

**ANALISIS PERBANDINGAN EKSENTRISITAS DAN BEBAN  
PADA BEARING BERBASIS *FAST FOURIER TRANSFORM***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh:**

**Nama : Muchamad Zakky Hilmawan**

**No. Mahasiswa : 14525079**

**NIRM : 2014071108**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS PERBANDINGAN EKSENTRISITAS DAN BEBAN  
PADA BEARING BERBASIS *FAST FOURIER TRANSFORM***

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh:**

**Nama : Muchamad Zakky Hilmawan**

**No. Mahasiswa : 14525079**

**NIRM : 2014071108**

Yogyakarta, 20 Maret 2021

Dosen Pembimbing



**Mohammad Faizun, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP. 115250101**

# LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

## ANALISIS PERBANDINGAN EKSENTRISITAS DAN BEBAN PADA BEARING BERBASIS *FAST FOURIER TRANSFORM* TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Muchamad Zakky Hilmawan

No. Mahasiswa : 14525079

NIRM : 2014071108

Tim Penguji

Mohammad Faizun, S.T., M.Eng., Ph.D.

Ketua



Tanggal : 15 September 2021

Agung Nugroho Adi, S.T., M.T

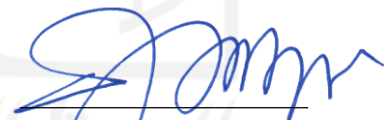
Anggota I



Tanggal : 15 September 2021

Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M

Anggota II




Tanggal : 15 September 2021

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



  
Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

## PERNYATAAN KEASLIAN

### PERNYATAAN KEASLIAN

“Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan tugas akhir tidak dapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu didalam penulisan naskah ini dan disebutkan sebagai referensi. Apabila dikemudian hari ada terbukti pernyataan ini tidak benar saya sanggup menerima sanksi atau hukuman sesuai hukum yang berlaku”.

Yogyakarta, 15 September 2021



Penulis

Muchamad Zakky Hilmawan

NIM: 14525079

**HALAMAN PERSEMBAHAN**



*Untuk Ibu, Bapak,  
Dan Kakakku tercinta.*

## HALAMAN MOTTO

“JANGAN JADIKAN KEHIDUPAN ORANG LAIN MENJADI PATOKAN  
HIDUPMU, KUNCINYA TETAP BERUSAHA DAN FOKUS PADA  
TUJUANMU!”

“JANGAN MENJELASKAN TENTANG DIRIMU KEPADA SIAPAPUN.  
KARENA YANG MENYUKAIMU TIDAK BUTUH ITU, DAN YANG  
MEMBENCIMU TIDAK PERCAYA ITU.”

(ali bin abi thalib)

“RAIN YOUR MIND TO SEE THE GOOD IN EVERYTHING. POSITIVITY  
IS A CHOICE. THE HAPPINESS OF YOUR LIFE DEPENDS ON THE  
QUALITY OF YOUR THOUGHTS.”

(marcandangel)

“SAYA BERJANJI KEPADA TEMAN TUGAS AKHIR SAYA UNTUK  
MEMBERI SEMANGAT HINGGA MENDAPATKAN GELAR SARJANA  
SEPERTI APA YANG SUDAH DIJANJIKAN TEMAN SAYA KEPADA  
ALMARHUMAH IBUNYA BEBERAPA WAKTU LALU”

(zakky)

“KETIKA SAYA MERASA GAGAL DENGAN APA YANG SAYA  
LAKUKAN DI DUNIA INI, SAYA SELALU INGAT IBU SAYA, SELALU  
INGAT PERKATAANNYA, SELALU INGAT LARANGAN DAN  
PERINTAHNYA. AIR MATA SAKSINYA”

(Zakky)

## Kata Pengantar

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya, Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tanpa halangan berarti. Keberhasilan dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang mana dengan tulus dan ikhlas memberikan masukan guna sempurnanya Tugas Akhir ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Mohammad Faizun, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, serta arahan dalam Tugas Akhir ini,
3. Bapak Muhammad Ridlwan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademis penulis,
4. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, yang tidak bisa disebutkan satu-satu, atas ilmu dan bimbingannya selama penulis berkuliah di Jurusan Teknik Mesin FTI UII,
5. Ibu, Bapak dan Kakak yang selama ini telah sabar membimbing, mengarahkan, dan mendoakan penulis tanpa kenal lelah untuk selamanya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Kritik dan saran dapat ditujukan langsung pada e-mail saya. Akhir kata penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kesalahan di dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 20 Maret 2021

Penulis



Muchamad Zakky Hilmawan





## ABSTRAK

Membandingkan besar kecilnya suatu getaran pada suatu alat sangat dibutuhkan guna meminimalisir adanya kesalahan yang sering terjadi pada alat tersebut. Bantalan gelinding berfungsi untuk meredam getaran antar poros. Sedangkan eksentrisitas merupakan salah satu faktor kesalahan yang seringkali timbul. Perputaran poros menyebabkan tegangan atau kemiringan dari pusat geometri. Sinyal getaran yang dihasilkan karena adanya eksentrisitas diolah menggunakan program Python untuk mempermudah pembacaan data. Setelah melakukan pembacaan data, kemudian diolah menggunakan algoritma *Fourier Transform* agar dapat diubah dari sinyal waktu ke frekuensi. Hasil data berupa grafik yang dapat dilihat dengan membandingkan data tertinggi dan terendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi sinyal getaran yang disebabkan eksentrisitas maka akan semakin banyak pula tegangan momen berulang yang ditunjang dengan beban dan dapat mengakibatkan bantalan gelinding mengalami kelelahan material.

Kata kunci: Eksentrisitas, Bantalan, *Fourier Transform* dan Grafik

## **ABSTRACT**

*Comparing the size of a vibration on a tool that is needed in order to minimize errors that often occur in the tool. Rolling bearings work to dampen vibrations between the shafts. While eccentricity is one of the error factors that often arise. The rotation of the shaft causes stress or tilt from the center of the geometry. The vibration signal generated due to the eccentricity is processed using a Python program to make it easier to read the data. After reading the data, it is then processed using the Fourier Transform algorithm so that it can be converted from a time signal to a frequency. The data results are in the form of graphs that can be seen by comparing the highest and lowest data. So that it can be said that high vibrations are caused by eccentricity, the more stress will be repeated with the load and can result in the emergence of fatigued materials.*

*Keywords: Eccentricity, Bearing, Fourier Transform and Graph*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iii
Pernyataan Keaslian .....	iv
Halaman Persembahan .....	v
Halaman Motto .....	vi
Abstrak .....	vii
<i>Abstract</i> .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Notasi .....	xiii
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan .....	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Python .....	6
2.2.2 Getaran .....	6
2.2.3 <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT) .....	7
2.2.4 Eksentrisitas .....	8
2.2.5 <i>Bearing</i> ASB UCP 204-12 .....	9
2.2.6 Motor Penggerak YC8024 .....	11
2.2.7 Sensor GY-521 MPU 6050 .....	11
Bab 3 Metode Penelitian .....	12

