mm/s untuk kategori A dan B 2,8 mm/s, C 4,5 mm/s sedangkan untuk dalam zona D 4,6 mm/s dan seterusnya.

2.1.7 Condition monitoring

Dimana memonitor kondisi dari sebuah mesin sehingga bisa di ketahui kondisi dari mesin apakah dalam kondisi darri mesin apakah dalam kondisi baik atau mulai ada gejala rusak.



Gambar 2.8 condition monitoring

Sumber : Training Vibrasi PLTU UPK asam-asam

Tujuan *Condition Monitoring*

- a. Meningkatkan keandalan mesin lebih terkontrolnya jadwal perawatan
- b. Menurunkan biaya perawatan
- c. Menurunkan kerugian produksi akibat *down time*

Vibrasi selalu di alami oleh semua mesin rotasi, Besarnya atau amplitude vibrasi dan pola atau *pattern* akan memberikan informasi tentang kondisi mesin

Pada pengukuran vibrasi bisa di monitor perubahan amplitude dan *pattern* dari vibrasi tersrbut bisa di deteksi adanya masalah dan jenis masalahnya.

2.1.8 Jenis-jenis Permasalahan Vibrasi pada Pompa

Terdapat Terdapat beberapa jenis permasalahan yang terjadi pada saat pompa mengalami vibrasi, dimana suatu kerusakan yang terjadi dapat menimbulkan suatu permasalahan baru jika tidak cepat untuk ditangani. Berikut adalah beberapa masalah umum yang sering ditemu, antara lain :

- a. Unbalance (ketidakseimbangan)
- b. Misalignment
- c. Looseness
- d. Rolling element Bearing

Jenis – Jenis permasalahan diatas dapat terjadi pada peralatan pompa dan motor tanpa dapat diketahui jika tidak dilakukan pengujian pengambilan data vibrasi dan analisa hasil spectrum yang didapat

2.1.9 Analisa Permasalahan Vibrasi dengan Spectrum

Pengambilan data menggunakan alat pengujian vibrasi memang mempermudah dan mempercepat pekerjaan dalam menganalisa permasalahan karena vibrasi. Tetapi dalam menganalisa hasil spectrum yang didapat, harus dilakukan dengan teliti dan dengan pemahaman akan vibrasi. Dikarenakan sinyal elektrik yang berupa gelombang amplitudo yang

diterjemahkan dalam spectrum, dapat menyerupai dari satu jenis permasalahan dengan permasalahan lainnya.

Maka dari itu perlu nya dilakukan pengamatan langsung terhadap objek yang sedang di analisa, serta melakukan trending data untuk waktu pengujian yang telah lampau untuk dapat memastikan jenis permasalahan apa yang sedang terjadi pada unit peralatan tersebut

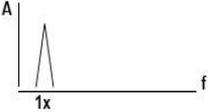
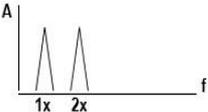
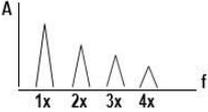
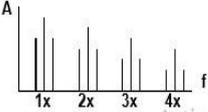
Setelah pengambilan data *vibrasi* dengan menggunakan mesin uji, kemudian untuk dapat mengetahui jenis permasalahan pada pompa akibat adanya vibrasi, dilakukan Analisa vibrasi untuk rekomendasi perbaikan menggunakan Analisa spectrum sebagai berikut :

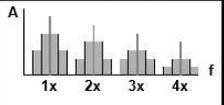
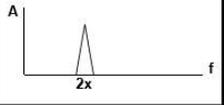
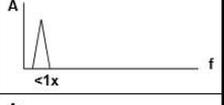
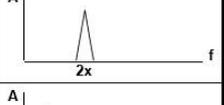
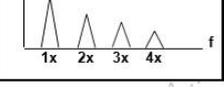
a. Permasalahan karena *unbalance*

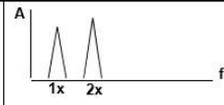
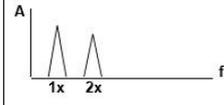
Unbalance (ketidakseimbangan) adalah kondisi dimana pusat massa tidak sesumbu dengan sumbu rotasi

b. Permasalahan Karena *Misalignment*

Kerusakan karena *misalignment* dan poros bengkok terjadi ketika *amplitude* getaran tinggi terjadi pada frekuensi *fundamental* pertama dan kedua

| PENYEBAB | AMPLITUDO | FREKUENSI | FASE | KETERANGAN | GAMBAR SPECTRUM |
|--|--|---|-------------------------|---|---|
| 1. Unbalance | Sebanding dgn ketidak balance, dominan pd radial (2x aksial) | 1 x rpm | Single reference mark | Kondisi sering ditemui |  |
| 2. Misalignment kopling atau poros bengkok | Dominan pd aksial, 50% atau lebih dari arah radial | Sering 1 x & 2 x rpm. Kadang 3 x rpm | Single double triple | Ditandai timbulnya vibrasi aksial. Gunakan alat laser-alignment. Apabila mesin baru dipasang terjadi vibrasi, maka kemungkinan besar karena misalignment. |  |
| 3. Anti friction bearing buruk | Tidak stabil, ukur acceleration untuk freq. tinggi | Sangat tinggi, beberapa kali Rpm, 1x, 2x, 3x, 4x ... 10x... x | Tdk tentu, Berubah-ubah | Vibrasi akan timbul apabila bearing sdh parah. Gunakan enveloping & shockpulse |  |
| 4. Sleeve, metal, Jurnal bearing (friction bearing) | Tidak besar, aksial lebih tinggi | 1 x rpm, seolah-olah seperti unbalance | Single | pd rodagigi vibrasi segaris dengan pusat kontak. pd motor/gen vibrasi hilang bila mesin dimatikan. pd pompa/blower kemungkinan unbalance |  |
| 5. Rodagigi buruk atau bersuara | Rendah, ukur kecepatan & percepatan, gunakan accel. | Sangat tinggi Jumlah gigi x rpm | Tdk tentu | Awal rusak bersuara, semakin lama keras. Vibrasi biasanya dalam toleransi. |  |

| PENYEBAB | AMPLITUDO | FREKUENSI | FASE | KETERANGAN | GAMBAR SPECTRUM |
|---|---|------------------------------------|--|---|---|
| 6. Gear mesh buruk atau bersuara pada saat start/stop | Rendah, ukur kecepatan & percepatan, gunakan accel. | Sangat tinggi Jumlah gigi x rpm | Tdk tentu | Sering terjadi pada saat pemasangan |  |
| 7. Mechanical looseness (Housing bearing aus) | Tinggi pada aksial | 2 x rpm | 2 referensi agak kacau | Sering bersamaan dgn unbalance / misalignment |  |
| 8. Mechanical Looseness (Pondasi kendor –udukan lemah/karatn – baut kendor) | Tinggi pada vertikal | Kurang dari 1 x rpm | Tdk tentu | Kencangkan baut Untuk memastikan |  |
| 9. Mechanical looseness (Pondasi melengkung) | Tinggi pada vertikal, horizontal & aksial | 2 x rpm | 2 referensi agak kacau | Sering bersamaan dgn unbalance / misalignment |  |
| 10. Drive belt buruk | Tdk tentu/berpuls | 1,2,3 atau 4 x rpm belt | 1 atau 2 tergantung frekuensi, tdk tetap | Biasanya terjadi karena belt tdk berada pada tempatnya secara sempurna. |  |

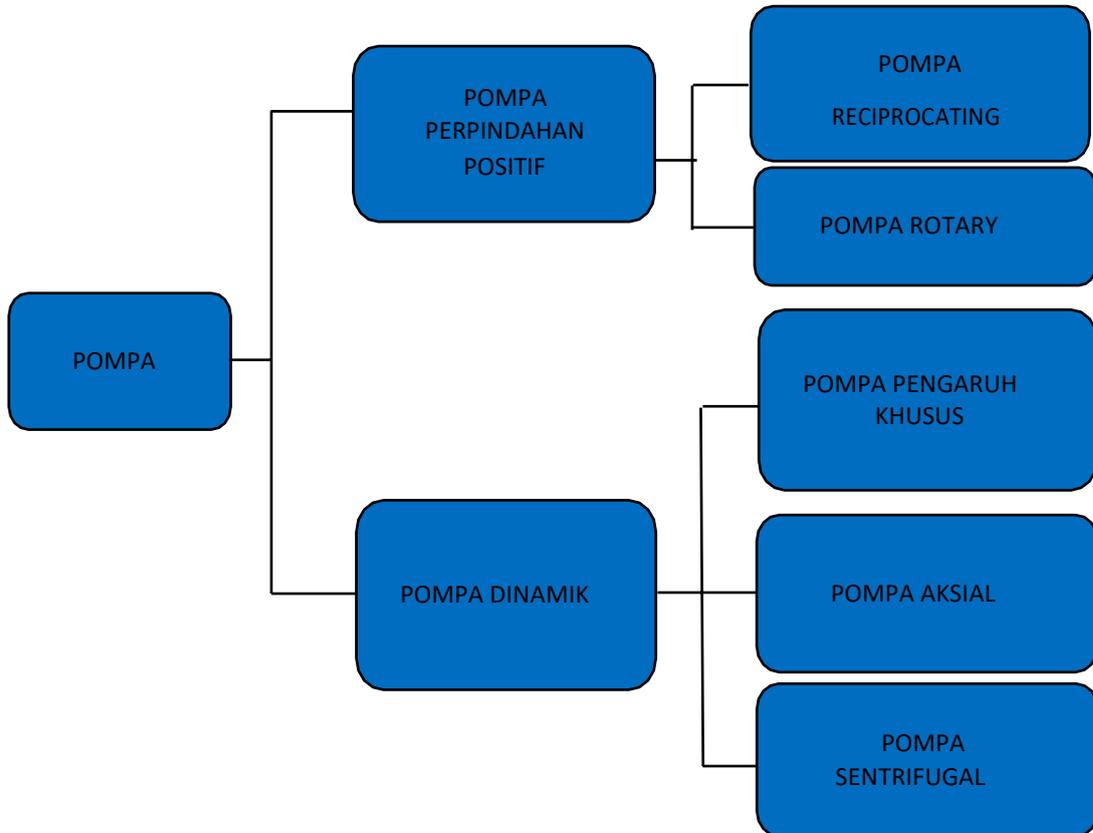
| PENYEBAB | AMPLITUDO | FREKUENSI | FASE | KETERANGAN | GAMBAR SPECTRUM |
|---------------------------------|--|---|----------------------------|--|---|
| 11. Elektrikal | Tidak tinggi, ada suara dengung, lbh terasa bila dimatikan | 2 x rpm lebih tinggi daripd 1 x rpm. | Single/ rotate double mark | Vibrasi & suara hilang bila mesin dimatikan |  |
| 12. Gaya aerodinamik / hidrolis | Tinggi pada vertikal atau horizontal | 1 x rpm / jml sudu / fan atau impeler x rpm | Tdk tentu | Lebih terasa bila beban tidak stabil. |  |
| 13. Gaya reciprocating | Dominan aksial | 1 x, 2 x rpm atau lebih | Single, double, triple | Pada mesin reciprocating bisa ganti desain/isolasi |  |

Gambar 2.9 Analisa Amplitudo, Frekuensi, Fase

Sumber : Training vibrasi PLTU UPK asam-asam

2.1.10 Dasar Pengertian Pompa

Pompa adalah mesin untuk memindahkan jenis fluida melalui pipa dari suatu tempat ke tempat yang lainya dengan menaikkan tekananya. Pada umumnya pompa yang sering di gunakan untuk sekarang ini adalah sentrifugal, rotary, torak, ketiga pompa tersebut berbeda karena jenis fluida yang bersifat kental di perlukan tekanan yang lebih.



Gambar 2.10 Klasifikasi Pompa

Sumber : <https://pintarelektro.com/wp-content/uploads/2020/10/klasifikasi-dan-jenis-jenis-pompa.png>

2.1.11 Pompa Perpindahan Positif

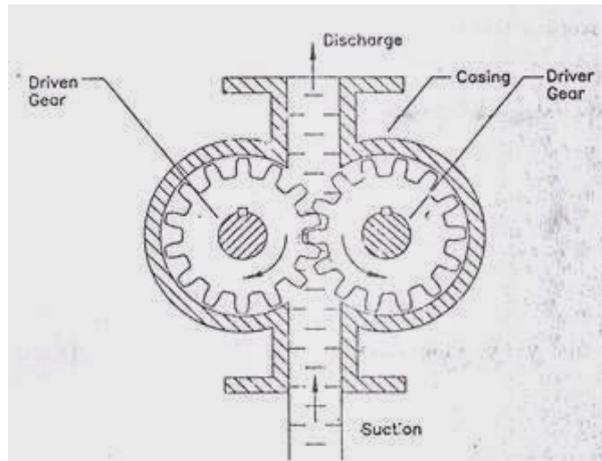
Adalah pompa yang bekerja menghisap zat cair, lalu zat cair tersebut di tekan, perkembangan selanjutnya pompa jenis perpindahan positif sangat beragam. Namun, secara umum pompa perpindahan positif dibagi menjadi dua yaitu jenis gerak bolak-balik (reciprocating) dan gerak putar (rotary)

a. Pompa Rotary

Pompa rotary adalah termasuk pompa perpindahan positif yang komponen pemompaannya berputar (rotary), seperti lobe, roda gigi, ulir, vanes, roller. Cara kerjanya yaitu menghisap zat cair masuk ke celah atau ruangan tekan diantara komponen pemompaannya, kemudian ditekan sehingga celah semakin kecil selanjutnya zat cair dikeluarkan melalui sisi buang

- Pompa Roda Gigi

Pompa ini mempunyai cara kerja yaitu apabila gigi dari roda gigi mulai menutup (disengage) zat cair terhisap kecelah antara gigi, lalu pada saat roda gigi membuka (engage) Zat cair ditekan keluar kesisi buang. Zat cair yang dipompa juga sekaligus melumasi roda gigi.



