

**KARAKTERISTIK GETARAN YANG TERJADI PADA KASUS  
*PARALEL MISALIGNMENT, ANGULAR MISALIGNMENT*  
DAN *BEARING FAILURE* PADA GENERATOR**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh:

Muhammad Ilham      NIRM: 0012117

Rahmat Adzikra      NIRM: 0012151

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KARAKTERISRIK GETARAN YANG TERJADI PADA KASUS *PARALEL MISALIGNMENT, ANGULAR MISALIGNMENT, DAN BEARING FAILURE* PADA GENERATOR**

Oleh:

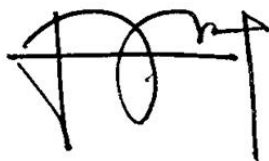
Muhammad Ilham      NIRM: 0012117

Rahmat Adzikra      NIRM: 0012151

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

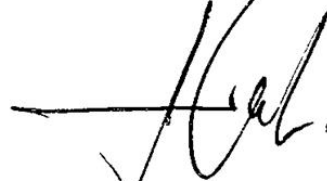
Menyetujui,

Pembimbing 1



(Angga Sateria, S.S.T., M.T)

Pembimbing 2



(Fajar Aswin, S.S.T., M.Sc)

Penguji 1



(Ariyanto, S.S.T., M.T)

Penguji 2



(Muhammad Riva'i, S.S.T., M.T)

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Muhammad Ilham NIRM: 0012117

Nama Mahasiswa 2 : Rahmat Adzikra NIRM: 0012151

Dengan Judul : Karakteristik Getaran Yang Terjadi Pada Kasus *Pararel Misalignment, Angular Misalignment, Dan Bearing Failure* Pada Generator


Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 29 Juli 2024

Nama Mahasiswa

1. Muhammad Ilham
2. Rahmat Adzikra

Tanda Tangan

  
.....  
  
.....

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh karakteristik getaran yang ditimbulkan oleh generator, yang mengalami misalignment dan kerusakan pada bantalannya. Setiap kerusakan mempunyai karakteristik getarannya sendiri. Salah satu kerusakan yang sering terjadi pada generator adalah misalignment dan kerusakan bantalan. Dalam penelitian ini generator akan dikondisikan mengalami misalignment dan kerusakan pada bantalannya untuk mengetahui karakteristik dari masing – masing kerusakan tersebut. Selanjutnya akan dilakukan analisis sinyal getaran yang dihasilkan oleh masalah misalignment (vertikal dan horizontal) dan kerusakan bantalan (inner dan outer). Dari hasil analisis sinyal getaran pada kasus misalignment paralel secara vertikal, terjadi kenaikan amplitudo secara berurutan pada 1x, 2x, dan 3x rpm. Pada kasus misalignment paralel horizontal, terjadi kenaikan amplitudo yang sangat signifikan pada 1x rpm sebesar 17.1 mm/s RMS. Amplitudo menunjukkan pola acak pada 1x, 2x, dan 3x rpm. Analisis data getaran misalignment angular secara vertikal menunjukkan terjadi penurunan amplitudo secara berurutan pada 1x – 2x rpm serta pola yang sama terjadi pada 3x – 4x rpm dan 5x – 6x rpm. Bentuk frekuensi tersebut juga terjadi pada misalignment angular secara horizontal, tetapi amplitudonya lebih rendah pada 4x dan 6x rpm. Kerusakan bearing inner ditandai dengan munculnya frekuensi 1x, 2x, 3x, dan 4x BPFI, sedangkan kerusakan bearing outer ditandai dengan munculnya frekuensi 1x, 2x, 3x, 4x, 5x, dan 6x BPFO.

**Kata kunci:** Generator, Karakteristik, Misalignment, Sinyal getaran

## **ABSTRACT**

*The purpose of this study was to obtain the characteristics of the vibrations generated by the generator, which is subject to misalignment and damage to its bearings. Each malfunction has its own vibration characteristics. One of the frequent breakdowns of generators is misalignment and bearing damage. In this study the generator will be conditioned to experience misalignment and damage to the bearings to determine the characteristics of each of these damages. Next will be the analysis of vibration signals generated by the problem of misalignment (vertical and horizontal) and bearing damage (inner and outer). From the results of vibration signal analysis in the case of vertically parallel misalignment, there was a sequential increase in amplitude at 1x, 2x, and 3x rpm. In the case of horizontal parallel misalignment, there is a very significant increase in amplitude at 1x rpm of 17.1 mm/s RMS. Amplitude shows a random pattern at 1x, 2x, and 3x rpm. Vertical angular misalignment vibration data analysis showed a decrease in amplitude sequentially at 1x – 2x rpm and the same pattern occurred at 3x – 4x rpm and 5x-6x rpm. The Shape of the frequency also occurs in Angular misalignment horizontally, but the amplitude is lower at 4x and 6x rpm. Damage to the inner bearing is characterized by the appearance of frequencies 1x, 2x, 3x, and 4X BPFI, while damage to the outer bearing is characterized by the appearance of frequencies 1x, 2x, 3x, 4x, 5x, and 6x BPFO.*

**Key words:** *Characteristics, Generator, Misalignment, vibration signal*

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirobbalalamin, segala puji bagi Allah yang telah memberikan kelancaran bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir ini dengan baik. Adapun tujuan dibuatnya laporan ini adalah salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma 3 (D-III) di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan makalah ini mengalami beberapa kesulitan baik dari materi maupun penyajiannya. Laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik bantuan secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan secara langsung maupun tidak langsung rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan nikmat kesehatan dan kesempatan sehingga kami dapat menjalankan proyek akhir sampai selesai.
2. Orang Tua yang senantiasa memberi dukungan, motivasi, serta doa yang terbaik selama penulis menyelesaikan makalah proyek akhir.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M. Eng, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Angga Sateria, S.S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Fajar Aswin, S.S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu, pikiran serta tenaga dalam memberikan pengarahan dalam menyelesaikan laporan proyek akhir.
5. Seluruh dosen dan staf jurusan mesin yang telah mengerjakan banyak hal sehingga Penulis mempunyai banyak wawasan dan ilmu, serta seluruh staf administrasi Polman Babel yang telah membantu dalam penyelesaian laporan proyek akhir ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan Proyek Akhir.

7. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan Proyek Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan proyek akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, karena keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki. Akhir kata penulis berharap Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan proyek akhir ini. Laporan proyek akhir ini diharapkan dapat berguna bagi mahasiswa Polman Babel. Penulis meminta maaf apabila terdapat kesalahan kata selama kegiatan pembuatan makalah proyek akhir ini berlangsung.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Sungailiat, 29 Juli 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
BAB II DASAR TEORI .....	4
2.1 Generator .....	4
2.2 Motor Listrik .....	5
2.3 Kopling.....	6
2.4 Bantalan ( <i>bearing</i> ).....	6
2.5 Alat Uji.....	7
2.5.1 <i>Vibration meter</i> (Vibrometer) .....	7
2.5.2 <i>Tachometer</i> .....	8
2.5.3 Dial Indikator .....	9
2.6 Getaran .....	9
2.7 Getaran pada generator.....	10
2.8 Mekanisme Getaran pada Generator .....	10
2.9 Metode Pengukuran Vibrasi .....	11
2.10 Satuan Pengukuran Vibrasi .....	11



2.11	<i>Paralel Misalignment</i> .....	11
2.12	<i>Angular Misalignment</i> .....	12
2.13	Kombinasi <i>paralel misalignment</i> dan <i>angular misalignment</i> .....	13
2.14	Bantalan .....	14
2.14.1	Bantalan Gelinding dan Elemennya .....	14
2.14.2	Jenis Kerusakan Bantalan .....	15
2.15	<i>Bearing Failure</i> .....	16
2.16	Karakteristik Getaran .....	17
2.16.1	Frekuensi getaran .....	17
2.16.2	Amplitudo .....	18
2.17	Standar Vibrasi .....	19
BAB III METODE PELAKSANAAN .....		21
3.1	Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ) .....	21
3.2	Tahapan Penelitian .....	22
3.2.1	Studi Pustaka .....	22
3.2.2	Pembuatan Alat .....	22
3.2.2.1.	Proses pembuatan rangka konstruksi .....	22
3.2.2.2.	Pembuatan dudukan generator .....	23
3.2.2.3.	Proses pembuatan dudukan motor AC .....	23
3.2.2.4.	Proses pembuatan dudukan <i>bearing</i> poros .....	24
3.2.2.5.	Proses pembuatan <i>sprocket</i> .....	24
3.2.2.6.	Proses pendempulan .....	25
3.2.2.7.	Proses pengecatan .....	25
3.3.3	Perakitan dan uji coba .....	26
3.3.4	Pengkondisian <i>Paralel misalignment</i> .....	26
3.3.5	Pengkondisian <i>Angular misalignment</i> .....	27
3.3.6	Kerusakan Bantalan .....	28
3.3.7	Analisa .....	29
BAB IV PEMBAHASAN .....		30
4.1.	Generator Dalam Kondisi <i>Alignment</i> .....	30
4.2.	Generator Pada Kondisi <i>Paralel Misalignment</i> .....	31

4.2.1.	<i>Paralel Misalignment</i> Pada Generator Secara Vertikal .....	31
4.2.2.	<i>Paralel Misalignment</i> Pada Generator Secara Horizontal .....	32
4.3.4.	Analisa Spektrum Getaran .....	33
4.3.	Generator Pada Kondisi <i>Angular Misalignment</i> .....	34
4.3.1.	<i>Angular Misalignment</i> Pada Generator Secara Vertikal .....	34
4.4.2.	<i>Angular Misalignment</i> Pada Generator Secara Horizontal .....	35
4.4.3.	Analisa Spektrum Getaran .....	37
4.4.	Kondisi Kerusakan <i>Bearing</i> Pada Generator.....	37
4.4.1.	Perhitungan <i>Ball Pass Frequency Inner</i> Pada <i>Bearing</i> .....	37
4.4.2.	Perhitungan <i>Ball Pass Frequency Outer</i> Pada <i>Bearing</i> .....	38
4.4.3.	Perhitungan <i>Ball Spin Frequency</i> Pada <i>Bearing</i> .....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2.	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA .....		44
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		47

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Frekuensi Getaran <i>Paralel Misalignment</i> Vertikal .....	31
Tabel 4. 2 Frekuensi Getaran <i>Paralel Misalignment</i> Horizontal .....	33
Tabel 4. 3 Frekuensi Getaran <i>Angular Misalignment</i> Vertikal .....	35
Tabel 4. 4 Frekuensi Getaran <i>Angular Misalignment</i> Horizontal .....	36
Tabel 4. 5 Frekuensi Putar Masing – Masing Elemen Bantalan (Hz).....	39



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Generator 3 KW .....	4
Gambar 2. 2 Motor Listrik .....	5
Gambar 2. 3 Kopling.....	6
Gambar 2. 4 <i>Bearing</i> .....	7
Gambar 2. 5 Vibrometer .....	8
Gambar 2. 6 <i>Tachometer</i> .....	8
Gambar 2. 7 <i>Dial Indicator</i> .....	9
Gambar 2. 8 <i>Pararel Misalignment</i> .....	12
Gambar 2. 9 Spektrum <i>Misalignment Paralel</i> .....	12
Gambar 2. 10 <i>Angular Misalignment</i> .....	13
Gambar 2. 11 Spektrum <i>Misalignment Angular</i> .....	13
Gambar 2. 12 <i>Combination Angular/Offset Misalignment</i> .....	14
Gambar 2. 13 Elemen Bantalan Gelinding .....	15
Gambar 2. 14 Karakteristik Getaran .....	17
Gambar 2. 15 Hubungan Antara Simpangan, Kecepatan, dan Percepatan Getaran .....	18
Gambar 2. 16 Grafik Klasifikasi Toleransi Getaran .....	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir (Flow Chart).....	21
Gambar 3. 2 Rangka konstruksi .....	22
Gambar 3. 3 Dudukan Generator .....	23
Gambar 3. 4 Dudukan Motor AC.....	23
Gambar 3. 5 Dudukan Bearing Poros .....	24
Gambar 3. 6 Sprocket Penghubung Motor Listrik Dengan Poros Utama.....	24
Gambar 3. 7 Proses Pendempulan.....	25
Gambar 3. 8 Proses Pengecatan .....	25
Gambar 3. 9 Proses Perakitan dan Ujicoba.....	26
Gambar 3. 10 Paralel Misalignment Posisi Vertikal .....	27
Gambar 3. 11 Paralel Misalignment Posisi Horizontal .....	27

Gambar 3. 12 Angular Misalignment Posisi Vertikal.....	28
Gambar 3. 13 Angular Misalignment Posisi Horizontal.....	28
Gambar 3. 14 Proses Perusakan Bantalan Pada Bagian Outer Ring Dan Inner Ring .....	29
Gambar 4. 1 Spektrum getaran generator kondisi <i>alignment</i> .....	30
Gambar 4. 2 Spektrum Getaran Generator kondisi <i>Paralel misalignment</i> vertikal. .....	31
Gambar 4. 3 Spektrum Getaran Generator Kondisi <i>Paralel misalignment</i> Horizontal.....	32
Gambar 4. 4 Spektrum Getaran Generator Kondisi <i>Angular Misalignment</i> vertikal .....	34
Gambar 4. 5 Spektrum Getaran Generator Kondisi <i>Angular Misalignment</i> Horizontal.....	36
Gambar 4. 6 Spektrum Getaran Bantalan Baru.....	39
Gambar 4. 7 Spektrum Getaran Kerusakan <i>Bearing Inner</i> .....	40
Gambar 4. 8 Perbandingan Frekuensi <i>Bearing</i> Normal dengan <i>Bearing</i> Rusak <i>Inner</i> .....	40
Gambar 4. 9 Spektrum Getaran Kerusakan <i>Bearing Outer</i> .....	41
Gambar 4. 10 Perbandingan Frekuensi <i>Bearing</i> Normal dengan <i>Bearing</i> Rusak <i>Outer</i> .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis 1

Lampiran 2 Daftar Riwayat Hidup Penulis 2

Lampiran 3 Rangka Generator

Lampiran 4 Kerusakan *Bearing*

Lampiran 5 ISO Standar Vibrasi



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proses pemanfaatan energi saat ini sangat bervariasi dan semakin berkembang pesat serta kompleks, adapun pemanfaatan energi tersebut dapat berupa tenaga poros yang dihasilkan oleh putaran poros penggerak mula. Antara penggerak mula dengan beban yang dapat berupa generator, pompa, kompresor dan lain sebagainya yang dihubungkan menggunakan mekanisme transmisi kopling. Proses penyambungan kopling memerlukan proses penyetaraan yang akurat sehingga dapat membuat poros yang satu dengan poros lainnya berada dalam kondisi sejajar. Mesin berputar adalah jenis mesin yang memerlukan waktu cukup lama untuk mengidentifikasi kerusakannya.

Masalah umum dalam penggunaan motor sering terkait dengan dampak getaran. *Alignment* merujuk pada proses menyetarakan dua sumbu poros pada motor agar lurus atau sejajar, dari poros penggerak ke poros yang digerakkan. Tujuan *alignment* adalah untuk memastikan bahwa kedua poros pemutar dan yang diputar memiliki nilai sentris yang sama, sehingga mengurangi gesekan dan getaran berlebih yang dapat mempengaruhi kinerja dan umur pakai motor. Dalam konteks sistem mekanis, keberadaan getaran seringkali tidak diinginkan dan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan. Misalnya, getaran yang terjadi pada mesin kendaraan yang mengalami kelelahan dapat menyebabkan kegagalan sistem. Getaran dapat muncul di berbagai tempat, dan banyak kasus yang dipengaruhi oleh desain teknis. Sifat dasar dari getaran mekanis seringkali membatasi kinerja peralatan. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk menganalisis getaran dengan menggunakan pendekatan manajemen perawatan yang efektif.