3.1	Alur Penelitian .....	12
3.2	Peralatan dan Bahan.....	13
3.3	Perancangan .....	14
3.3.1	Perancangan Perangkat Keras .....	14
3.3.2	Perancangan Perangkat Lunak.....	18
Bab 4	Hasil dan Pembahasan.....	21
4.1	Hasil Alat Pengujian .....	21
4.2	Hasil Data Pengujian.....	24
4.2.1	Data awal <i>bearing</i> normal .....	24
4.2.2	Data Tengah.....	25
4.2.3	Data Akhir .....	27
4.2.4	Data Eksentrisitas 0,25mm.....	28
4.2.5	Data Eksentrisitas 0,5mm.....	31
4.3	Analisis .....	33
4.4	Pembahasan .....	35
Bab 5	PENUTUP.....	36
5.1	Kesimpulan .....	36
5.2	Saran .....	36
Daftar Pustaka	.....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Spesifikasi <i>Bearing</i> .....	10
Tabel 2-2 Spesifikasi <i>bearing</i> .....	11
Tabel 4-1 Data domain waktu .....	33
Tabel 4-2 Data domain frekuensi .....	34
Tabel 4-3 Pengaruh eksentrisitas terhadap amplitudo .....	34
Tabel 4-4 Pengaruh eksentrisitas terhadap amplitudo bebann bergeser 10mm....	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Eksentrisitas poros.....	8
Gambar 2-2 Spesifikasi <i>Bearing</i> .....	10
Gambar 3-1 Diagram alir penelitian.....	12
Gambar 3-2 Gerinda potong.....	13
Gambar 3-3 Mesin CNC Roughing.....	13
Gambar 3-4 Bor duduk.....	14
Gambar 3-5 Drawing <i>frame</i> besi (a), Drawing tampak atas (b), Drawing tampak depan (c). .....	16
Gambar 3-6 Drawing kopling normal.....	16
Gambar 3-7 Drawing kopling eksentrisitas 0,50mm.....	17
Gambar 3-8 Drawing kopling eksentrisitas 0,25mm.....	17
Gambar 3-9 Program Python.....	20
Gambar 4-1 Sensor MPU-6050.....	21
Gambar 4-2 Arduino uno.....	21
Gambar 4-3 Beban kubus.....	22
Gambar 4-4 Kopling normal (a), Kopling eksentrisitas 0,25mm (b), Kopling eksentrisitas 0,5mm (c).....	22
Gambar 4-5 Poros pejal serta pengunci.....	23
Gambar 4-6 Alat pengujian.....	23
Gambar 4-7 Grafik data awal kopling normal terhadap waktu.....	25
Gambar 4-8 Grafik FFT data awal kopling normal.....	25
Gambar 4-9 Grafik data tengah kopling normal terhadap waktu.....	26
Gambar 4-10 Grafik FFT data tengah kopling normal.....	26
Gambar 4-11 Grafik data akhir kopling normal terhadap waktu.....	27
Gambar 4-12 Grafik FFT data akhir kopling normal.....	27
Gambar 4-13 Grafik eksentrisitas 0,25mm beban normal terhadap waktu.....	28
Gambar 4-14 Grafik FFT eksentrisitas 0,25mm beban normal.....	29
Gambar 4-15 Grafik eksentrisitas 0,25mm beban bergeser 10mm terhadap waktu.....	30
Gambar 4-16 Grafik FFT eksentrisitas 0,25mm beban bergeser 10mm.....	30

Gambar 4-17 Grafik eksentrisitas 0,5mm beban normal terhadap waktu .....	31
Gambar 4-18 Grafik FFT eksentrisitas 0,5mm beban normal.....	31
Gambar 4-19 Grafik eksentrisitas 0,5mm beban bergeser 10mm terhadap waktu .....	32
Gambar 4-20 Grafik FFT eksentrisitas 0,5mm beban bergeser 10mm .....	33



## DAFTAR NOTASI

$S(f)$	= Sinyal dalam domain frekuensi ( <i>frequency domain</i> )
$s(t)$	= Sinyal dalam domain waktu ( <i>time domain</i> )
$s(t) e^{-j2\pi ft}$	= Konstanta nilai sebuah sinyal
$f$	= frekuensi
$t$	= Waktu





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bantalan gelinding atau bisa disebut *rolling element bearing* merupakan salah satu komponen yang sering digunakan pada mesin yang fungsinya untuk mengurangi besarnya gaya gesek yang ditimbulkan oleh poros yang berputar. Sehingga kerusakannya menjadi alasan yang paling umum untuk mesin *breakdown*. Kerusakan yang terjadi di dalam bantalan gelinding bisa disebabkan oleh beberapa hal salah satunya adalah karena adanya beban *impact* yang berlebihan pada arah radial. Sehingga menimbulkan *crack* pada bagian lintasan dalam atau lintasan luar sebuah bantalan gelinding. Apabila kerusakan pada bantalan gelinding tidak terdeteksi pada tahap awal kerusakan bantalan, dandibiarkan saja maka besar kemungkinan akan terjadi kerusakan fatal pada mesin(1). *Crack* pada arah radial poros dapat disebabkan oleh distribusi beban pada arah radial sehingga dapat menyebabkan keretakan pada poros. *Breakdown* itu sendiri suatu hal dalam perawatan mesin yang sering terjadi. Faktor kerusakan pada mesin yang biasa terjadi dikarenakan masa aktu penggunaan ataupun *human error*. Hal ini bersinggungan dengan penelitian yaitu ketika mesin penggerak dijalankan tiba-tiba baut pada couple yang terhubung pada poros utama mengalami patah sehingga menyebabkan kerusakan pada komponen lainnya. Oleh karena itu, komponen yang rusak harus segera diganti dengan yang baru agar kondisi mesin kembali stabil.

Dalam dunia perindustrian kita yang berhubungan dengan produksi mesin ataupun perawatan mesin tentu mengenal berbagai permesinan sesuai bidang dalam perindustrian tersebut. Tentu dalam proses perawatan (*maintenance*) mesin dalam dunia industri sangat diperlukan guna tetap menjaga eksistensi dan kinerja mesin tersebut dengan baik. Karena didalam komponen suatu mesin akan mengalami kerusakan-kerusakan kecil seiring berjalannya waktu pemakaian, temperatur ruangan, dan lain sebagainya. Kerusakan tersebut bisa berupa keausan pada komponen mesin, berkarat dan lain lain.