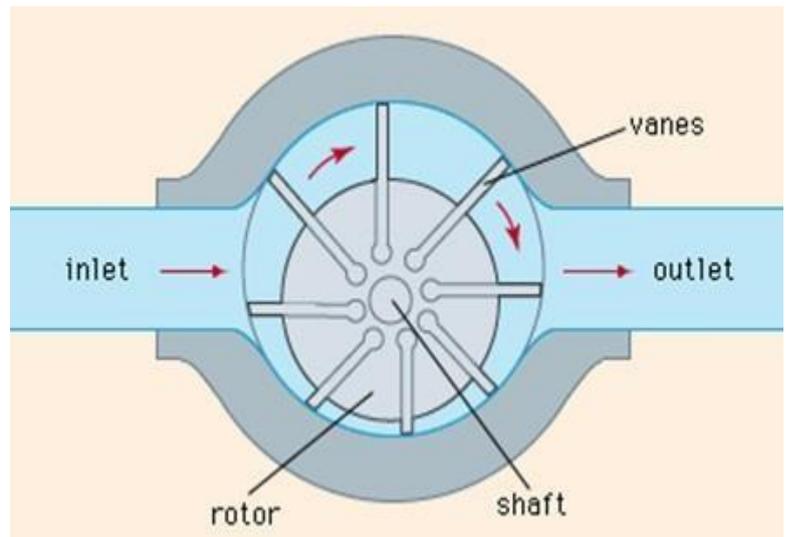
Gambar 2.11 Pompa Roda Gigi

Sumber : [http://1.bp.blogspot.com/-](http://1.bp.blogspot.com/-CuRGznOia28/VAh4TbSHsYI/AAAAAAAAALs/Ca-TBJq5koU/s1600/RODA%2BGIGI.JPG)

[CuRGznOia28/VAh4TbSHsYI/AAAAAAAAALs/Ca-TBJq5koU/s1600/RODA%2BGIGI.JPG](http://1.bp.blogspot.com/-CuRGznOia28/VAh4TbSHsYI/AAAAAAAAALs/Ca-TBJq5koU/s1600/RODA%2BGIGI.JPG)

- Pompa Vane

Prinsip kerjanya yaitu dengan fluida yang terhisap ke celah vane dan rumah pompa sehingga pompa berputar dengan celah yang sempit akan menaikkan tekanan sehingga valve terbuka.



Gambar 2.12 Pompa Vane

Sumber : <https://penambang.com/wp-content/uploads/2014/10/cara-kerja-vane-pump.jpg>

- Pompa Ulir (screw)

Prinsip kerjanya zat cair yang masuk ke dalam pompa dan menuju calah antara dua poros yang berulir. Kemudian, karena dua buah poros berulir tadi berputar, zat cair terdorong ke arah kanan dengan gaya sentrifugal ulir.

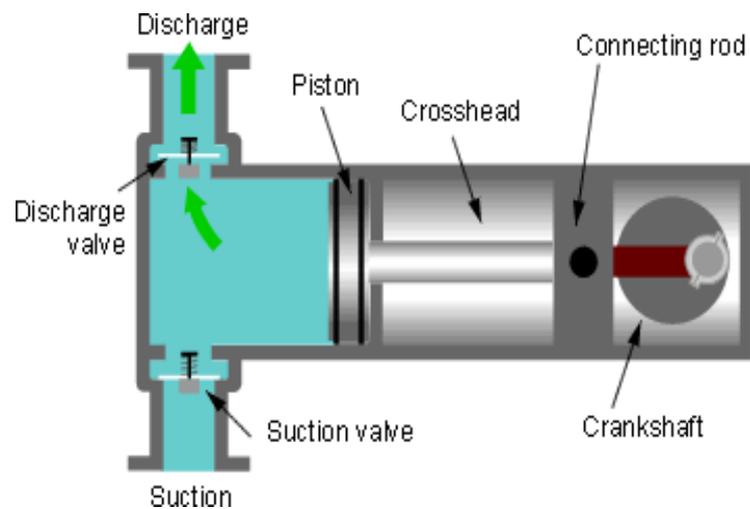


Gambar 2.13 Pompa Screw

Sumber : <https://idmboiler.co.id/wp-content/uploads/2019/07/online1-300x220-300x220.jpg>

b. Pompa *Reciprocating*

Yaitu dengan mengandalkan torak sebagai langkah isap yaitu torak bergerak menjauhi katup, tekanan didalam silinder jadi turun, Hal ini menyebabkan perbedaan tekanan antara diluar silinder dengan didalam silinder bertambah besar, sehingga memaksakan katup isap terbuka, zat cair kemudian terhisap kedalam silinder



Gambar 2.14 Pompa *Reciprocating*

Sumber : <https://3.bp.blogspot.com/-3FtkTmCkEzw/XLH-PuYHPvI/AAAAAAAAABJo/PQ42iHOB76gZFPzx5eyY35xnJFXiCLsuwCLcBGAs/s1600/prinsip%2Bkerja%2Bkompresor.gif>

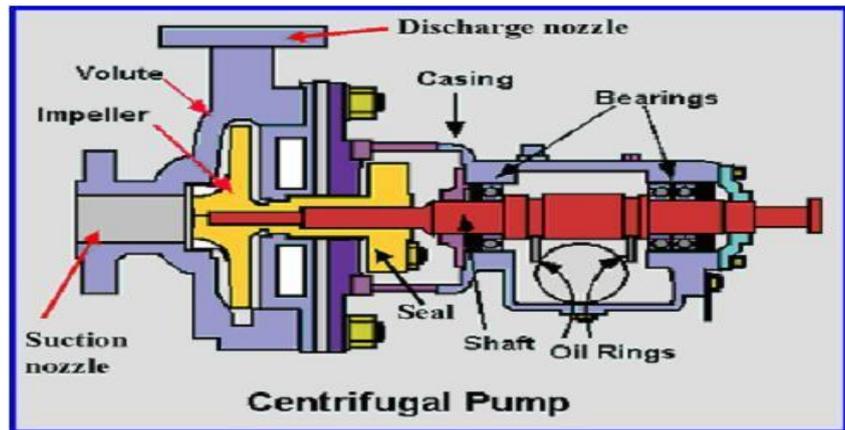
2.1.12 Pompa Dinamik

Pompa ini menghasilkan kecepatan fluida yang tinggi dan mengkonversi kecepatan menjadi tekanan melalui perubahan penampang aliran fluida. Jenis pompa ini biasanya juga memiliki efisiensi yang lebih rendah dari pada tipe pompa perpindahan positif. Pompa dinamika juga berpotensi pada kecepatan yang tinggi dan debit aliran yang juga tinggi. Berikut jenis-jenis pompa dinamika

a. Pompa Sentrifugal

Yaitu pompa dengan impeller yang tersusun. 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 outlet nya.



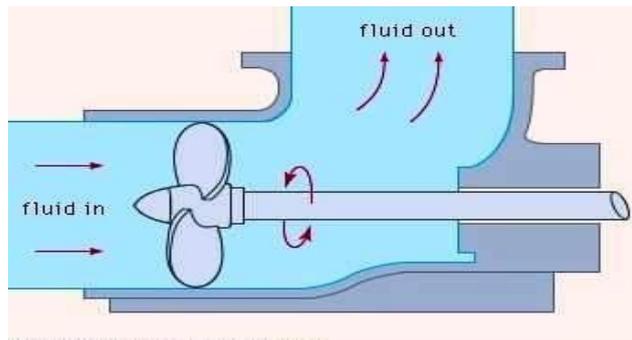
Gambar 2.15 Pompa Aksial

Sumber :

<https://pacotekindoservice.wordpress.com/2013/06/14/sejarah-dan-perkembangan-pompa-sentrifugal/bagian-bagian-pompa-sentrifugal-2/>

b. Pompa Aksial

Pompa aksial atau propeller, Pompa ini menghasilkan sebagian besar tekanan dari propeller dan gaya lifting dari sudu terhadap fluida. Pompa ini banyak di gunakan pada sistem drainase dan irigasi. Pompa aksial vertical single stage lebih umum di gunakan akan tetapi kadang pompa aksial two stage lebih ekonomis



Gambar 2.16 Pompa Aksial

Sumber : [http://2.bp.blogspot.com/-](http://2.bp.blogspot.com/-ArHnp0fDZEM/T608EpsHEI/AAAAAAAAAJI/8UHodWVgfs/s1600/pompa+aksial.jpg)

[ArHnp0fDZEM/T608EpsHEI/AAAAAAAAAJI/8UHodWVgfs/s1600/pompa+aksial.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-ArHnp0fDZEM/T608EpsHEI/AAAAAAAAAJI/8UHodWVgfs/s1600/pompa+aksial.jpg)

c. Spesial Effect Pump

Pompa ini digunakan untuk mengkonversi energi tekanan dari fluida bergerak menjadi energi gerak sehingga menciptakan area bertekanan rendah, dan dapat menghisap disisi suction.

2.1.13 Faktor faktor penyebab kerusakan pada pompa

- **Usia Material**

Dari usia material yang sudah cukup lama sehingga tingkat kerusakan cukup tinggi, bukan berarti semua material yang sudah lama akan rusak, jika penanganan pada suatu mesin di lakukan secara rutin seperti *preventive maintenance* yang telah terjadwal, maka akan di pastikan materia tersebut akan aman dan di ganti sesuai kondisi material jika sudah tidak baik maka akan di ganti yang baru sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada bagian yang lain dan semua di lakukan dengan instruksi kerja dan proses yang ada pada perusahaan.

- **Vibrasi**

Pada mesin pompa vakum ini mengalami vibrasi tinggi penyebab yang terjadi pada pompa vakum ialah unbalance pada shaft bearing, unbalance ialah adanya pergeseran titik massa ke pusat putarnya adanya muncul

getaran yang tinggi. Kerena terjadi unbalance berakibat fatal pada komponen jika terus di biarkan.

- **Bearing Defect**

Terjadinya *bearing defect* ini ialah pengaruh dari vibrasi mengakibatkan berbagai macam kerusakan dan akan merusak bearing yang ada pada pompa

- **Kesalahan pada saat pemasangan**

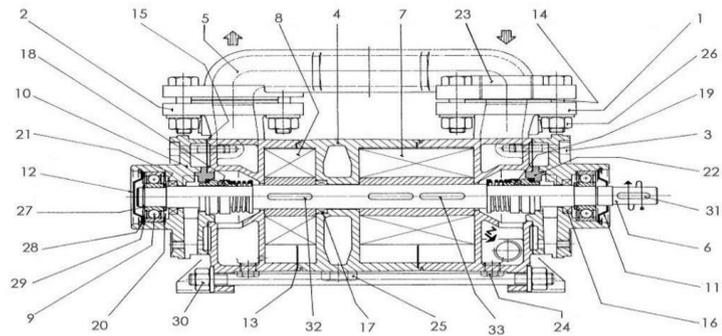
Pemasangan pada bearing yang tidak mengikuti SOP, diantaranya pemasangan yang erlalu lebar dan adanya celah sehingga cincin yang berputar akan menimbulkan gesekan pada housing.

- **Unbalance**

Adalah terjadinya perputaran pada pompa yang mana danya geseran dari titik massa ke titik pusat. Jika dilihat menggunakan vibrometer akan menunjukkan titik setrum akan tinggi di satu putaran pertama jika di biarkan akan dapat merusak komponen yang berada di pompa sehingga harus adanya perbaikan segera.

2.1.14 Konstruksi Pompa Vakum

Bentuk dan konstruksi pada pompa vakum berbeda dengan pompa biasa, pompa vakum memiliki beberapa komponen yang tidak terdapat pada pompa biasa. Adapun konstruksi pompa vakum *liquid ring* :



Gambar 2.17 belahan pompa vakum *liquid ring*

Sumber : . <https://stt-pln.e-journal.id/powerplant/article/view/397>

Bagian-bagian pompa vakum *liquid ring* :

1. *Suction Casing*
2. *Discharge Casing*
3. *Mechanical Seal*
4. *Intermediate Element*
5. *Manifold*
6. *Shaft*
7. *First Stage Impeller*
8. *Second Stage Impeller*
9. *Ball Bearing*
10. *Bearing And Mechanical Seal Housing*
11. *First Stage Bearing Cover*
12. *Second Stage Bearing Cover*
13. *Gasket*
14. *Packing*
15. *Flat Valve*
16. *First Stage Radial Seal Ring*
17. *Second Stage Radial Seal Ring*
18. *First Stage Bearing*
19. *Second Stage Bearing*
20. *Shoulder Ring 1*
21. *Shoulder Ring 2*

- 22. *Seal Bush*
- 23. *Companion flage*
- 24. *Plug*
- 25. *Plug*
- 26. *Bolt*
- 27. *Circlip*
- 28. *Circlip*
- 29. *Elastic Ring*
- 30. *Tie Bolt*
- 31. *Spi*

2.1.15 Komponen komponen Pompa Vakum

Sama seperti umumnya pompa vakum memiliki beberapa komponen utama yang fungsinya itu membuat pompa bekerja dengan efisien, pada setiap pompa memiliki bagian-bagian penting yang perlu di perhatikan. Berikut adalah komponen utama pada pompa vakum :

a. Shaft (poros)

Poros fungsinya untuk meneruskan momen punter dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan impeller dan bagian-bagian berputar lainnya.

b. Pompa Vakum First Stage Inlet

Pompa vakum first stage inlet ialah saluran masuknya gas/uap yang ada pada kondensor atau bisa di katakana sebagai *suction* yaitu sebagai sisi isap bagi gas/uap .

c. First Stage Floating Bearing and Cone

Adalah bearing cone (kerucut) yang berfungsi sebagai penjebak fluida gas yang mengalir dari first stage inlet. Cone pada pompa vakum di buat memiliki celah pada selimut permukaan kerucutnya. Fungsi celah tersebut sebagai jalan masuk fluida gas menuju first stage impeller.