*Misalignment* terjadi pada poros-poros yang dihubungkan dengan kopling. Kerusakan ini menimbulkan getaran berlebihan yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin dan selanjutnya memperpendek umur mesin.

Sinyal getaran yang dihasilkan oleh *misalignment* mempunyai karakteristik tersendiri yang terlihat pada spektrum getaran yang dihasilkan. Spektrum getaran dapat menunjukkan jenis *misalignment* yang terjadi yaitu *parallel misalignment* atau *angular misalignment* dengan karakteristiknya masing-masing. Tentu saja, spektrum getaran yang dihasilkan kemungkinan besar bukan sekedar *misalignment* saja, karena bisa juga dipengaruhi oleh kerusakan lain, misalnya *unbalance*, *cavitation*, *bearing failure*, *mechanical looseness*, dan lain sebagainya. Mengetahui sumber getaran dengan menggunakan analisis spektrum getaran cukup sulit jika tidak mengetahui karakteristik getarannya.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan penelitian dimana melalui penelitian ini akan terlihat ciri-ciri getaran yang terjadi. Kelainan getaran yang akan diteliti adalah penyimpangan pada kesejajaran poros kopling (*misalignment*) dan kerusakan Bearing (*bearing failure*). Dari data getaran yang didapatkan dianalisis spektrum getaran untuk mencari karakteristik dari getaran tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada Proyek Akhir ini yaitu:

1. Bagaimana merancang dan merakit konstruksi generator 3KW.
2. Bagaimana menguji getaran generator pada kasus *misalignment*.
3. Bagaimana menguji getaran generator pada kasus kerusakan *bearing*.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah untuk Proyek Akhir ini adalah:

1. Jenis *misalignment* yang dikaji adalah *paralel misalignmet* dan *angular misalignment*.
2. Jenis *bearing failure* yang dikaji adalah kerusakan pada bantalan luar (*outer bearing*), bantalan dalam (*inner bearing*), dan bantalan bola (*ball bearing*).
3. Parameter getaran yang dikaji adalah amplitudo getaran, frekuensi getaran, dan total RMS (*Root Mean Square*).



## 1.4 Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini adalah:

1. Merancang dan merakit konstruksi generator 3KW.
2. Menguji getaran generator pada kasus *misalignment*.
3. Menguji getaran generator pada kasus kerusakan *bearing*.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

Pada bab ini akan menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dan mendukung dalam menyelesaikan proyek akhir, antara lain sebagai berikut:

#### **2.1 Generator**

Generator adalah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Terdiri dari stator (bagian tetap dengan kumparan kawat) dan rotor (bagian berputar dengan medan magnet atau kumparan kawat yang diberi arus listrik). Tenaga mekanik dapat berasal dari dapat berasal dari berbagai sumber seperti panas, air, dan uap. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa arus listrik AC (bolak-balik) atau DC (searah), tergantung pada konstruksi generator yang digunakan oleh pembangkit listrik. Prinsip kerja generator didasarkan pada hukum Faraday dan hukum Lenz, yang menyatakan bahwa perubahan fluks magnetik menghasilkan EMF dan arus listrik yang diinduksi. Generator ditemukan dalam berbagai skala dan menjadi komponen kunci dalam pembangkit listrik modern. Generator ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2. 1 Generator 3 KW

Jenis generator yang sering ditemui terbagi menjadi dua, yaitu generator AC dan DC, penjelasannya:

##### **1. Generator AC**

Generator AC (Arus Bolak-balik) adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan arus listrik AC. Umumnya generator AC memiliki dua kabel dengan

polaritas positif dan negatif. Rangkaian ini memungkinkan kedua ujung kumparan tetap terpisah, karena hanya terhubung dengan *slip ring*. Generator AC bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, dimana medan magnet yang bergerak atau berputar relatif terhadap kumparan kawat menghasilkan arus listrik bolak-balik dalam kumparan tersebut.

## 2. Generator DC

Generator DC (Arus Searah) adalah mesin yang digunakan untuk menghasilkan arus listrik searah. Berbeda dengan generator AC, generator ini tidak memiliki slip ring, tetapi menggunakan dua sikat yang terletak di sisi kiri dan kanan kumparan. Kedua ujung kumparan yang berpolaritas akan bersentuhan secara bergantian dengan sikat, sehingga memungkinkan generator menghasilkan arus listrik searah.

### 2.2 Motor Listrik

Motor listrik merupakan perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sebaliknya, perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo. Ada banyak tipe motor listrik di pasaran, namun pada dasarnya, motor listrik hanya memiliki dua komponen utama: stator dan rotor. Stator adalah bagian yang diam, sedangkan rotor adalah bagian yang bergerak atau berputar. Berdasarkan sumber tegangannya, motor listrik dibagi menjadi dua jenis, yaitu motor listrik AC (Arus Bolak-Balik) dan motor listrik DC (Arus Searah). Motor listrik dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2. 2 Motor Listrik

### 2.3 Kopling

Kopling berperan sebagai penghubung antara putaran mesin atau pembangkit dengan poros yang terhubung ke komponen mekanis unit pompa. Kopling biasanya terletak di antara motor dan pompa. Untuk memastikan bahwa kopling pompa beroperasi normal, perlu dilakukan pemeriksaan pada bagian pendukungnya terlebih dahulu, untuk memastikan bahwa kinerja pompa dan perangkatnya sesuai dengan standar operasional. Penyesuaian tata letak dan garis lurus pompa terhadap posisi kopling sangat penting karena dapat mempengaruhi kesejajaran dan performa pompa secara keseluruhan. Kopling dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2. 3 Kopling

### 2.4 Bantalan (*bearing*)

Bantalan/*bearing* adalah suatu elemen mesin yang menumpu poros beban, sehingga putaran dan gerakan bolak – baliknya dapat berputar secara halus, aman, dan berumur Panjang. Bantalan juga berfungsi untuk mengurangi gesekan yang terjadi pada komponen yang berputar atau bergerak sehingga memperpanjang usia mesin dan meningkatkan efisiensi. Bantalan biasanya terbuat dari logam atau plastik dan tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran, sesuai dengan jenis mesin dan beban yang harus ditanggung. Jenis bantalan yang paling umum adalah bantalan gelinding dan bantalan luncur. Bantalan gelinding memiliki elemen bergulir seperti bola, silinder, atau *tapered roller* yang bergerak di antara bagian luar dan dalam bantalan. Bantalan gelinding memiliki gesekan yang lebih rendah dibandingkan dengan bantalan luncur dan dapat digunakan pada kecepatan yang lebih tinggi. Bantalan luncur memiliki permukaan geser yang terbuat dari logam

atau plastik. Meskipun lebih murah dan lebih mudah dibuat daripada bantalan gelinding, bantalan luncur memiliki tingkat gesekan yang lebih tinggi dan hanya cocok untuk kecepatan yang lebih rendah. Gambar bearing dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2. 4 *Bearing*

## 2.5 Alat Uji

Dalam bagian ini, akan dijelaskan alat uji yang digunakan untuk menguji karakteristik getaran yang terjadi pada kasus *pararel misalignment*, *angular misalignment* dan *bearing failure* pada generator.

### 2.5.1 *Vibration meter* (Vibrometer)

Vibrometer merupakan alat untuk mengukur atau mengamati getaran yang terjadi pada unit ketika beroperasi. Setiap mesin atau poros yang bergerak dan berputar senantiasa menghasilkan getaran. Getaran ini bisa berupa goyangan halus, guncangan, atau denyutan. Vibrometer berguna dalam memantau getaran mesin, mengukur tingkat kecepatan dan perputaran (RPM), serta perpindahan (nilai puncak ke puncak) dengan akurasi tinggi tanpa resiko salah ukur karena perkiraan. Vibrometer mempermudah proses pengolahan data. *Vibration meter* umumnya digunakan untuk memantau kondisi mesin dan mencegah kerusakan mesin. Dengan mengukur getaran pada mesin, teknisi bisa mengetahui apakah mesin dalam kondisi yang baik atau ada tanda-tanda kerusakan. Ada beberapa jenis *vibration meter*, tergantung pada jenis getaran yang diukur dan tingkat akurasi yang dibutuhkan. Pada umumnya, *vibration meter* memiliki sensor yang dapat mendeteksi getaran dan merubahnya menjadi sinyal listrik. Sinyal lalu dibaca oleh alat dan dan ditampilkan pada layar vibrometer dalam sebuah angka atau grafik. Jenis

vibrometer yang akan digunakan adalah Vibroport 80. Vibrometer dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2. 5 Vibrometer

### 2.5.2 *Tachometer*

*Tachometer* atau yang sering disebut juga dengan RPM meter, adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kecepatan putaran poros atau piringan mesin dalam satuan RPM (*revolution per minute*). *Tachometer* biasanya digunakan pada mesin industri untuk memantau kinerja mesin dan memastikan bahwa mesin bekerja pada kecepatan yang optimal. Cara kerja *tachometer* yang paling umum adalah dengan menggunakan sensor magnetik. Sensor magnetik ini kemudian mendeteksi pulsa magnetik yang dihasilkan dari putaran poros atau piringan mesin. kemudian pulsa magnetik tersebut diubah menjadi sinyal listrik dan ditampilkan pada layar tachometer pada satuan RPM. *Tachometer* memiliki beberapa jenis diantaranya; *tachometer* kontak, *tachometer* non-kontak, *tachometer* digital, dan *tachometer* analog. *Tachometer* adalah alat yang sangat penting dalam hal memantau dan mengontrol kinerja mesin, memastikan bahwa mesin bekerja dengan baik aman dan efisien. Tachometer dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2. 6 *Tachometer*

### 2.5.3 Dial Indikator

Dial indikator merupakan alat ukur presisi yang digunakan untuk mengukur perpindahan linier atau pergeseran posisi secara akurat. Alat ini terdiri dari jarum petunjuk yang bergerak di atas skala dalam bentuk dial atau lingkaran terbagi, sehingga memungkinkan pembacaan pergerakan sekecil apapun. Pergerakan jarum disebabkan oleh perpindahan batang pengukur yang menyentuh permukaan objek yang diukur.

Ketika batang pengukur bergerak, mekanisme di dalam dial indikator akan mengonversi perpindahan linier menjadi gerakan rotasi jarum di atas lingkaran terbagi pada dial. Pembagian skala pada dial indikator sangat teliti, biasanya dalam satuan inchi atau milimeter, sehingga memungkinkan pengukuran dengan ketelitian hingga seperseratus atau seperseribuan dari satuan utama. Dengan demikian, dial indikator dapat mendeteksi perubahan posisi yang sangat kecil pada suatu objek atau komponen mesin, membuatnya menjadi alat yang sangat berharga dalam pengukuran presisi dan pemeliharaan mesin. Dial indikator dapat dilihat pada Gambar 2.7 sebagai berikut.



Gambar 2. 7 *Dial Indicator*

### 2.6 Getaran

Getaran adalah gerak bolak-balik yang terjadi dalam suatu interval waktu tertentu. Gerakan ini berkaitan dengan osilasi (getaran) dan gaya yang bekerja pada

mesin. Hampir semua mesin dan struktur rekayasa memiliki massa dan elastisitas, sehingga mereka dapat bergetar. Getaran ini perlu dipertimbangkan dalam desain mesin karena dapat memengaruhi kinerja dan ketahanan mesin.

Penyebab getaran pada mesin dapat berasal dari dalam, seperti gaya yang dihasilkan oleh mesin itu sendiri, dan dari luar, seperti gaya yang berasal dari lingkungan. Getaran yang berlebihan pada mesin dapat disebabkan oleh perubahan gaya, baik besarnya maupun arahnya. Getaran ini dapat memberikan informasi tentang kondisi mesin dan masalah mekanis yang terjadi, terutama pada mesin-mesin berputar. Oleh karena itu, pengukuran karakteristik getaran dapat membantu dalam mendiagnosis kondisi mesin dan menentukan langkah perbaikan yang tepat.

## **2.7 Getaran pada generator**

Getaran pada generator dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti ketidakseimbangan rotor, *misalignment*, *bearing failure*, dan variasi beban. Getaran yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada komponen dan bahkan kegagalan generator. Untuk memastikan pengoperasian yang aman dan andal, penting untuk memantau dan menganalisis getaran pada generator.

## **2.8 Mekanisme Getaran pada Generator**

Getaran pada generator dapat disebabkan oleh beberapa mekanisme, yaitu:

- a. Ketidakseimbangan rotor: Saat rotor generator tidak seimbang, akan terjadi gaya sentrifugal yang berbeda-beda saat berputar. Hal ini menyebabkan generator bergetar dengan frekuensi yang sama dengan kecepatan putaran rotor (RPM).
- b. Ketidaksejajaran poros: Jika sumbu poros dua mesin yang terhubung tidak sejajar, maka akan terjadi getaran pada generator dengan frekuensi yang merupakan kelipatan dari RPM.
- c. Kerusakan bantalan: Kerusakan pada bantalan generator dapat menyebabkan getaran dengan frekuensi yang khas dari bantalan yang rusak.
- d. Variasi beban: Perbedaan beban pada generator dapat menimbulkan getaran dengan frekuensi tertentu.



## 2.9 Metode Pengukuran Vibrasi

Tujuan dari pengukuran getaran adalah untuk mendapatkan data yang terkait dengan getaran suatu objek. Data ini kemudian digunakan sebagai acuan dalam menilai kondisi objek, seperti mesin. Pada mesin industri yang beroperasi secara terus-menerus, pengukuran getaran sebaiknya dilakukan secara rutin, serta sebelum dan sesudah perbaikan mesin. Bagaimana metode pengukuran getaran dilakukan? Pengukuran getaran dapat dilakukan dengan menggunakan *vibration analyser*. *Vibration analyser* adalah alat yang dapat mengukur amplitudo dan frekuensi getaran objek. Selain itu, alat ini juga menyediakan data spektrum getaran yang berguna untuk analisis kerusakan mesin. Pengukuran getaran pada mesin juga membutuhkan transduser. Transduser berfungsi untuk mengubah sinyal getaran menjadi sinyal listrik. Biasanya, transduser yang digunakan dalam alat pengukur getaran adalah jenis akselerometer karena memiliki rentang frekuensi yang luas (10-10000 Hz), sehingga dapat mengidentifikasi kerusakan pada mesin.

## 2.10 Satuan Pengukuran Vibrasi

### a. Nilai *peak to peak*

*Peak to peak* adalah ukuran getaran yang mengukur amplitudo gelombang sinusoida, dari puncak tertinggi hingga puncak terendah. Satuan ini biasanya digunakan untuk mengukur perpindahan suatu gerakan dengan satuan mil atau mikron. Dalam konteks ini, ada juga nilai puncak (*peak*) yang setengah dari nilai *peak to peak*.