*Bearing* merupakan salah satu komponen mesin yang dapat mengalami kerusakan. Faktor umur dalam pemakaian *bearing* adalah salah satu penyebab *bearing* mengalami kerusakan. Faktor umur tersebut dapat dihitung dari kecepatan putar *bearing* sehingga mampu bertahan hingga kurun waktu tertentu Hal ini dapat mempengaruhi komponen-komponen lainnya yang berhubungan dengan *bearing* tersebut. Seperti halnya poros ataupun kopleng yang berhubungan langsung dengan *bearing* juga akan mengalami kerusakan. Adapun kerusakan *bearing* yang sering terjadi yaitu ketika rumah bearing tersebut berkarat, tepi *bearing* retak, terdapat bunyi gemerisik pada bearing. Selain itu contoh kerusakan *bearing* roda pada mobil, maka akan muncul suara kasar pada kaki-kaki roda. Suara tersebut akan semakin keras jika melewati permukaan jalan yang tidak rata.

Beberapa jenis bearing dirancang supaya mampu menerima kombinasi beban dari arah radial dan aksial. Arah gaya pada poros yang bekerja dibagi menjadi dua yaitu gaya aksial dan gaya radial. Gaya aksial ialah gaya yang bekerja dengan arah putarannya searah dengan sumbu poros. Sedangkan gaya radial adalah gaya yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu poros.

Pada dunia industri atau pabrik produksi juga menggunakan analisis eksentrisitas untuk mengurangi adanya *fault* pada produk yang dihasilkannya. Eksentrisitas itu sendiri ialah pergeseran pusat geometri dari poros yang berputar terhadap pusat rotasi imajineranya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka diperoleh rumusan masalah diantaranya:

1. Apa saja perubahan yang disebabkan oleh eksentrisitas dan beban pada *bearing*?
2. Seberapa besar pengaruh eksentrisitas dan beban terhadap bantalan *bearing*?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah diberikan agar penelitian ini dapat bekerja secara terstruktur dan mendapatkan hasil yang diinginkan. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. *Software* yang digunakan dalam melakukan pembacaan data adalah Arduino, Excel, Python 3.9.6, Visual Studio Code dan Tableau.
2. Hanya membahas tentang grafik getaran dari data eksentrisitas dan beban yang telah dibaca oleh sensor MPU-6050 Gyroscope 3 Axis.
3. Tidak membahas tentang analisis *frame*.
4. Hanya membahas perbandingan data yang telah diolah.

### **1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan**

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perubahan data eksentrisitas dan beban dengan metode *Fast Fourier Transform*.
2. Mengetahui pengaruh eksentrisitas dan beban terhadap *bearing* dengan cara menganalisis data grafik getaran.

### **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memahami hasil perbandingan data getaran yang telah diolah dengan program python.
2. Dapat menganalisis data grafik dari mekanisme alat pengujian.
3. Mendapatkan ilmu baru tentang cara mengolah data *real time* menggunakan *Fast Fourier Transform*.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada penelitian tugas akhir ini terbagi menjadi 5 bab yang telah terstruktur dalam penulisannya. Dalam hal ini guna memudahkan penulis menjalankan penelitiannya.

1. BAB 1 berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan penelitian.
2. BAB 2 menjelaskan tentang referensi topik penelitian terdahulu yang serupa berupa hasil yang telah dicapai, dan teori-teori atau informasi tentang penelitian untuk dasar identifikasi maupun penjelasan yang mendukung.
3. BAB 3 menjelaskan tentang alur penelitian menggunakan diagram alir, memaparkan tentang peralatan dan bahan yang digunakan untuk alat pengujian, menjelaskan tentang perancangan perangkat keras maupun perangkat lunak.
4. BAB 4 berisi tentang hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan analisis hasil pengujian serta memaparkan kesalahan-kesalahan pada saat pengujian.
5. BAB 5 berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penelitian.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Pemantauan kondisi mesin berputar membantu dalam deteksi dini kesalahan danantisipasi masalah pada waktunya, untuk mencegah kegagalan total. Getaran bantalan dapat menimbulkan kebisingan dan menurunkan kualitas lini produk. Getaran *bearing* yang parah bahkan dapat menyebabkan seluruh sistem tidak berfungsi dengan benar dan mengakibatkan *downtime* bagi sistem dan kerugian ekonomi bagi pelanggan. Getaran dihasilkan oleh ketidaksempurnaan geometris pada masing-masing komponen bantalan dan ketidaksempurnaan ini disebabkan oleh ketidakraturan selama proses pembuatan serta keausan(2). *Downtime* itu adalah penghentian operasional industri yang dilakukan oleh perusahaan manufaktur guna melakukan pengecekan pada mesin-mesin.

Analisis getaran telah digunakan dalam diagnosis kesalahan mesin berputar selama beberapa dekade. Hal ini diklaim bahwa pemantauan getaran adalah metode yang paling handal untuk menilai kesehatan keseluruhan sistem rotor. Setiap gangguan pada mesin yang berputar menghasilkan getaran dengan karakteristik khusus yang dapat diukur dan dibandingkan dengan getaran referensi untuk melakukan deteksi dan diagnosis kesalahan(3).

Salah satu cara mengidentifikasi kerusakan suatu sistem alat adalah dengan menganalisis karakteristik dari getaran itu sendiri. Selain getaran menjadi dasar dari perawatan untuk menjaga performa mesin, getaran juga merupakan respon dari sebuah sistem mekanik yang diakibatkan oleh gaya eksitasi yang diberikan maupun perubahan kondisi operasi sebagai fungsi waktu. Gaya eksitasi adalah gaya luar yang bekerja pada sistem, maka sistem akan dipaksa untuk bergetar dan beresilasi akibat dari gaya luar itu. Eksitasi dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan pada mesin itu sendiri atau dari sumber di luar mesin. Adapun metode yang sangat baik untuk menganalisisnya dengan mengukur getaran baik dalam domain waktu maupun domain frekuensi yang terjadi pada arah radial.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang paling sering digunakan oleh para pemrogram karena selain memiliki rumus pemrograman yang mudah dipahami juga memiliki sintaks yang sederhana. Pada kenyataannya, python banyak dimanfaatkan diberbagai bidang. Mulai dari pengembangan web, ilmu data, membuat prototipe perangkat lunak, komputasi saintifik hingga *machine learning*.

Dengan kemudahan tersebut membuat python sangat disarankan untuk orangawam yang ingin melakukan pemrograman komputer. Selain itu fleksibilitas dalam menggunakan *package* juga merupakan keunggulan yang dimiliki python. Dngan demikian pengguna tidak harus melakukan pemrograman menulis kode dari nol. Hanya menggunakan fungsi yang diinginkan dari *package* yang telah tersedia.

Semua kemudahan yang dimiliki python ini tidak membuat menjadi aplikasibahasa pemrograman paling sempurna. Adapun kekurangan yang dimilikinya yaituwaktu yang dibutuhkan dalam mengolah program relatif lebih lama jika dibandingkan dengan bahasa pemrograman dengan basis kompiler. Hal ini terjadi karena python berbasis interpreter sehingga dalam melakukan pengolahan program berjalan secara baris per baris. Oleh karena itu, python tidak disarankan untuk pengguna yang membutuhkan performa cepat. Untuk saat ini, python yang disarankan untuk analisis dengan menggunakan python3.9.6.