Berputarnya poros pada pompa membuat kerucut berfungsi sebagai perangkap fluida gas pada pompa vakum

d. First Stage Rotor

Ketika rotor penggerak ini berputar maka rotor yang di gerakkan aan ikut berputar Bersama-sama. Karena posisi antara rotor penggerak dan yang digerakkan offset, ada perubahan besar volume ruang yang di hasilkan kerika rotor berputar.

e. First Stage Body

First stage body adalah tempat ruangan impeller dan proses kombinasiliquid bekerja pada tahap pertama.

f. Second Stage Bracket

Paking yang berfungsi untuk memperapat gabungan *first stage* dengan *second stage* dan menahan kebocoran dari kedua fluida air dan gas

g. Second Stage Rotor

Fungsi kerjanya sama dengan rotor yang sama *first stage*. Yang membedakan adalah pada tahapnya. Pada tahap kedua fluida gas dan air di kombinasi dengan impeller yang berbeda, *second stage* berfungsi untuk memaksimalkan vakum dan membuangnya pada *discharge*

h. Second Stage Lobe

Second stage lobe terletak antara shaft/poros yang berputar dengan casing atau bearing yang diam.

i. Second Srage Cone

Second stage cone (celah) sebagai jalan masuk fluida gas yang menuju *second stage impeller*. Berputarnya poros pada pompa membuaat kerucut berfungsi sebagai perangkap fluida gas pada pompa vakum

j. Second Stage Discharge Manifold

Second stage discharge manifold adalah outlet dari proses pengolahan fluida pada *first stage* dan *second stage*. *Discharge* menuju ke separator pemisah air dan gas

k. Interstage Check Valve

Interstage check valve adalah alat yang di gunakan untuk membuat aliran fluida hanya mengalir ke satu arah saja agar tidak terjadi *reversed flow/back* untuk mengalirkan fluida ke satu arah saja dan mencegah aliran kea rah sebaliknya tidak menggunakan handel untuk mengatur aliran tapi menggunakan gravitasi dan tekanan dari aliran fluida itu sendiri.

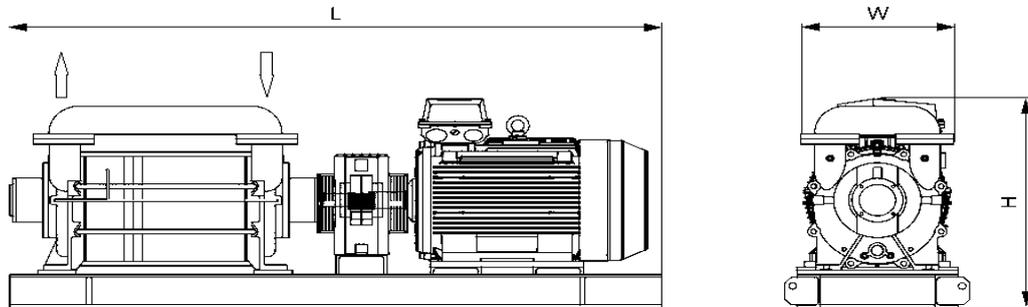
l. Discharge Gas

Maksud dari *discharge gas* sama dengan *discharge nozzle* berfungsi untuk mengeluarkan fluida dari impeller.

2.1.16 Fungsi Pompa Vakum

Fungsi utama pada pompa vakum ialah dengan membuat vakum pada kondensor saat turbin dan generator beroperasi, dimana uap bekas yang telah di guakan memutar turbin dan untuk mempercepat terjadinya kondensasi menjadi air lagi dengan jalan di dalam kondensor harus di buat vakum yaitu uap akan turun dan menyentuh dinding *tube condenser* yang di aliri fluida pendingin yang di pompa oleh CWP. Sehingga terjadi heat transfer maka uap basah yang masih bertemperatur dan menyentuh dinding *tube condenser* akan terkondensasi menjadi air kembali.

2.1.17 Prinsip Kerja Pompa Vakum



Gambar 2.18 pompa vakum

Sumber :

<https://www.buschvacuum.com/global/en/products/dolphin/dolphin-lb/dolphin-lb-0857-1757-a>

Adapun prinsip kerja pompa vakum ialah :

- a. Positive Displacement : menggunakan cara mekanis untuk ekspansi sebuah volume secara terus menerus, mengalirkan gas melalui pompa tersebut, mensealing ruang volume system, dan membuang gas ke atmosfer
- b. Pompa Momentum Transfer : menggunakan system jet fluida kecepatan tinggi, atau menggunakan sudu putar kecepatan tinggi untuk menghisap gas dari sebuah ruang tertutup.
- c. Pompa Entrapment : menggunakan suatu zat padat atau zat adsorber tertentu untuk memikat gas di dalam ruangan tertutup.

Jenis pompa yang di bahas penulis ialah pompa vakum *liquid ring* dengan prinsip *Positive displacement* yang artinya mengalirkan gas ke suction connection kemudian di sealing oleh liquid dan di buang ke discharge connection. Pompa vakum *liquid ring* ini berbeda dengan pompa

lainnya karena menggunakan impeller berbilah yang terpasang pada shaft, pompa vakum tersebut di gunakan untuk pengikat gas saat proses sealing.

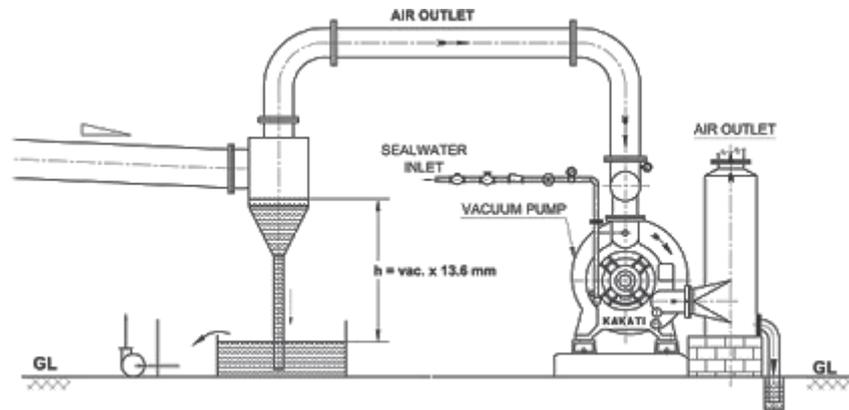
Pompa perpindahan positif adalah perpindahan zat cair dari suatu tempat ke tempat lain di sebabkan karena perubahan volume ruang kerja pompa yang di akibatkan oleh gerakan elem pompa yaitu maju-mundur atau berputar (rotary). Karena adanya perubahan volume maka zat cair di bagian keluar (*discharge*) mempunyai tekanan yang lebih besar di bandingkan bagian masuk (*suction*).

Pompa vakum di buat dengan sirkulasi dan temperaturnya yang harus di jaga agar di dalam pompa tidak terjadi kapitasi (ledakan gelembung) untuk menjaga agar tidak panas maka air yang akan di lewatkan ke HE (*heat exchanger*) dan uap panas yang terbawa atau terhisap oleh pompa akan keluar melewati venting separator, air yang masuk separator di lewatkan ke *heat exchanger* dan masuk lagi ke dalam pompa.

Beberapa pompa vakum yang termasuk tipe *positive displacement* :

- *Rotary vane Pump* (yang paling banyak digunakan)
- Pompa diafragma
- *Liquid ring pump*
- *Piston pump*
- *Scroll pump*
- *Screw pump*
- *Wankel pump*
- *External vane pump*
- *Roots blower*
- *Multistage roots pump*
- *Teopler pump*
- *Lobe pump*

2.1.18 Siklus pompa vakum



Gambar 2.19 Siklus pompa vakum

Sumber : <http://www.kakatipumps.com/engineered-systems.php>

Seperti kita lihat dari gambar di atas untuk siklus pompa vakum *liquid ring* air dan uap masuk melewati *suction connection* dengan melewati pipa setelah itu di dalam pompa vakum di *sealing* oleh impeler dan keluar melewati *discharge connection* ke separator di dalam separator uap di dinginkan dan di buang ke atmosfer.

2.1.19 Kerusakan pada shaft bearing vacuum pump

Kerusakan pada shaft bearing di akibatkan karena vibrasi yang tinggi, Pada saat melakukan pengukuran vibrasi hasil yang di dapatkan 5,7mm/s dan sudah di kategorikan dalam zona D (danger) maka dari itu pompa vakum harus di hentikan beroperasi atau stand by apa bila keadaan darurat. Vibrasi ialah suatu objek yang bergerak bolak balik di titik kesetimbanganya, setelah melakukan pembongkaran yang menyebabkan vibrasi yang tinggi ialah unbalance yang berarti terjadinya pergeseran titik pusat massanya dari titik pusat putarnya.

2.1.20 Kerusakan pada Pompa Vakum

Pada saat melakukan pembongkaran ternyata *bearing* (bantalan) dan *shaft sleeve* pada shaft pompa vakum mengalami kerusakan akibat dari vibrasi yang tinggi dimana *bearing* fungsinya untuk menahan beban dan *shaft sleeve* untuk menghindari erosi dan keausan.



Gambar 2.20 pembongkaran pompa vakum

Sumber : Dokumentasi pribadi

Setelah membongkar pompa vakum maka *bearing* di panaskan agar memuai dengan cara di bakar, dimana dengan cara pemuaiian *bearing* akan mudah di lepaskan



Gambar 2.21 proses pemuaiian *bearing*

Sumber : Dokumentasi pribadi

2.1.21 Jenis-Jenis Maintenance

a. Breakdown Maintenance

Perawatan ketika mesin sudah mengalami kerusakan sehingga mesin tersebut tidak berfungsi atau beroperasi secara normal, *Breakdown Maintenance* harus di hindari karena mesin berhenti secara total dan dalam kondisi mendadak.

b. Preventive Maintenance

Preventive Maintenance ialah perawatan yang biasa di lakukan untuk mencegah kerusakan pada mesin selama beroperasi, *Preventive Maintenance* ada 2 jenis yaitu :

1. *Periodic Maintenance* biasanya di lakukan dalam harian, bulanan, dan tahunan, perawatan ini di lakukan berkala dan terjadwal seperti melakukan inspeksi, membersihkan mesin, ,mengganti suku cadang jika ada kerusakan pada komponen .
2. *Predictive Maintenance* biasanya untuk mengantisipasi kegagalan system sebelum terjadi kerusakan total dengan cara Analisa trend mesin untuk memprediksi kapan mesin akan mengalami kerusakan.

c. Corrective Maintenance

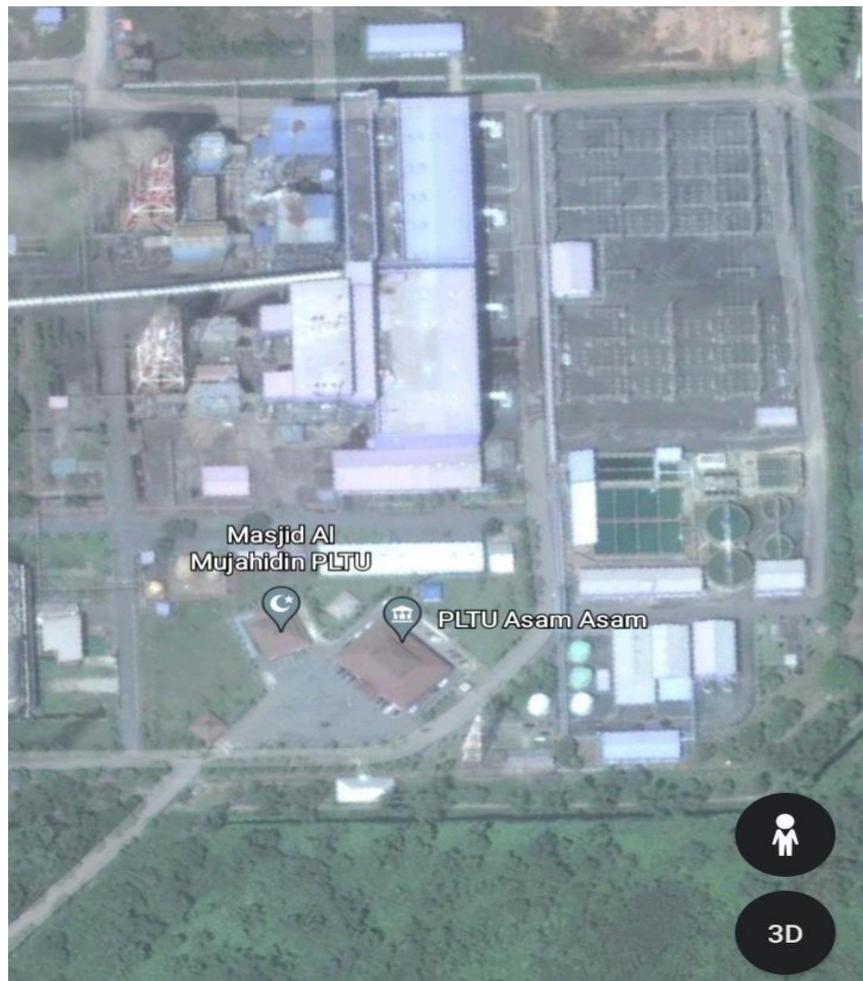
Perawatan yang di lakukan untuk memperbaiki mesin agar mesin beroperasi secara normal, biasanya di lakukan pada saat mesin beroperasi tetapi tidak optimal.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

UPK Asam-asam yang bertempat di desa Asri Mulia, kecamatan jorong, kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan