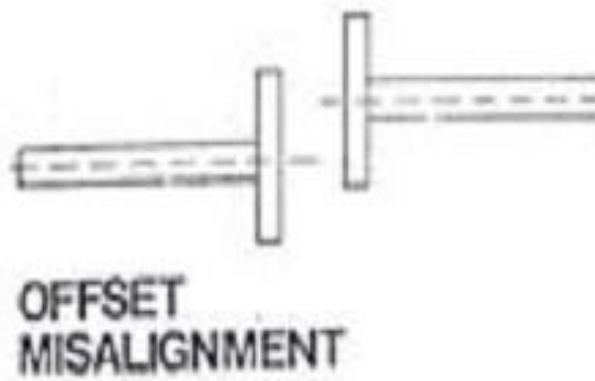
### b. Nilai *root mean square* (RMS)

*Root mean square* (RMS) adalah ukuran getaran yang sering digunakan untuk menentukan tingkat keparahan getaran pada mesin. Nilai RMS mengukur energi efektif yang dihasilkan oleh mesin untuk menciptakan getaran. Pada gerak sinusoida, nilai RMS adalah 0,707 kali nilai puncak. Sementara itu, nilai rata-rata gelombang sinusoida adalah 0,636 kali nilai puncak.

## 2.11 *Paralel Misalignment*

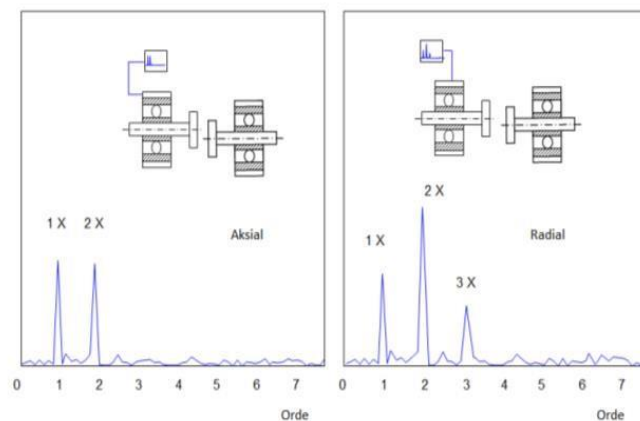
*Paralel misalignment* terjadi ketika sumbu dari dua poros tidak sejajar atau sejajar secara tidak sempurna. Ini dapat menyebabkan gesekan berlebihan, tekanan

yang tidak merata, dan keausan pada bagian dalam *bearing*. Akibatnya, *bearing* akan mengalami keausan lebih cepat dari yang diharapkan, menurunkan umur pakai *bearing*, dan meningkatkan risiko kegagalan sistem. *Misalignment paralel* dapat terjadi karena instalasi yang tidak tepat, komponen mesin yang aus, atau distorsi struktural pada mesin. Ketidakseimbangan *paralel misalignment* dapat dilihat pada Gambar 2.8 sebagai berikut.



Gambar 2. 8 *Pararel Misalignment*

Sedangkan bentuk sinyal getaran pada kasus *paralel misalignment* dalam domain frekuensi ditunjukkan pada Gambar 2.9

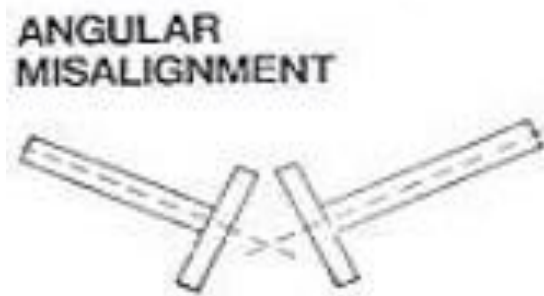


Gambar 2. 9 Spektrum *Misalignment Paralel*

### 2.12 *Angular Misalignment*

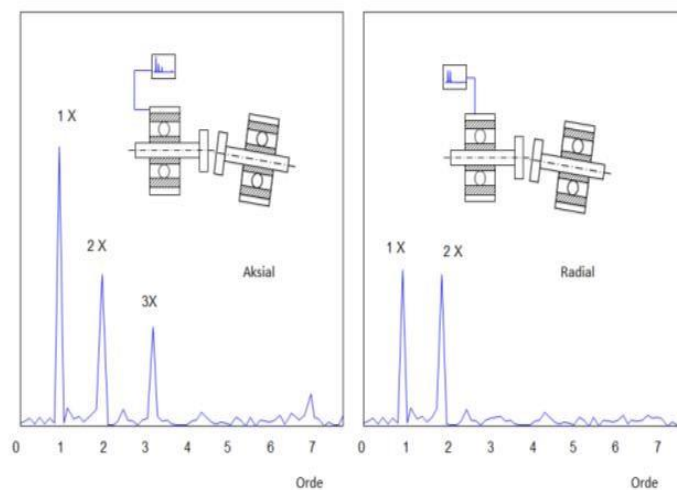
*Angular misalignment* terjadi ketika sumbu dari dua poros membentuk sudut yang tidak ideal. Karena *bearing* bekerja dalam posisi yang tidak alami, yang menyebabkan keausan pada bagian dalam *bearing* dan ketegangan yang tidak

merata pada komponen mesin. *Misalignment* sudut dapat menyebabkan getaran berlebihan, suara yang tidak normal, dan penurunan efisiensi sistem. Penyebab paling umum termasuk penempatan yang tidak tepat, pergerakan struktural, atau komponen mesin yang aus. Ketidakseimbangan *angular misalignment* dapat dilihat pada Gambar 2.10 sebagai berikut.



Gambar 2. 10 *Angular Misalignment*

Sedangkan bentuk sinyal getaran kasus *angular misalignment* dalam domain frekuensi ditunjukkan pada Gambar 2.11



Gambar 2. 11 Spektrum *Misalignment Angular*

### 2.13 Kombinasi *parallel misalignment* dan *angular misalignment*

Kondisi dimana ketidaksejajaran *parallel* dan *angular* terjadi dalam satu poros. Ketidaksejajaran ini menyebabkan masalah yang lebih serius dari pada salah satu jenis ketidaksejajaran saja. Hal ini disebabkan karena kombinasi kedua jenis

ketidaksejajaran ini dapat memperbesar efek getaran dan kebisingan, dan menyebabkan keausan yang lebih cepat pada bantalan dan komponen mesin lainnya. Gambar kombinasi *parallel misalignment* dan *angular misalignment* dapat dilihat pada Gambar 2.12 sebagai berikut.



Gambar 2. 12 *Combination Angular/Offset Misalignment*

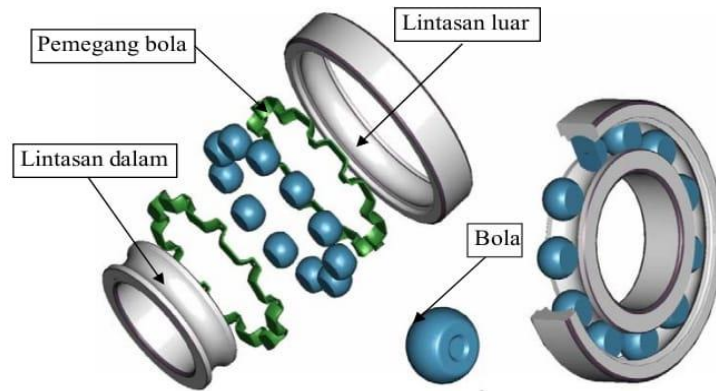
## 2.14 Bantalan

Elemen mesin bantalan, atau *bearing* dalam Bahasa Inggris, berperan penting dalam mengendalikan pergerakan antar komponen agar selalu pada jalur yang tepat. Bantalan memiliki peran penting dalam menjaga kelancaran dan performa mesin, dengan cara menahan beban, mengurangi gesekan, menjaga kestabilan, dan mempermudah rotasi. Bantalan terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu bantalan luncur yang bekerja dengan cara permukaan geser dan bantalan gelinding yang bekerja dengan cara elemen gelinding. Pemilihan jenis bantalan yang cepat tergantung pada beberapa faktor, seperti beban yang bekerja, kecepatan putaran poros, kondisi lingkungan, dan biaya.

### 2.14.1 Bantalan Gelinding dan Elemennya

Bantalan merupakan pendukung gerakan relatif antara komponen mesin dan bisa mengkondisikan berbagai posisi pada masing – masing komponen tersebut. Salah satu jenis bantalan yang memungkinkan gerak relatif secara radial pada sumbu geraknya yaitu *rolling bearing* atau bantalan gelinding. Elemennya terdiri

dari lintasan luar (*outer race*), lintasan dalam (*inner race*), dan bola (*ball*) seperti yang terlihat pada Gambar 2.13



Gambar 2. 13 Elemen Bantalan Gelinding

#### 2.14.2 Jenis Kerusakan Bantalan

Kerusakan pada bantalan dapat dikelompokkan dalam dua kategori yaitu kerusakan lokal dan kerusakan terdistribusi.

Jenis kerusakan yang termasuk dalam kerusakan lokal yaitu adanya goresan, keausan ataupun pecah pada lintasan luar, lintasan dalam, dan bola. Sinyal yang dihasilkan karena kerusakan lokal ini berupa implus, yaitu saat elemen rotasi bersentuhan dengan kerusakan lokal tersebut.

##### a. Kerusakan Lokal Pada Lintasan Luar (*outer race*)

*Ball Pass Frequency Outer* (BPFO) adalah frekuensi getaran yang muncul karena cacat pada jalur luar bantalan. Frekuensi ini dapat dihitung dengan rumus:

$$BPFO = \frac{Nb}{2} \times fr \times \left( 1 - \frac{Bd}{Pd} \cos \theta \right)$$

Keterangan:

Nb = Jumlah bola atau rol,

Fr = Frekuensi putaran kerja generator (Hz),

Bd = Diameter bola atau *roll* (mm),

Pd = Diameter *pitch* bantalan (mm),

$\theta$  = Sudut kontak dalam drajat ( $0^\circ$  untuk seri 6xxx)

b. Kerusakan Lokal Lintasan Dalam (*Inner Race*)

Frekuensi yang timbul akibat kerusakan pada jalur dalam bantalan dikenal sebagai *Ball Pasa Frequency Inner* (BPFI). Frekuensi ini dapat dihitung dengan rumus:

$$BPFI = \frac{Nb}{2} \times fr \times \left(1 + \frac{Bd}{Pd} \cos \theta\right)$$

c. Kerusakan Lokal Pada Bola (*Rolling Element*)

Cacat pada bola memicu getaran dengan frekuensi tertentu, yang dikenal sebagai *Ball Spin Frequency* (BSF). Frekuensi ini dapat dihitung dengan Rumus :

$$BSF = \frac{Nb}{2Bd} \times fr \times \left[1 - \left(\frac{Bd}{Pd} \cos \theta\right)^2\right]$$

d. Kerusakan Lokal Pada Pemisah (*Cage*)

Frekuensi akibat cacat pada pemisah (*cage*) dikenal dengan *Fundamental Train Frequency* (FTF). Frekuensi ini dapat dihitung dengan rumus :

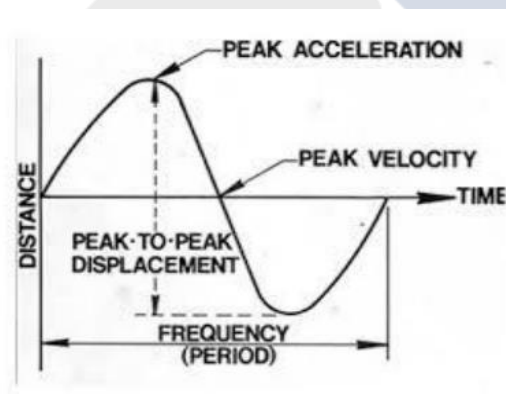
$$FTF = \frac{fr}{2} \times \left(1 - \frac{Bd}{Pd} \cos \theta\right)$$

### 2.15 Bearing Failure

Kegagalan *bearing* dapat terjadi karena berbagai faktor, termasuk *misalignment*, beban berlebih, keausan, kontaminasi, dan kondisi lingkungan. *Misalignment paralel* dan sudut dapat mempercepat kegagalannya karena meningkatkan tekanan dan gesekan yang bekerja pada bagian dalamnya. Kegagalan *bearing* dapat mengganggu produksi, mengurangi waktu kerja mesin, dan menyebabkan biaya perbaikan yang tinggi. Jenis-jenis kegagalan *bearing* meliputi keausan normal, keausan tidak merata, keausan karena beban berlebih, kerusakan akibat kontaminasi, dan kerusakan akibat keausan material.

## 2.16 Karakteristik Getaran

Salah satu cara untuk mengetahui kondisi mesin dan kerusakan mekanis adalah dengan mempelajari karakteristik getaran. Membuat grafik pergerakan beban terhadap waktu dapat digunakan untuk mempelajari sifat getaran ini. Gerakan beban dari posisi netralnya ke batas atas, kemudian kembali ke netral atau kesetimbangan, dan bergerak lagi ke batas posisi bawah, kemudian kembali ke posisi kesetimbangan. Ini adalah contoh gerakan siklus getaran. Jumlah siklus yang dibuat dalam jangka waktu tertentu disebut frekuensi, dan waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan siklus ini disebut periode. Gambar karakteristik getaran dapat dilihat pada Gambar 2.14 sebagai berikut.



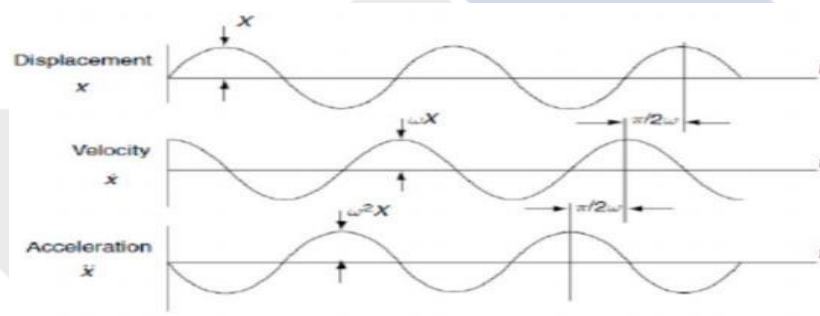
Gambar 2. 14 Karakteristik Geataran

### 2.16.1 Frekuensi getaran

Frekuensi adalah jumlah siklus pada setiap satuan waktu, yang dapat diukur dengan siklus perdetik *cycles per second* (cps) atau siklus per menit *cycles per minute* (cpm). Dalam analisis suatu getaran mesin hal yang paling penting adalah mengetahui frekuensi getaran untuk menunjukkan masalah yang terjadi pada mesin tersebut. Putaran kritis, atau kecepatan kritis, adalah putaran di mana amplitudo getaran meningkat pada putaran tertentu, yang biasanya terjadi pada mesin rotasi biasa. Fenomena ini dikenal sebagai putaran kritis, dan berulang setiap putaran berikutnya. Putaran kritis adalah putaran yang terhenti dengan frekuensi ( $f_n$ ) suatu benda atau sistem yang bergetar.

### 2.16.2 Amplitudo

Amplitudo adalah ukuran atau besarnya sinyal getaran yang dihasilkan. Amplitudo, atau jarak terjauh yang ditempuh oleh titik pada gelombang dari titik keseimbangannya, adalah pengukuran skalar dari besar osilasi gelombang. Huruf A biasanya digunakan untuk menunjukkan amplitudo, dan satuan yang digunakan untuk menunjukkannya adalah meter (m). amplitudo dipresentasikan sebagai simpangan (*Displacement*), Kecepatan getaran (*Velocity*), dan Percepatan getaran (*Acceleration*) pada pengukuran getaran mesin. Hubungan antara simpangan, kecepatan, dan percepatan getaran digambarkan pada Gambar 2.15 sebagai berikut.