### 2.2.2 Getaran

Pada getaran bebas ketika terjadi suatu variasi perubahan waktu dikarenakan bekerjanya gaya yang ada pada mekanisme itu sendiri. Semua sistem yang memiliki massa dan elastisitas dapat mengalami getaran bebas tanpa ada gangguan getaran dari luar. Salah satu contoh pada getaran bebas yaitu gerakan bolak-balik pada sebuah pendulum. Akan tetapi pada sebuah mekanisme getaran pada mesin selalu memiliki redaman. Dengan adanya redaman maka amplitudo getaran semakin lama akan semakin mengecil yang kemudian akan terdiam.

1. Getaran bebas tanpa redaman

Getaran bebas tanpa redaman terjadi ketika pengaruh gaya gesekan yang diabaikan. Bila benda tersebut bergetar secara bebas, maka getaran akan terjadi pada frekuensi pribadinya.

2. Getaran bebas dengan redaman

Sedangkan getaran bebas dengan redaman jika diberi simpangan kemudian dilepas, maka sistem tersebut akan bergetar pada frekuensi pribadi sistem teredam.

Sedangkan pada getaran paksa adalah getaran yang diakibatkan oleh rangsangan dari luar. Hal ini gaya yang ditimbulkan dari rangsangan luar bersifat berulang-ulang. Salah satu contoh pada getaran paksa adalah sayap pesawat terbang ataupun mesin diesel yang bekerja.

### **2.2.3 Fast Fourier Transform (FFT)**

Dalam pengamatan fenomena alam seringkali kita menemukan kesamaan dalam ilmu fisika yaitu pengamatan dalam domain waktu  $F(t)$ . Dalam hal ini menyebabkan hasil pengamatan terhadap domain waktu sangat kompleks. Sehingga sangat diperlukan metode untuk analisis data hasil pengamatan dalam domain waktu menjadi lebih mudah dibaca dan diolah. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mempermudah analisis tersebut ialah Transformasi Fourier. *Fast Fourier Transform* (FFT) merupakan suatu algoritma atau teknik perhitungan operasi matematika yang digunakan untuk mentransformasikan sinyal analog berbasis domain waktu diskrit menjadi sinyal digital berbasis domain frekuensi. *Fast Fourier Transform* (FFT) membagi sebuah sinyal menjadi frekuensi yang berbeda-beda dalam fungsi eksponensial yang kompleks. Selain itu algoritma ini dapat menghitung transformasi fourier diskrit dengan cepat dan efisien karena sinyal dalam sistem komunikasi bersifat kontinyu. *Fast Fourier Transform* (FFT) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j2\pi ft} dt \quad (2.1)$$

$S(f)$  = Sinyal dalam domain frekuensi (*frequency domain*)

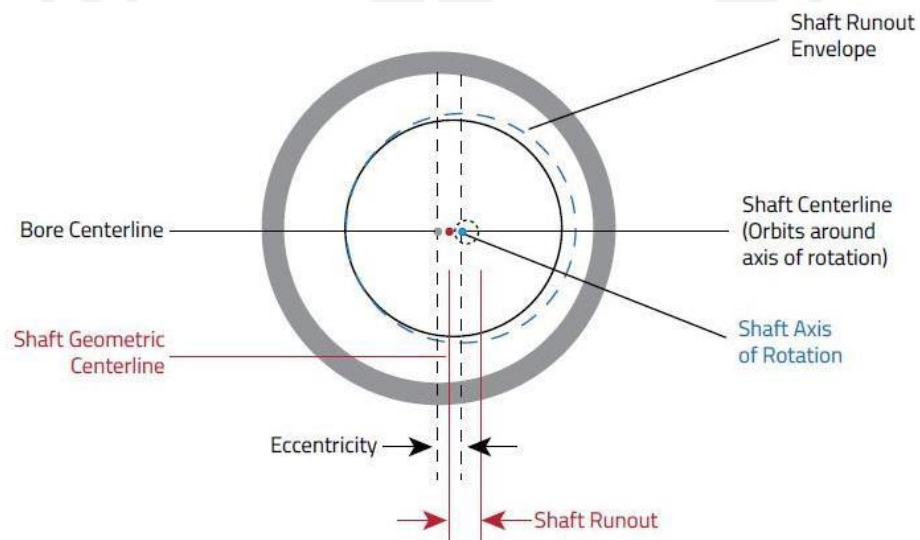
$s(t)$  = Sinyal dalam domain waktu (*time domain*)

$s(t) e^{-j2\pi ft}$  = Konstanta nilai sebuah sinyal

$f$  = frekuensi

$t$  = Waktu

## 2.2.4 Eksentrisitas



Gambar 2-1 Eksentrisitas poros

Eksentrisitas poros seperti terlihat pada Gambar 2-1. Kesalahan eksentrisitas salah satunya adalah bergesernya pusat geometri dari poros terhadap pusat imajiner. Eksentrisitas juga merupakan sumber kesalahan terbesar yang dapat dikontrol dalam sistem *encoder* putar mana pun. Selain itu, *misalignment* juga dapat terjadi ketika poros tidak disejajarkan dengan benar dengan perangkat keras di sekitarnya. Masalah yang juga berpotensi ialah eksentrisitas memperbesar celah ekstrusi di satu sisi, yang dapat merugikan jika melibatkan tekanan tinggi.



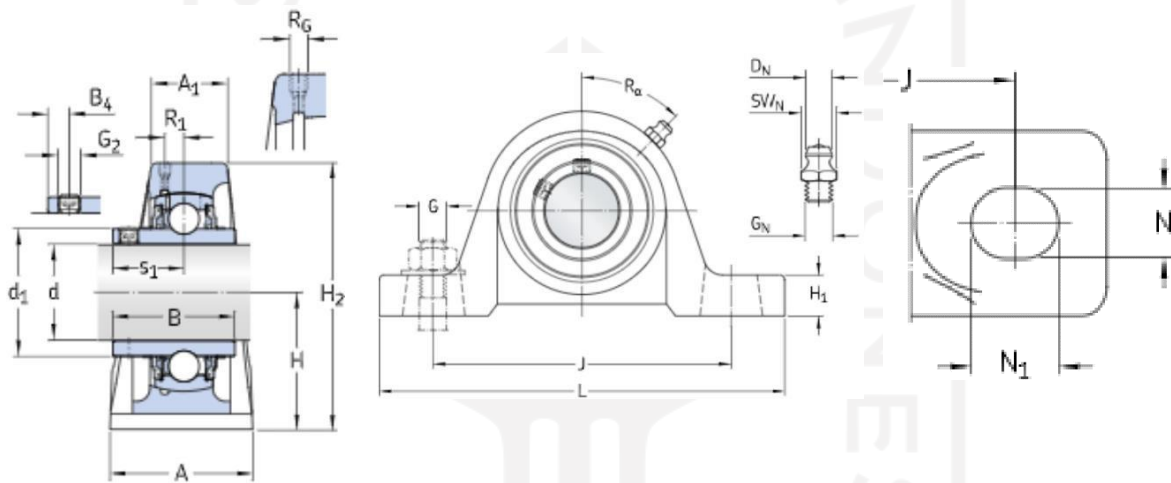
### 2.2.5 Bearing ASB UCP 204-12

*Bearing* atau biasa yang kita kenal yaitu Bantalan (Laher) merupakan salah satu elemen mesin yang banyak digunakan pada dunia otomotif atau permesinan. Fungsinya yang sangat membantu ialah menjaga poros (*shaft*) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya. Selain itu juga berfungsi untuk membatasi ruang gerak antara 2 buah atau lebih komponen mesin agar dapat bergerak pada arah yang kita tentukan. Pada Tabel 2-1 dan Tabel 2-2 serta Gambar 2-2 yang berisi informasi mengenai spesifikasi *bearing* yang digunakan.

