



***Analisis High Vibration Demin Make Up Pump di
PLTGU Tanjung Uncang***

Tugas Akhir

Oleh:

ROCKY RAHMAD SAPUTRA (4232111008)

**Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2025**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : ***“Analisis High Vibration Demin Make Up Pump di PLTGU Tanjung Uncang”*** adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 27 Januari 2025



NAMA : ROCKY RAHMAD SAPUTRA
NIM: 4232111008

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)
di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:
ROCKY RAHMAD SAPUTRA (4232111008)

Tanggal Sidang: 08 Januari 2025

Disetujui oleh :

Penguji I



1. Lalu Kaisar Wisnu Kita, S.T., M.Sc.
NIK: 123290

Pembimbing



1. Ir.Jhon Hericson Purba, S.Pd.,M.Pd
NIK: 119230

Penguji II



2. Dr. Didi Istardi, S.T.,M.Sc.
NIK: 102022

Lembar Pengesahan Industri

Data laporan Tugas Akhir ini bebas dari plagiasi dan mendapat izin untuk disimpan, dikelola dan dipublikasikan untuk kepentingan akademik.

Disusun oleh:

ROCKY RAHMAD SAPUTRA (4232111008)

Program Studi: Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan: Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam

Judul Tugas Akhir: *Analisis High Vibration Demin Make Up Pump* di PLTGU
Tanjung Uncang

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



Ir.Jhon Hericson Purba, S.Pd.,M.Pd
NIK: 119230

Pembimbing Industri



Muhammad Rohman Majid

Manager O&M



AKMAL MULAR
NIP: 8003012WB

Analisis High vibration Demin Make Up Pump di PLTGU Tanjung Uncang

Abstrak

PLTGU Tanjung Uncang merupakan salah satu PLTGU terbesar di Batam. Sebagai pembangkit listrik berskala besar, PLTGU Tanjung Uncang memiliki banyak peralatan kritis, termasuk *Demin Make Up Pump*. Masalah yang terjadi di PLTGU Tanjung Uncang adalah terjadi indikasi vibrasi tinggi di *Demin Make Up Pump B* sehingga dilakukan penelitian yang berfokus pada *analisis* penyebab vibrasi yang terjadi dan solusi untuk menanganinya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penyebab vibrasi dan perbaikan pada *Demin Make Up Pump*. Metode penelitian yang digunakan adalah pengambilan data lapangan dan analisis vibrasi berdasarkan ISO 2372. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan ditemukan nilai vibrasi tinggi pada sisi Axial DE sebesar 5.5 mm/s dan Axial NDE sebesar 4.8 mm/s. setelah dilakukan penelitian ditemukan bahwa penyebab nilai vibrasi menjadi tinggi yaitu *misalignment* dan kerusakan *rubber coupling*. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan proses perbaikan dengan melakukan *alignment* ulang dan *rubber coupling* yang rusak diganti dengan *rubber* yang baru dikarenakan kerusakannya sudah cukup parah. Setelah perbaikan selesai dilakukan pengukuran ulang ditemukan nilai vibrasi tertinggi hanya pada sisi Horizontal DE 1.4 mm/s dan di sisi Radial NDE 1.4 mm/s. dari hasil pengukuran tersebut dikategorikan nilai vibrasi pada *Demin Make Up Pump* dikategori vibrasi yang baik. Hal itu mengindikasikan bahwa *Demin Make Pump* dalam kondisi yang baik dan siap untuk dioperasikan kembali.

Kata kunci: *Demin Make Up Pump*, Vibrasi , PLTGU

Analisis High vibration Demin Make Up Pump di PLTGU Tanjung Uncang

Abstract

PLTGU Tanjung Uncang is one of the largest PLTGU in Batam. As a large-scale power plant, PLTGU Tanjung Uncang has many critical equipment, including Demin Make Up Pump. The problem that occurs at PLTGU Tanjung Uncang is that there are indications of high vibrations in Demin Make Up Pump B so that research is carried out that focuses on analyzing the causes of vibrations that occur and solutions to overcome them. The purpose of this research is to analyze the causes of vibration and repairs to the Demin Make Up Pump. The research method used is field data collection and vibration analysis based on ISO 2372. From the results of the measurements taken, it was found that the high vibration value on the Axial DE side was 5.5 mm / s and Axial NDE was 4.8 mm / s. After the research was carried out, it was found that the cause of the high vibration value was misalignment and damage to the rubber coupling. To overcome this problem, the repair process is carried out by re-aligning and the damaged rubber coupling is replaced with new rubber because the damage is quite severe. After the repair was completed, the highest vibration value was found only on the Horizontal DE side of 1.4 mm / s and on the Radial NDE side of 1.4 mm / s. from the measurement results it was categorized that the vibration value of the Demin Make Up Pump was categorized as good vibration. This indicates that the Demin Make Pump is in good condition and ready to be operated again.

Keywords: Demin Make Up Pump, Vibration, PLTGU

Kata Pengantar

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan rahmat-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis High vibration Demin Make Up Pump di PLTGU Tanjung Uncang". Tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) dari hasil studi Diploma IV pada Jurusan Teknik Elektro Prodi Teknik Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Batam.

Penulis mengucapkan terima kasih atas doa, motivasi, bimbingan, masukan, dan bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Dengan penuh hormat penulis mengucapkan terima kasih dan mendoakan semoga Tuhan memberikan balasan yang terbaik. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang sangat penulis sayangi dan yang telah memberikan support terbaik secara material maupun non material serta yang selalu memberikan semangat dan do'a untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Irwanto Zarma Putra, S.Pd. M.Eng selaku ketua prodi Teknik Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi yang senantiasa memberikan semangat dan nasehat selama perkuliahan.
3. Bapak Ir.Jhon Hericson Purba, S.Pd.,M.Pd selaku dosen pembimbing di Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan saran dan nasihat dalam penyelesaian tugas akhir saya.
4. Ibu Hasnira, S.ST., M.Tr.T selaku koordinator magang yang sudah membantu dalam memberi semangat dan kebutuhan apa saja saat proses magang.
5. Segenap dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro khususnya pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Batam yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama penulis menempuh perkuliahan.
6. Bapak Akmal Mular selaku maneger O&M yang telah banyak memotivasi dan menasehati penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak I Putu Gede Sudarsana selaku pembimbing magang yang telah banyak mengajarkan, memotivasi dan memberikan nasihat kepada penulis.

8. Bapak Muhammad Rohman Majid selaku maneger side O&M PLTGU Tanjung Uncang yang telah membimbing dan mengajarkan saya dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
9. Seluruh staf dan karyawan PT. PEB dan PLN batam khususnya yang bertugas di PLTGU Tanjung Uncang yang telah banyak memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.
10. Seruluh teman dan sahabat – sahabat penulis yang telah memberikan semangat dan nasehatnya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
11. Terakhir, terimakasih kepada d.iri sendiri, karena telah mampu berusaha keras sejauh ini. Mampu konsisten dan bertanggung jawab menyelesaikan apa yang sudah dimulai.

Batam, ...

ROCKY RAHMAD SAPUTRA

Daftar Isi

| | |
|---------------------------------------------|------|
| Pernyataan Keaslian Tugas Akhir | i |
| Lembar Pengesahan..... | ii |
| Lembar Pengesahan Industri | iii |
| Abstrak | iv |
| Abstract | v |
| Kata Pengantar | vi |
| Daftar Isi | viii |
| Daftar Gambar | xi |
| Daftar Tabel | xiii |
| Bab 1. Pendahuluan | 1 |
| 11.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4. Manfaat | 2 |
| 1.5. Batasan | 2 |
| Bab 2. Tinjauan Pustaka | 3 |
| 2.1 Penelitian Terkait | 3 |
| 2.2 Pompa Demin | 4 |
| 2.3 Komponen Utama Pompa Demin Make Up..... | 5 |
| 2.3 Vibrasi | 10 |
| 2.3.1 Konsep Dasar Vibrasi..... | 10 |
| 2.4 Standard Vibrasi..... | 16 |
| Bab 3. Metodologi Penelitian..... | 18 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Perancangan | 18 |
| 3.2 Pengumpulan Data | 19 |
| 3.3 Identifikasi masalah menggunakan analisis Fishbone | 20 |
| 3.4 Proses Analisis..... | 21 |
| Bab 4. Hasil dan Pembahasan | 22 |
| 4.1 Data Hasil Penelitian | 22 |
| 1. Checklis Analisis masalah..... | 22 |
| 2. Proses perbaikan | 23 |
| 3. Data vibrasi pompa demin B setelah perbaikan | 24 |
| Data vibrasi pompa demin B hari pertama | 24 |
| Data vibrasi pompa demin B hari Kedua..... | 25 |
| Data vibrasi pompa demin B hari Ketiga..... | 26 |
| 4. Data vibrasi Pompa Demin A | 27 |
| 4.2 Pembahasan | 28 |
| 1. Data vibrasi saat kerusakan | 28 |
| 2. Data vibrasi setelah perbaikan..... | 29 |
| 3. Perbandingan data vibrasi pompa demin B sebelum dan sesudah perbaikan..... | 30 |
| 4. Perbandingan data vibrasi pompa A dengan pompa B setelah perbaikan | 31 |
| 5. Perbandingan data vibrasi hari Pertama pompa demin B setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan | 32 |
| 6. Perbandingan data vibrasi pompa demin B hari ke Dua setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan | 33 |
| 7. Perbandingan data vibrasi pompa demin B hari ke Tiga setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan | |

| | |
|----------------------------------|----|
| | 34 |
| Bab 5. Kesimpulan dan Saran..... | 35 |
| 5.1 Kesimpulan | 35 |
| 5.2 Saran..... | 35 |
| Daftar Pustaka | 36 |
| Biodata | 37 |
| Lampiran..... | 38 |