Waktu pelaksanaan : 2-Maret-2021 sampai 2-Juni-2021

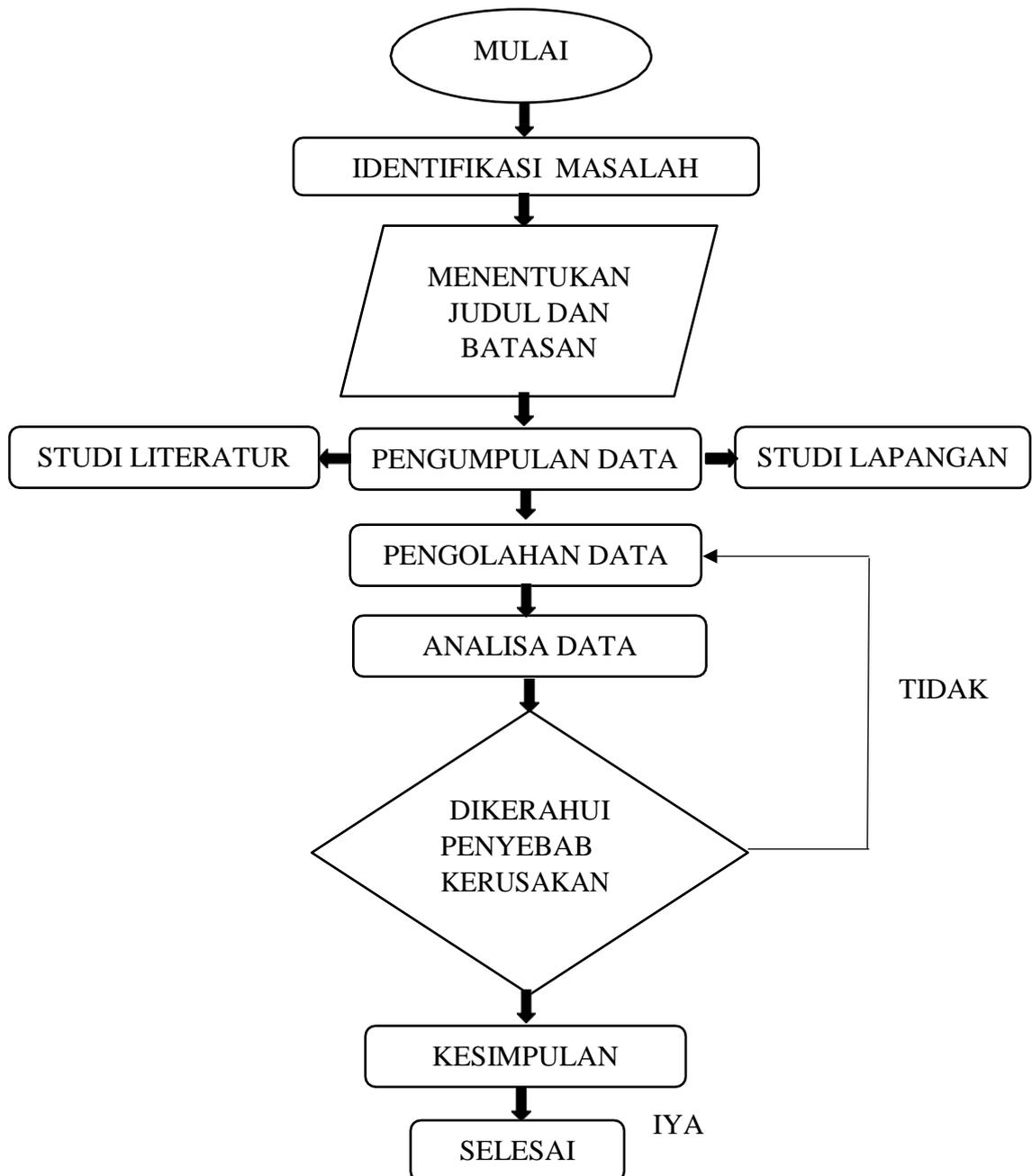


Gambar 3.1 *Share location* PLTU asam asam

Sumber : Dokumentasi pribadi

3.2 Desain Penelitian

Untuk mempermudah dan menjadikan lebih sederhana dalam penjelasan dan menyelesaikan penelitian maka di gunakan flowchart kerangka pemecahan masalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Flowchart penelitian

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode untuk pengumpulan data

1. Observasi

Pertama sebelum melakukan penelitian hal pertama yang harus di lakukan adalah melakukan observasi terlebih dahulu agar mengetahui mana yang ingin di teliti dan melakukan observasi pada objek yang ingin di tentukan nantinya.

2. Studi Literatur

Melakukan dan mempelajari teori-teori yang di peroleh dari manual book atau referensi dan informasi yang di butuhkan

3. Wawancara

Melakukan wawancara dengan berbagai sumber seperti pembimbing lapangan dan pembimbing dosen serta rekan-rekan dari pemeliharaan yang tujuannya untuk mengetahui dan menganalisis kerusakan yang terjadi pada pompa vakum

4. Pengumpulan Data

Memperoleh data dari berbagai sumber dari mulai bertanya pada rekan pemeliharaan lalu mengobservasi dan menganalisis data dari berbagai tempat di mulai dari Rendah har, Engineering, dan manual book. Data-data yang di ambil yaitu data vibrasi sebelum di perbaiki dan setelah diperbaiki

3.4 Metode Analasisa Data

Metode Analisa data yang di gunakan di penelitian ini adalah metode Analisa kuantitatif inferensial. Di mana data-data mesin pembangkit di bandingkan untuk membuat kesimpulan, data yang di bandingkan adalah data vibrasi sebelum dan sesudah di lakukan *overhaul* pada mesin pompa vakum

3.5 Jadwal Penelitian

Penelitian tugas akhir pada tanggal 2 Maret 2021 yang berlokasi di UPK Asam-asam Kalimantan Selatan sampai tanggal 2 Juni 2021 penulis di tempatkan di HAR Turbin.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

| NO | KEGIATAN | MIINGGU | | | | | |
|----|----------------------------|---------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | 1-2 | 3-4 | 5-6 | 7-8 | 9-10 | 11-12 |
| 1 | Observasi & Studi lapangan | ■ | ■ | | | | |
| 2 | Studi Literatur | ■ | ■ | | | | |
| 3 | Pengumpulan Data | | ■ | ■ | | | |
| 4 | Penyusunan Laporan | | | ■ | ■ | ■ | ■ |

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan

Pada bagian pembahasan akan dimuat tentang hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini dengan kata lain akan memecahkan suatu masalah yang terjadi. Maka dari itu penulis menjelaskan sesuai yang ada dilapangan dan dari sumber yang berhubungan langsung dengan pengerjaan pompa vakum dan pihak yang lainnya

4.1.1 METODE

Metologi yang di kembangkan untuk menganalisa permasalahan vibrasi pada pompa vakum adalah : Pengukuran vibrasi, pergantian bearing dan shaft sleeve, balancing

a. Pengukuran vibrasi

Pengukuran vibrasi menggunakan *VibXpert II* dimana peralatan ini sangat lengkap untuk menganalisa spectrum, wafeform dan amplitude sebelum dan sesudah overhaul.

b. Penggantian bearing dan shaft sleeve

Dimana setelah melakukan pengecekan vibrasi maka di lanjutkan dengan membongkar pompa vakum untuk mengetahui kerusakan pada pompa, setelah pompa di bongkar maka selanjutnya inspection pada pompa untuk mengetahui kerusakannya, dan melakukan penggantian bearing dan shaft sleeve

c. Balancing

Ialah untuk menyeimbangkan shaft unntuk mengurangi getaran dan menghilangkan gaya dinamis yang tak seimbang. Karena keterbatasan waktu dan alat maka shaft pompa vakum di balancing oleh pihak ketiga

4.1.2 Analisa Terjadinya Vibrasi

Pada saat pengambilan data di lakukan untuk mengetahui kerusakan pada pompa vakum serta membandingkan kondisi pompa vakum sebelum di lakukan perbaikan dan sesudah di lakukan perbaikan untuk mengetahui akar permasalahannya. Data data tersebut di gunakan untuk mengidentifikasi kerusakan terdapat beberapa faktor yang dapat dijadikan sebagai acuan mengetahui seberapa besar tingkat vibrasi yang di hasilkan.

Dengan menganalisa hasil pengukuran vibrasi dan mengenali karakteristik spektrum kita dapat menentukan bahwa mesin tersebut mengalami gangguan yang mengakibatkan kerusakan. Kerusakan mesin dapat di tentukan pada frekuensi spektrum dengan menggunakan vibXpert II dan melihat adanya vibrasi berlebihan maka perlu di lakukan Analisa lebih lanjut pada pompa vakum. Dengan menggunakan VibXpert II dan melihat munculnya amplitude getaran pada 1x rpm maka di indikasikan unbalance

Penyebab terjadinya vibrasi yang tinggi dikarenakan adanya unbalance pada pompa vakum maka kemungkinan karena vibrasi yang tinggi mengakibatkan kegagalan bearing dan shaft sleeve.

4.1.3 Spesifikasi Pompa Vakum

Tabel 4.1 Spesifikasi Pompa Vakum

| ITEM | UNIT |
|--------------------------|---------------|
| Type | 2BW4 253-OEK4 |
| Dry Air Extracted Amount | 48 Kg/h |
| Motor Type | Y2315M-8-1H |
| Power | 75 KW |

| | |
|-------------|--|
| Voltage | 380 V |
| Current | 147.9 A |
| Speed | 740 rpm |
| Manufacture | Tongfang High-tech pump corporation in Hubei |

4.1.4 Trouble shooting pompa

Tabel 4.2 trouble shooting pompa

| Gejala | Penyebab | Penanganan |
|------------------------|--|--|
| Reduced capacity/vacum | <ul style="list-style-type: none"> o kecepatan terlalu rendah o kebocoran pada saluran hisap o Katub hisap tertutup | <ul style="list-style-type: none"> o Periksa tegangan o Periksa aliran pendingin o Periksa katub buka |
| Kebisingan berlebihan | <ul style="list-style-type: none"> o ketidak sejajaran kopling o bantalan rusak | <ul style="list-style-type: none"> o sejajarkan kopling o ganti bantalan |
| Konsumsi daya tinggi | <ul style="list-style-type: none"> o ketidak sejajaran kopling o tekanan balik yang berlebihan o bantalan rusak | <ul style="list-style-type: none"> o sejajarkan kopling o koreksi seperlunya o ganti bantalan |
| Terlalu panas | <ul style="list-style-type: none"> o <i>seal temperature</i> tinggi o ketidak sejajaran kopling o bantalan rusak | <ul style="list-style-type: none"> o periksa aliran pendingin o sejajaarkan kopling o ganti bantalan |
| vibrasi | <ul style="list-style-type: none"> o kopling tidak sejajar o pompa tidak terpasang dengan benar o bantalan rusak | <ul style="list-style-type: none"> o sejajarkan kopling o periksa baut baut pengencang pompa o ganti bantalan |

| | | |
|-------------------------------------|--|---|
| Keausan bantalan tidak normal | o kopling tidak sejajar o ketengangan pada casing pompa | o sejajarkan kopling o mendukung pengerjaan pada casing |
| Loss of seal water | o kebocoran | o periksa dan perbaiki jika ada kebocoran |
| Mechanical seal squeal | o Insuclent lubrication | o Check flow coolant to seal |
| Shaft will turn or partially seizes | o foreign object in pump o improperly mounted pump | o dismantle pump and remove o make sure surface is level |

4.2 Persiapan proses overhaul

Sebelum melakukan proses overhaul, terlebih dahulu harus mempersiapkan alat kerja yang di gunakan selama proses pembongkaran pompa, Berikut alat yang di gunakan pada prses *overhaul* pompa vakum dapat di lihat pada tabel di bawah

Tabel 4.3 Alat yang digunakan

| NO | Tols Name | Size | Quantity |
|----|-------------|-------|----------|
| 1 | Chain blok | 5 ton | 1 |
| 2 | Sling belt | | 3 |
| 3 | Sackle | 5 ton | 3 |
| 4 | Pipe wrench | 24" | 1 |
| 5 | Pipe wrench | 14" | 1 |

| | | | |
|----|-------------------|-------------------------|-------|
| 6 | Ring wrench | 12,14,17,19,22,24,30,34 | 2 |
| 7 | Adjustable wrench | 15" | 1 |
| 8 | Hammer rubber | | 1 |
| 9 | Hammer | | 1 |
| 10 | Balok | 2m | 2 |
| 11 | L wrench | ½" | 1 set |
| 12 | Obeng plus | | 1 |
| 13 | Obeng minus | | 1 |
| 14 | WD 40 | 333 ml | 1 |
| 15 | Majun | | 10 |

4.3 Pemeliharaan Pompa Vakum

Pemeliharaan pompa vakum adalah tindakan penting dalam menjaga efeksifitas dan efisiensi kinerja mesin. Peralatan atau mesin akan mengalami penurunan akan kinerja dan performa apabila suatu perlatan tersebut tidak dipelihara dan dirawat berdasarkan Standart Operasional Procedure (SOP) yaitu sesuai dengan Manual Book atau buku petunjuk yang dikeluarkan oleh perusahaan mesin tersebut. Pemeliharaan yang dapat dilakukan terhadap bagian pompa dapat dilakukan dengan cara :

- Preventive Maintenance yang dilakukan setiap bulan yang berupa pengecekan secara visual terhadap kebocoran dan suara berisik dari pompa
- Corrective Maintenance yang dilakukan adalah perbaikan peralatan atau komponen yang beroperasi tidak normal, perawatan ini biasanya

identifikasi penyebab kerusakan komponen, pergantian komponen yang rusak, mengatur kembali kontrol, dan lain-lain

4.4 Corrective Maintenance

Corrective Maintenance ialah perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki kegagalan atau kerusakan yang ditemukan pada saat kita preventive Maintenance. pada umumnya, Corrective Maintenance bukanlah kegiatan yang dilakukan terjadwal, karena dilakukan setelah sebuah komponen mengalami kerusakan dan tujuannya untuk mengembalikan kehandalan sebuah komponen atau sistem ke kondisi semula atau baik dan aman dalam penggunaannya.