Spesifikasi <i>Bearing</i>	
Compliance with standard	JIS
Purpose specific	For material handling applications
Housing material	Cast iron
Sealing solution	Standard seals with additional flingers
Basic dynamic load rating (C)	12,7 kN
Basic static load rating (C <sub>0</sub> )	6,7 kN
Fatigue load limit (P <sub>u</sub> )	0,285 kN
Limiting speed	6500r/min
Mass bearing unit	0,61 kg
Set screw (G <sub>2</sub> )	1/4-28 UNF
Hexagonal key size for side screw (N)	3,225 mm
Recommended tightening torque for set screw	4 Nm

Recommended diameter for attachment bolts, mm (G)	10 mm
Recommended diameter for attachment bolts, inch (G)	0,375 in
Housing	P 204/Y
Bearing	UC 204-12

Tabel 2-1 Spesifikasi *Bearing*



Gambar 2-2 Spesifikasi *Bearing*

DIMENSIONS	
d	19,05 mm
$d_1$	$\approx 28,7$ mm
A	34 mm
$A_1$	23 mm
B	31 mm
$B_4$	5 mm
H	33,3 mm
$H_1$	13,5 mm
$H_2$	64,5 mm
J	95 mm
J	max. 100 mm

J	Min. 90 mm
L	127 mm
N	13 mm
N <sub>1</sub>	18 mm
s <sub>1</sub>	18,3 mm
R <sub>G</sub>	¼-28 UNF
R <sub>1</sub>	2 mm
R <sub>α</sub>	45 °
D <sub>N</sub>	6,6 mm
SW <sub>N</sub>	7,94 mm
G <sub>N</sub>	¼-28 UNF

Tabel 2-2 Spesifikasi *bearing*

### 2.2.6 Motor Penggerak YC8024

Sebuah aktuator mekanik untuk mentransformasikan suatu daya listrik menjadi energi gerak untuk menggerakkan beban peralatan mekanis. Alat mekanik ini memiliki diperuntukkan untuk membantu pekerjaan dengan kapasitas beban kerja berskala ringan. Elektromotor tipe ini merupakan mesin penggerak 1 phase yang berdaya ½ HP / 0.37 kW dengan kecepatan putar 1450 rpm. Dibutuhkan voltase listrik yang tidak terlalu besar yaitu pada tegangan AC 220V dan dengan berat 16kg. Dengan menggunakan rumus daya dengan motor 1 phase yaitu  $I \frac{P}{V}$ , sehingga didapatkan ampere sebesar 1,68 A.

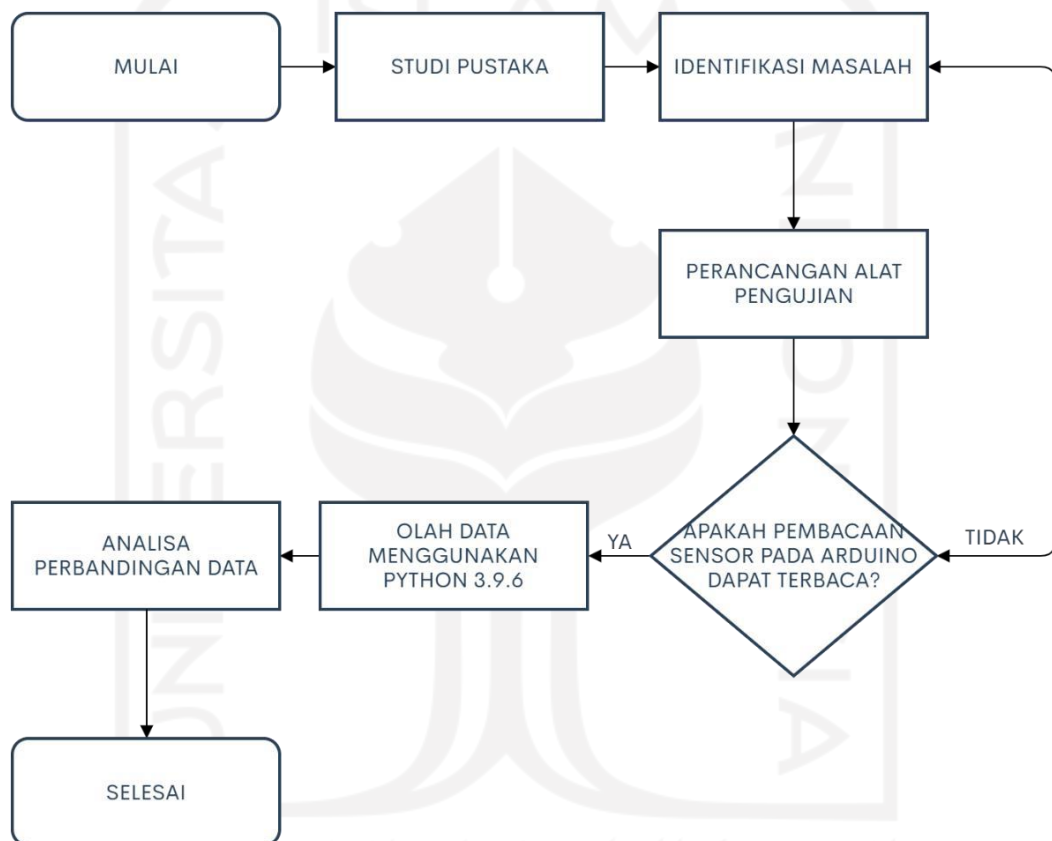
### 2.2.7 Sensor GY-521 MPU 6050

GY-521 adalah sebuah modul *Inertial Measurement Unit (IMU)* yang menggunakan chip sedangkan MPU 6050 itu sendiri adalah chip dengan 3-axis. MPU 6050 juga sudah memiliki *Digital Motion Processors (DMP)* yang akan mengolah data mentah dari masing-masing sensor. Memiliki tegangan DC sebesar 3,3-5V.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

Berikut merupakan diagram alir yang dilakukan selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1 Diagram alir penelitian