Gambar 2. 15 Hubungan Antara Simpangan, Kecepatan, dan Percepatan Getaran

a. Simpangan (*Displacement*)

Gerakan suatu titik tertentu yang tidak bergerak tetap yang menunjukkan tingkat getar yang disebut simpangan. Perpindahan dari puncak ke puncak (*peak to peak displacement*) merupakan perpindahan dari suatu puncak (A) ke puncak lainnya (C). Secara umum, simpangan dinyatakan dalam satuan mikron ( $\mu\text{m}$ ) atau mils.

$$1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mils} = 0.001 \text{ Inch}$$

b. Kecepatan getaran (*velocity*)

Getaran sebagai sebuah Gerakan, maka getaran pasti mempunyai kecepatan. Kecepatan tertinggi dicapai pada titik B (posisi netral) sedangkan kecepatan terendah (=0) terjadi di titik A dan C. satuan yang umum digunakan untuk menyatakan kecepatan getaran adalah milimeter per detik (mm/det) dengan nilai puncak. Karena sifatnya yang sunisoidal, satuan inchi/sec dengan nilai *root*



*mean squer* (rms) juga sering digunakan. Perlu diingat bahwa nilai *peak* (=1,414 x nilai rms). Penggunaan satuan inchi/sec (*peak*) atau inchi/sec (rms) dengan nilai 1 inch = 25,4 mm juga sering ditemukan.

c. Percepatan Getaran (*Accleration*)

Selain kecepatan, parameter penting lainnya untuk memahami getaran adalah percepatan. Percepatan merupakan laju perubahan dari kecepatan. Di titik A dan C, kecepatan getaran adalah nol. Namun pada bagian-bagian tersebut akan mengalami nilai yang maksimum. Di titik B (Netral), percepatan getarannya nol. Secara umum satuan untuk menyatakan getaran adalah “g’s’*peak*”, dimana satu “g” merupakan percepatan yang disebabkan oleh gaya gravitasi pada permukaan bumi.

### 2.17 Standar Vibrasi

ISO 2372 menetapkan parameter yang digunakan untuk menganalisis sumber getaran pada mesin rotasi dengan poros horizontal. Analisa yang digunakan untuk menentukan kondisi mesin yang dialami dari pengukuran getaran dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

**ISO 2372 Vibration Diagnostic Table  
(Horizontal Shaft)**

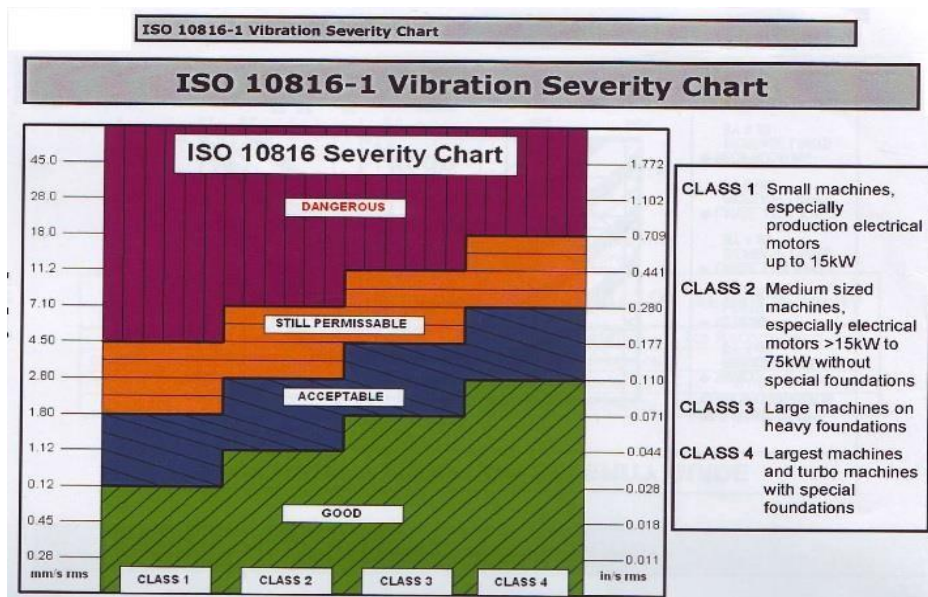
	Excessive Horizontal Vibration Indicates:	Excessive Vertical Vibration Indicates:	Excessive Axial Vibration Indicates:	Excessive Structural Vibration Indicates:	Notes
<b>Imbalance</b>	YES	NO	NO	NO	Horizontal > Axial
<b>Misalignment</b>	NO	YES	YES	NO	Axial > Horizontal
<b>Looseness</b>	YES	YES	NO	YES	Vertical ≥ Horizontal
<b>Electrical Faults Measured as Vibration</b>					To detect an electrical problem:  Turn off machine power and monitor vibration. If the vibration immediately drops, the problem is electrical.

**Note:** On an overhung machine, imbalance and misalignment may display similar characteristics. Use phase measurements to differentiate between the two.

**Note:** YES = ISO 2372  
Unsatisfactory – Unacceptable Levels.  
NO = ISO 2372  
Good – Satisfactory Levels.

Tabel 2. 1 Diagnosa Getaran ISO 2372

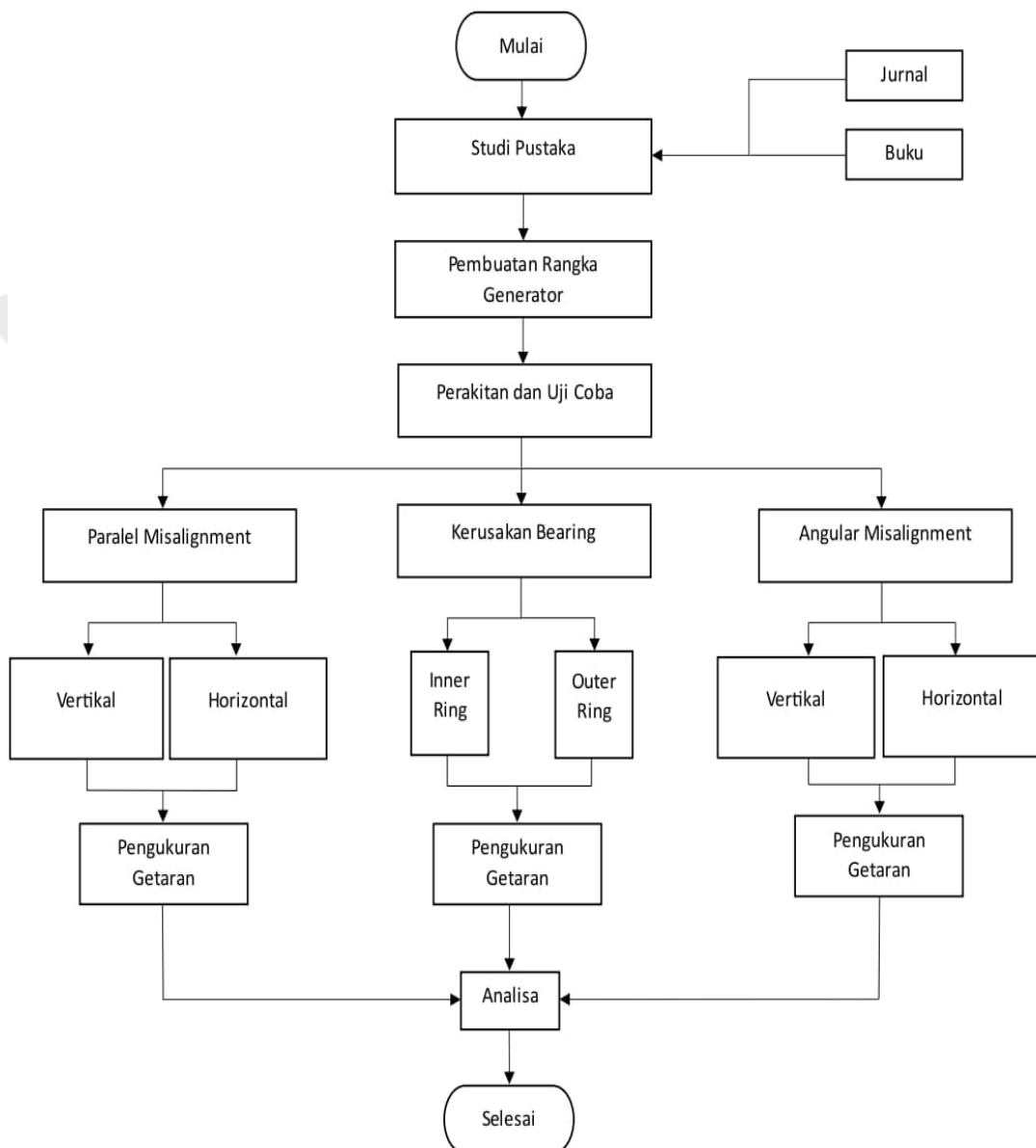
Selanjutnya, untuk menjadi tolak ukur kelayakan sebuah mesin, diklasifikasikan untuk acuan nilai getaran yang aman pada berbagai kelas mesin dalam ISO 10816 yang dapat dilihat pada Gambar 2.16 sebagai berikut.



Gambar 2. 16 Grafik Klasifikasi Toleransi Getaran

**BAB III**  
**METODE PELAKSANAAN**

**3.1 Diagram Alir (Flow Chart)**



Gambar 3. 1 Diagram Alir (Flow Chart)

## **3.2 Tahapan Penelitian**

### **3.2.1 Studi Pustaka**

Studi Pustaka ini berfokus pada bahan dari berbagai buku dan jurnal terkemuka untuk membangun landasan teori yang kuat. Proses pengumpulan data melibatkan pemilihan sumber yang akurat dan terpercaya guna memastikan kualitas informasi yang dianalisis. Hasil dari kajian menunjukkan bahwa teori dan temuan dari buku dan jurnal memberikan wawasan yang mendalam dan beragam tentang topik yang diteliti, saling melengkapi dan memperkaya pemahaman. Penelusuran juga dilakukan melalui media sosial dan internet untuk memperbanyak dan memperkaya referensi terkait topik proyek akhir. Dari penelitian ini memberikan gambaran yang jelas dan kuat tentang topik yang diteliti, dan memberikan dasar yang kokoh untuk penelitian berikutnya.

### **3.2.2 Pembuatan Alat**

Pada tahap ini akan diuraikan langkah – langkah pembuatan alat sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Berikut beberapa tahapan proses pembuatan alat.

#### **3.2.2.1. Proses pembuatan rangka konstruksi**

Langkah pertama yaitu proses pembuatan rangka konstruksi. Bahan yang digunakan untuk rangka konstruksi menggunakan besi UNP, besi dipotong menggunakan gerinda tangan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Setelah pemotongan besi selesai dilakukan, las masing – masing dari potongan besi sesuai dengan gambar rancangan dari konstruksi. Rangka konstruksi dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3. 2 Rangka konstruksi

### 3.2.2.2. Pembuatanudukan generator

Langkah berikutnya yaitu proses pembuatan dudukan generator, potong besi UNP menggunakan gerinda potong sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan, kemudian las potongan besi yang sudah di potong pada titik rangka kontruksi yang sudah ditentukan. Pada bagian lubang baut dibuat memanjang kekiri dan kekanan agar generator dapat di setel bergerak kearah kiri dan kekanan. Dudukan generator dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3. 3 Dudukan Generator

### 3.2.2.3. Proses pembuatan dudukan motor AC

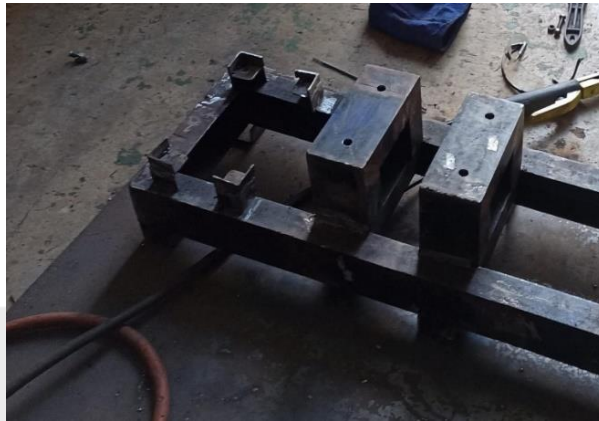
Langkah berikutnya yaitu proses pembuatan dudukan motor AC, potong besi UNP menggunakan gerinda potong sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan, kemudian las masing – masing potongan besi sesuai dengan gambar rancangan dudukan motor AC. Dudukan motor AC tidak di las langsung ke rangka konstruksi karena penyetulan dilakukan pada dudukan motor AC tersebut yang nantinya bisaa disetel bergerak kiri kanan dan atas bawah. Dudukan motor AC dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3. 4 Dudukan Motor AC

#### 3.2.2.4. Proses pembuatan dudukan *bearing* poros

Langkah berikutnya yaitu pembuatan dudukan *bearing* poros, potong besi UNP menggunakan gerinda potong sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan, kemudian las masing – masing potongan besi sesuai dengan gambar rancangan, kemudian las dudukan *bearing* poros pada titik rangka konstruksi yang telah ditentukan. Dudukan *bearing* poros ditunjukkan pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3. 5 Dudukan *Bearing* Poros

#### 3.2.2.5. Proses pembuatan *sprocket*

*Sprocket* merupakan roda bergigi yang berpasangan dengan rantai. Pada penelitian ini kami menggunakan *sprocket* rantai klep motor supra yang memiliki perbandingan rasio 2:1, kemudian dimodifikasi sesuai kebutuhan dan menyesuaikan dengan poros penghubung yang ada pada motor listrik dan poros utama pada mesin yang dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3. 6 *Sprocket* Penghubung Motor Listrik Dengan Poros Utama



### 3.2.2.6. Proses pendempulan

Pendempulan sendiri memiliki tujuan untuk mendasari pengecatan, menghaluskan dan meratakan bidang kerja serta menambal bidang kerja yang terdapat goresan atau penyok. Langkah pertama yaitu membersihkan bidang kerja yang akan didempul, kemudian lakukan pendempulan ke bidang kerja yang kurang rata dan bekas las lasan yang kurang rapi. Selanjutnya ditunggu 1-3 jam sampai dempul mengeras, lakukan pengamplasan untuk meratakan dan menghaluskan bidang yang sudah didempul. Proses pendempulan dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut ini.



Gambar 3. 7 Proses Pendempulan

### 3.2.2.7. Proses pengecatan

Setelah proses pendempulan selanjutnya dilakukan pengecatan. Pengecatan memiliki tujuan untuk melindungi rangka dari korosi dan memberikan efek warna yang indah pada rangka. Langkah pertama yaitu, persiapan permukaan, permukaan yang dicat harus bersih dari kotoran minyak debu dan bahan lain yang dapat mempengaruhi hasil pengecatan.