Daftar Gambar

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Pompa Centrifugal..... | 4 |
| Gambar 2. 2 Closed Impeler | 5 |
| Gambar 2. 3 Casing Pompa Centrifugal | 6 |
| Gambar 2. 4 Shaft Poros..... | 7 |
| Gambar 2. 5 Seal (perapat)..... | 7 |
| Gambar 2. 6 Bearing | 8 |
| Gambar 2. 7 Motor | 9 |
| Gambar 2. 8 Coupling | 9 |
| Gambar 2. 9 ketidakseimbangan gaya | 11 |
| Gambar 2. 10 Ketidakseimbangan couple | 12 |
| Gambar 2. 11 ketidakseimbangan dinamis..... | 12 |
| Gambar 2. 12 Misalignment Angular | 13 |
| Gambar 2. 13 Misalignment paralel..... | 13 |
| Gambar 2. 14 Kegagalan Mekanik Tipe A | 14 |
| Gambar 2. 15 Kegagalan Mekanik Tipe B | 14 |
| Gambar 2. 16 Standart ISO 2372..... | 16 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir..... | 18 |
| Gambar 3. 2 Fishbone Diagram | 20 |
| Gambar 4. 6 Grafik data vibrasi saat kerusakan..... | 28 |
| Gambar 4. 7 Grafik data vibrasi setelah perbaikan | 29 |
| Gambar 4. 8 Grafik perbandingan data vibrasi sebelum dan sesudah perbaikan..... | 30 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 9 Grafik perbandingan data vibrasi pompa A dan pompa B setelah perbaikan..... | 31 |
| Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan data vibrasi pompa demin B hari Pertama setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan | 32 |
| Gambar 4. 11 Grafik perbandingan data vibrasi pompa demin B hari ke Dua setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan | 33 |
| Gambar 4. 12 Grafik perbandingan data vibrasi hari ke Tiga setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan..... | 34 |

Daftar Tabel

| | |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 1 Data vibrasi saat kerusakan | 20 |
| Tabel 4. 1 Checklis Analisis Masalah | 22 |
| Tabel 4. 2 Data vibrasi setelah perbaikan hari Pertama | 24 |
| Tabel 4. 3 Data vibrasi setelah perbaikan hari ke Dua | 25 |
| Tabel 4. 4 Data setelah perbaikan hari ke Tiga Pompa Demin B..... | 26 |
| Tabel 4. 5 Data Pompa Demin A Sebagai Pembanding | 27 |

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

PLTGU Tanjung Uncang merupakan salah satu PLTGU terbesar di Batam yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan listrik kota Batam. Sebagai pembangkit listrik berskala besar, PLTGU Tanjung Uncang memiliki banyak peralatan kritis, termasuk *demin makeup pump*. Vibrasi pada *demin makeup pump* di PLTGU Tanjung Uncang dapat berdampak langsung pada produksi listrik dan mengganggu stabilitas sistem kelistrikan.

Pompa adalah alat penting yang banyak digunakan di sektor industri. Hampir setiap industri menggunakan pompa sebagai alat untuk mendukung proses produksi mereka. Pompa dirancang untuk memindahkan fluida cair dari tekanan yang lebih rendah ke tekanan yang lebih tinggi atau dari ketinggian yang lebih rendah ke ketinggian yang lebih tinggi. Ada berbagai macam jenis dan fungsi pompa, salah satunya adalah pompa sentrifugal hisap tunggal yang biasa digunakan untuk memudahkan suplai air dalam proses produksi.[1]

Demin make up pump adalah pompa yang digunakan untuk memasok air demineralisasi ke dalam sistem uap pada pembangkit listrik tenaga gas uap (PLTGU). Air demineralisasi ini berfungsi sebagai pengganti uap yang terkondensasi dan hilang selama proses produksi listrik. Vibrasi pada *demin make up pump* dapat mengganggu proses pengisian air demineralisasi, menyebabkan ketidakstabilan tekanan dalam sistem uap, dan berpotensi merusak komponen-komponen lain.

Vibrasi dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk ketidakseimbangan massa, misalignment, kerusakan bantalan, dan kondisi fluida yang tidak stabil. Fenomena ini sering terjadi pada peralatan yang berputar, seperti pompa, motor, dan turbin. Vibrasi yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada komponen, meningkatkan biaya perawatan, dan bahkan menimbulkan risiko keselamatan[1]. Dari pengamatan langsung dilapangan penulis menemukan sebuah *anomaly* yang terjadi pada pompa demin B, Dimana terjadinya *high vibration* pada *demin make up pump*. Dari permasalahan yang terjadi itu penulis tertarik mengangkat judul "*Analisis High Vibration Demin Make Up Pump* di PLTGU Tanjung Uncang"

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana mengidentifikasi penyebab terjadinya *High vibration* pada *demin makeup pump* di PLTGU Tanjung Uncang?
2. Bagaimana Solusi perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah *High vibration* pada *demin makeup pump* di PLTGU Tanjung Uncang?

1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini :

1. Mengidentifikasi penyebab terjadinya *high vibration* pada pompa *demin* di PLTGU Tanjung Uncang menggunakan metode fishbone analisis.
2. Menemukan solusi dan melakukan perbaikan apa yang tepat untuk mengatasi masalah *high vibration* pada *pompa demin*.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat dari tugas akhir ini untuk mengetahui apa saja penyebab terjadinya vibrasi, dan solusi apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah vibrasi pada *demin make up pump* di PLTGU TANJUNG UNCANG.

1.5. Batasan

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menganalisis apa saja yang menyebabkan *high vibration* pada *demin make up pump* B
2. Menganalisis solusi perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi *high vibration* pada pompa demin B di PLTGU Tanjung Uncang

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terkait

Dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini penulis membutuhkan referensi penelitian sebelumnya seperti buku, jurnal, dan literatur lainnya. Beberapa referensi tersebut dapat memberikan pemahaman dan membantu dalam menyelesaikan penelitian yang berjudul “*ANALISIS HIGH VIBRASI PADA DEMIM MAKE UP PUMP #B*” di PLTGU TANJUNG UNCANG.

Penelitian [1] berjudul “**Analisa Vibrasi Main Sea Water Pump Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness Dan Failure Modes and Effect Analysis Di Pt Krakatau Daya Listrik**” yang diteliti oleh Kurniawan, E., Gunawan, W., & Syarifudin, A. (2020). Penelitian ini bertujuan untuk Mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan nilai vibrasi tinggi pada pompa air laut utama di PT Krakatau Daya Listrik. Mengukur efektivitas kinerja pompa menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). Analisis Risiko Menggunakan Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) untuk menilai risiko dan menentukan prioritas perbaikan pada komponen pompa. Menyusun Rencana Perbaikan: Mengembangkan rencana tindakan untuk mengurangi frekuensi kegagalan dan meningkatkan keandalan alat.

Penelitian [2] berjudul “**Analisis Missalignment Dengan Vibration Trend Analysis**” yang diteliti oleh Santoso, Kurnianto Joko (2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh missalignment terhadap tingkat kerusakan pada mesin pompa dengan menggunakan analisis vibrasi. Memastikan bahwa mesin pompa memiliki kelurusan poros yang baik agar tidak terjadi missalignment dengan melakukan pengecekan secara rutin. Standar Pengukuran Mengacu pada standar ISO 20816-1:2016 dalam pengukuran dan evaluasi getaran mesin untuk mendeteksi masalah mekanis.

Penelitian [3] berjudul “**Analisis Vibrasi Terhadap Massa Pakai Pompa Sentrifugal Unit 4 Fatty Acid Pada PT Unilever Oleochemical Indonesia**” yang diteliti oleh Pulungan, Muhammad Anhar Benu, Siti Maretia Siahaan, Sihar (2022). Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis Penyebab Kerusakan pada Pompa Sentrifugal, Mendeteksi Kerusakan dengan Analisis Vibrasi, Mencegah Terjadinya Breakdown Maintenance: Menghindari kerusakan yang dapat mengakibatkan downtime atau gangguan operasional dengan melakukan perbaikan yang tepat.

Penelitian [4] berjudul “**ANALISIS MISALIGNMENT KOPLING PADA MESIN ROTARY MENGGUNAKAN SINYAL GETARAN STEADY STATE DENGAN METODE RIM AND FACE**” yang diteliti oleh Raharjo, Iman Agus Raharjo, Achmad Widodo, Ismoyo (2016). Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui proses alignment menggunakan dial indikator dengan metode face dan rim. Menganalisis misalignment dari beberapa jenis kopling terhadap getaran. Membandingkan kondisi poros yang mengalami misalignment dengan kondisi setelah di alignment.

Mengetahui karakteristik amplitudo getaran dan sinyal arus steady dalam kondisi misalignment dan setelah alignment.

2.2 Pompa Demin

Pompa air demin adalah jenis pompa yang dirancang khusus untuk memompa air demineralisasi (air demin). Air demin adalah air yang telah melalui proses pemurnian sehingga hampir seluruh mineral dan ion di dalamnya telah dihilangkan. Karena kemurniannya yang tinggi, air demin sangat penting dalam berbagai industry, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Air demin ini biasanya digunakan sebagai pengganti air yang telah menguap, sehingga perlu diisi ulang (*make up*).

Fungsi Utama Pompa Demin *Make Up*

1. Pengisian Ulang Sistem: Fungsi utama pompa ini adalah untuk mengisi ulang sistem dengan air demin guna menggantikan air yang hilang akibat penguapan, kebocoran, atau penggunaan dalam proses.
2. Menjaga Tingkat Kualitas Air: Pompa demin berperan penting dalam menjaga kualitas air demin dalam sistem dengan cara memasak air demin yang murni dan segar secara *continue*.
3. Menjaga Tekanan Sistem: Pompa juga berfungsi untuk menjaga tekanan air demin dalam sistem agar tetap stabil dan sesuai dengan kebutuhan proses.



Gambar 2. 1 Pompa Centrifugal

(Sumber: <https://image.made-in-china.com/2f0j00yMDQHwLgSYu/Marine-Horizontal-Centrifugal-Pump.jpg>)

2.3 Komponen Utama Pompa Demin Make Up

1. *Impeller*

Impeller adalah komponen utama dalam sebuah pompa, termasuk pompa *demin make up*. Impeler berfungsi untuk mengubah energi mekanik dari pompa menjadi energi kinetik di dalam cairan yang dipompa secara terus menerus. Proses ini memastikan bahwa cairan pada sisi hisap terus menerus masuk untuk mengisi kekosongan yang disebabkan oleh perpindahan cairan yang masuk sebelumnya[5]. Komponen ini berperan krusial dalam mengubah energi mekanik dari motor menjadi energi kinetik pada fluida (dalam hal ini, air demin) sehingga fluida dapat dipindahkan dari demin *tank* ke *hotwel*. Cara Kerja Impeller Ketika *impeller* berputar, fluida masuk melalui bagian tengah impeller (mata *impeller*). Kemudian, fluida akan terdorong ke arah luar oleh gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh sudu-sudu. Semakin cepat *impeller* berputar, semakin tinggi tekanan dan kecepatan fluida yang keluar dari *impeller*.