Adapun Corrective Maintenance yang terjadi pada pompa vakum yang mengalami vibrasi sehingga terjadinya penurunan performa sehingga diharuskan untuk dilakukannya Overhaul untuk mengidentifikasi kerusakan yang menyebabkan terjadinya kebocoran.

4.4.1 Perencanaan Proses Overhaul

Pada tanggal 22 Maret 2021 dilakukan overhaul pada pompa vakum, adapun perencanaan tersebut antara lain:

1. Proses overhaul

Proses overhaul yang dilakukan yaitu proses untuk melepas semua komponen yang terhubung ke pompa vakum di antaranya motor, suction connection, discharge connection, dll sehingga memudahkan untuk mengangkat pompa vakum ke workshop.

2. Proses inspection

Proses inspection yaitu untuk mencari terjadinya kerusakan yang dialami pada pompa tersebut, adapun komponen atau part yang dilakukan inspection adalah shaft, bearing dan impeller.

3. Proses perbaikan

Proses perbaikan yaitu untuk mengembalikan ukuran serta *performance* pada pompa vakum sehingga dapat mencegah kerusakan yang berakibat fatal pada pompa vakum.

4. Proses selesai

Setelah semua proses selesai mulai dari proses pembongkaran hingga terkumpulnya data data inspection maka mekanik dapat menyimpulkan perbaikan dan pergantian terhadap komponen yang mengalami kerusakan

Ada beberapa kemungkinan yang menyebabkan kegagalan kerusakan pada pompa vakum di antaranya sebagai berikut

1. Kerusakan pada shaft yang berakibat bengkok atau patah kemungkinan ini disebabkan karena korosi atau adanya material asing terselip dan impeller yang menggesek housing
2. Kerusakan pada bearing yang berakibat berkerak/termakan/aus kemungkinan ini disebabkan karena vibrasi pada komponen bearing
3. Kerusakan pada bushing yang berkarat/termakan/aus kemungkinan ini disebabkan karena luber water tidak mengalir atau kualitas material
4. Kerusakan pada housing yang terkikis kemungkinan dari shaft yang bengkok
5. Kerusakan pada impeller yang berkerak/termakan/aus kemungkinan ini disebabkan oleh shaft bengkok

4.4.2 Tahapan proses overhaul

Masuk ke tahap proses pembongkaran pompa vakum antara lain :

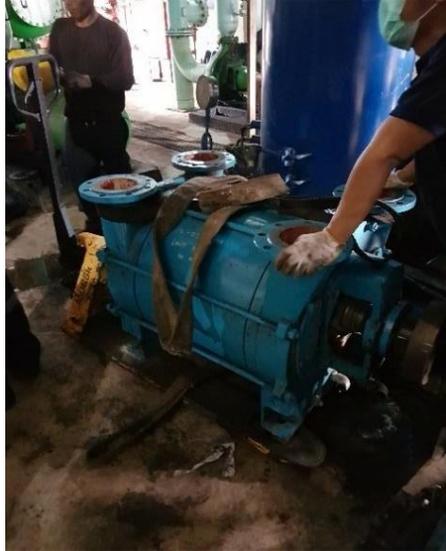
1. Sebelum melakukan pembongkaran terlebih dahulu melepas baut kopling antara motor dan pompa lalu melepas *suction connection*, *discharge connection* dan bagian lainnya untuk memudahkan pengangkatan pompanya



Gambar 4.1 Pelepasan Baut Kopling

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Setelah pompa dan motor lepas dan bagian part lainnya maka proses pengangkatan pompa ke forklift menggunakan tali selling dan chain blok untuk di bawa ke workshop



Gambar Proses 4.2 Pengangkatan Pompa Vakum

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Setelah pompa sudah di letakkan dengan posisi aman di workshop kemudian di mulai dengan melepas kopling,



Gambar 4.3 Melepas kopling

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Setelah kopling lepas maka selanjutnya membuka bagian *first stage bearing cover*



Gambar 4.4 Melepas first stage bearing cover

Sumber : Dokumentasi pribadi

5. Setelah *first stage bearing cover* lepas selanjutnya membuka cover bagian DE, untuk memisahkan shaft dan impeller dari dalam casing pompa.



Gambar 4.5 Pengangkatan Cover Bagian DE

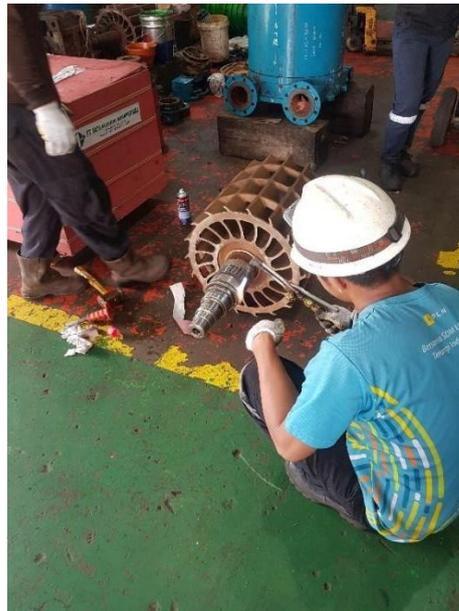
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.6 Pengangkatan Shaft Impeller Pompa

Sumber : Dokumentasi Pribadi

6. Setelah *impeller* lepas maka selanjutnya melepas *Shaft sleeve* dengan cara di bakar atau di panasi dengan suhu tertentu agar memuai dan mudah di lepaskan



Gambar 4.7 Proses Pemuaiian *Shaft Sleeve*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.4.3 Impeller yang di gunakan

Impeller ialah komponen yang berputar dari pompa sentrifugal yang fungsinya untuk mentransfer energi dari motor dengan mempercepat cairan dari pusat rotasi, jenis impeller yang di gunakan :

- impeller terbuka (open impeller), merupakan impeller yang bentuknya mirip baling baing, dari baling baling yang melekat pada pusat tanpa dinding samping



Gambar 4.8 Shaft Impeller

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.4.4 Proses Inspection

Inspecton adalah suatu proses pengukuran yang di gunakan untuk mengetahui kendala atau masalah yang ada pada sebuah mesin. Sebelum melakukan proses inspection shaft terlebih dahuu di *brushing* untuk menghilangkan kotoran kotoran atau korosi yang menempel pada shaft, proses *brushing* menggunakan kertas pasir dan WD-40, proses ini di lakukan sampai semua kotoran-kotoran menghilang pada permukaan shaft

4.4.5 Visual Inspection

Visual inspection yaitu inspection dengan cara melihat dan merabah kerusakan yang terjadi pada shaft pompa. Dalam melakukan visual inspection di temukan kerusakan pada shaft sleeve dan bearing pompa di akibatkan karena gesekan



Gambar 4.9 Membersihkan Bagian Shaft Sleeve

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.4.6 Diameter Inspection

Diameter Inspection dilakukan untuk mengetahui besar diameter dari shaft, pada pengukuran diameter menggunakan alat ukur Mikrometer, sebelum melakukan pengukuran sebaiknya alat ukur Mikrometer dikalibrasi terlebih dahulu untuk menghindari hasil yang kurang akurat



Gambar 4.10 Diameter Inspection

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.5 Proses Perbaikan

Proses perbaikan dilakukan bertujuan untuk mengembalikan mesin kembali ke performa awal sehingga dapat bekerja dengan semestinya dan untuk menghindari kerusakan yang lebih parah. Berikut ini tahap-tahap proses perbaikan yang terjadi pada pompa vakum.

Dalam proses perbaikan pompa vakum, setelah kita ketahui pada proses inspection yang telah digunakan untuk mengetahui kendala dan kerusakan yang ada, selanjutnya mekanik dapat mengetahui hal yang terjadi sehingga dapat disimpulkan saran perbaikan dari data yang didapat

4.5.1 Saran Perbaikan

Dari data yang di dapatkan terjadi beberapa kerusakan di antaranya:

1. Shaft mengalami bending
2. Kerusakan shaft sleeve
3. Kerusakan Bearing

Adapun saran perbaikan yang harus di lakukan

1. Shaft di balancing
2. Pergantian shaft sleeve
3. Pergantian bearing

4.5.2 Langkah langkah perbaikan

1. Persiapan kerja
 - Pembuatan working permik
 - Gunakan APD yang telah di tentukan
 - Siapkan peralatan kerja yang di butuhkan
 - Pastikan lingkungan aman untuk bekerja

2. Kebutuhan APD

- Safety helmet
- Masker
- Ear plug
- Safety glasses
- Gloves

3. Lingkup kerja

- Koordinasi dengan operator shift
- Pemasangan tagging
- Pengecekan dan membersihkan peralatan atau bagian yang ingin di kerjakan
- Setelah selesai melakukan perbaikan koordinasi dengan operator shift untuk melakukan pengetesan
- Melepas tagging
- Membersihkan area kerja

4. Laporan pengerjaan

- Laporan kepada spv operator shift jika pekerjaan selesai
- Laporkan ke bagian rendalhar untuk vchange status WO pada maximo
- Buat laporan hasil pengerjaan, serahkan ke bagian rendalhar

4.5.3 Balancing shaft

Shaft di balancing untuk menyeimbangkan shaft dan menghilangkan gaya dinamis yang tidak seimbang, perlu di ketahui shaft di balancing oleh pihak ketiga



Gambar 4.11 Setelah di Balancing

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.5.4 Penggantian Shaft Sleeve

Shaft sleeve merupakan pelindung utama shaft dari erosi dan juga keausan, dengan kondisi shaft sleeve sebelumnya sudah mengalami keausan karena sudah mencapai batas pemakaian.



Gambar 4.12 Shaft Sleeve Baru

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.5.5 Penggantian Bearing

Adapun fungsi bearing pada shaft yaitu untuk menahan beban dari poros sehingga kerugia gesek sedikit dan agar dapat berputar dan memperlancar putaran poros, dengan kondisi bearing sebelumnya yang mengalami kerusakan maka tidak kemungkinan untuk di gunakan sebagaimana mestinya.



Gambar 4.13 Pemuaian Bearing

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.5.6 Proses penggantian Gland Packing

Biasanya *gland packing* di fungsikan untuk membatasi atau mengontrol kebocoran di sepanjang poros sebagai pelumas dan pendingin



Gambar 4.14 Pemasangan *Gland Packing*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.5.7 Penggantian Gasket Packing

Sebelum mengganti packing dari pelat penutup casing sebaiknya di bersihkan dari karatan, agar saat memasang packing tidak terjadi kebocoran



Gambar 4.15 Membersihkan plat penutup casing

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Setelah bersih dari karatan berikan lem *high temperature* pada plat penutup casing secara merata agar memudahkan untuk pemasangan packing



Gambar 4.16 Menggunakan lem *high temperature*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Lalu tempel packing pada plat penutup casing yang telah di berikan lem lalu cetak packing sesuai ukuran plat demi mencegah kebocoran



Gambar 4.17 Pemasangan Packing

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.6 Pelaksanaan pengambilan data vibrasi

Kegiatan pengambilan data vibrasi di lakukan oleh bagian pdm PLTU UPK Asam-asam, kegiatan pengambilan data vibrasi tersebut kegiatan rutin yang di lakukan karena hal ini untuk memastikan kondisi dari setiap alat dalam keadaan baik atau tidak, maka dari itu sangat di perlukan pengambilan data vibrasi.

Bagian pdm PLTU UPK asam-asam menggunakan alat *vibexpert* dimana alat ini berfungsi untuk menagkap *mechanical vibration* yang di dikeluarkan oleh motor atau pompa melalui sensornya, dan mengkonversinya menjadi sinyal elektrik sinyal ini keluar dari alat ini berupa nilai besaran vibrasi yang terjadi dalam satuan mm/second serta dalam bentuk *time wafeform* dan *spectrum* yang menjadi bahan Analisa kerusakan.