Gambar 3. 8 Proses Pengecatan

Langkah selanjutnya pemberian primer, cat primer diterapkan untuk memaksimalkan hasil cat, menghalangi noda dan membantu menutupi warna lama. Berikutnya pengecatan lapisan utama. setelah primer kering, cat utama diterapkan, pengecatan utama memerlukan beberapa lapisan. Setiap lapisan dibiarkan kering terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke lapisan berikutnya. Proses pengecatan dapat dilihat pada Gambar 3.8

### 3.3.3 Perakitan dan uji coba

Setelah dilakukan pembuatan rangka pada generator, dilakukan perakitan pada bagian komponen sesuai dengan rancangan dan sesuai dengan tahapan-tahapan proses yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan uji coba, pada tahap ini uji coba yang dilakukan yaitu uji fungsi sistem penyetelan pada generator dan motor listrik, uji coba kenormalan dan keselarasan putaran pada generator dan motor listrik, uji coba getaran pada konstruksi, dan uji coba perbandingan rasio dan kecepatan rpm yang dihasilkan. Proses perakitan dan ujicoba dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut ini.



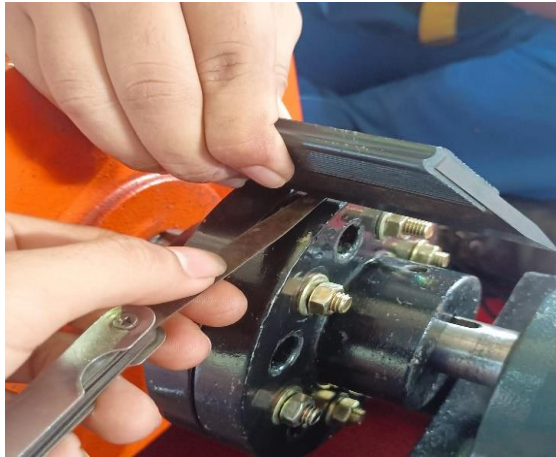
Gambar 3. 9 Proses Perakitan dan Ujicoba

### 3.3.4 Pengkondisian *Paralel misalignment*

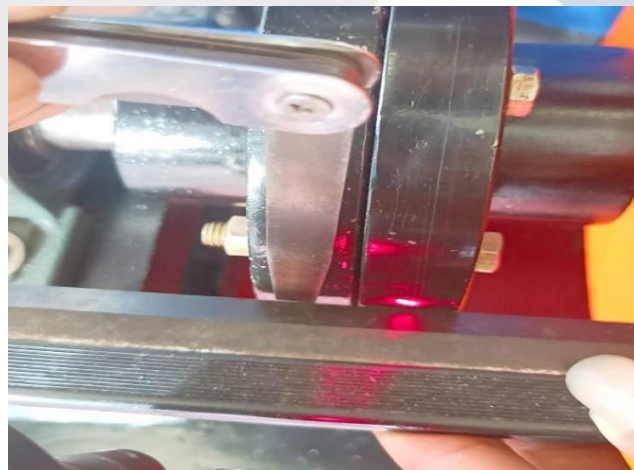
*Paralel misalignment* adalah kondisi Ketika dua poros sebuah mesin terhubung sejajar tetapi tidak berada pada bidang yang sama atau tidak sejajar secara *paralel*. Pada tahap ini, kopling dikondisikan *paralel misalignment* sebesar 1mm pada posisi vertikal dan horizontal. Tujuan dilakukan pengkondisian untuk dilakukan pengambilan data dan melihat frekuensi getaran yang dihasilkan dari pengkondisian



*parallel misalignment* 1mm pada generator. *Parallel misalignment* pada posisi vertikal dapat dilihat pada Gambar 3.10 dan posisi horizontal pada Gambar 3.11 berikut.



Gambar 3. 10 *Paralel Misalignment* Posisi Vertikal



Gambar 3. 11 *Paralel Misalignment* Posisi Horizontal

### 3.3.5 Pengkondisian *Angular misalignment*

*Angular misalignment* terjadi ketika poros dua mesin yang terhubung tidak sejajar secara sudut. Pada tahap ini kopling dikondisikan *angular misalignment* dengan cara menyisipkan plat dengan ketebalan 1mm pada salah satu sisi kopling pada posisi vertikal dan horizontal. Tujuan dilakukan pengkondisian ini adalah untuk dilakukan pengambilan data dan melihat frekuensi getaran yang dihasilkan dari pengkondisian *angular misalignment* tersebut. *Angular misalignment* pada

posisi vertikal ditunjukkan pada Gambar 3.12 dan *angular misalignment* pada posisi horizontal ditunjukkan pada Gambar 3.13 berikut.



Gambar 3. 12 *Angular Misalignment* Posisi Vertikal



Gambar 3. 13 *Angular Misalignment* Posisi Horizontal

### 3.3.6 Kerusakan Bantalan

*Bearing failure* merupakan adalah kondisi ketika bantalan tidak berfungsi dengan baik. Kondisi ini disebabkan oleh beberapa masalah pada bantalan seperti keausan bantalan akibat gesekan dan beban, kerusakan pada permukaan bantalan akibat beban berulang, kerusakan bantalan akibat karat atau bahan kimia, serta kondisi bantalan yang retak atau patah. Pada penelitian ini *bearing* dikondisikan dibuat kerusakan pada bagian *outer ring* (cincin luar) dan *inner ring* (cincin dalam). Pengerusakan bantalan dilakukan didalam air kemudian kawat tembaga bertegangan negatif hubungkan ke bantalan dan kawat tembaga bertegangan positif diarahkan ke bagian *outer* dan *inner* pada bantalan seperti yang terlihat pada

Gambar 3.14. Pengkondisian tersebut bertujuan untuk melihat data getaran dan frekuensi yang dihasilkan, kemudian dibandingkan dengan data getaran dan frekuensi yang menggunakan rumus perhitungan frekuensi kerusakan bantalan.



Gambar 3. 14 Proses Perusakan Bantalan Pada Bagian *Outer Ring* Dan *Inner Ring*

### 3.3.7 Analisa

Setelah dilakukan pengukuran getaran terhadap generator, Langkah selanjutnya adalah melakukan Analisa terhadap data yang diperoleh. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik getaran yang terjadi pada generator dengan kondisi *misalignment* dan *bearing failure*.

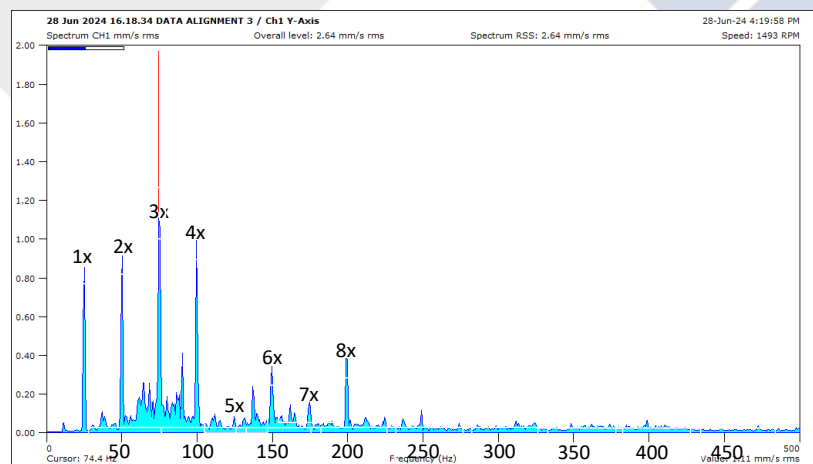
## BAB IV

### PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengambilan data dan analisa serta metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir dengan judul "Karakteristik getaran yang terjadi pada kasus *pararalel misalignment*, *angular misalignment*, dan *bearing failure* pada generator" sebagai berikut.

#### 4.1. Generator Dalam Kondisi *Alignment*

Pada fase pengukuran awal, kopling pada generator dikondisikan *alignment*. Pengukuran getaran pada kondisi *alignment* bertujuan untuk mengetahui seberapa frekuensi getaran yang muncul pada kondisi generator *alignment*. Hasil pengukuran spektrum getaran generator 3KW dalam kondisi *alignment* dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4. 1 Spektrum getaran generator kondisi *alignment*

Data ini diambil dengan pengukuran sinyal getaran menggunakan vibropot 80 dengan fitur FFT. Hasil besaran amplitudo dalam satuan mm/s rms dan dilakukan pada posisi arah radial. Dari data hasil pengukuran diatas terdapat beberapa *peak* yang menonjol terutama dibawah 100 Hz. Frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 74.4 Hz dengan nilai amplitudo 1.11 mm/s rms dan frekuensi rendah pada 125 Hz dengan nilai amplitudo 0.0818 mm/s rms, frekuensi rendah sebelum frekuensi dominan 50 HZ dengan nilai amplitudo 0.912 mm/s rms, 25 Hz dengan nilai

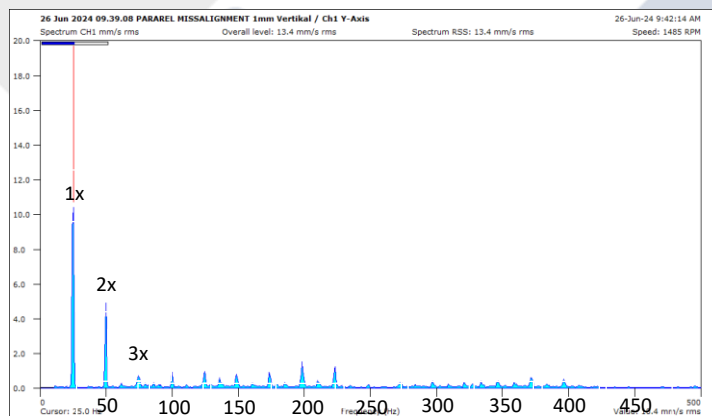
amplitudo 0.852 mm/s rms, dan frekuensi rendah setelah frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 90 Hz dengan nilai amplitudo 0.410 mm/s rms dan 99,4 Hz dengan nilai amplitudo 0.992 mm/s rms. Terdapat juga beberapa *peak* yang kurang menonjol pada frekuensi 100 – 200 Hz.

#### 4.2. Generator Pada Kondisi *Paralel Misalignment*

Pada kondisi *parallel misalignment*, pengambilan data getaran dilakukan menggunakan vibropot 80 dengan fitur FFT, hasil besaran amplitudo dalam satuan mm/s rms. Pengukuran getaran dilakukan pada posisi arah radial atau sensor dipasang tegak lurus terhadap sumbu poros. Sensor dipasang sedekat mungkin dengan sumber getaran. *Paralel misalignment* dikondisikan pada dua kondisi yaitu *parallel misalignment* secara vertikal dan *parallel misalignment* secara horizontal.

##### 4.2.1. *Paralel Misalignment* Pada Generator Secara Vertikal

Untuk percobaan pertama *parallel misalignment* dikondisikan ketidaksejajaran sebesar 1mm secara vertikal. Hasil pengukuran *parallel misalignment* 1 mm vertikal dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Spektrum Getaran Generator kondisi *Paralel misalignment* vertikal.

Tabel 4. 1 Frekuensi Getaran *Paralel misalignment* Vertikal

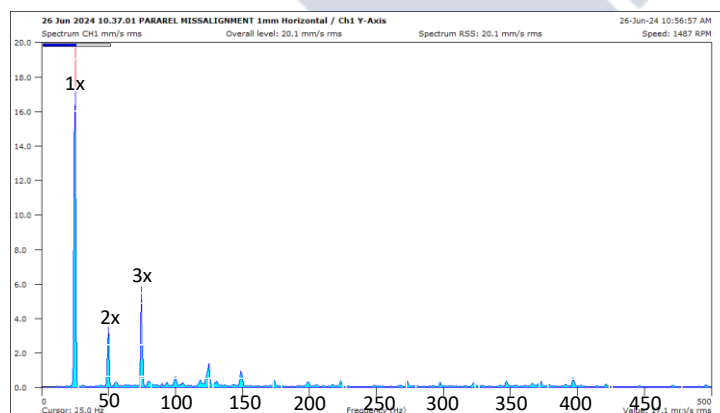
Frekuensi (Hz)	Amplitudo (mm/s rms)
25	10.4
49.4	4.89
74.4	0.701
100	0.897

Frekuensi (Hz)	Amplitudo (mm/s rms)
124	0.933
149	0.777
173	0.896
198	1.51
223	1.21

Pada gambar 4.2 adalah bentuk sinyal yang dihasilkan dan bentuk spektrum dengan analisa FFT dengan kondisi generator *paralel misalignment* 1mm secara vertikal, terlihat banyak peak dengan amplitudo rendah pada frekuensi 75 – 225 Hz, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 25 Hz dengan nilai amplitudo 10.4 mm/s rms. Frekuensi rendah setelah frekuensi dominan 49.4 Hz dengan nilai amplitudo 4.89 mm/s rms, 74.4 Hz dengan nilai amplitudo 0.701 mm/s rms, 100 Hz dengan nilai amplitudo 0.897 mm/s rms, 124 Hz dengan nilai amplitudo 0.933 mm/s rms, 149 Hz dengan nilai amplitudo 0.777 mm/s rms, 173 Hz dengan nilai amplitudo 0.896 mm/s rms, 198 Hz dengan nilai amplitudo 1.51 mm/s rms, dan yang terakhir terjadi pada frekuensi 223 Hz dengan nilai amplitudo 1.21 mm/s rms.

#### 4.2.2. *Paralel Misalignment* Pada Generator Secara Horizontal

Percobaan *paralel misalignment* kedua yaitu *paralel misalignment* dengan ketidaksejajaran sumbu poros 1mm pada posisi horizontal. Hasil pengukuran *paralel misalignment* 1mm horizontal dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Spektrum Getaran Generator Kondisi *Paralel misalignment* Horizontal.



Tabel 4. 2 Frekuensi Getaran *Paralel Misalignment* Horizontal

Frekuensi (Hz)	Amplitudo (mm/s rms)
25	17.1
49.4	3.48
74.4	5.79
100	0.628
125	1.38
149	0.927

Pada percobaan kedua *paralel misalignment*, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, terdapat beberapa *peak* yang menonjol yaitu pada frekuensi 0 – 150 Hz, frekuensi rendah 100 Hz dengan nilai amplitudo 0.628 mm/s rms terjadi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 25 Hz dengan nilai amplitudo 17.1 mm/s rms, frekuensi rendah setelah frekuensi dominan 49.4 Hz dengan nilai amplitudo 3.48 mm/s rms dan 74.4 Hz dengan nilai amplitudo 5.79 mm/s rms, 100 Hz dengan nilai amplitudo 0.628 mm/s rms, 125 Hz dengan nilai amplitudo 1.38mm/s rms, dan yang terakhir terjadi pada frekuensi 149 Hz dengan nilai amplitudo 0.927 mm/s rms.

#### 4.3.4. Analisa Spektrum Getaran

Pada pengukuran generator kondisi *alignment* pada Gambar 4.1, terlihat bentuk spektrum dengan nilai amplitudo yang rendah, hal ini dikarenakan getaran pada generator kondisi *alignment* rendah. Frekuensi dominan terjadi pada 3x rpm dengan nilai amplitudo 1.11 mm/s rms.

Pada gambar 4.2 generator kondisi *paralel misalignment* arah vertikal, menunjukkan amplitudo dominan pada 1x dan 2x sebesar 10,4 mm/s rms dan 4,89 mm/s rms. Dibandingkan dengan nilai amplitudo generator kondisi *alignment*, yang mengalami kenaikan amplitudo secara berurutan pada 1x, 2x, dan 3x rpm, amplitudo yang terjadi pada generator kondisi *paralel misalignment* justru mengalami penurunan secara berurutan pada 1x, 2x, dan 3x rpm.

Gambar 4.3 generator kondisi *paralel misalignment* arah horizontal terjadi kenaikan amplitudo yang sangat signifikan pada 1x rpm sebesar 17,1 mm/s rms.