Gambar 2. 2 Closed Impeler

(Sumber: : [5] S. A. Darmawan, "Pompa Sentrifugal," *Univ. Sebel. Maret* 1, pp. 4–5, 2016.)

2. *Casing*

Casing atau rumah pompa merupakan komponen terluar dari pompa berfungsi untuk melindungi elemen yang berputar sambil mengarahkan aliran dari impeller dan mengubah energi kinetik menjadi energi tekanan. [5]. Pemilihan material dan desain *casing* yang tepat akan sangat mempengaruhi kinerja dan umur pakai pompa. Biasanya terbuat dari bahan yang tahan korosi, seperti *stainless steel*.



Gambar 2. 3 *Casing* Pompa Centrifugal

(Sumber: [5] S. A. Darmawan, “Pompa Sentrifugal,” *Univ. Sebel. Maret* 1, pp. 4–5, 2016.)

3. *Shaft* (Poros)

Shaft adalah komponen vital dalam sebuah pompa. Poros berfungsi untuk mentransmisikan torsi dari driver (motor) ke impeler selama operasi. Selain itu, poros berfungsi sebagai penopang impeler dan komponen berputar lainnya. Sebuah kopling diperlukan untuk menghubungkan poros pompa ke poros penggerak (motor)[5]. Material *shaft* yang digunakan sangat bervariasi tergantung pada jenis pompa, kapasitas, dan kondisi operasi. Beberapa material yang umum digunakan adalah Baja tahan karat (*Stainless Steel*), Besi tuang, Kuningan.

Shaft Pompa KSB



Gambar 2. 4 Shaft (Poros)

(Sumber: <https://wageur.com/wp-content/uploads/2022/01/shaft-pompa-KSB-scaled-e1643015245647-1024x555.jpg>)

4. Seal (Perapat)

Seal atau perapat adalah komponen yang sangat penting dalam sebuah pompa. Fungsinya adalah untuk mencegah kebocoran fluida dari dalam pompa ke luar atau sebaliknya, mencegah masuknya kotoran atau partikel asing ke dalam pompa, dan menjaga agar komponen-komponen di dalam pompa tetap terlumasi dengan baik. Cara kerja *seal* tergantung pada jenisnya. Namun, secara umum, seal bekerja dengan cara menciptakan suatu gaya yang menekan permukaan-permukaan yang saling berpasangan sehingga tidak ada celah yang memungkinkan fluida untuk bocor[5].



Gambar 2. 5 Seal (perapat)

(Sumber: https://indonesian.pump-mechanicalseals.com/photo/pl32513882-burgmann_h12n_single_spring_mechanical_seal_for_ksb_pump.jpg)

5. Bearing

Bearing berfungsi untuk mendukung dan menahan beban dari poros untuk memfasilitasi rotasi, mengakomodasi beban radial dan aksial. Selain itu, bantalan memungkinkan poros berputar dengan lancar sambil tetap pada posisinya, sehingga meminimalkan kerugian akibat gesekan..[5].



Gambar 2. 6 Bearing

(Sumber: [5] S. A. Darmawan, "Pompa Sentrifugal," *Univ. Sebel. Maret 1*, pp. 4–5, 2016.)

6. Motor

Motor pada pompa berfungsi sebagai penggerak utama. Motor mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang memutar *impeller*. *Impeller* inilah yang kemudian mendorong cairan keluar dari pompa. Cara kerjanya sederhana ketika listrik dialirkan ke motor, kumparan di dalamnya menghasilkan medan magnet yang berinteraksi dengan medan magnet stator, sehingga rotor berputar. Putaran rotor inilah yang kemudian menggerakkan *impeller* untuk memompa cairan.



Gambar 2. 7 Motor

(Sumber: <https://1.bp.blogspot.com/-laOU-npM4NM/XjrSMX19Tnl/AAAAAAAAAPUQ/x6RI3WojVAAkgeYt4JPL4wl2Gtroj7K0gCLcBGAsYHQ/s1600/motor%2Binduksi%2B3.PNG>)

7. *Coupling*

Coupling adalah komponen yang sangat penting pada pompa KSB. Fungsi utamanya adalah menghubungkan dan menyalurkan tenaga dari motor ke *impeller*. Pemilihan jenis *coupling* yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja pompa yang optimal dan umur pakai yang panjang.



Gambar 2. 8 Coupling

(Sumber: http://2.bp.blogspot.com/-mHR3XpTB06c/VJiNB7lmt7I/AAAAAAAAAtU/_v4qU7AR6OQ/s1600/hydraulic_coupling.jpg)

2.3 Vibrasi

2.3.1 Konsep Dasar Vibrasi

Partikel yang berosilasi bolak-balik di sekitar posisi kesetimbangannya, menunjukkan gerakan maju-mundur atau naik-turun, disebut sebagai getaran. Pada sebagian besar mesin, getaran seperti itu tidak diinginkan karena tidak hanya meningkatkan tekanan tetapi juga mengurangi energi yang seharusnya digunakan untuk fungsi mesin yang dimaksudkan.[6]. Vibrasi bisa menjadi masalah serius dalam industri dan rekayasa, Karena dapat menyebabkan keausan mesin, kerusakan struktural, dan bahkan kegagalan komponen jika tidak dikelola dengan baik. Pemahaman yang baik tentang sumber-sumber vibrasi dan teknik pengendaliannya sangat penting dalam pemeliharaan mesin dan peralatan industry.

Vibrasi memiliki parameter sebagai berikut:

1. *Frekuensi*

Frekuensi adalah jumlah getaran atau siklus yang terjadi dalam satu satuan waktu. Frekuensi dapat diukur dalam berbagai satuan, diantaranya :

- Hertz (Hz) atau siklus per detik (*cycle per second/CPS*) : satu Hz atau siklus per detik mengindikasikan satu siklus per detik.
- *Cycle Per Minute* (CPM) atau siklus per menit : ini mengukur jumlah siklus yang terjadi dalam satu menit. Untuk mengonversi dari CPM ke Hz, anda dapat membagi nilai CPM dengan 60 karena ada 60 detik dalam satu menit.
- *Rotation Per Minute* (RPM) atau putaran per menit : ini adalah ukuran untuk mengukur seberapa cepat sesuatu berputar dalam satu menit.

2. *Amplitudo*

Amplitudo merupakan ukuran besar dari getaran atau vibrasi yang terjadi pada suatu peralatan atau sistem. Amplitudo dapat diukur menggunakan:

- *Displacement* (simpangan): mengukur seberapa jauh atau seberapa besar perpindahan atau simpangan dari posisi normal suatu objek atau peralatan akibat getaran. Satuannya dapat diukur dalam mils .
- *Velocity* (kecepatan): mengukur laju perubahan kecepatan dari suatu objek selama periode tertentu karena getaran. Satuannya milimeter perdetik (mm/s)
- *Acceleration* (percepatan) mengukur laju perubahan kecepatan dari suatu objek selama periode tertentu karena getaran. Satuannya bisa dalam g (gravitasi) atau mili meter per detik (mm/s^2)

3. *Fase*

Fase adalah istilah yang menggambarkan perbedaan *timing* antara dua

event atau sinyal yang berkaitan satu sama lain. Diukur dalam sudut, dimana satu putaran dalam siklus dapat digunakan sebagai siklus untuk mengukur perbedaan waktu antara *event-event* tersebut[7].

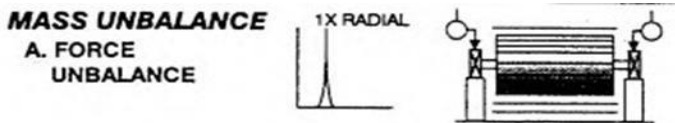
Penyebab terjadinya vibrasi :

1. *Unbalance*

Unbalance dibagi menjadi 3, yaitu:

a) Ketidakseimbangan gaya

Ketidakseimbangan gaya akan terjadi pada setiap fase dan ditandai dengan sifatnya yang stabil. Amplitudo yang dihasilkan dari ketidakseimbangan ini akan berlipat ganda dari nilai awal pada kecepatan rotor kritis (pada 3 kali kecepatan rotor, hal ini menghasilkan 9 kali intensitas getaran). Frekuensi 1x RPM akan secara konsisten teramati dan biasanya mendominasi spektrum. Hal ini dapat dibenarkan dengan menempatkan setidaknya satu pemberat untuk menyeimbangkan pada pusat gravitasi (CG) rotor.[6]



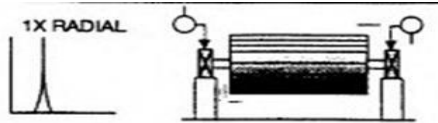
Gambar 2. 9 ketidakseimbangan gaya

(Sumber : [6] Erwin Rianto, "Vibration Analisis To Detection the Failure of Steam Turbine Ubb Victory Iii At Pt. Petrokimia Gresik," pp. 21–22, 2016.)

b) Ketidakseimbangan couple

Ketidakseimbangan pada pasangan akan menghasilkan 1800 gerakan fase luar pada poros yang sama. Satu putaran per menit (RPM) akan dicapai secara konsisten dan biasanya akan mendominasi spektrum. Amplitudo yang dihasilkan bergantung pada penetapan kecepatan rotor kritis pertama. Kondisi ini akan menyebabkan getaran aksial yang meningkat, yang juga terkait dengan getaran radial. Pembetulan ini mengharuskan penempatan setidaknya dua pemberat penyeimbang.[6].

B. COUPLE UNBALANCE



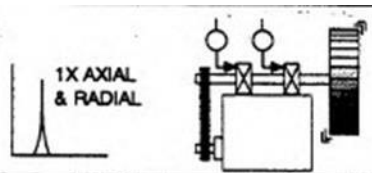
Gambar 2. 10 Ketidakseimbangan couple

(Sumber : [6] Erwin Rianto, "Vibration Analisis To Detection the Failure of Steam Turbine Ubb Victory Iii At Pt. Petrokimia Gresik," pp. 21–22, 2016.)

c. Ketidakseimbangan Dinamis

Ketidakeimbangan dinamis adalah salah satu jenis ketidakseimbangan yang paling sering dijumpai, dicirikan sebagai kombinasi ketidakseimbangan gaya dan ketidakseimbangan pasangan. Satu RPM akan dicapai secara konsisten dan biasanya mendominasi spektrum. Pembetulan juga dapat dicapai dengan memposisikan dua penyeimbang berat. Namun, fase diferensial horizontal harus sesuai dengan fase diferensial vertikal ketika membandingkan pengukuran antara bantalan dalam dan bantalan luar.[6]

D. OVERHUNG ROTOR UNBALANCE



Gambar 2. 11 ketidakseimbangan dinamis

(Sumber : [6] Erwin Rianto, "Vibration Analisis To Detection the Failure of Steam Turbine Ubb Victory Iii At Pt. Petrokimia Gresik," pp. 21–22, 2016.)