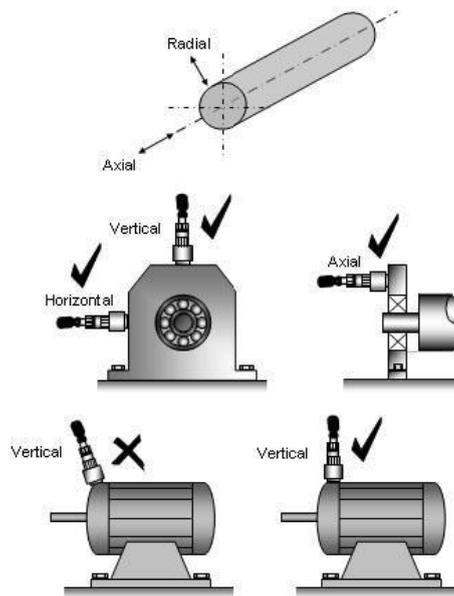
Berikut merupakan langkah langkah yang di lakukan dalam mengukur vibrasi :



Gambar 4.18 VibXpert II

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- a. Menyiapkan alat ukur Analisa vibrasi yaitu VibExpert II
- b. Menggunakan APD (alat pelindung diri) sesuai standar
- c. Membersihkan titik pengukuran vibrasi
- d. Menempelkan magnet sensor alat Analisa vibrasi ke titik yang telah di bersihkan sebelumnya
- e. Menentukan pengukuran sesuai prosedur yang meliputi vibrasi arah vertical, horizontal, dan aksial
- f. Mengambil wafeform, spectrum dan sudu fasa vibrasi jika di perlukan
- g. Nilai hasil pengukuran di simpen di memori alat Analisa vibrasi

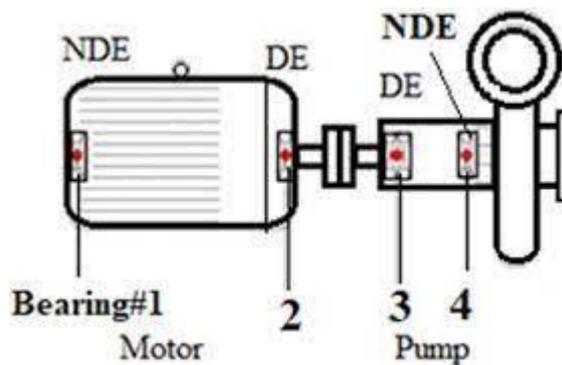


Gambar 4.19 Cara Meletakkan Sensor

Sumber : https://i2.wp.com/www.reliabilityweb.com/ee-assets/my-uploads/art10/beginners_guide_vibration-44.jpg?resize=334%2C431

Skema pengukuran vibrasi

Adapun posisi pengukuran vibrasi di lakukan pada 4 titik yaitu pada titik NDE motor, DE motor, NDE pompa, dan DE pompa masing masing dengan arah vertkal, horizontal, dan aksial

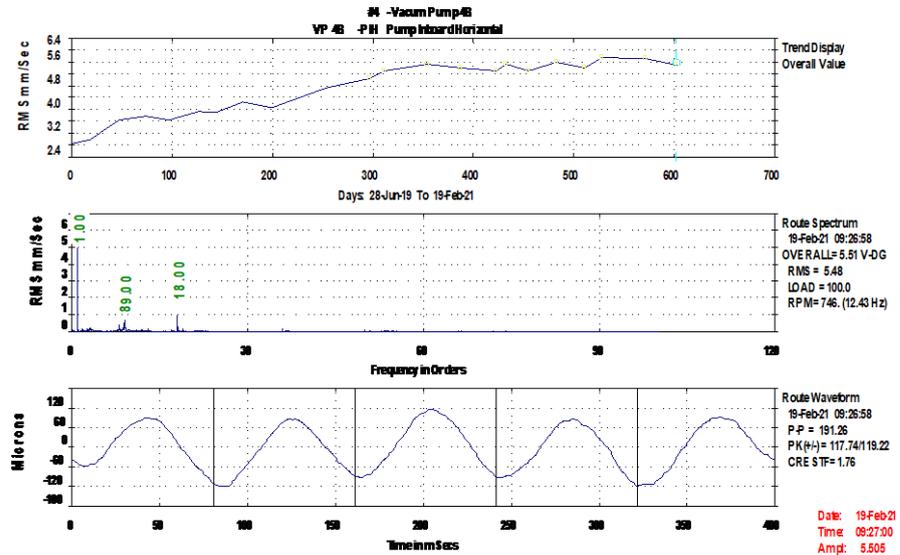


Gambar 4.20 Posisi DE dan NDE

Sumber :

https://ejest.journals.ekb.eg/article_97265_acfd0a0a5831aa20fad142b5e311f341.pdf

4.6.1 Hasil pengambilan data vibrasi sebelum overhaul



Gambar 4.21 Vibrasi Sebelum Overhaul

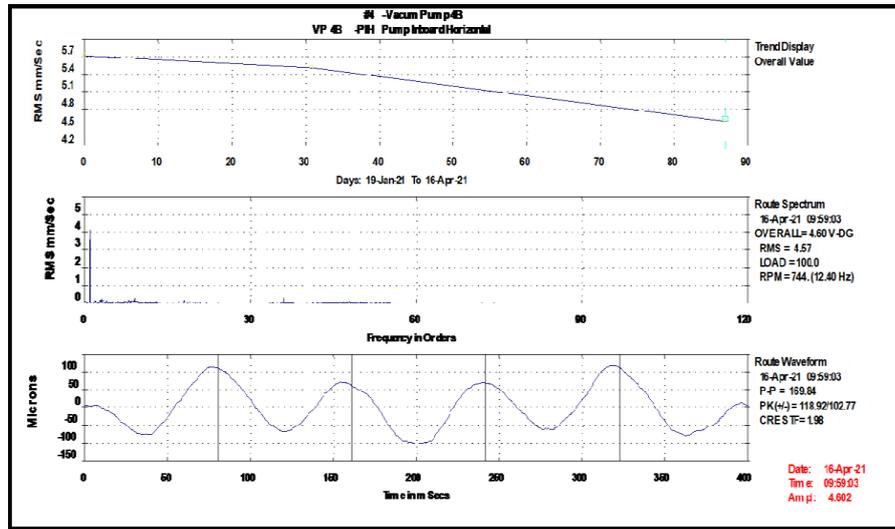
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Hasil pembacaan data getaran (vibrasi) pompa vakum menunjukkan posisi PIH (Pump Inboard Horizontal) mempunyai nilai yang tertinggi 5,50 mm/s dan sudah memasuki dalam zona D (Danger)

Tabel 4.4 indikator sebelum overhaul pompa vakum

| | |
|---------------------------|-----------|
| Condensor vacuum | - 83 kpa |
| Inlet vacuum | - 0,1 kpa |
| Separator water level | 185 mm |
| Separator temperature | 46 °C |
| Cooler inlet temperature | 34 °C |
| Cooler outlet temperature | 40 °C |
| Bearing tempetarure | Normal |
| Vibrasi & Noise | Anormal |
| Motor temperature | Normal |

4.6.2 Hasil pengambilan data vibrasi sesudah overhaul



Gambar 4.22 Vibrasi Sesudah Overhaul

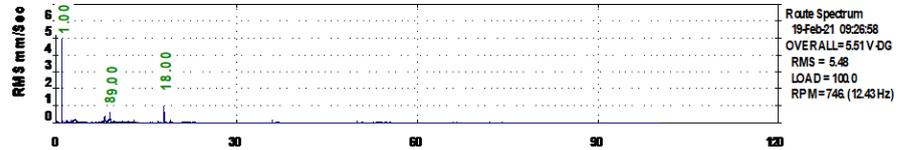
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Setelah di lakukan overhaul dan balancing pada pompa vakum maka vibrasi turun dari 5.50 mms/s menjadi 4.46 mm/s, namun vibrasi masih dalam zona danger

Tabel 4.5 Indikator sesudah overhaul pompa vakum

| | |
|---------------------------|-----------|
| Condensor vacuum | - 86 kpa |
| Inlet vacuum | - 0,1 kpa |
| Separator water level | 185 mm |
| Separator temperature | 48 °C |
| Cooler inlet temperature | 35 °C |
| Cooler outlet temperature | 37 °C |
| Bearing tempetarure | Normal |
| Vibrasi & Noise | Anormal |
| Motor temperature | Normal |

4.6.3 Pengambilan Spectrum Vibrasi Sebelum Overhaul

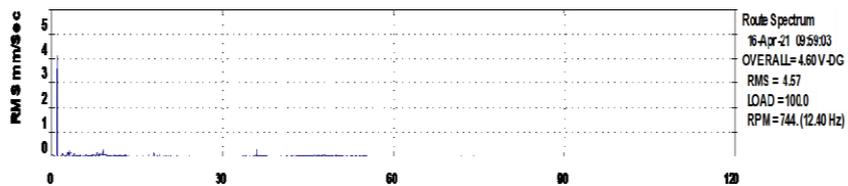


Gambar 4.23 Spectrum Sebelum Overhaul

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Pada *spectrum* di atas terlihat jelas puncak *spectrum* pada *frekuensi* 12,43Hz (746 RPM), nilai getaran tertinggi tercatat RMS 5,48 mm/s sebelum overhaul, adanya ketidak seimbangan antara nilai yang di keluarkan dengan normalnya nilai standar vibrasi. Vibrasi yang terjadi pada pompa di klarifikasikan dalam zona danger sesuai ISO 10816-3 dari pompa dengan daya 75KW, dan dalam *spectrum* dominan pada 1X RPM maka termasuk dalam kategori *unbalance*

4.6.4 Pengambilan Spectrum Vibrasi Sesudah Overhaul



Gambar 4.24 Spectrum Sesudah Overhaul

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Besarnya getaran sesudah di lakukan perbaikan berupa overhaul pada pompa vakum dapat di lihat pada gambar di atas dengan nilai RMS 4,57mm/s nilai tersebut masih terbilang tinggi dan masih dalam kategori zona danger.

4.6.5 Analisa Standar dengan Hasil Vibrasi

Pengambilan data vibrasi ini menjelaskan yang didapat dari hasil pengukuran oleh tim engineering, lama sebelum di lakukan *overhaul* dan begitu juga dengan sesudah *overhaul* pada pompa vakum di PLTU UPK asam-asam. Dengan didasari oleh standar vibrasi yang di gunakan, besarnya nilai getaran sesudah di lakukan perbaikan berupa *overhaul* pada pompa vakum 4,46 mm/s nilai vibrasi tersebut masih dalam kategori danger dan pompa harus dilakukan analisis lebih lanjut untuk mencari akar permasalahannya.

Pompa vakum berada pada group 2 tipe rigid dengan power 75kw, Pada saat pompa vakum sebelum di overhaul nilai vibrasinya berada di zona danger dengan nilai 5.50 mm/s dan setelah di overhaul nilai vibrasinya 4,46 dan masih dalam zona danger.

4.6.6 Menghitung Nilai Vibrasi Setelah dilakukan Overhaul

Setelah di ketahui kenaikan nilai vibrasi yang cukup besar, maka di lakukan tindakan perbaikan berupa penggantian *shaft sleeve* dengan yang baru, penggantian bearing dengan yang baru dan melakukan balancing oleh pihak ketiga. Dari hasil perbaikan di dapatkan hasil penurunan vibrasi, sebelum proses perbaikan vibrasi sebesar 5,50 mm/s dan sesudah perbaikan nilai vibraasi turun menjadi 4,46 mm/s penurunan vibrasi tersebut tidak besar dan vibrasi masih dalam zona danger maka pompa vakum harus di lakukan analisi lebih lanjut untuk mencari akar permasalahannya, besarnya selisih penurunan vibrasi dapat di hitung pada perhitungan di baah ini

Tabel 4.4 Sebelum dan Sesudah Overhaul

| Measurement Point | Before Overhaul | After Overhaul |
|-------------------|-----------------|----------------|
| Pompa Vakum | 5,50 mm/s | 4,46 mm/s |

Diketahui :

Before Overhaul = 5,50 mm/s

After Overhaul = 4,46 mm/s

Ditanya :

% Penurunan Vibrasi

Jawab :

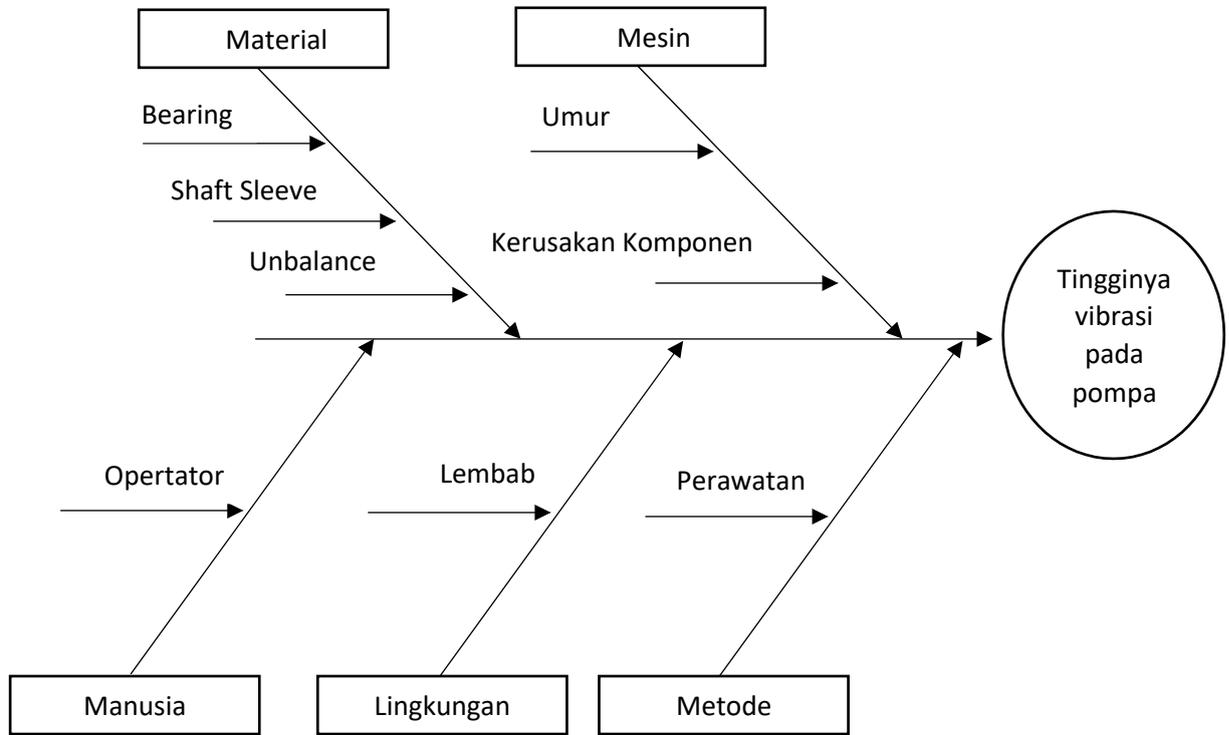
$$\begin{aligned}
 \text{Selisih penurunan} &= \text{Before Overhaul} - \text{After Overhaul} \\
 &= (5,50 - 4,46) \text{ mm/s} \\
 &= 1,04 \text{ mm/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Penurunan Vibrasi} &= \frac{\text{Selisih Penurunan}}{\text{Before Overhaul}} \times 100\% \\
 &= \frac{1,04 \text{ mm/s}}{4,46 \text{ mm/s}} \times 100\% \\
 &= 0,2331 \times 100\% \\
 &= 23,31 \%
 \end{aligned}$$

Kesimpulan nilai selisih vibrasi :