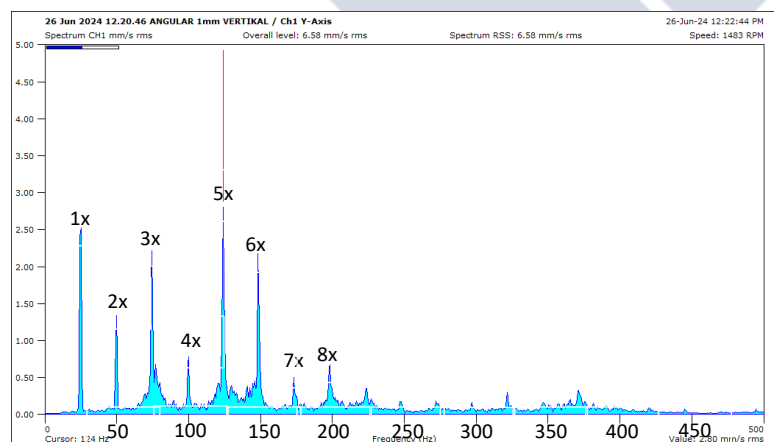
Kenaikan tersebut hampir 2x lipat dari amplitudo pada 1x rpm pada generator kondisi *parallel misalignment* arah vertikal. Pada 2x rpm nilai amplitudo menurun jauh sebesar 3,48 mm/s rms dan pada 3x rpm naik Kembali sebesar 5,79 mm/s rms. Berbeda dengan amplitudo pada kondisi *parallel misalignment* vertikal dimana amplitudo menurun secara berurutan pada 1x, 2x dan 3x rpm, amplitudo pada kondisi *parallel misalignment* menunjukkan amplitudo secara acak pada 1x, 2x dan 3x rpm.

### 4.3. Generator Pada Kondisi *Angular Misalignment*

Pada kondisi *angular misalignment*, pengambilan data getaran dilakukan menggunakan vibropot 80 dengan fitur FFT, hasil besaran amplitudo dalam satuan mm/s rms. Pengukuran getaran dilakukan pada posisi arah radial atau sensor dipasang tegak lurus terhadap sumbu poros. Sensor dipasang sedekat mungkin dengan sumber getaran. *Parallel misalignment* dikondisikan pada dua kondisi yaitu *angular misalignment* secara vertikal dan *angular misalignment* secara horizontal.

#### 4.3.1. *Angular Misalignment* Pada Generator Secara Vertikal

Pada percobaan kondisi *angular misalignment* pertama yaitu *angular misalignment* pada posisi vertikal. Pengkondisian dilakukan dengan diberikan plat pengganjal dengan ketebalan 1mm pada salah satu sisi kopling pada posisi vertikal seperti yang terlihat pada gambar 3.12. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Spektrum Getaran Generator Kondisi *Angular Misalignment* vertikal



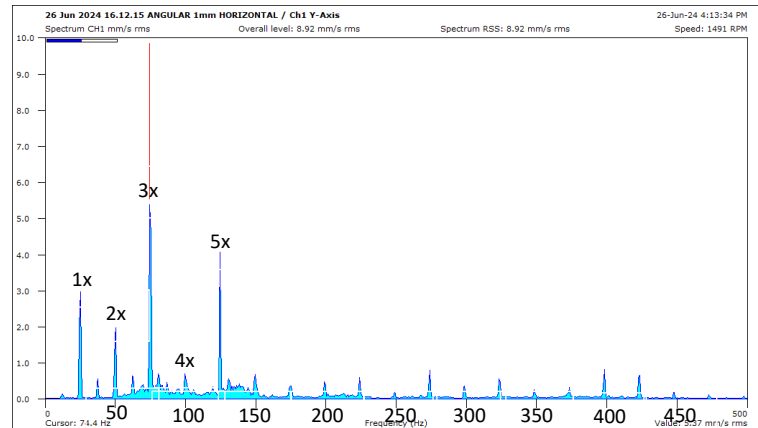
Tabel 4. 3 Frekuensi Getaran *Angular Misalignment* vertikal

Frekuensi (Hz)	Amplitudo (mm/s rms)
25	2.52
49.4	1.33
74.4	2.21
100	0.777
124	2.80
148	2.17
173	0.496
198	0.666

Pada percobaan *angular misalignment* posisi vertikal, terlihat beberapa *peak* yang menonjol yaitu pada frekuensi 0 – 200 Hz. Diantara frekuensi tersebut, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 173 Hz dengan nilai amplitudo 0.496 mm/s rms terjadi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada 124 Hz dengan Nilai amplitudo 2.80 mm/s rms, frekuensi rendah sebelum frekuensi dominan 100 Hz dengan nilai amplitudo 0.777 mm/s rms, 74,4 Hz dengan nilai amplitudo 2.21 mm/s rms, 49.4 Hz dengan nilai amplitudo 1.33 mm/s rms, dan 25 Hz dengan nilai amplitudo 2.52 mm/s rms, frekuensi rendah setelah frekuensi dominan 148 Hz dengan nilai amplitudo 2.17 mm/s rms, 173 Hz dengan nilai amplitudo 0.496 mm/s rms, dan yang terakhir ada pada frekuensi 198 Hz dengan Nilai amplitudo 0.666 mm/s rms.

#### 4.4.2. *Angular Misalignment* Pada Generator Secara Horizontal

Pada percobaan kedua *angular misalignment* dengan cara pengkondisian yang sama dengan *angular misalignment* secara vertikal yaitu dengan diberikan plat dengan ketebalan 1mm pada posisi horizontal seperti yang terlihat pada gambar 3.13. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4. 5 Spektrum Getaran Generator Kondisi *Angular Misalignment* Horizontal.

Tabel 4. 4 Frekuensi Getaran *Angular Misalignment* Horizontal

Frekuensi (Hz)	Amplitudo (mm/s rms)
25	2.96
50	1.96
75	4.55
99	0.679
124	4.06
149	0.660

Dari percobaan kedua *angular misalignment* posisi horizontal *peak* yang menonjol terlihat pada frekuensi 0 – 150 Hz, diantara frekuensi tersebut terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 37.5 Hz dengan nilai amplitudo 0.548 mm/s rms terjadi sebelum frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 75 Hz dengan nilai amplitudo 4.55 mm/s rms, frekuensi rendah sebelum frekuensi dominan 25 Hz dengan nilai amplitudo 2.96 mm/s RMS, 37.5 Hz dengan nilai amplitudo 0.548 mm/s rms, 50 Hz dengan nilai amplitudo 1.96 mm/s rms, dan 61.9 Hz dengan nilai amplitudo 0.632 mm/s rms, frekuensi rendah setelah frekuensi dominan 99. Hz dengan nilai amplitudo 0.679 mm/s rms, 124 Hz dengan nilai amplitudo 4.06 mm/s rms, dan yang terakhir terjadi pada frekuensi 149 Hz dengan nilai amplitudo 0.660 mm/s rms.

#### 4.4.3. Analisa Spektrum Getaran

Hasil pengukuran spektrum getaran generator kondisi *angular misalignment* vertikal pada gambar 4.4 terlihat amplitudo yang nilainya tidak sebesar nilai amplitudo yang terjadi pada generator kondisi *paralel misalignment*. Spektrum getaran menunjukkan pola harmonik yang jelas, dengan puncak-puncak pada kelipatan frekuensi putaran mesin 1x, 2x, 3x, 4x, 5x, dan 6x, rpm. Pada kasus ini amplitudo dominan terjadi pada 5x rpm sebesar 2.80 mm/s rms. Terlihat penurunan amplitudo secara berurut pada 1x samapi 2x rpm dan pola yang sama terjadi pada 3x sampai 4x rpm serta 5x sampai 6x rpm.

Gambar 4.5 menunjukkan hasil pengukuran getaran generator kondisi *angular misalignment* horizontal. Terlihat amplitudo dominan terjadi pada frekuensi 75 Hz (3x rpm) sebesar 5.37 mm/s rms. Amplitudo puncak menurun setelah 3x rpm dan naik kembali pada 5x rpm. Tidak jauh berbeda dengan spektrum getaran *angular misalignment* vertikal, penurunan amplitudo secara berurutan juga terlihat pada 1x sampai 2x rpm dan pola yang sama pada 3x sampai 4x rpm dan 5x sampai 6x rpm. Pada kasus *paralel misalignment* vertikal maupun horizontal amplitudo dominan terjadi pada 1x sampai 2x rpm, sedangkan amplitudo pada kasus *angular misalignment* lebih dominan terjadi pada 3x rpm sampai 5x rpm.

#### 4.4. Kondisi Kerusakan *Bearing* Pada Generator

Pada kondisi kerusakan *bearing*, pengambilan data getaran juga dilakukan menggunakan vibropot 80 dengan fitur FFT, hasil besaran amplitudo dalam satuan BCU rms. Pengukuran getaran dilakukan pada posisi arah radial atau sensor dipasang tegak lurus terhadap sumbu poros. Sensor dipasang sedekat mungkin dengan posisi bearing. Kerusakan *bearing* dikondisikan pada dua kondisi yaitu kerusakan *bearing* pada lintasan luar (*outer race*) dan kerusakan *bearing* pada lintasan dalam (*inner race*).

##### 4.4.1. Perhitungan *Ball Pass Frequency Inner* Pada *Bearing*

Perhitungan *ball pass frequency inner* pada *bearing* dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus :

Diketahui :

$$N_b = 8$$

$$B_d = 12,8$$

$$P_d = 60,5$$

$$f_r = 24,9$$

$$\begin{aligned} BPF_I &= \frac{N_b}{2} \times f_r \times \left(1 + \frac{B_d}{P_d} \times \cos \theta\right) \\ &= \frac{8}{2} \times \frac{1496}{60} \times \left(1 + \frac{12,8}{60,5} \times \cos \theta\right) \\ &= 120,8 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Keterangan :

$N_b$  = Jumlah bola atau *roll*

$f_r$  = Frekuensi putaran kerja generator (Hz)

$B_d$  = Diameter bola atau *roll* (mm)

$P_d$  = Diameter *pitch* bantalan (mm)

$\theta$  = Sudut kontak dalam drajat, ( $0^\circ$  untuk seri 6xxx)

#### 4.4.2. Perhitungan *Ball Pass Frequency Outer* Pada *Bearing*

Perhitungan *ball pass frequency outer* pada *bearing* dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} BPF_O &= \frac{N_b}{2} \times f_r \times \left(1 - \frac{B_d}{P_d} \cos \theta\right) \\ &= \frac{8}{2} \times \frac{1496}{60} \times \left(1 - \frac{12,8}{60,5} \cos \theta\right) \\ &= 78,6 \text{ Hz} \end{aligned}$$

#### 4.4.3. Perhitungan *Ball Spin Frequency* Pada *Bearing*

Perhitungan *ball spin frequency* pada *bearing* dapat diselesaikan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} BSF &= \frac{N_b}{2B_d} \times f_r \times \left[1 - \left(\frac{B_d}{P_d} \cos \theta\right)^2\right] \\ &= \frac{8}{2 \times 12,8} \times \frac{1496}{60} \times \left(1 - \left(\frac{12,8}{60,5} \cos \theta\right)^2\right) \\ &= 7,44 \text{ Hz} \end{aligned}$$

#### 4.4.4. Analisa Frekuensi Kerusakan *Bearing* Pada Generator

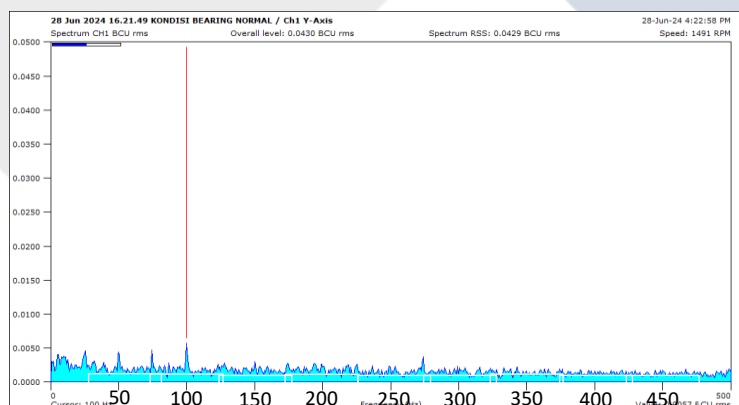
Berikut nilai masing – masing frekuensi putar (*rotational frequency*) elemen bantalan :

Tabel 4. 5 Frekuensi Putar Masing – Masing Elemen Bantalan (Hz)

	1x	2x	3x	4x
<b>BPFI</b>	120,8	241,6	362,4	483,2
<b>BPFO</b>	78,6	157,2	235,8	314,4
<b>BSF</b>	7,44	14,88	22,32	29,76

#### A. Spektrum Getaran Pada Bantalan Baru

Pada pengukuran pertama bearing dalam kondisi normal, hasil pengukuran getaran dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut.

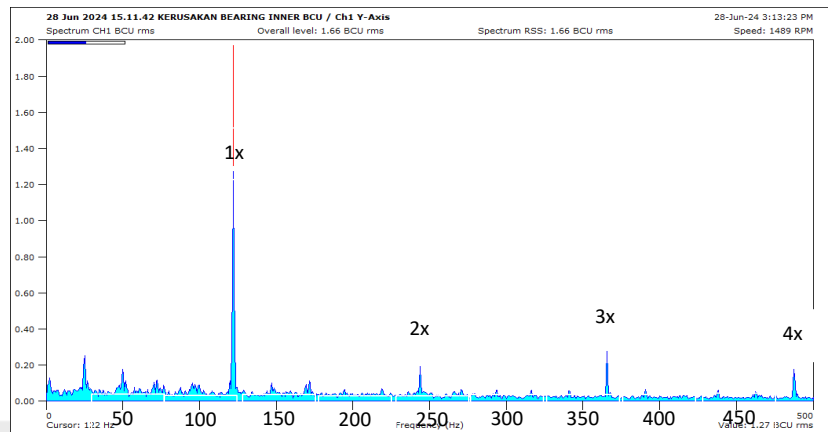


Gambar 4. 6 Spektrum Getaran Bantalan Baru

Dari Gambar 4.6 terlihat adanya frekuensi pada 25 Hz sampai dengan 100 Hz, ini merupakan frekuensi kerja 1x,2x,3x, dan 4x harmonik. Karena generator berputar pada frekuensi 24,9 Hz, maka kemungkinan besar muncul puncak amplitudo pada frekuensi tersebut, atau pada harmoniknya. Frekuensi ini bisa muncul karena secara alami generator dengan putaran 1496 rpm akan menghasilkan frekuensi alami pada 24,9 Hz. Terlihat amplitudo dominan yang sanga rendah terjadi pada 4x rpm sebesar 0,0057 BCU rms, artinya tidak terjadi kerusakan pada bantalan dan bisa diabaikan.