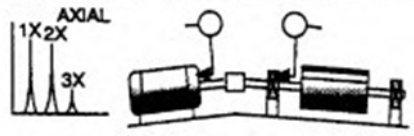
2. Misalignment

Merupakan penyebab umum yang kedua yang mengakibatkan terjadinya getaran pada poros.

a. Misalignmen Angular

Pembengkokan sudut dicirikan oleh tingkat getaran yang tinggi pada arah aksial pada 1800, yang terjadi berlawanan dengan fase kopling. Umumnya, ini menunjukkan tingkat getaran aksial pada 1x RPM dan 2x RPM. Namun, tidak selalu selama fase ini terjadi pembengkokan sudut; dalam banyak kasus, sebagian besar akan tereksitasi pada 1x RPM dengan cara yang harmonis. Tidak seperti kelonggaran mekanis tipe 3, peningkatan bentuk gelombang harmonik tidak dapat digambarkan sebagai peningkatan kebisingan pada spektrum lantai.[6].

MISALIGNMENT
A. ANGULAR
MISALIGNMENT



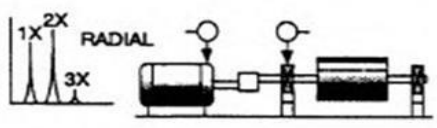
Gambar 2. 12 Misalignment Angular

(Sumber : [6] Erwin Rariato, "Vibration Analisis To Detection the Failure of Steam Turbine Ubb Victory Iii At Pt. Petrokimia Gresik," pp. 21–22, 2016.)

b. Pembengkokan Paralel

Offset lentur menunjukkan getaran yang serupa dengan getaran sudut; namun, ini menunjukkan getaran radial yang jauh lebih tinggi, khususnya mendekati 1800 ketika melintasi fase kopling. Amplitudo pada 2x biasanya lebih besar daripada 1x, meskipun ketinggian relatif pada 1x sangat penting untuk masalah yang terkait dengan jenis dan konstruksi kopling. Ketika pembengkokan sudut atau radial menjadi lebih sering terjadi, mereka dapat menghasilkan amplitudo maksimum dengan harmonisa tinggi (mulai dari 4x hingga 8x) atau bahkan melebihi yang terkait dengan kelonggaran mekanis. Jenis kopling dan bahan yang digunakan secara signifikan memengaruhi spektrum selama peristiwa pembengkokan, dan tidak ada indikasi bahwa hal ini dapat mengurangi tingkat kebisingan pada spektrum lantai[6].

B. PARALLEL
MISALIGNMENT



Gambar 2. 13 Misalignment paralel

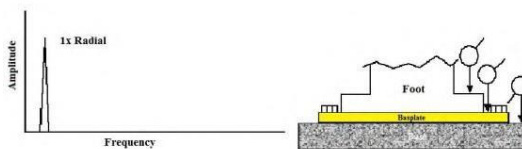
(Sumber : [6] Erwin Rariato, "Vibration Analisis To Detection the Failure of Steam Turbine Ubb Victory Iii At Pt. Petrokimia Gresik," pp. 21–22, 2016.)

3. Kegagalan Mekanik

Kegagalan mekanik dapat diindikasikan oleh dua jenis tipe A dan tipe B.

a. Tipe A

Jenis ini biasanya disebabkan oleh struktur mesin yang lemah yang rentan terhadap kegagalan pada kaki-kaki mesin, pelat mesin, dan fondasi. Selain itu, masalah ini dapat timbul akibat mur yang longgar pada kaki-kaki alat berat, yang dapat menyebabkan tingkat getaran yang tinggi. Analisis fase dapat diamati melalui pendekatan fase diferensial mulai dari 900 hingga 1800 antara pengukuran vertikal yang dilakukan pada mur, kaki mesin, atau pelat mesin itu sendiri[6].

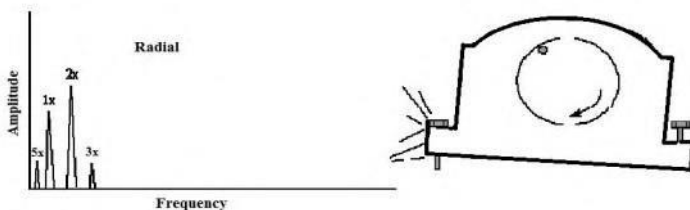


Gambar 2. 14 Kegagalan Mekanik Tipe A

(Sumber : [6] Erwin Rianto, "Vibration Analisis To Detection the Failure of Steam Turbine Ubb Victory Iii At Pt. Petrokimia Gresik," pp. 21–22, 2016.)

b. Tipe B

pada jenis ini penyebab terjadinya kelonggaran adanya kelonggaran pada baut atau pada bantalan bearing[6].



Gambar 2. 15 Kegagalan Mekanik Tipe B

(Sumber : [6] Erwin Rianto, "Vibration Analisis To Detection the Failure of Steam Turbine Ubb Victory Iii At Pt. Petrokimia Gresik," pp. 21–22, 2016.)

4. Kerusakan Bearing

Berlebihan. Bantalan membantu mengurangi gesekan antara dua permukaan, sehingga memungkinkan sistem beroperasi secara efektif. Oleh karena itu, bearing harus memiliki kekuatan yang cukup untuk memungkinkan poros dan komponen mesin lainnya berfungsi dengan baik. Secara umum,

bantalan dapat diklasifikasikan. menjadi 2 bagian yaitu:

A. Bantalan selongsong mengalami gesekan geser antara poros dan bantalan, karena permukaan poros didukung oleh permukaan bantalan melalui lapisan pelumas. Masalah umum dengan bantalan selongsong termasuk jarak bebas yang berlebihan, beban yang berlebihan, dan pelumasan yang tidak memadai. Karakteristik kerusakan bantalan selongsong adalah sebagai berikut.:

- a) Frekuensi getaran dapat terjadi pada $2x$, $3x$, atau beberapa kali kecepatan rotasi.
- b) Jarak bebas yang berlebihan sering dikaitkan dengan ketidakseimbangan, ketidaksejajaran, dan kelonggaran pada komponen yang mengelilingi bantalan, atau dapat menyebabkan gesekan.
- c) Ketika ada kontak langsung antara poros dan bantalan tanpa film pelumas, amplitudo getaran vertikal biasanya lebih besar dari pada arah horizontal. Kondisi ini juga dapat disertai dengan jarak bebas yang berlebihan[7].

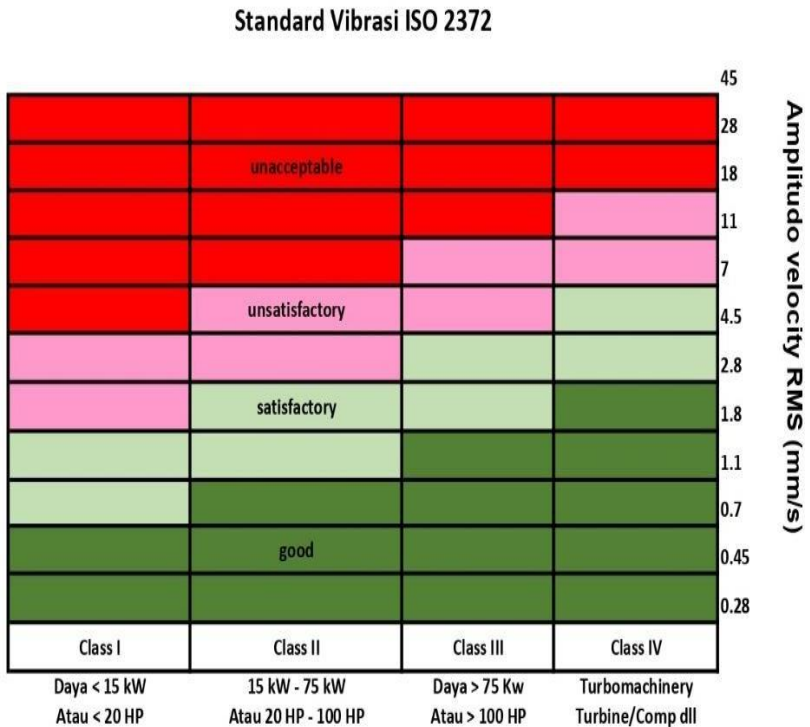
B. Bantalan gelinding. Pada bantalan jenis ini, gesekan gelinding terjadi antara komponen yang berputar dan tidak bergerak melalui elemen gelinding seperti bola, rol, dan rol bulat. Karakteristik kerusakan pada bantalan gelinding adalah sebagai berikut.:

- a) Ketika sebuah bantalan mengalami getaran karena ketidakseimbangan rotor, kerusakan awal terjadi di dalam balapan bagian dalam..
- b) Jika bantalan mengalami getaran yang disebabkan oleh ketidaksejajaran, kerusakan pertama akan sebanding dengan jumlah bola atau rol dikalikan dengan RPM.
- c) Jika kerusakan awal terjadi pada bola atau rol, penyebab yang mendasari mungkin termasuk pelumasan yang tidak memadai, panas berlebih, atau adanya arus listrik yang melewati bantalan tanpa pentanahan yang tepat.[7].

2.4 Standard Vibrasi

Standar pengukuran sangat penting dalam menentukan apakah suatu sistem atau perangkat masih layak beroperasi atau memerlukan perbaikan. Penelitian ini berlandaskan acuan satandar ISO 2372 sebagai acuan standar getaran mekanik pada mesin industry[8].

Berdasarkan spesifikasi pompa demin pump, maka standar yang digunakan berada pada *Class I*.



Gambar 2. 16 Standart ISO 2372

(Sumber:[8] H. Abdillah, "Referensi Jurnal Getaran," vol. 12, no. 3, pp. 206–211, 2023.)