### 3.2 Peralatan dan Bahan

#### 1. Mesin gerinda potong

Pada gerinda potong digunakan untuk memotong panjang dari poros pada sebuah alat pengujian. Dapat dilihat pada Gambar 3-2 berikut ini:



Gambar 3-2 Gerinda potong

#### 2. Mesin CNC Roughing

Pada mesin ini digunakan untuk pembubutan besi pejal dan pembuatan kopling eksentrisitas. Dapat dilihat pada Gambar 3-3 berikut ini:



Gambar 3-3 Mesin CNC Roughing

### 3. Bor duduk

Pada bor duduk digunakan untuk membuat lubang pada beban dan kopling untuk menempatkan baut. Dapat dilihat pada Gambar 3-4 berikut ini:



Gambar 3-4 Bor duduk

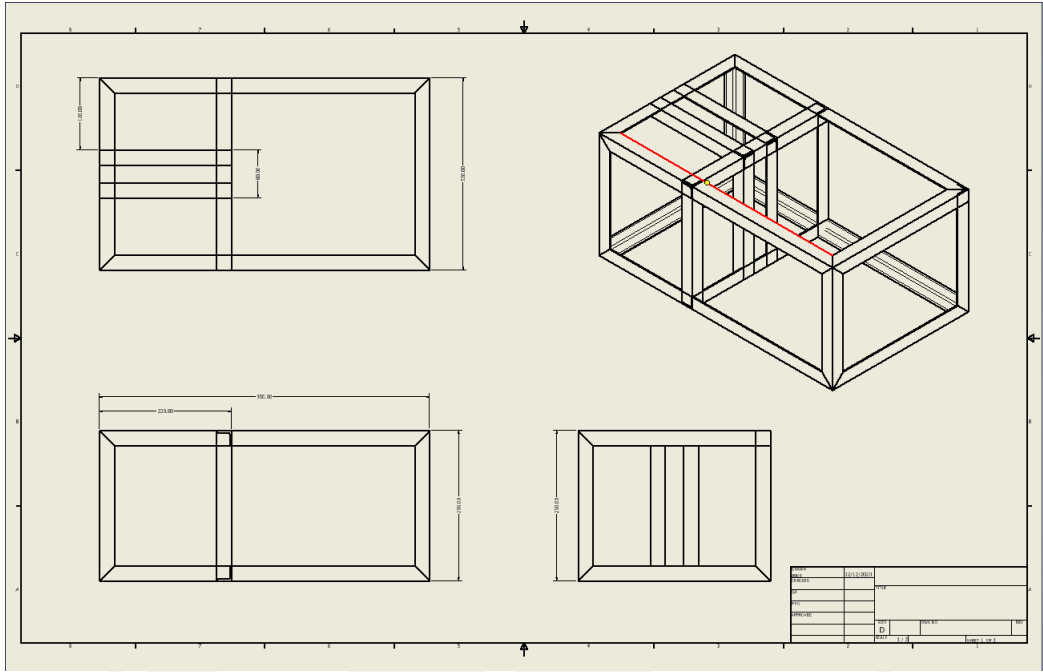
## 3.3 Perancangan

### 3.3.1 Perancangan Perangkat Keras

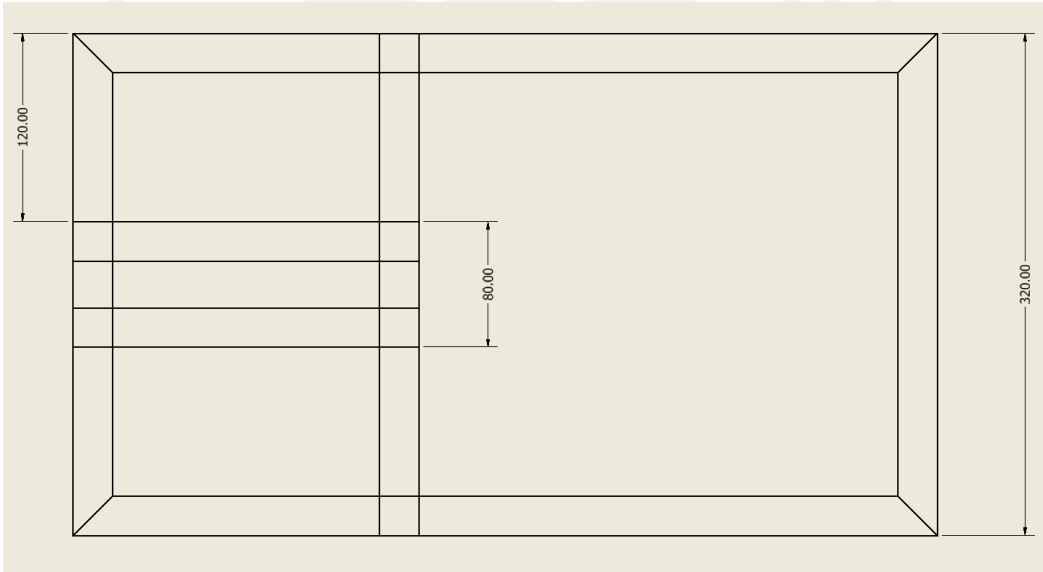
Pada tahap ini sebagai perancangan perangkat keras adalah langkah awal untuk merancang sebuah alat pengujian guna mendapatkan data yang diinginkan. Berikut adalah tahap-tahap perancangan pada perangkat keras.

#### 3.3.1.1 Model *Frame*

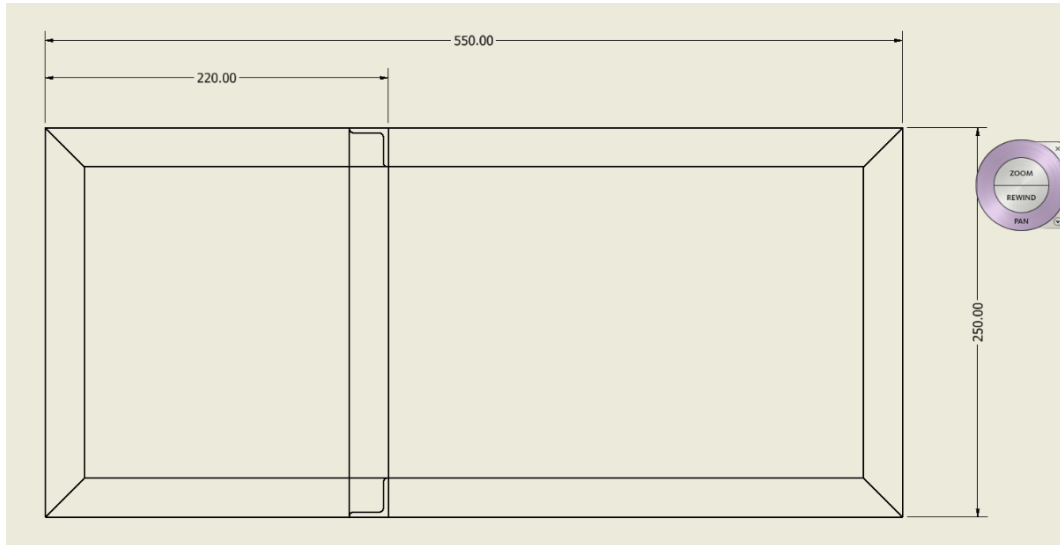
Pada Gambar 3-5 merupakan bentuk *drawing* dari perancangan pembuatan *frame* pengujian alat dengan prespektif tampak depan, atas, dan samping. Menggunakan panjang 550mm dan lebar 320mm serta tinggi 250mm yang telah disesuaikan dengan hasil studi pustaka yang dilakukan peneliti. Dengan menggunakan *frame* besi L untuk meminimalisir biaya dan ditinjau dari segi kekuatan beban sehingga cukup untuk menampung beban pada *frame* tersebut.