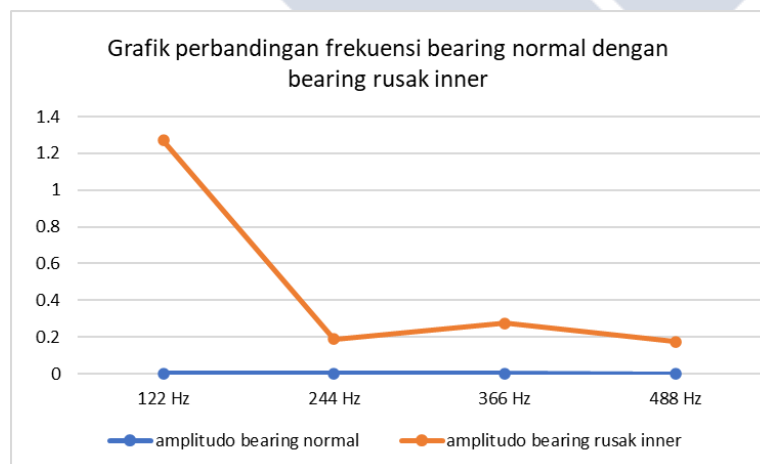
## B. Spektrum Getaran kerusakan *Bearing Inner* (BPFI)

Selanjutnya pengukuran frekuensi getaran pada *bearing* yang mengalami kerusakan pada bagian *inner*, hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4. 7 Spektrum Getaran Kerusakan *Bearing Inner*

Dari Gambar 4.7 terlihat adanya frekuensi dengan amplitudo dominan, pada 122 Hz. Ini merupakan frekuensi harmonik pada 1x BPFI. Terlihat juga frekuensi lain yaitu pada frekuensi 244 Hz, 366 Hz, dan 488 Hz yang merupakan frekuensi harmonik pada 2x, 3x, dan 4x BPFI. Munculnya frekuensi 1x, 2x, 3x, dan 4x BPFI merupakan akibat adanya kerusakan pada komponen lintasan bagian inner pada *bearing*. Walaupun terlihat peak dengan frekuensi berbeda seperti pada 25 Hz dan 50 Hz, frekuensi ini bisa berasal dari gejala *misalignment* ataupun gejala lainnya.

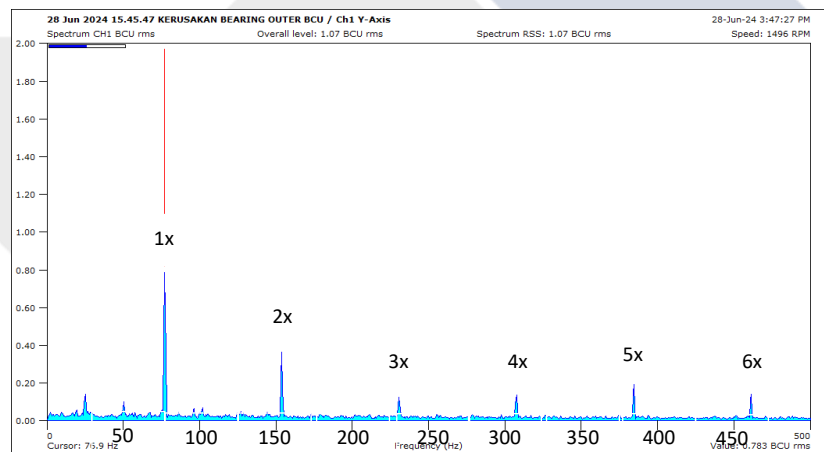


Gambar 4. 8 Perbandingan Frekuensi *Bearing Normal* dengan *Bearing Rusak Inner*

Grafik 4. 8 menunjukkan perbandingan amplitudo getaran dari *bearing* normal dan *bearing* dengan kerusakan pada *inner* pada berbagai frekuensi. *bearing* rusak pada *inner* menunjukkan amplitudo getaran yang lebih tinggi pada berbagai frekuensi dibandingkan dengan *bearing* normal. *Bearing* normal memiliki amplitudo getaran yang rendah pada semua frekuensi yang ditampilkan, menunjukkan bahwa tidak ada kerusakan yang signifikan.

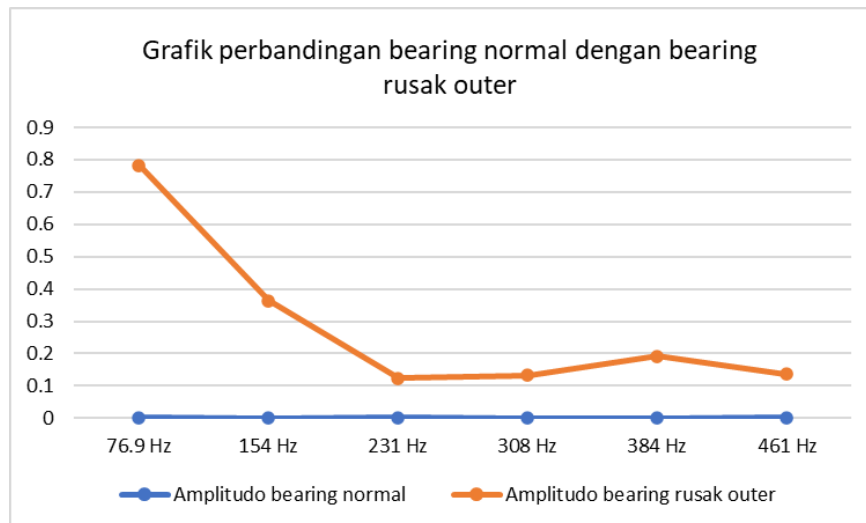
### C. Spektrum Getaran Kerusakan *Bearing Outer* (BPFO)

Berikutnya pengukuran frekuensi getaran yang mengalami kerusakan pada bagian lintasan luar (*outer*). Berikut hasil pengukuran frekuensi getaran kerusakan *bearing outer* yang dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4. 9 Spektrum Getaran Kerusakan *Bearing Outer*

Pada Gambar 4.9 terlihat frekuensi dengan amplitudo yang dominan pada 76.90 Hz yang merupakan frekuensi harmonik pada 1x BPFO. Frekuensi lainnya juga terlihat pada frekuensi 154 Hz, 231 Hz, 308 Hz, 384 Hz, dan 461 Hz, frekuensi tersebut adalah frekuensi harmonik pada 2x, 3x, 4x, 5x, dan 6x BPFO. Terjadinya frekuensi pada 1x, 2x, 3x, 4x, 5x, dan 6x BPFO merupakan akibat adanya kerusakan *bearing* pada lintasan luar (*outer*).



Gambar 4. 10 Perbandingan Frekuensi *Bearing* Normal dengan *Bearing* Rusak *Outer*

Pada Grafik 4. 10 menunjukkan perbandingan amplitudo getaran *bearing* normal dengan *bearing* rusak pada *outer* pada berbagai frekuensi. *Bearing* rusak pada *outer* menunjukkan amplitudo getaran yang jauh lebih tinggi pada frekuensi rendah (76.9 Hz) dan menurun drastis pada frekuensi yang lebih tinggi. *Bearing* normal memiliki amplitudo getaran yang rendah pada semua frekuensi yang ditampilkan, menunjukan bahwa tidak ada kerusakan yang signifikan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan dan analisa data dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Konstruksi rancangan yang dibuat dapat menggerakkan generator 3 KW dengan menggunakan motor penggerak yang ditransmisikan dengan menggunakan sistem *sprocket*.
2. Pada kondisi *parallel misalignment* secara vertikal pada generator, terjadi kenaikan amplitudo secara berurutan 1x, 2x, dan 3x rpm. Sedangkan pada kondisi *parallel misalignment* horizontal amplitudo menunjukkan pola acak pada 1x, 2x, dan 3x rpm. Pada kondisi *angular misalignment* secara vertikal, terjadi penurunan amplitudo berurutan pada 1x sampai 2x rpm serta pola yang sama pada 3x sampai 4x rpm dan 5x sampai 6x rpm. Bentuk frekuensi tersebut juga terjadi pada kondisi *angular misalignment* secara horizontal, tetapi memiliki amplitudo yang rendah pada 4x dan 6x rpm.
3. Kerusakan *bearing inner* ditandai dengan munculnya amplitudo pada frekuensi 122 Hz, 244 Hz, 366 Hz, dan 488 Hz yang merupakan frekuensi harmonik pada 1x, 2x, 3x, dan 4x BPFI. Kerusakan *bearing outer* ditandai dengan munculnya amplitudo pada frekuensi 76,90 hz, 154 Hz, 231 Hz, 308 Hz, 384 Hz, dan 461 Hz, yang merupakan frekuensi harmonik pada 1x, 2x, 3x, 4x, 5x, dan 6x BPFO.

#### 5.2. Saran

1. Sensor inputan disarankan ditempatkan pada titik yang berdekatan dengan lokasi bantalan.
2. Untuk penelitian selanjutnya pada bagian *sprocket* penerus putaran antara poros motor listrik dengan poros utama sebaiknya menggunakan *pulli* dan *belt*, agar putaran lebih halus dan hasil pengambilan data getaran lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Rahayu, T., & Multi, A. (2017). Pengaruh Missaligment Terhadap Arus Dan Getaran Pada Motor Induksi. *Prosiding Semnastek*.
- Faisal, M., Sateria, A., & Hasdiansah, H. (2022, September). Analisis Sinyal Getaran pada Generator 3 kw dengan kasus missaligment dan mechanical looseness. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan* (Vol. 2, No. 02, pp. 485-488).
- Scheffer, C., & Girdhar, P. (2004). *Practical machinery vibration analysis and predictive maintenance*. Elsevier.
- Hutahaean, R. Y. (2021). Identifikasi Kerusakan Mesin Berdasarkan Sinyal Getaran Dalam Domain Frekwensi, Studi Kasus Di Pt. Freeport Indonesia. *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 15-21.
- Yudha, I. F., & Murni, M. Perancangan Mesin Balancing Dinamis pada Putaran Maksimal 1485 RPM dengan Metode 4 Massa Coba. *ROTASI*, 24(4), 1-7.
- Aji, K. (2007). Deteksi kerusakan bantalan gelinding pada pompa sentrifugal dengan analisa sinyal getaran.
- Adiwidodo, S. (2016). Pengaruh angular dan parallel misaligment terhadap konsumsi energi pada motor listrik. *Sentia 2016*, 8(2).
- Saleh, A. (2022). Analisis Pengaruh Misaligment pada Kinerja Motor Induksi. *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 24(1), 18-25.
- Kamiel, B. P., Nafsaka, D. A., Riyanta, B., & Asyratul, A. (2019). Deteksi kavitasi pada pompa sentrifugal menggunakan spektrum getaran dan spektrum envelope. *Semesta Teknika*, 22(1), 1-10.
- Romiyadi, R., Dwianda, Y., & Mustika, W. S. (2023). Pengaruh Misaligment Terhadap Arus Listrik dan Putaran Poros pada Komponen Transmisi Sproket dan Rantai. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 5(1), 1-7.
- Putra, I., Taufik, A., & Saefudin, E. (2016). Analisis Getaran Poros pada Motor dan Pompa yang Mengalami Misaligment. *Jurnal ilmiah jurusan Teknik*

*Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung. Dengan Menggunakan Sinyal Vibrasi". Jurnal Penelitian Sinergi, 20(2), 123-128.*

Sularso, Ir. (1991), Elemen Mesin, Jakarta, PT .Pradnya Paramita.

Napitupulu, G. M. (2009). Ciri Respon Getaran Arah Horizontal Kasus Misalignment Poros Kopling Tetap yang Balance. *Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara. Institut Teknologi Bandung. Bandung.*





Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis 1

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**1. Data Pribadi**

Nama Lengkap : Muhammad Ilham  
Tempat & Tanggal : Dalil, 15 Juni  
Lahir : 2003  
Alamat Rumah : Jl. Raya Pangkalpinang-Mentok.  
Dalil. kec Bakam  
Telp: -  
Hp: 0857-8881-7137  
Email: [m02003903@gmail.com](mailto:m02003903@gmail.com)  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam



**2. Riwayat Pendidikan**

SD NEGERI 5 Dalil	2008 - 2015
MTs Nurul Hidayah Dalil	2015 - 2018
SMA Negeri 1 Bakam	2018 - 2021
D III POLMAN NEGERI BABEL	2021 - 2024

Sungailiat, 29 Juli 2024

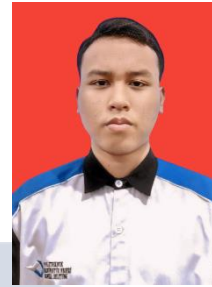
Muhammad Ilham

Lampiran 2 Daftar Riwayat Hidup Penulis 2

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**1. Data Pribadi**

Nama Lengkap : Rahmat Adzikra  
Tempat & Tanggal : Sungailiat, 20 Agustus  
Lahir : 2003  
Alamat Rumah : Jl. Gang Bahagia RT 01, Lingk.  
Hakok, Kelurahan Matras,  
Sungailiat Bangka.  
Telp: -  
Hp: 0831-6844-8455  
Email: [rahmatadzikra14@gmail.com](mailto:rahmatadzikra14@gmail.com)  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam



**2. Riwayat Pendidikan**

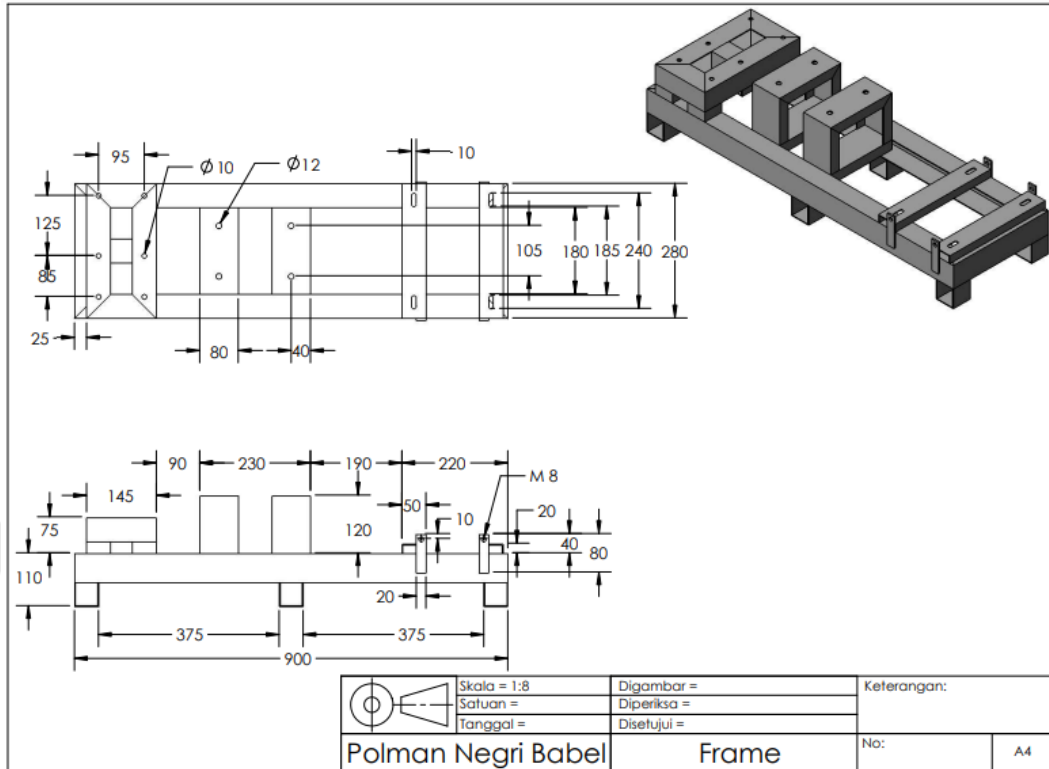
SD NEGERI 30 SUNGAILIAT	2009 - 2015
SMP NEGERI 3 SUNGAILIAT	2015 - 2018
MAN 1 BANGKA	2018 - 2021
D III POLMAN NEGERI BABEL	2021 - 2024