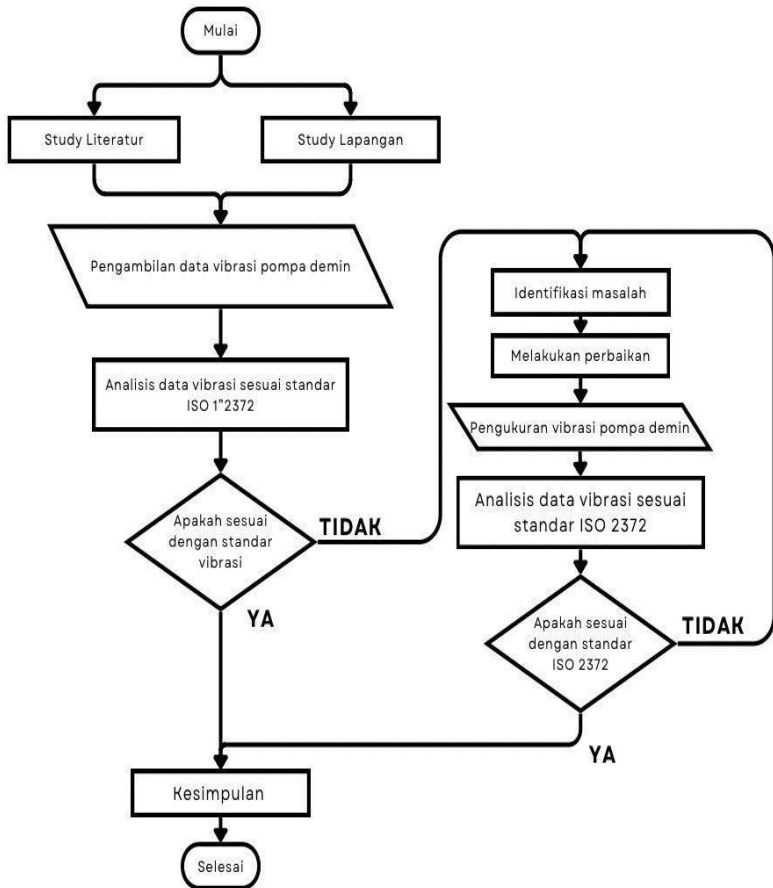
Gambar 3 menunjukkan bahwa standar getaran ISO 2372 membaginya menjadi empat zona, yaitu sebagai berikut:

1. Keterangan kelas
 1. Mesin Kecil mulai dari 0 – 15 KW di kategori Kelas I.
 2. Mesin dengan ukuran sedang, Kelas II mulai dari 15-75 KW.
 3. Mesin dengan ukuran besar (daya > 75 KW) dikategorikan Kelas III.
 4. Mesin dengan ukuran besar dengan daya lebih dari 75 KW dipasang pada struktur (dengan bantalan fleksibel) dikategori IV.
2. Keterangan warna
 1. Warna hijau tua menunjukkan bahwa getaran mesin sangat baik dan di bawah batas ambang batas..
 2. Warna hijau muda menandakan bahwa getaran dapat diterima dan mesin dapat dioperasikan tanpa batasan.
 3. Warna merah muda menunjukkan bahwa mesin masih berada dalam batas toleransi tetapi hanya boleh dioperasikan dalam waktu singkat.
 4. Warna merah menunjukkan bahwa getaran mesin cukup signifikan, dan kerusakan dapat terjadi sewaktu-waktu[8]. Oleh karenanya berdasarkan klaster dari gambar diatas untuk acuan pompa demin pada penelitian ini ialah Kelas I, dimana untuk dayanya kurang dari 15 Kw atau kurang dari 20HP.

Bab 3. Metodologi Penelitian

3.1. Perancangan

Penelitian ini menggunakan metode atau langkah yang dilakukan di PLTGU tanjung ungang adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Analis High Vibration Demin Make Up Pump

Gambar 3.1 memuat tahap-tahap dalam penyelesaian penelitian ini yang terdiri dari beberapa langkah kerja yaitu :

1. Penelitian dimulai dengan mencari study literatur dan study langsung dilapangan
2. Pengambilan data vibrasi pompa demin B
3. Analisis data yang diambil dengan standar ISO 2372 sebagai data acuan untuk selanjutnya menentukan Tindakan yang akan di ambil
4. Data yang diambil apakah sesuai dengan data acuan ISO 2372. Jika sesuai maka lanjut ke bagian Kesimpulan
5. Jika data yang didapat tidak sesuai dengan data acuan ISO 2372 maka lanjut ke identifikasi masalah apa yang terjadi yang menyebabkan *high vibration*
6. Setelah ditemukan penyebab masalah, Langkah selanjutnya adalah proses perbaikan
7. Pengukuran data vibrasi setelah perbaikan
8. Analisis data sesuai data acuan ISO 2372
9. Kesimpulan

3.2 Pengumpulan Data

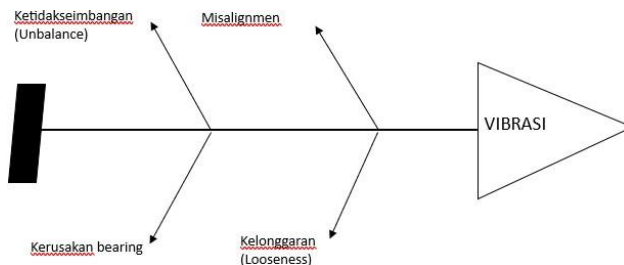
- **Observasi**
pengamatan secara langsung maupun tidak langsung terhadap Pompa demin B yang akan diteliti untuk memperoleh data yang diperlukan pada penelitian ini.
- **Wawancara**
Berkomunikasi dengan pembimbing dan beberapa orang yang dianggap berkompeten terhadap Pompa demin yang berupa tanya jawab.
- **Dokumentasi**
Mencari informasi pada *manual book* atau jurnal yang memiliki hubungan dengan analisis tugas akhir ini. Data yang dikumpulkan di penelitian tugas akhir ini adalah:
 1. Data saat kerusakan
Data ini di dapatkan saat pengecekan unit yang dilakukan satu kali seminggu, dengan tujuan untuk menganalisis vibrasi pada Pompa Demin dengan mengamati nilai vibrasi *overall* dengan mengacu pada standar vibrasi ISO 2372. Pompa Demin ini termasuk dalam kategori group 1 sesuai dengan spesifikasi memiliki daya < 15 kW. Nilai vibrasi dapat diketahui dengan vibration meter yang dipasang pada Pompa. Data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab dari kerusakan yang terjadi di Pompa Demin. Berikut data dari hasil penelitian yang terdiri dari :

Tabel 3. 1 Data vibrasi saat kerusakan

| No | Date Time | Pompa B | | | | | |
|----|-------------------|-----------|-----|------------|-----|------------|-----|
| | | Axial (X) | | Radial (Y) | | Horizontal | |
| | | DE | NDE | DE | NDE | DE | NDE |
| 1 | 18 Sep 24 / 10:00 | 4.8 | 4.3 | 3.9 | 3.7 | 2.8 | 2.5 |
| 2 | 18 Sep 24 / 10:30 | 5.5 | 4.3 | 4.7 | 3.3 | 3.6 | 2.1 |

Dari data tabel 3.1 telah ditemukan kondisi tidak normal Dimana di dapatkan tinggi nya nilai vibrasi yang terjadi pada Pompa Demin B dengan mengacu pada ISO vibrasi 2372. Maka, selanjutnya akan dilakukan proses perbaikan dengan cara menganalisis kerusakan dengan menggunakan analisis fishbone diagram.

3.3 Identifikasi masalah menggunakan *analisis Fishbone*



Gambar 3. 2 Fishbone Diagram

Fishbone diagram merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi suatu masalah. Di PLTGU Tanjung Uncang *diagram fishbone* biasa digunakan untuk menyelesaikan atau mencari apa penyebab terjadinya masalah vibrasi dengan cara menganalisis masalah yang terjadi satu per satu, Adapun cara yang dilakukan untuk mengidentifikasi masalah terjadinya vibrasi ialah :

1. Kegagalan Mekanik/Kelonggaran
Pengecekan kelonggaran pada setiap baut / mur yang ada pada pompa demin maupun pada support dudukan motor
2. *Misaligmen*

- Pengecekan alighnmen antara shaft pompa dan shaft motor apakah sudah sejajar atau tidak
3. Kerusakan bearing
Pengecekan pada bearing apakah bearing masih layak dipakai atau tidak
 4. Ketidakseimbangan (*unbalance*)
Pengecekan arus R,S,T apakah balance atau tidak

3.4 Proses Analisis

Tahapan awal analisis dilakukan dengan proses pengamatan dan pengukuran terhadap nilai vibrasi pompa demin B yang didapatkan saat kerusakan. Kemudian dilakukan perbandingan dari data yang sudah dikumpulkan dengan mengacu pada ISO 2372 dan data vibrasi dari pompa demin A yang sedang beroperasi. Tingginya nilai vibrasi pada salah satu data dari pompa demin B menunjukkan terjadinya suatu kerusakan pada pompa demin B. Analisis vibrasi menggunakan *fishbone diagram* dilakukan untuk mencari apa penyebab tingginya nilai vibrasi pompa demin B. Dari hasil analisis menggunakan *fishbone diagram* peneliti dapat menentukan solusi perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi nilai vibrasi tinggi pada pompa demin B.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Penelitian

1. *Checklis Analisis* masalah

Checklis Analisis masalah diperlukan untuk menemukan masalah apa yang terjadi pada pompa sehingga terjadi *high vibration* dengan beracuan pada fishbone diagram, dan untuk menentukan perbaikan apa yang sesuai untuk dilakukan selanjutnya.

Analisis masalah dilakukan untuk mencari masalah apa yang terjadi sehingga nilai vibrasi menjadi tinggi menggunakan analisis fishbone diagram.

Tabel 4. 1 *Checklis Analisis* Masalah

| Analisis Fishbone | Pengecekan | Layak | Tidak Layak |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------|-------------|
| Kegagalan Mekanik/Kelonggaran | Baut pompa demin | ✓ | |
| | Baut support dudukan pompa dan motor | ✓ | |
| | Rubber Coupling | | ✓ |
| Alignmen | alignmen shaft pompa dan shaft motor | | ✓ |
| Bearing | Pengecekan bearing | ✓ | |
| Ketidakeimbangan (unbalance) | pengecekan keseimbangan arus | ✓ | |

Analisis masalah yang dilakukan adalah :

1. Pengecekan Kegagalan mekanik/Kelonggaran
Memastikan bahwa seluruh baut/mur yang ada pada pompa demin atau motor dalam kondisi yang masih layak dan tidak longgar. Selanjutnya pengecekan rubber coupling apakah masih layak atau tidak layak. Dalam pengecekan ini ditemukan bahwa kondisi rubber coupling pada pompa demin B sudah rusak parah dan dapat dikatakan tidak layak lagi untuk digunakan dan harus dilakukankan pergantian.
2. Pengecekan *Alignmen*
Memastikan *alignmen* pada shaft pompa demin B dengan shaft pada motor penggerak dalam posisi sejajar. Dalam pengecekan ini ditemukan bahwa ada perbedaan ketinggian antara shaf pompa demin B dengan shaf motor. Hal ini yang mengakibatkan nilai vibrasi pada Pompa demin B menjadi tinggi.
3. Pengecekan bearing

Memastikan kondisi bearing yang digunakan masih dalam kondisi yang layak untuk beroperasi. Dalam pengecekan ini didapatkan bahwa kondisi bearing masih layak untuk digunakan.