Hasil selisih penurunan vibrasi setelah di lakukannya overhaul pada pompa vakum dapat di lihat dari penurunan yang tidak terlalu besar setelah di lakukan perhitungan di atas besar selisih penurunan vibrasi adalah sebesar 1,04 mm/s dan besar presentasi penurunan vibrasi adalah 23,31 %

4.7 Diagram Fishbone



Gambar 4.25 Diagram Fishbone

Tabel 4.5 Analisa *Fishbone*

| Kemungkinan Penyebab | Diskusi | Keterangan |
|----------------------|---|-----------------------|
| Material | | |
| Bearing | Melakukan penggantian bearing di karenakan adanya vibrasi pada pompa | Faktor penyebab |
| Shaft Sleeve | Melakukan penggantian shaft sleeve karena terjadi keausan | Faktor Penyebab |
| Unbalance | Adanya vibrasi yang tinggi terlihat pada data spectrum di 1x putaran rpm dan diindikasikan adanya unbalance | Faktor Penyebab |
| Mesin | | |
| Umur | Berdasarkan wawancara di lapangan bahwa unit sudah cukup lama beroperasi | Faktor penyebab |
| Manusia | | |
| Operator | Operator selalu melakukan pemantaua <i>logsheet</i> rutin 3x perhari | Bukan faktor penyebab |
| Lingkungan | | |
| Lembab | Tidak terjadinya kegagalan pada bearing dan shaft sleeve | Bukan faktor penyebab |
| Metode | | |
| Perawatan | Perawatan unit di lakukan secara rutin dan terjadwal | Bukan faktor penyebab |

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian ini adalah

1. Terjadinya vibrasi pada pompa vakum tersebut kemungkinan bukan di sebabkan dari bearing, shaft sleeve
2. Dengan vibrasi yang tinggi dan dalam zona danger jika tidak di atasi secepatnya maka kinerja pompa vakum tidak dapat bekerja normal.
3. Hasil penurunan vibrasi atau perbaikan adalah 1,04 mm/s atau sebesar 23,31 %. Dari hasil pengukuran sebelum overhaul sebesar 5,50 mm/s dan sesudah di lakukan overhaul 4,46 mm/s

3.2 Saran

1. Selalu gunakan alat ukur yang baik serta di kalibrasi sebelum digunakan
2. Lakukan analisis lanjut untuk mencari akar permasalahan pada pompa vakum
3. Dilakukannya pengecekan secara berkelanjutan untuk melihat perkembangan performance pompa vakum setelah dilakukan perbaikan agar dapat digunakan secara terus-menerus.

1. PSDM. (2020). Company Profile PT PLN (Persero) UIKL Kalimantan Selatan UPK Asam asam. Kalimantan Selatan
2. Training Vibrasi. PLTU UPK asam-asam. Kalimantan Selatan
3. Yudha Yudistira (2020). Pengaruh Overhaul Terhadap Penurunan Vibrasi pada *screen back wash pump* di PT.Indonesia Power PLTGU.
4. Yunanto Wisnu. (2018). Pemeliharaan Preventive Pompa Vakum STG PLTGU unit1 Tambak Lorong Semarang. Jakarta. <https://stt-pln.e-journal.id/powerplant/article/view/397>
5. M.arif Mintorogo. (2015). Pengaruh Overhaul Terhadap Performa Sistem Pelumas Air Heater. Gresik. <https://docplayer.info/192940452-Pengaruh-overhaul-terhadap-performa-sistem-pelumasan-air-heater.html>
6. Zein Muhammad. (2020). Penentuan Head dan Daya Pompa Sirkulasi Air (*circulation Water Pump/CWP*) Dalam Menunjang Efektifitas Kerja Kondensor. Bandar Lampung. <https://artikel.ubl.ac.id/index.php/LIT.article/download/1289/160>
7. Laurensius Nainggolan. (2017). Analisis pengaruh misalignment terhadap vibrasi dan kinerja motor induksi. Jakarta. <https://repository.mercubuana.ac.id/39996/2/1.HALAMAN%20COVER.pdf>
8. Erwin Parianto (2016) vibration analisys to detection the failure of steam turbine ubb victory iii at pt. Petrokimia gresik. Surabaya. http://repository.its.ac.id/77090/1/2113030011-Non_Degree.pdf
9. Riki Tandiyus (2014). Perancangan Ulang Pompa Sentrifugal berkapasitas 50 liter/detik pemakaian pada unit produksi pdam tirta unit meulaboh. Aceh Barat http://repository.utu.ac.id/111/1/TGA_RIKI%20TANDIYUS.pdf

DAFTAR RIWAYATHIDUP



a. Data Personal

Nama : Ismail
NIM : 2018-72-004
Tempat/Tanggal Lahir : Tolada Masamba, 14 April 1998
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Status Perkawinan : Belum Menikah
Agama : Islam
Program Studi : DIII Teknik Mesin
Alamat Rumah : Jln. Lamda I No.386, Kelurahan Karawaci Baru,
Kecamatan Karawaci, Kota Tangerang
Email : ismail11569@gmail.com
Kode Pos : 15116
Nomor Telepon : 085298575429

b. Pendidikan

| Jenjang | Nama Lembaga | Jurusan | Tahun Lulus |
|------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
| SD | SDN 4 Kalenrunge | - | 2011 |
| SMP | SMPN 2 Watansoppeng | - | 2014 |
| SMA | SMKN 2 Watansoppeng | OTOMOTIF | 2017 |
| MAHASISWA | IT-PLN | MESIN | SEKARANG |

Demikianlah daftar riwayat hidup ini di buat dengan seharusnya

Jakarta, 14 April 2021

Mahasiswa

Ismail

Lampiran 1 Lembar bimbingan mahasiswa



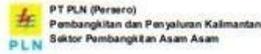
LEMBAR BIMBINGAN PROYEK AKHIR

Nama Mahasiswa : Ismail
NIM : 2018-72-004
Program Studi : DIII Teknik Mesin
Jenjang : Diploma
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Bisnis Energi
Pembimbing Utama (Materi) : Eko Sulistiyo., ST., M.Si
Judul Proyek Akhir : Pengaruh Overhaul Terhadap Penurunan Vibrasi Vacuum Pump Unit 4B Di PLTU UPK Asam asam

| Tanggal | Materi Bimbingan | Paraf Pembimbing |
|---------------|--|--|
| 5 April 2021 | Konsultasi tentang judul proyek akhir | Eko Sulistiyo <small>Digitally signed by Eko Sulistiyo, DN: c=ID, ou=Prodi S1 Teknik Mesin, o=Institut Teknologi PLN, cn=Eko Sulistiyo, email=Eko.sulistiyo@itp.ac.id Reason: I am the author of this document Location: Jakarta Date: 2021-09-22 10:20:45 PDUReader Version: 9.7.2</small> |
| 12 April 2021 | Konsultasi perbaikan BAB 1 latar belakang | |
| 13 April 2021 | Konsultasi perbaikan daftar isi | |
| 17 April 2021 | Konsultasi perbaikan rumusan masalah, tujuan masalah, perbaikan flowchart, perbaikan gambar agar mudah di telusuri dan menambahkan materi vibrasi dan melengkapi daftar pustaka. | |

| | | |
|-----------------|---|---|
| 17 April 2021 | Proposal tugas akhir di ACC | |
| 3 Mei 2021 | Proposal di sidangkan | |
| 4 Mei 2021 | Revisi proposal setelah sidang | |
| 12 Agustus 2021 | Penambahan isi Bab II | |
| 14 Agustus 2021 | Penulisan di Bab IV sesuaikan dengan pedoman | |
| 19 Agustus 2021 | Diskusi mengenai seluruh isi laporan | |
| 20 Agustus 2021 | Kesimpulan di Bab V menjawab dari tujuan di bab 1 | |
| 20 Agustus 2021 | Tugas akhir di ACC |  <p>Digally signed by Eko Sulistiyo DN: C=ID, OU=Prodi S1 Teknik Mesin, O=Institut Teknologi ITS, CN=Eko Sulistiyo, E=eko.sulistiyo@ipm.ac.id Reason: I am the author of this document Location: Jakarta Date: 2021-08-22 10:20:45 Fossil Release Version: 9.7.2</p> |

Lampiran 2 Job Card



JOB CARD

No. WO : WO76041 Vacum Pump 4B Vibrasi sisi pompa DE
 Job Plan :

Service Request Information

No. SR : SR12824 Vacum Pump 4B Vibrasi sisi pompa DE Reported By : 9111021DY RUDIANI
 Detil SR
 Deskripsi : Vacum Pump 4B Vibrasi sisi pompa DE
 Akibat : Mengakibatkan kerusakan pada bearing pompa
 Tindakan sementara : Dilaporkan
 Target : Agar segera di perbaiki dan normal kembali
 Note : SR untuk overhaul

Task : WT112132

| | | |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Site : SASH | Sched Start : 2021-03-27 08:00:00.0 | Sched Finish : 2021-04-03 17:00:00.0 |
| Status : APPR | Target Start : 2021-03-19 08:00:00.0 | Target Finish : 2021-04-17 17:00:00.0 |
| Parent : WO76041 | Actual Start : | Actual Finish : |
| Work Type : CM | Report Date : 2021-03-10 19:54:36.0 | Reported By : 9111021DY |
| Assign : 941309SDY | Failure Class : | GL Account : A-12-01-04-01 |
| Priority : NORMAL | Person Group : MECHB | |
| Asset : 09010240MAJ20AP001 | UA04 VACCUM PUMP (B) WITH MOTOR | |
| Location : UAS40 | PLTU ASAM ASAM UNIT 4 | |

Task : VACUM PUMP 4B VIBRASI SISI POMPA DE - PENORMALAN

1. PERSIAPKAN APO DAN PERALATAN SESUAI DENGAN STANDART
2. INSPEKSI
3. REALIGNMENT

| Planned & Actual Labor | | | | | | | |
|------------------------|---------|-------------|--------|------------------|---------------|-----------------|--------------|
| Task ID | Craft | Skill Level | Labor | Planned Quantity | Planned Hours | Actual Quantity | Actual Hours |
| WT112132 | MECHB | JUNIOR | Ikhsan | 1 | 64 | 2 | 64 |
| WT112132 | COASH-B | JUNIOR | Satria | 1 | 64 | | |

Isolasi dan Perhatian Keselamatan Kerja

Diminta Oleh 
 Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi _____
 Supervisor Operasi

Pelepasan Sistem

Verifikasi



PT PLN (Persero)
Pembangkitan dan Penyaluran Kalimantan
Sektor Pembangkitan Asam Asam

Supervisor K3 dan Umum

Failure Reporting

Problems : Vibrasi vacuum pump 4B tinggi
Cause : Indikasi unbalanced
Remedy : Perbaikan pompa vacuum pump 4B
(penggantian bearing dan balancing di workshop)

Work Order Release

Diminta Oleh 
Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi _____
Supervisor Operasi



PT PLN (PERSERO)
UNIT INDUK PEMBANGKITAN DAN PENYALURAN KALIMANTAN
UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN ASAM ASAM



FORMULIR SURAT IJIN KERJA ATAU WORKING PERMIT

Level : III No. Dokumen : SMT-SASM 04.G2.3-005 Tgl. Berlaku : 01-01-2019
Elemen : VI No. Revisi : 1 Halaman : 1

Tanggal Pengajuan : 27 Maret 2021
No. Surat Ijin Pekerjaan (SIP) :
Jenis Pekerjaan : VACUUM PUMP 4B VBRASI SISI POMPA DE - PENORMALAN
Lokasi Pekerjaan : PLTU ASAM ASAM UNIT 4
Nama Pelaksana : MECH B
Lama Pekerjaan : 27 Maret 2021 s.d 03 April 2021
Pengawas Pekerjaan : AIRLANGGA GUNTUR B
Pengawas K3/LH :
Jumlah tenaga Pelaksana/Pekerjaan : 2

KLASIFIKASI PEKERJAAN

| | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Pemasangan | <input checked="" type="checkbox"/> Pemeriksaan | <input type="checkbox"/> Pekerjaan PVC |
| <input type="checkbox"/> Pengelasan | <input type="checkbox"/> Instrumentasi | <input type="checkbox"/> Penggalian |
| <input type="checkbox"/> Pengcatan | <input checked="" type="checkbox"/> Kelistrikan | <input type="checkbox"/> Pekerjaan ditempat tertutup |
| <input type="checkbox"/> Isolasi | <input checked="" type="checkbox"/> Pemasangan | <input type="checkbox"/> Lainnya.... |
| <input type="checkbox"/> Penyetakan | <input type="checkbox"/> Fabrikasi | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> Perakitan | <input type="checkbox"/> Konstruksi | <input type="checkbox"/> |

PERALATAN KESELAMATAN

| Alat Pelindung Diri | | Perlengkapan Keselamatan dan Darurat | |
|--|---|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Helm | <input type="checkbox"/> Earplug/ Earmuff | <input type="checkbox"/> Pelampung | <input type="checkbox"/> Pemadam Api (APAR, KarUng Gori Basah) |
| <input type="checkbox"/> Goggles | <input checked="" type="checkbox"/> Sarung Tangan Katun | <input type="checkbox"/> Baju Lab | <input type="checkbox"/> Barikade (Garis Tanda Bahaya) |
| <input type="checkbox"/> Kacamata | <input type="checkbox"/> Sarung Tangan Karet | <input checked="" type="checkbox"/> Sepatu Keselamatan | <input type="checkbox"/> Rambu/ Tanda Keselamatan |
| <input type="checkbox"/> Tameng Muka | <input type="checkbox"/> Sarung Tangan Kulit | <input type="checkbox"/> Sepatu Boots | <input type="checkbox"/> LOTO (Lock Out Tag Out) |
| <input checked="" type="checkbox"/> Kacamata Las | <input type="checkbox"/> Sarung Tangan Las | <input type="checkbox"/> Tabung Pernapasan | <input checked="" type="checkbox"/> Radio Komunikasi |
| <input checked="" type="checkbox"/> Masker Kain | <input type="checkbox"/> Lainnya.... | <input type="checkbox"/> Apron | <input type="checkbox"/> Jaring/ Tali Keselamatan |
| <input type="checkbox"/> Masker Kimia | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Lainnya.... | <input type="checkbox"/> Lainnya.... |
| <input type="checkbox"/> Sabuk Keselamatan | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Full Body Harness | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