(a)



(b)

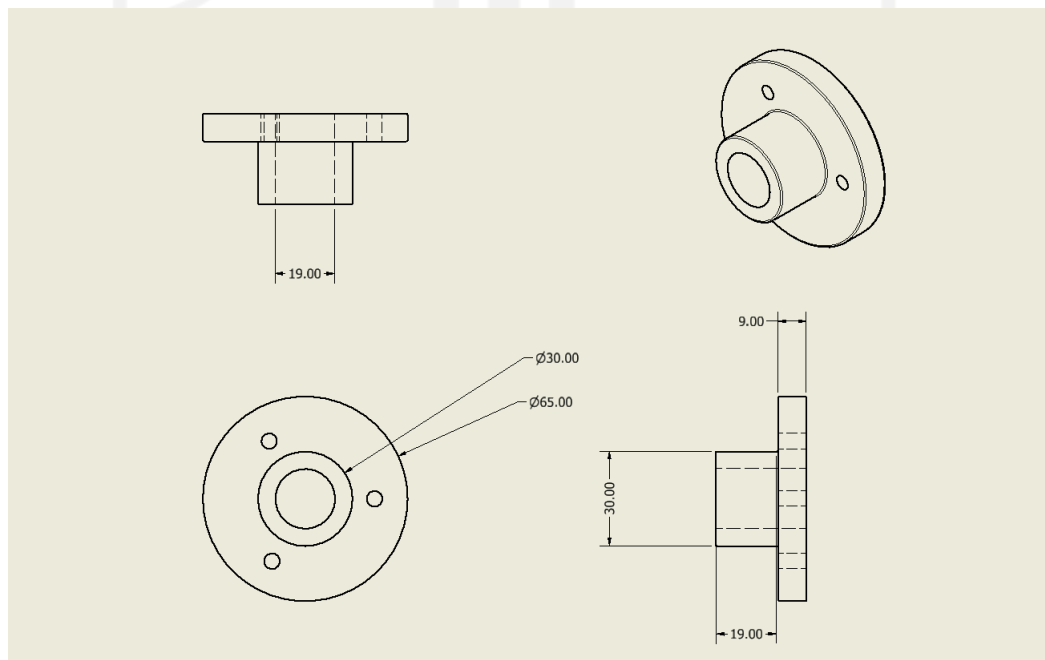


(c)

Gambar 3-5 Drawing *frame* besi (a), Drawing tampak atas (b), Drawing tampak depan (c).

### 3.3.1.2 Model Kopling

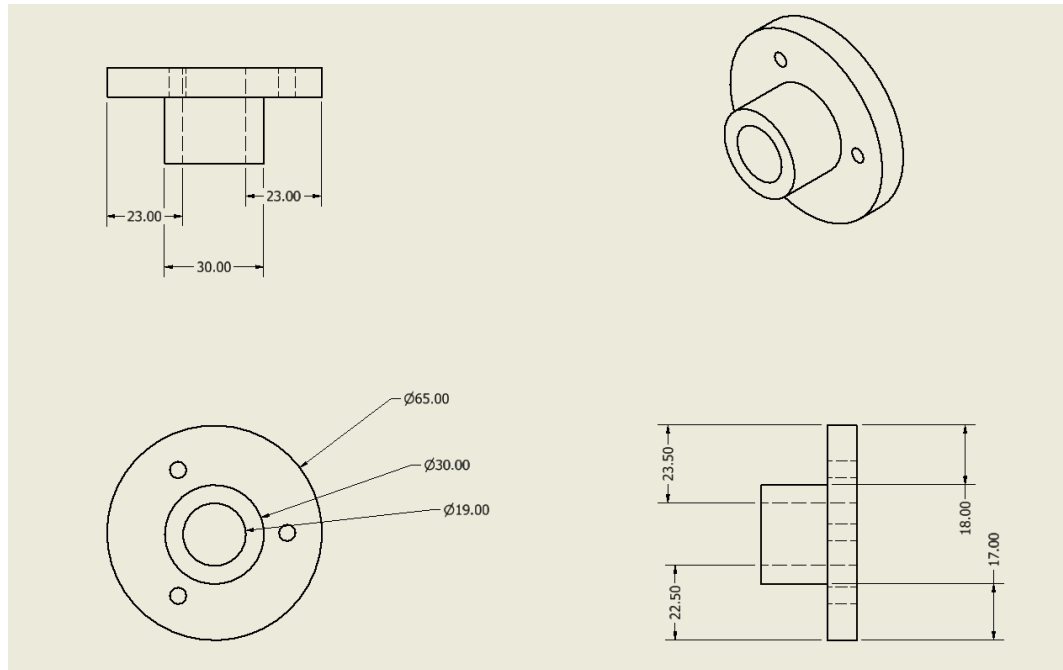
Pada model kopling seperti pada Gambar 3-6 merupakan kopling tanpa eksentrisitas dengan ukuran *couple* yang sama.



Gambar 3-6 Drawing kopling normal

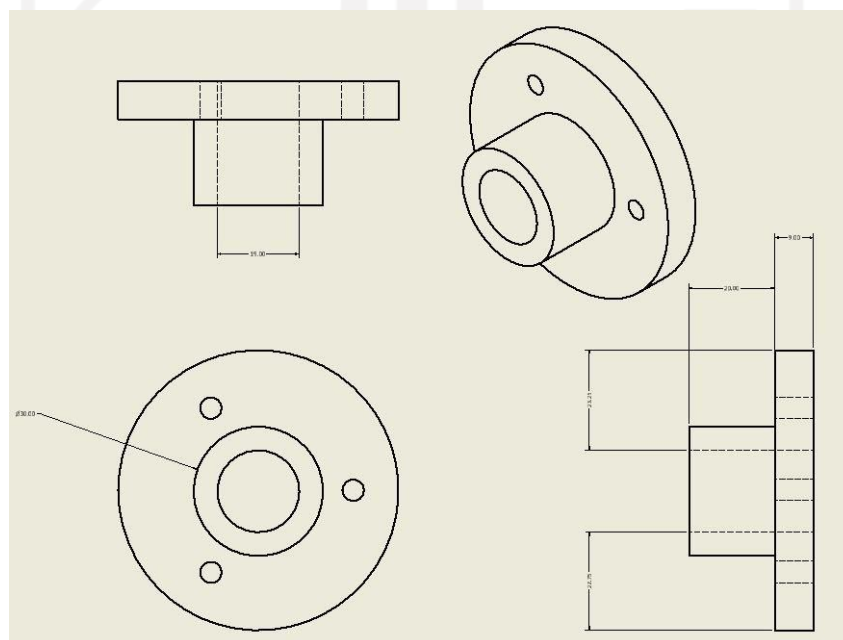


Sedangkan pada Gambar 3-7 menggunakan eksentrisitas 0,50mm yang dapat terlihat perbedaan ukuran pada *couple* tersebut.