4. Pengecekan Ketidakseimbangan(Unbalance)

Memastikan pengukuran arus antar fasa R, S dan T tidak terjadi perbedaan yang signifikan maksimal 5%. Dalam pengecekan ini hasil pengukuran masing-masing arus masih menunjukkan nilai yang layak untuk beroperasi.

2. Proses perbaikan

Setelah dilakukannya analisis masalah menggunakan fishbone diagram pada pompa demin yang terindikasi mengalami masalah *high vibration*. Maka, peneliti menemukan 2 penyebab terjadinya *high vibration* pada pompa demin yaitu :

a) Kerusakan *rubber* pada *coupling*

Perbaikan yang dilakukan untuk masalah kerusakan rubber coupling ada penggantian dikarenakan kerusakan rubber coupling sudah terlalu parah dan tidak bisa untuk digunakan kembali.

b) *Misalignmen*

Perbaikan yang dilakukan untuk masalah *misalignmen* adalah dengan cara melakukan *alignmen* ulang pada shaf pompa dengan shaf pada motor. Untuk menyamakan/mengsejajarkan posisi pompa dan motor dibutuhkan tambahan plat baja tipis pada support motor untuk menyamakan ketinggian dengan shaf pompa demin. Setelah didapatkan hasil *alignmen* yang sesuai, selanjutnya dilakukan pengelasan pada *support* dudukan pompa dan dudukan motor yang sudah korosi dengan bertujuan agar posisi pompa dan motor tidak bergerak setelah dioperasikan kembali.

Setelah dilakukannya perbaikan *misalignmen* dan penggantian *rubber coupling* maka, dilakukan pengukuran kembali untuk memastikan bahwa kondisi pompa demin B sudah dalam kondisi normal dan siap untuk dioperasikan kembali. Pengukuran dilakukan selama 3 hari pada pompa demin B untuk memastikan tidak adanya gangguan yang terjadi kembali setelah perbaikan dilakukan. Pengukuran juga dilakukan pada pompa demin A selama 1 hari data yang didapat dari hasil pengukuran vibrasi pompa demin A digunakan sebagai pembanding untuk pompa demin B.

3. Data vibrasi pompa demin B setelah perbaikan

Data vibrasi pompa demin B hari pertama :

Tabel 4. 2 Data vibrasi setelah perbaikan hari Pertama

| No | Date Time | Pompa B | | | | | |
|----|-------------------|----------|-----|-----------|-----|------------|-----|
| | | Axial(X) | | Radial(Y) | | Horizontal | |
| | | DE | NDE | DE | NDE | DE | NDE |
| 1 | 19 Sep 24 / 10:00 | 1,3 | 0,9 | 0,7 | 1,3 | 1,2 | 0,8 |
| 2 | 19 Sep 24 / 11:00 | 1,2 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 0,8 |
| 3 | 19 Sep 24 / 11:30 | 1,2 | 0,9 | 0,9 | 1,4 | 1,3 | 1 |
| 4 | 19 Sep 24 / 12:00 | 1,3 | 0,8 | 1,1 | 1 | 0,9 | 1,1 |
| 5 | 19 Sep 24 / 13:00 | 1,1 | 0,7 | 0,9 | 1,3 | 1,2 | 0,9 |
| 6 | 19 Sep 24 / 13:30 | 1 | 0,7 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,3 |
| 7 | 19 Sep 24 / 14:00 | 1,2 | 0,9 | 1,2 | 0,7 | 1 | 1 |
| 8 | 19 Sep 24 / 14:30 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 0,8 | 1,3 | 0,9 |

Setelah dilakukan perbaikan pada pompa demin B dimana perbaikan dilakukan pada dua penyebab terjadinya *high vibration* yaitu *kerusakan rubber coupling* dan *misalignmen*. Proses perbaikan yang dilakukan adalah penggantian *rubber coupling* yang rusak dengan yang baru lalu melakukan *aligment* ulang pada shaf motor dan shaf pada pompa. Dilakukan juga pengelasan pada support dudukan pompa demin dengan tujuan agar pompa tidak bergerak akibat getaran saat beroperasi yang nantinya dapat menyebabkan *high vibration*. Dilakukan juga pergantian plat pada *support* dudukan motor dengan plat yang baru dikarenakan plat yang lama sudah korosi. Setelah semua perbaikan yang dilakukan selesai maka, dilakukan pengukuran vibrasi ulang pada pompa demin B dan didapat hasil pengukuran yang cukup memuaskan. Dimana nilai vibrasi yang didapat sudah rendah dan sudah sesuai dengan standart ISO 2372 dan dikategorikan dalam kondisi vibrasi yang baik dan siap dioperasikan Kembali.

Data vibrasi pompa demin B hari Kedua :

Tabel 4. 3 Data vibrasi setelah perbaikan hari ke Dua

| No | Date Time | Pompa B | | | | | |
|----|-------------------|----------|-----|-----------|-----|------------|-----|
| | | Axial(X) | | Radial(Y) | | Horizontal | |
| | | DE | NDE | DE | NDE | DE | NDE |
| 1 | 20 Sep 24 / 10:00 | 1,2 | 0,6 | 1 | 1,1 | 1,3 | 0,7 |
| 2 | 20 Sep 24 / 11:00 | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 1,3 | 0,9 |
| 3 | 20 Sep 24 / 11:30 | 1,1 | 0,7 | 0,9 | 1,3 | 1,2 | 1 |
| 4 | 20 Sep 24 / 12:00 | 1,4 | 0,7 | 1 | 1,3 | 0,9 | 1,1 |
| 5 | 20 Sep 24 / 13:00 | 1,1 | 0,8 | 0,9 | 1,3 | 1,1 | 0,8 |
| 6 | 20 Sep 24 / 13:30 | 1,3 | 0,9 | 1,1 | 0,8 | 1,2 | 1,4 |
| 7 | 20 Sep 24 / 14:00 | 1,4 | 1,1 | 1 | 0,9 | 1,3 | 0,9 |
| 8 | 20 Sep 24 / 14:30 | 1,3 | 1,3 | 1,1 | 0,8 | 1 | 0,9 |

Tabel 4.3 adalah hasil dari pengukuran vibrasi pada pompa demin B hari ke dua setelah dilakukan perbaikan dimana hasil pengukuran vibrasinya masih dalam kondisi yang baik dan tidak terjadi kerusakan kembali pada pompa demin B dan nilai vibrasi hasil pengukuran pompa demin B hari kedua dikategorikan kedalam nilai vibrasi yang baik sesuai dengan standar ISO 2372 dan masih layak untuk terus beroperasi.

Data vibrasi pompa demin B hari Ketiga :

Tabel 4. 4 Data setelah perbaikan hari ke Tiga

| No | Date Time | Pompa B | | | | | |
|----|-------------------|----------|-----|-----------|-----|------------|-----|
| | | Axial(X) | | Radial(Y) | | Horizontal | |
| | | DE | NDE | DE | NDE | DE | NDE |
| 1 | 21 Sep 24 / 10:00 | 1,4 | 0,9 | 0,7 | 1,3 | 1,1 | 1 |
| 2 | 21 Sep 24 / 11:00 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,3 | 1,2 |
| 3 | 21 Sep 24 / 11:30 | 0,9 | 0,6 | 1,3 | 1,1 | 1,4 | 1,3 |
| 4 | 21 Sep 24 / 12:00 | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 1 | 0,8 | 1,2 |
| 5 | 21 Sep 24 / 13:00 | 1,3 | 0,8 | 0,8 | 1,1 | 1,2 | 0,9 |
| 6 | 21 Sep 24 / 13:30 | 1 | 0,7 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,2 |
| 7 | 21 Sep 24 / 14:00 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 |
| 8 | 21 Sep 24 / 14:30 | 0,9 | 0,7 | 1 | 0,8 | 1,3 | 0,9 |

Tabel 4.4 adalah hasil dari pengukuran vibrasi pada pompa demin B hari ke tiga setelah dilakukan perbaikan dimana hasil pengukuran vibrasinya masih dalam kondisi yang baik dan dapat dilihat tidak terjadi perubahan pada nilai vibrasi selama tiga hari setelah dilakukan perbaikan dan tidak terjadi kerusakan kembali pada pompa demin B. Oleh karena itu, nilai vibrasi hasil pengukuran pompa demin B hari tiga dikategorikan kedalam nilai vibrasi yang baik sesuai dengan standar ISO 2372 dan masih layak untuk terus beroperasi.

4. Data vibrasi Pompa Demin A

Data vibrasi Pompa Demin A saat beroperasi sebagai pembanding :

Tabel 4. 5 Data Pompa Demin A Sebagai Pembanding

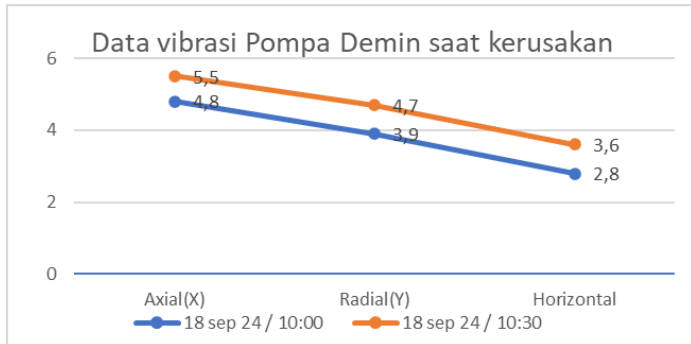
| No | Date Time | Pompa A | | | | | |
|----|-------------------|----------|-----|-----------|-----|------------|-----|
| | | Axial(X) | | Radial(Y) | | Horizontal | |
| | | DE | NDE | DE | NDE | DE | NDE |
| 1 | 18 Sep 24 / 10:00 | 1,1 | 0,9 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 0,8 |
| 2 | 18 Sep 24 / 11:00 | 1,1 | 0,8 | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 1 |
| 3 | 18 Sep 24 / 11:30 | 1,2 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 1,3 | 1,1 |
| 4 | 18 Sep 24 / 12:00 | 0,9 | 1 | 1,1 | 0,8 | 1,1 | 0,9 |
| 5 | 18 Sep 24 / 13:00 | 1,3 | 0,9 | 0,8 | 1 | 0,9 | 1,2 |
| 6 | 18 Sep 24 / 13:30 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,8 |
| 7 | 18 Sep 24 / 14:00 | 1,2 | 1 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 0,9 |
| 8 | 18 Sep 24 / 14:30 | 1 | 1,3 | 0,9 | 0,8 | 1,2 | 1,3 |

Tabel 4.5 adalah hasil pengukuran dari pompa demin A saat beroperasi normal. Pengambilan data vibrasi pada pompa demin A ini bertujuan untuk pembanding pada nilai vibrasi pompa demin B setelah perbaikan. nantinya diharapkan nilai vibrasi pada pompa demin B setelah perbaikan nanti sesuai atau mendekati nilai vibrasi pompa demin A dalam kondisi normal saat beroperasi.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil dari dilakukannya perbaikan mengenai masalah *High Vibration pada Demin Make Up Pump* selanjutnya dilakukan pembahasan dan analisis.