Sungailiat, 29 Juli 2024

Rahmat Adzikra

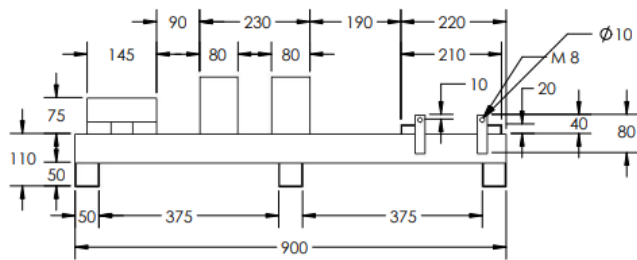
### Lampiran 3 Rangka Generator


Gambar Rangka Generator



## Gambar Rangka Generator Tampak Samping

Gambar Rangka Generator Tampak Samping

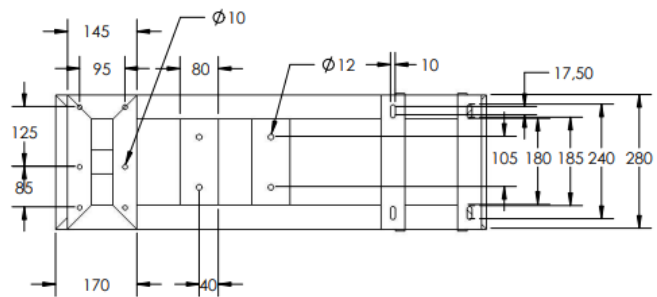


	Skala = 1:8	Digambar =	Keterangan:
	Satuan = mm	Diperiksa =	
	Tanggal =	Disetujui =	
Polman Negri Babel	Rangka Generator	No:	A4



## Gambar Rangka Generator Tampak Atas

Gambar Rangka Generator Tampak Atas



	Skala = 1: 8	Digambar =	Keterangan:
	Satuan = mm	Diperiksa =	
	Tanggal =	Disetujui =	
Polman Negri Babel	Rangka Generator	No:	A4

#### Lampiran 4 Kerusakan Bearing

##### Baring Rusak Pada Outer



##### Bearing Rusak Pada Inner



Lampiran 5 ISO Standar Vibrasi  
 ISO 2373 Vibration Diagnosa Table

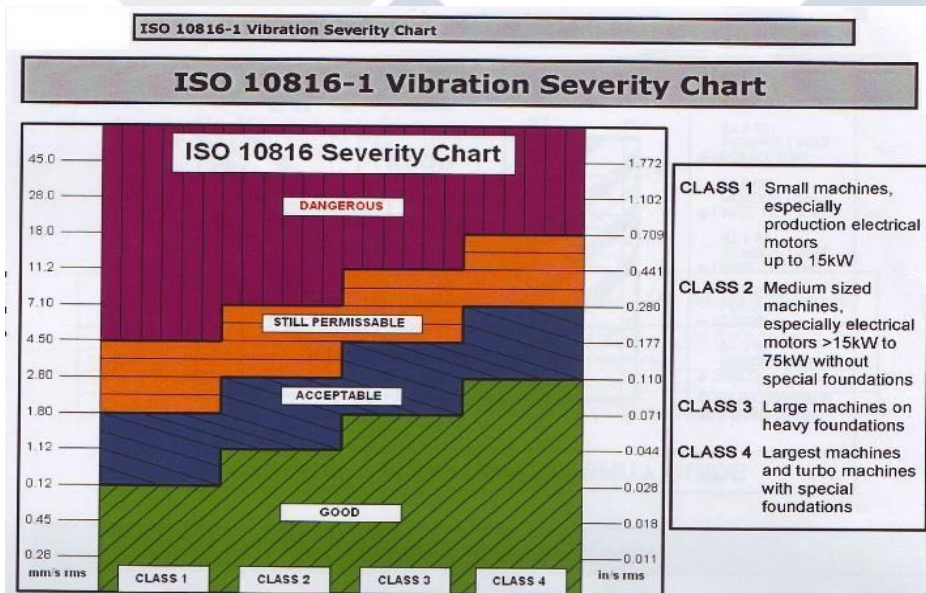
**ISO 2372 Vibration Diagnostic Table  
 (Horizontal Shaft)**

	Excessive Horizontal Vibration Indicates:	Excessive Vertical Vibration Indicates:	Excessive Axial Vibration Indicates:	Excessive Structural Vibration Indicates:	Notes
<b>Imbalance</b>	YES	NO	NO	NO	Horizontal > Axial
<b>Misalignment</b>	NO	YES	YES	NO	Axial > Horizontal
<b>Looseness</b>	YES	YES	NO	YES	Vertical ≥ Horizontal
<b>Electrical Faults Measured as Vibration</b>					To detect an electrical problem:  Turn off machine power and monitor vibration. If the vibration immediately drops, the problem is electrical.

**Note:** On an overhung machine, imbalance and misalignment may display similar characteristics. Use phase measurements to differentiate between the two.

**Note:** YES = ISO 2372  
 Unsatisfactory – Unacceptable Levels.  
 NO = ISO 2372  
 Good – Satisfactory Levels.

ISO 10816-1 Vibration Severity Chart



## SURAT PERNYATAAN



Saya/Kami yang bertandatangan dibawah ini telah menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:  
**KARAKTERISTIK GETARAN YANG TERJADI PADA KASUS  
PARALEL MISALIGNMENT, ANGULAR MISALIGNMENT DAN  
BEARING FAILURE PADA GENERATOR**

Oleh :

1. M. ILHAM ..... /NPM 0012117
2. RAHMAT ADZIKRA /NPM 0012151

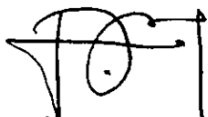
Dengan ini menyatakan bahwa isi laporan akhir proyek akhir sama dengan *hardcopy*.  
Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sungailiat, ..... Juli 2024

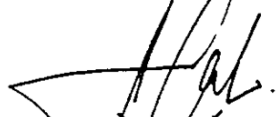
1. M. ILHAM (  )
2. Rahmat Adzikra (  )

Mengetahui,

Pembimbing 1,

  
(ANGGA-S...)

Pembimbing 2,

  
(Fajar Amin)

## DONE REVISI LAPORAN TA - cek plagiat\_080824.docx

### ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://repository.polman-babel.ac.id">repository.polman-babel.ac.id</a> Internet Source	2%
2	<a href="https://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	1%
3	<a href="https://jurnal.polban.ac.id">jurnal.polban.ac.id</a> Internet Source	1%
4	<a href="https://journal.univpancasila.ac.id">journal.univpancasila.ac.id</a> Internet Source	1%
5	Submitted to Lampasas High School Student Paper	1%
6	<a href="https://repositori.usu.ac.id">repositori.usu.ac.id</a> Internet Source	1%
7	<a href="https://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Internet Source	1%
8	<a href="https://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	<1%
9	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	<1%

10	<a href="https://repository.pip-semarang.ac.id">repository.pip-semarang.ac.id</a> Internet Source	<1 %
11	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
12	VINA N VAN HARLING, Herryanto Apasi. "PERANCANGAN POROS DAN BEARING PADA MESIN PERAJANG SINGKONG", SOSCIED, 2018 Publication	<1 %
13	<a href="https://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="https://teacher.ilmci.com">teacher.ilmci.com</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="https://dspace.uii.ac.id">dspace.uii.ac.id</a> Internet Source	<1 %
17	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
18	<a href="https://repository.usd.ac.id">repository.usd.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	Submitted to Universitas Muhammadiyah Purwokerto Student Paper	<1 %
	<a href="https://repository.umsu.ac.id">repository.umsu.ac.id</a>	

20	Internet Source	<1 %
21	123dok.com Internet Source	<1 %
22	downloadily.com Internet Source	<1 %
23	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
24	nyongex.blogspot.com Internet Source	<1 %
25	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
26	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
27	docobook.com Internet Source	<1 %
28	id.123dok.com Internet Source	<1 %
29	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
30	repository.itk.ac.id Internet Source	<1 %
31	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %

<b>32</b>	<b>www.autos.id</b> Internet Source	<1 %
<b>33</b>	<b>adoc.tips</b> Internet Source	<1 %
<b>34</b>	<b>www.boilersupplier.ltd</b> Internet Source	<1 %
<b>35</b>	<b>www.webstudi.site</b> Internet Source	<1 %
<b>36</b>	<b>Submitted to Politeknik Negeri Bandung</b> Student Paper	<1 %
<b>37</b>	<b>doku.pub</b> Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off  
Exclude bibliography On


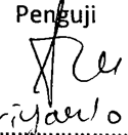
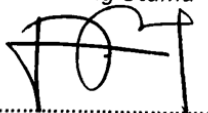
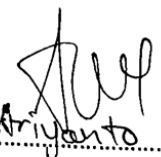
Exclude matches Off




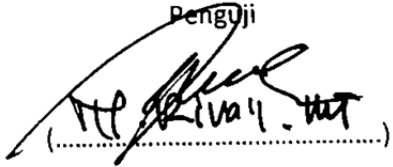
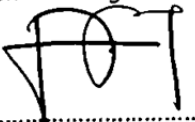
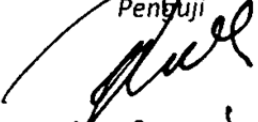




FORM-PPR-3-8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p><b>FORM REVISI LAPORAN AKHIR</b>  <b>TAHUN AKADEMIK</b>          .....</p>																						
<p>JUDUL :</p>	<p>Karakteristik Getaran yang terjadi pada kasus          Paralel Misalignment, angular Misalignment          dan Bearing Failure pada generator</p>																						
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1.</td> <td style="width: 60%;">M. Ilham</td> <td style="width: 35%;">NIM: 0012117</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Rahmat Aditja</td> <td>NIM: 0012151</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td> <td>NIM: _____</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td></td> <td>NIM: _____</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td></td> <td>NIM: _____</td> </tr> </table>	1.	M. Ilham	NIM: 0012117	2.	Rahmat Aditja	NIM: 0012151	3.		NIM: _____	4.		NIM: _____	5.		NIM: _____							
1.	M. Ilham	NIM: 0012117																					
2.	Rahmat Aditja	NIM: 0012151																					
3.		NIM: _____																					
4.		NIM: _____																					
5.		NIM: _____																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Bagian yang direvisi</th> <th style="width: 20%;">Halaman</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- Bant kondisi getaran pada daerah dratag normal (Overall) → lakukan analisis</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Bagian yang direvisi	Halaman	- Bant kondisi getaran pada daerah dratag normal (Overall) → lakukan analisis	-																		
Bagian yang direvisi	Halaman																						
- Bant kondisi getaran pada daerah dratag normal (Overall) → lakukan analisis	-																						
Sungailiat, ..... 17/7/2024 ..... Penguji  (..... Ariyanto .....) 																							
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa																							
Mengetahui, Pembimbing Utama  (.....)	Sungailiat, 21/7/2024 ..... Penguji  (..... Ariyanto .....) 																						

FORM-PPR-3-8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p><b>FORM REVISI LAPORAN AKHIR</b>  <b>TAHUN AKADEMIK</b>                  2024 / 2025</p>
<p>JUDUL :</p>	<p>KARAKTERISTIK GETARAN YANG TERJADI                  PADA KASUS PARALEL MISALIGNMENT, ANGKUTAN                  MISALIGNMENT DAN BEBAN FAILURE                  PADA GENERATOR</p>
<p>Nama</p>	<p>1. <u>M. ILHAM</u> NIM: <u>0012117</u></p>
<p>Mahasiswa :</p>	<p>2. <u>DAHMA ADZISBA</u> NIM: <u>0012151</u></p> <p>3. _____ NIM: _____</p> <p>4. _____ NIM: _____</p> <p>5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	
<p>1. Penulisan letifles <sup>akhir</sup></p>	
<p>2. Penulisan kata <sup>di</sup> diperbaiki lagi.</p>	
<p>2</p>	
<p>Sunggailiat, <u>17/7/2024</u></p>	
<p>Penguji</p> <p>                  (.....)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui,                  Pembimbing Utama</p> <p>                  (.....)</p>	<p>Sunggailiat, <u>25/7/2024</u></p> <p>Penguji</p> <p>                  (.....)</p>



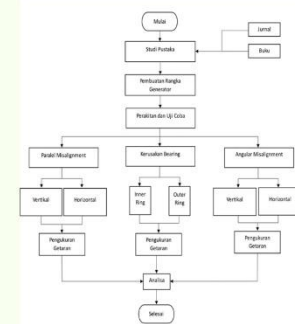
**PROYEK AKHIR TAHUN 2024/2025**

**KARAKTERISTIK GETARAN YANG TERJADI PADA KASUS PARALEL MISALIGNMENT,  
ANGULAR MISALIGNMENT DAN BEARING FAILURE PADA GENERATOR**

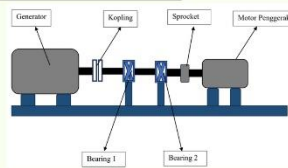
**Latar Belakang**

Pemanfaatan energi saat ini sangat bervariasi dan berkembang pesat, termasuk penggunaan tenaga poros dari putaran poros penggerak mula yang dihubungkan dengan beban seperti generator, pompa, dan kompresor melalui mekanisme transmisi kopling. Proses penyelarasan yang akurat diperlukan untuk memastikan poros-poros sejajar, karena mesin berputar membutuhkan waktu lama untuk mengidentifikasi kerusakan. Masalah umum dalam penggunaan motor adalah getaran yang disebabkan oleh misalignment, yang dapat mengurangi kinerja dan umur pakai motor. Getaran yang dihasilkan oleh misalignment memiliki karakteristik tersendiri pada spektrum getaran, dan analisis getaran diperlukan untuk mengidentifikasi sumbernya. Tugas akhir ini meneliti ciri-ciri getaran akibat misalignment dan kerusakan bearing untuk menganalisis karakteristik getaran tersebut.

**Metodologi Penelitian**



**Rancangan Alat**



**Hasil Alat**



**Kesimpulan**

Berdasarkan tujuan Proyek Akhir ini, peneliti dapat menyimpulkan hal-hal berikut:

1. Pada kondisi paralel misalignment vertikal pada generator, amplitudo naik berturut-turut pada 1x, 2x, dan 3x rpm, sedangkan pada kondisi horizontal menunjukkan pola acak.
2. Pada kondisi angular misalignment vertikal, amplitudo turun berturut-turut pada 1x sampai 2x rpm dengan pola serupa pada 3x sampai 4x rpm dan 5x sampai 6x rpm; kondisi horizontal menunjukkan frekuensi yang sama dengan amplitudo rendah pada 4x dan 6x rpm.
3. Pada paralel misalignment, amplitudo dominan terjadi pada 1x sampai 2x rpm, sedangkan pada angular misalignment lebih dominan pada 3x sampai 5x rpm.
4. Kerusakan bearing inner ditandai dengan amplitudo pada frekuensi 122 Hz, 244 Hz, 366 Hz, dan 488 Hz, yang merupakan frekuensi harmonik pada 1x, 2x, 3x, dan 4x BPFI.
5. Kerusakan bearing outer ditandai dengan amplitudo pada frekuensi 76,90 Hz, 154 Hz, 231 Hz, 308 Hz, 384 Hz, dan 461 Hz, yang merupakan frekuensi harmonik pada 1x, 2x, 3x, 4x, 5x, dan 6x BPFO.

**Hasil Analisa**