VALIDASI IJIN KERJA

| Direksi Pekerjaan | Pemanggung Jawab | Pengawas Pekerjaan | Pengawas K3 |
|---------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| | | | |
| FELANDI ARLIAN TORO | AIRLANGGA GUNTUR B | AIRLANGGA GUNTUR B | Officer K3 |

NAMA PELAKSANA PEKERJAAN

| | | | |
|-----------|----|----|-----|
| 1. Ikhsan | 4. | 7. | 10. |
| 2. Satria | 5. | 8. | 11. |
| 3. | 6. | 9. | 12. |

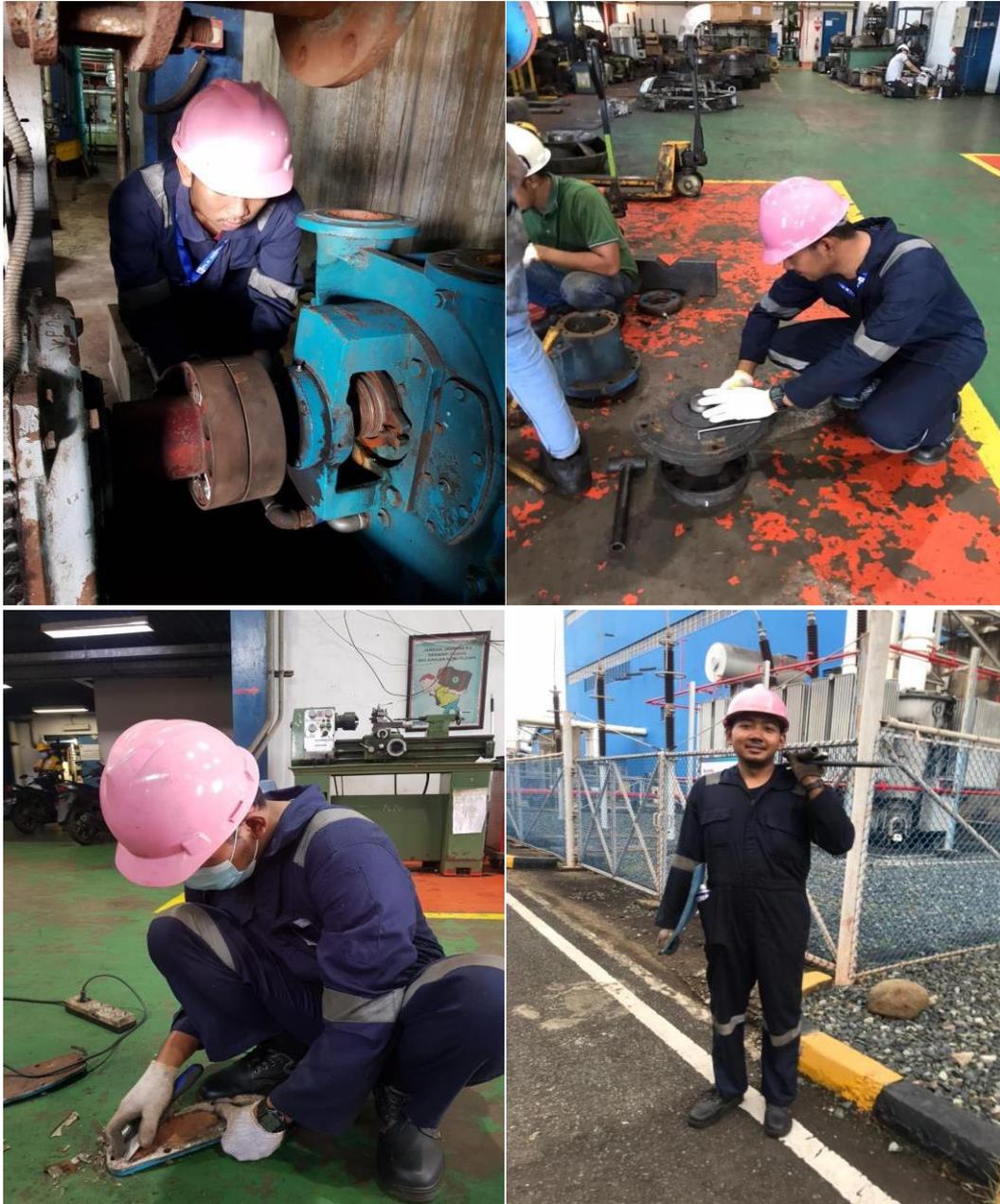
*Catatan lain :

Lampiran Ijin Kerja:
(1) HIRARC (3) Prosedur Kerja
(2) Job Safety Analysis (4) Sertifikat Kompetensi Pekerja

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | PT PLN (PERSERO) UNIT INDUK PEMBANGKITAN DAN PENYALURAN KALIMANTAN UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN ASAM ASAM | |  |
| | SMK3 LEVEL-3 ELEMEN 06 | FORMULIR WORK PROTECTION | |
| Kepada : Supervisor Operasi <div style="text-align: center;">REQUEST FOR CLEARANCE (WORK PROTECTION)</div> | | | |
| <u>EQUIPMENT TO BE PROTECTED</u> PERALATAN YANG DIPROTEKSI | | UA04 VACCUM PUMP (B) WITH MOTOR | |
| <u>KKS NUMBER</u> NOMOR KKS PERALATAN | | #REF1 | |
| <u>REASON FOR REQUEST</u> ALASAN PERMINTAAN | | VACUM PUMP 4B VIBRASI SIS I POMPA DE - PENORMALAN | |
| <u>IS GROUNDING (EARTHING) REQUIRED</u> APAKAH DIPERLUKAN GROUNDING/EARTHING | | <input type="checkbox"/> YES | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| <u>REQUEST BY</u> DIMINTA OLEH | | AIRLANGGA GUNTUR B | |
| <u>GROUND STAFF</u> OPERATOR LOKAL | | <u>CLEARANCE HOLDER</u> PEMEGANG CLEARANCE | |
| <u>TO BE ISSUED DAY</u> DIKELUARKAN/DIKERJAKAN | | <u>DATE</u> 27 Maret 2021 <u>TGL</u> | <u>TIME</u> <u>JAM</u> |
| <u>TO BE SURRENDERED DAY</u> DIKERJAKAN/DITUNDA | | <u>DATE</u> <u>TGL</u> | <u>TIME</u> <u>JAM</u> |
| <u>SPECIAL CONDITION AND INFORMATION</u> CATATAN KHUSUS PEMBERITAHUAN | | | |
| YANG MENGAJUKAN Supervisor Pemeliharaan  AIRLANGGA GUNTUR B | | MENYETUJUI Supervisor Operasi | |

| | | | | |
|---|---|---|-------------------------|-------------|
|  | POST MAINTENANCE UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN ASAM ASAM | | | No. Doc : |
| | | | | Revision : |
| | | | Date : | |
| Asset : | #REF! | Unit : | PLTU ASAM ASAM UNIT 4 | |
| Asset Name : | UA04 VACCUM PUMP (B) WITH MOTOR | No. Work Order : | WO76041 | |
| Date Test : | | Start Time : | | |
| Day : | | Finish Time : | | |
| Test Item | Value | Standard | Condition OK / NotOK | Information |
| Perbaikan vacuum Pump 4B | | | Ok | |
| Note : | | Conditions when handed over : | | |
| | | Good | | |
| Safety of People and Equipment | | Condition OK / NotOK | Information | |
| | | | | |
| Environmental Cleanliness | | Condition OK / NotOK | Information | |
| | | | | |
| Note (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) : | | Note (Lingkungan Hidup) : | | |
| | | | | |
| Submitte  <u>AIRLANGGA GUNTUR B</u> Spv. Pemeliharaan | | Receive _____ Spv. Operator Shift | | |
| Approve LH _____ Pejabat LH | | Approve K3 _____ DISON RESPATI Pejabat K3KAM | | |

Lampiran 3 Foto Kegiatan Magang



| | | | |
|---|---|----------------|------------------|
|  | FORMULIR | Kode | |
| | RANGKUMAN PERBAIKAN SIDANG TUGAS AKHIR PRODI DIII TEKNIK MESIN | Semester | Genap |
| | | Tahun Akademik | 2020/2021 |
| | | Halaman | 1 Dari 1 Halaman |

N.I.M : 201872004
 Judul Tugas Akhir/Skripsi : Penyebab Vibrasi Yang Tinggi Pada Vacuum Pump Unit 4A Di UPK Asam Asam

Oleh penguji yang bertanda tangan dibawah ini ditetapkan bahwa mahasiswa y. b. s harus menyempurnakan skripsinya dalam waktu satu minggu, yaitu pada tanggal _____, 20__ dengan perbaikan – perbaikan sbb :

1. Analisis RCFA atau fishbone penyebab kerusakan pompa
2. Data operasi pompa sebelum dan sesudah overhaul
3. Jelaskan analisis terjadinya fibrasi, Vibrasi Kinerja pompa
4. Tujuan tambahkan indkator pompa
5. Tambahkan teori kondensot dan komponen utama kondensor
6. Metodologi perbaiki pengumpulan dtaa, pengolahan data, wajik/teori keputusan, analisis data. Perbaiki kesimpulan
7. _____ Apabila dalam jangka waktu tersebut saya tidak dapat menyelesaikan REVISI dan saya bersedia kembali mengulang mengikuti ujian sidang Tugas Akhir.

Mahasiswa



ISMAIL

Penguji



Prayudi, Drs., MM., MT

Proyek Akhir/Skripsi/Tesis* telah diperbaiki sesuai yang ditetapkan, pada hari _____ 20__

Mahasiswa



ISMAIL

Penguji



Prayudi, Drs., MM., MT

Digitally signed by Prayudi
 DN: C=ID, OU=FTBE,
 O=Institut Teknologi PLN,
 CN=Prayudi,
 E=prayudi@itpln.ac.id
 Location: Jakarta
 Date: 2021.09.05 11:38:
 23+07'00'

| | | | |
|---|---|----------------|-------------------------|
|  | FORMULIR | Kode | |
| | BERITA ACARA PENILAIAN UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI DIJII TEKNIK MESIN | Semester | Gasal |
| | | Tahun Akademik | 2020/2021 |
| | | Halaman | 1 Dari 1 Halaman |

Sidang Proyek Akhir/Skripsi hari : **RABU** **Jam : 15.30-16.45**
 Nama Mahasiswa : **Ismail**
 N.I.M : **201872004**
 Judul Proyek Akhir/Skripsi : **Penyebab Vibrasi Yang Tinggi Pada Vacuum Pump Unit 4A Di
UPK Asam Asam**

Oleh penguji yang bertanda tangan dibawah ini ditetapkan bahwa mahasiswa y.b.s harus menyempurnakan skripsinya dalam waktu satu minggu, yaitu pada tanggal _____, 20____ dengan perbaikan – perbaikan sbb :

- Perbaiki flowchart penelitian
- Pelajari standart yg dipakai (ISO...)

Apabila dalam jangka waktu tersebut saya tidak dapat menyelesaikan REVISI dan saya bersedia kembali mengulang mengikuti ujian sidang Proyek Akhir/ Skripsi/ Tesis.

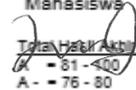
Mahasiswa

Ismail

Penguji

Vendy Antono, S.T.,M.T.

Proyek Akhir/Skripsi/Tesis* telah diperbaiki sesuai yang ditetapkan, pada hari _____, 20____

Mahasiswa

~~Tugas Akhir~~
A - 81 - 80
A - 76 - 80
B + 72 - 75
B 68 - 71
B - 64 - 67
C + 60 - 63
C - 56 - 59

Penguji

Vendy Antono, S.T.,M.T.

| | | | |
|---|--|--------------|------------------|
|  | FORMULIR | Kode | |
| | | Semester | Genap |
| | BERITA ACARA PENILAIAN UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI III TEKNIK MESIN | Thn Akademik | 2020/2021 |
| | | Halaman | 1 Dari 1 Halaman |

Sidang Proyek Akhir/Skripsi hari : RABU Jam : 15.30-16.45
 Nama Mahasiswa : Ismail
 N.I.M : 201872004
 Judul Proyek Akhir/Skripsi : Penyebab Vibrasi Yang Tinggi Pada Vacuum Pump Unit 4A Di UPK Asam Asam

Oleh penguji yang bertanda tangan dibawah ini ditetapkan bahwa mahasiswa y.b.s harus menyempurnakan skripsinya dalam waktu satu minggu, yaitu pada tanggal _____,20__ dengan perbaikan – perbaikan sbb :

1. Buatlah penarikan analisa vibrasi sebelum dan sesudah perbaikan berdasarkan gambar 2.7 standar vibrasi dan jelaskan.
2. Diagram flow penelitian tolong disesuaikan dengan standar.
3. Jelaskan penyebab vibrasi pada pompa vacum yang mengakibatkan kegagalan pada bearing dan shaft bending.

Apabila dalam jangka waktu tersebut saya tidak dapat menyelesaikan REVISI dan saya bersedia kembali mengulang mengikuti ujian sidang Proyek Akhir/ Skripsi/ Tesis.

Mahasiswa



Ismail

Penguji



M. Ridwan, S.T, M.T

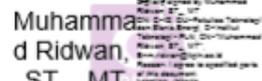
Proyek Akhir/Skripsi/Tesis* telah diperbaiki sesuai yang ditetapkan, pada hari _____,20__

Mahasiswa



Ismail

Penguji



M. Ridwan, S.T, M.T