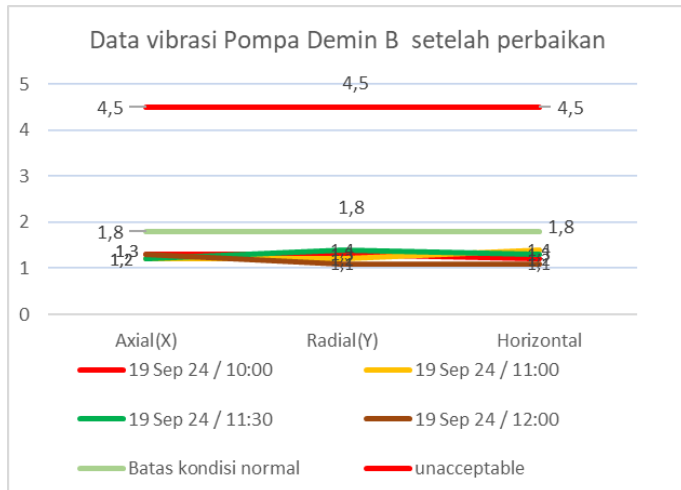
1. Data vibrasi saat kerusakan



Gambar 4. 6 Grafik Data vibrasi saat kerusakan

Grafik 4.6 adalah hasil analisis dari data vibrasi pompa demin B yang didapat saat terjadi kerusakan dengan mengambil tiga data masing – masing sudut pengukuran dengan nilai vibrasi tertinggi. Dengan menganalisis hasil pengukuran vibrasi dapat ditemukan bahwa *Demin Make Up Pump* mengalami gangguan yang mengakibatkan kerusakan dimana vibrasi tertinggi terjadi pada sisi *Axial* di tanggal 18 september 2024 pukul 10:30 dengan nilai 5.5 mm/s. Dari hasil pengukuran tersebut dikategorikan warning/danger. Dapat diketahui bahwa ada indikasi masalah terhadap Pompa Demin kemudian dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan analisis fishbone dan ditemukan bahwa penyebab *high vibration* adalah kerusakan *rubber coupling* dan *misalignment*. Setelah didapatkan penyebab terjadinya masalah *high vibration* pada pompa demin. Maka selanjutnya, dilakukan perbaikan pada pompa demin B.

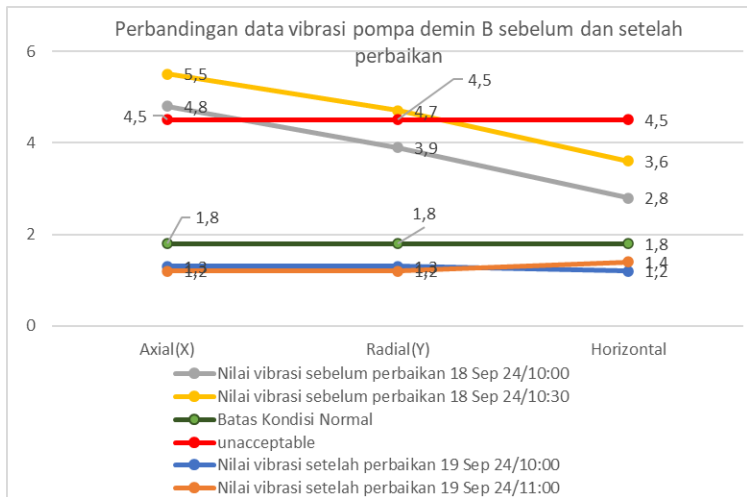
2. Data vibrasi setelah perbaikan



Gambar 4. 7 Grafik data vibrasi setelah perbaikan

Gambar 4.7 adalah grafik data nilai pengukuran vibrasi pompa demin B setelah perbaikan. Dengan mengambil 3 data nilai vibrasi tertinggi pada setiap sudut pengukuran selama 2 jam. maka, didapati grafik yang menunjukkan hasil dari nilai vibrasi pada pompa demin B. Dari hasil yang didapat dari proses analisis data menggunakan grafik dikategorikan bahwa pompa demin B dalam kategori nilai vibrasi yang baik. Dimana, nilai vibrasi tertingginya sebesar 1,4 mm/s di sisi Radial dan Horizontal. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pompa demin B sudah siap untuk dioperasikan kembali.

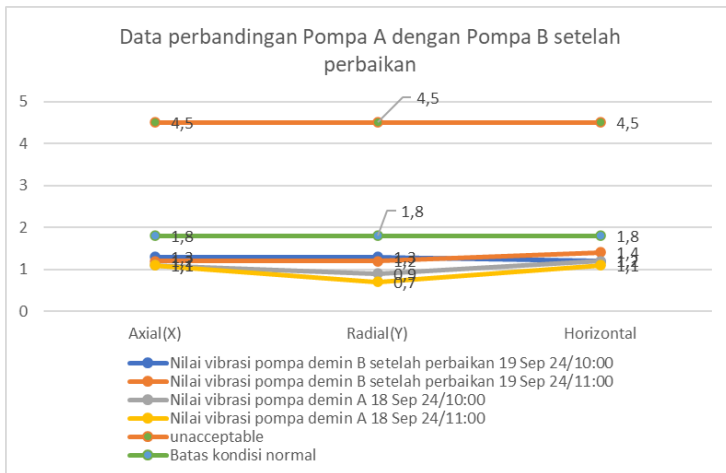
3. Perbandingan data vibrasi pompa demin B sebelum dan sesudah perbaikan



Gambar 4. 8 Grafik perbandingan data vibrasi sebelum dan sesudah perbaikan

Grafik 4.8 adalah data dari hasil pengukuran nilai vibrasi pompa demin B sebelum dan sesudah perbaikan. Dengan mengambil 2 data nilai vibrasi yang digunakan untuk proses analisis menggunakan grafik. Hasil pengukuran nilai vibrasi yang didapat sebelum dan sesudah perbaikan tersebut dapat dilihat perbedaan yang cukup besar pada nilai vibrasi Pompa demin, Dimana pada saat sebelum perbaikan hasil pengukuran nilai vibrasi menunjukkan angka yang sangat tinggi sebesar 5,5 mm/s dan dalam kategori tidak aman untuk beroperasi, sedangkan data hasil pengukuran nilai vibrasi setelah perbaikan menunjukkan hasil yang cukup baik dengan nilai vibrasi tertingginya di angka 1,4 mm/s. oleh karena itu, hasil dari proses analisis perbandingan data nilai vibrasi pompa demin B sebelum dan sesudah perbaikan menggunakan grafik dan dalam acuan standart vibrasi ISO 2372 dapat dikategorikan nilai vibrasi pada pompa demin B kedalam nilai vibrasi yang baik dan sudah siap untuk beroperasi kembali.

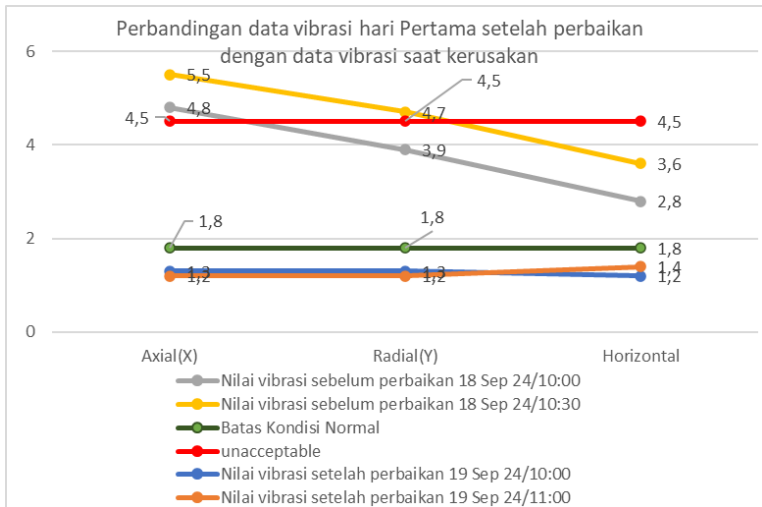
4. Perbandingan data vibrasi pompa A dengan pompa B setelah perbaikan



Gambar 4. 9 Grafik perbandingan data vibrasi pompa A dan pompa B setelah perbaikan

Grafik 4.9 adalah data perbandingan nilai vibrasi pompa demin A dengan pompa demin B setelah perbaikan. Dimana proses analisis data menggunakan grafik diatas dilakukan dengan cara membandingkan 2 data nilai vibrasi pada pompa demin A dan 2 data nilai vibrasi pada pompa demin B. Setelah dianalisis(dibandingkan) dapat dilihat bahwa besarnya nilai vibrasi pompa demin B tidak terlalu berbeda dengan nilai vibrasi pompa demin A dan sudah sesuai dengan standart acuan ISO 2372 untuk dikategorikan nilai vibrasi yang baik dan sudah siap untuk beroperasi kembali.

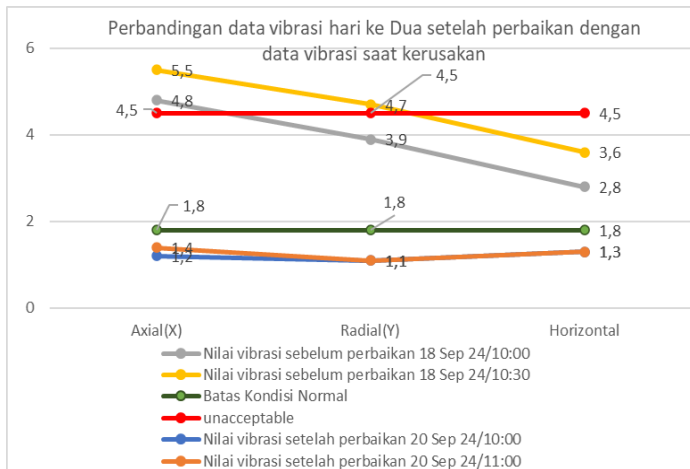
5. Perbandingan data vibrasi hari Pertama pompa demin B setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan



Gambar 4. 10 Grafik perbandingan data vibrasi hari Pertama pompa demin B setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan

Grafik 4.10 adalah grafik perbandingan data vibrasi pompa demin B hari pertama dengan data vibrasi pompa demin B saat kerusakan. Dengan 2 data nilai vibrasi yang digunakan untuk proses analisis menggunakan grafik. Dapat dilihat perbedaan yang sangat signifikan dari besarnya nilai vibrasi pada saat pompa demin B pada saat mengalami kerusakan sebelum perbaikan dilakukan. Dari hasil proses analisis menggunakan grafik dapat dikategorikan bahwa perubahan nilai vibrasi setelah dilakukannya perbaikan cukup memuaskan dan sudah masuk dalam kategori nilai vibrasi baik dengan mengacu kepada standar ISO 2372 dan sudah siap untuk dioperasikan.

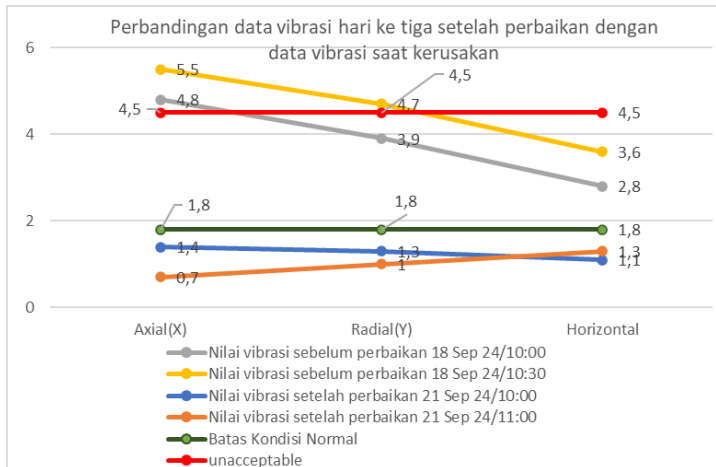
6. Perbandingan data vibrasi pompa demin B hari ke Dua setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan



Gambar 4. 11 Grafik perbandingan data vibrasi pompa demin B hari ke Dua setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan

Grafik 4.11 adalah grafik perbandingan data vibrasi pompa demin B hari ke dua dengan data vibrasi pompa demin B saat kerusakan. Dengan 2 data nilai vibrasi yang digunakan untuk proses analisis menggunakan grafik. Dapat dilihat pada hari kedua kondisi nilai vibrasi pada pompa demin B masih dalam kondisi yang baik dan dapat dilihat perbedaan yang sangat signifikan dari besarnya nilai vibrasi pada saat pompa demin B pada saat mengalami kerusakan sebelum perbaikan dilakukan sangatlah besar dan tidak layak untuk beroperasi. Dari hasil proses analisis menggunakan grafik yang telah dilakukan dapat dikategorikan bahwa perubahan nilai vibrasi setelah dilakukannya perbaikan cukup memuaskan dan sudah masuk dalam kategori nilai vibrasi baik dengan mengacu kepada standar ISO 2372 dan dapat dikategorikan layak untuk terus beroperasi.

7. Perbandingan data vibrasi pompa demin B hari ke Tiga setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan



Gambar 4. 12 Grafik perbandingan data vibrasi pompa demin B hari ke Tiga setelah perbaikan dengan data vibrasi saat kerusakan

Grafik 4.12 adalah grafik perbandingan data vibrasi pompa demin B hari ke tiga dengan data vibrasi pompa demin B saat kerusakan. Dengan 2 data nilai vibrasi yang digunakan untuk proses analisis menggunakan grafik. Dapat dilihat pada hari tiga kondisi nilai vibrasi pada pompa demin B masih dalam kondisi yang baik dan dapat dilihat perbedaan yang sangat signifikan dari besarnya nilai vibrasi pada saat pompa demin B pada saat mengalami kerusakan sebelum perbaikan dilakukan sangatlah besar dan tidak layak untuk beroperasi. Dari hasil proses analisis menggunakan grafik yang telah dilakukan dapat dikategorikan bahwa perubahan nilai vibrasi setelah dilakukannya perbaikan cukup memuaskan dan sudah masuk dalam kategori nilai vibrasi baik dengan mengacu kepada standar ISO 2372 dan dapat dikategorikan layak untuk terus beroperasi.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari data hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh Kesimpulan sebagai berikut :

Dengan metode fishbone analisis yang berdasarkan hasil pengukuran vibrasi yang dilakukan setiap seminggu sekali ditemukan bahwa *Demin Make Up Pump* mengalami gangguan yang mengakibatkan kerusakan jika tidak segera dilakukan perbaikan. Terdapat dua penyebab terjadinya *high vibration* yaitu *misalignment* dan kerusakan *rubber coupling*. Dari dua penyebab gangguan ini didapatkan nilai vibrasi yang tinggi dan nilai tertingginya sebesar 5,5 mm/s disisi *Axial*. Dari nilai yang didapat maka *Demin Make Up Pump* dikategorikan menurut ISO 2372 tidak aman untuk beroperasi.

Untuk mengatasi masalah gangguan *high vibration* pada pompa demin maka dilakukan perbaikan *Misalignment* terlebih dahulu dengan cara melakukan proses *alignment* ulang pada posisi shaft pompa demin dan posisi shaft pada motor. Jika hasil yang didapat dari hasil *alignment* ulang sudah baik selanjutnya mengganti *rubber coupling* yang telah rusak akibat gesekan berlebihan dengan yang baru.

Setelah proses perbaikan selesai selanjutnya dilakukan pengukuran vibrasi yang dilakukan selama tiga hari dan nilai vibrasi tertinggi yang didapat setelah perbaikan sebesar 1,4 mm/s di sisi *Axial*, dari hasil pengukuran yang telah dilakukan tersebut dikategorikan nilai vibrasi pada *Demin Make Up Pump* bernilai vibrasi yang baik dan siap untuk beroperasi kembali.

5.2 Saran

Setelah dilakukannya penelitian pada *High Vibration Demin Make Up Pump* di PLTGU Tanjung Uncang, penulis memberikan beberapa saran yaitu :

1. Monitoring pengecekan vibrasi harus dilakukan setiap hari karena jika ditemukannya masalah agar bisa langsung dilakukan perbaikan untuk mengurangi bertambahnya kerusakan.
2. Support dudukan untuk motor Demin disarankan untuk diganti karena sudah mengalami korosi, Dimana hal ini dapat berpengaruh kepada vibrasi motor dan pompa demin.
3. Disarankan untuk memberi penutup (*shelter*) pada motor demin guna untuk melindungi motor dari korosi akibat air.

Daftar Pustaka

- [1] E. Kurniawan, E., Gunawan, W., & Syarifudin, A. (2020). Analisa Vibrasi Main Sea Water Pump Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness Dan Failure Modes and Effect Analysis Di Pt Krakatau Daya Listrik. *Journal Industrial Engineering & Management Research*, W. Gunawan, and A. Syarifudin, "Analisa Vibrasi Main Sea Water Pump Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness Dan Failure Modes and Effect Analysis Di Pt Krakatau Daya Listrik," *J. Ind. Eng. Manag. Res. (Jiemar)*, vol. 1, no. 2, pp. 2722–8878, 2020.
- [2] K. J. Santoso, "Analisis Misalignment Dengan Vibration Trend Analysis," *J. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 3, p. 82, 2020, doi: 10.22441/jtm.v8i3.5898.
- [3] M. A. Pulungan, S. M. Benu, and S. Siahaan, "Analisis Vibrasi Terhadap Massa Pakai Pompa Sentrifugal Unit 4 Fatty Acid Pada PT Unilever Oleochemical Indonesia," *J. Pendidik Indones.*, vol. 05, no. 02, pp. 1–12, 2022.
- [4] I. A. Raharjo *et al.*, "Analisis Misalignment Kopling Pada Mesin Rotary Menggunakan," vol. 4, no. 2, pp. 214–223, 2016.
- [5] S. A. Darmawan, "Pompa Sentrifugal," *Univ. Sebel. Maret 1*, pp. 4–5, 2016.
- [6] Erwin Rianto, "Vibration Analisis To Detection the Failure of Steam Turbine Ubb Victory Iii At Pt. Petrokimia Gresik," pp. 21–22, 2016.
- [7] Q. adar BakhshBaloch, "ANALISA PENGONTROLAN VIBRASI PADA TURBIN PT. PUPUK ISKANDAR MUDA Diajukan," vol. 11, no. 1, pp. 92–105, 2017.
- [8] H. Abdillah, "Referensi Jurnal Getaran," vol. 12, no. 3, pp. 206–211, 2023.
- [9] H. Susanto and Kamarullah, "Analysis of Vibration and Noise on Vibrating Screen at PT. Mifa Bersaudara," *J. Inotera*, vol. 6, no. 2, pp. 106–111, 2021, doi: 10.31572/inotera.vol6.iss2.2021.id150.
- [10] Y. R. Kusuma, A. P. Cahyani, E. Aprilianto, and B. Prazidno, "Prosiding Seminar Nasional Prosiding Seminar Nasional Prosiding Seminar Nasional," *Prosiding Semin. Nas. Politek. Pembang. Pertan. Yogyakarta Magelang*, no. September, pp. 5–6, 2023.

Biodata



Nama : ROCKY RAHMAD SAPUTRA
TTL : Batam, 10 Oktober 2000
Agama : Islam
Alamat : Kav. Bukit kamboja
Email : rockyrahmad170@gmail.com

Lampiran

Lampiran 1 : hasil alignment setelah perbaikan



Lampiran 2 : Pengambilan data vibrasi setelah perbaikan



Lampiran 3 kerusakan rubber coupling



Lampiran 4 pengelasan support pompa demin B