Gambar 3-7 Drawing kopling eksentrisitas 0,50mm

Dan untuk Gambar 3-8 menggunakan eksentrisitas 0,25mm yang juga dapat terlihat pada perbedaan ukuran *couple* tersebut.



Gambar 3-8 Drawing kopling eksentrisitas 0,25mm

## 3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

### 3.3.2.1 Pembacaan data *software* Arduino

*Software* Arduino digunakan untuk membaca data dari Arduino uno melalui sensor *thermocouple* dan sensor getar MPU-6050. Berikut program yang digunakan agar data getaran *bearing* pada alat pengujian dapat terbaca.

```
#include "max6675.h"
#include <Wire.h>
#include <MPU6050.h>
MPU6050 mpu;
int thermoDO = 12;
int thermoCS = 11;
int thermoCLK = 10;
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  // Initialize MPU6050
  Serial.println("Initialize MPU6050");
  while(!mpu.begin(MPU6050_SCALE_2000DPS, MPU6050_RANGE_2G))
  {
    Serial.println("Could not find a valid MPU6050 sensor, check wiring!");
    delay(500);
  }
  // If you want, you can set gyroscope offsets
  // mpu.setGyroOffsetX(0);
  // mpu.setGyroOffsetY(0);
  // mpu.setGyroOffsetZ(0);
  // Calibrate gyroscope. The calibration must be at rest.
  // If you don't want calibrate, comment this line.
  mpu.calibrateGyro();
  // Set threshold sensivity. Default 3.
  // If you don't want use threshold, comment this line or set 0.
  mpu.setThreshold(3);
  // Check settings
  checkSettings();
}
void checkSettings()
{
  Serial.println();
  Serial.print(" * Sleep Mode:   ");
  Serial.println(mpu.getSleepEnabled() ? "Enabled" : "Disabled");

  Serial.print(" * Clock Source:   ");
  switch(mpu.getClockSource())
  {
    case MPU6050_CLOCK_KEEP_RESET: Serial.println("Stops the clock and keeps the timing
generator in reset"); break;
    case MPU6050_CLOCK_EXTERNAL_19MHZ: Serial.println("PLL with external 19.2MHz
reference"); break;
```

```

    case MPU6050_CLOCK_EXTERNAL_32KHZ: Serial.println("PLL with external 32.768kHz
reference"); break;
    case MPU6050_CLOCK_PLL_ZGYRO:      Serial.println("PLL with Z axis gyroscope
reference"); break;
    case MPU6050_CLOCK_PLL_YGYRO:      Serial.println("PLL with Y axis gyroscope
reference"); break;
    case MPU6050_CLOCK_PLL_XGYRO:      Serial.println("PLL with X axis gyroscope
reference"); break;
    case MPU6050_CLOCK_INTERNAL_8MHZ:   Serial.println("Internal 8MHz oscillator");
break;
}
Serial.print(" * Gyroscope: ");
switch(mpu.getScale())
{
    case MPU6050_SCALE_2000DPS:        Serial.println("2000 dps"); break;
    case MPU6050_SCALE_1000DPS:        Serial.println("1000 dps"); break;
    case MPU6050_SCALE_500DPS:         Serial.println("500 dps"); break;
    case MPU6050_SCALE_250DPS:         Serial.println("250 dps"); break;
}
Serial.print(" * Gyroscope offsets: ");
Serial.print(mpu.getGyroOffsetX());
Serial.print(" / ");
Serial.print(mpu.getGyroOffsetY());
Serial.print(" / ");
Serial.println(mpu.getGyroOffsetZ());
Serial.println();
}
void loop()
{
    Vector rawGyro = mpu.readRawGyro();
    Vector normGyro = mpu.readNormalizeGyro();
    Serial.print(" Xraw = ");
    Serial.print(rawGyro.XAxis);
    Serial.print(" Yraw = ");
    Serial.print(rawGyro.YAxis);
    Serial.print(" Zraw = ");
    Serial.println(rawGyro.ZAxis);
    Serial.print(" Xnorm = ");
    Serial.print(normGyro.XAxis);
    Serial.print(" Ynorm = ");
    Serial.print(normGyro.YAxis);
    Serial.print(" Znorm = ");
    Serial.println(normGyro.ZAxis);
    delay(10);
    suhu();
}
void suhu(){
    Serial.print("C = ");
    Serial.println(thermocouple.readCelsius());
    delay(500);
}

```

### 3.3.2.2 Pengolahan data Program Python

Pada program Python terdapat berbagai macam *library* yang dapat dijalankan untuk mempermudah dalam melakukan pembacaan data yang diinginkan. Pada penelitian kali ini menggunakan salah satu *library* yang ada yaitu *numpy array*. Fungsi *library* tersebut ialah guna memudahkan operasi komputasi tipe data numerik. Berikut merupakan bentuk program Python yang digunakan untuk menghasilkan data grafik getaran dari *domain* waktu ke *domain* frekuensi dapat dilihat pada Gambar 3-9.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.fft import fft, fftfreq

df = pd.read_csv("~/Desktop/1juli05.csv")
Yraw = pd.to_numeric(df.Yraw, errors='coerce')

dt = Yraw.values
t = np.arange(len(dt))

plt.figure()
plt.plot(t, dt)
plt.ylabel("Amplitudo (m/s^2)")
plt.xlabel("Time (s)")
plt.xlim(t[0], t[-1])
plt.show()

freqs = np.fft.fftfreq(len(t))
mask = freqs > 0
fft_vals = fft(dt)
fft_theo = np.abs(fft_vals/len(t))

plt.figure()
plt.plot(freqs[mask], fft_theo[mask])
plt.ylabel("Amplitudo (m/s^2)")
plt.xlabel("Frekuensi (Hz)")
plt.show()
```

Gambar 3-9 Program Python

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Alat Pengujian

Dalam suatu alat pengujian dibutuhkan berbagai komponen-komponen yang tersusun secara terstruktur untuk dapat menghasilkan data yang diinginkan. Adapun komponen-komponen penting agar mendapatkan hasil data sinyal getaran yang dicapai, diantaranya:

1. Sensor GY-521 MPU-6050

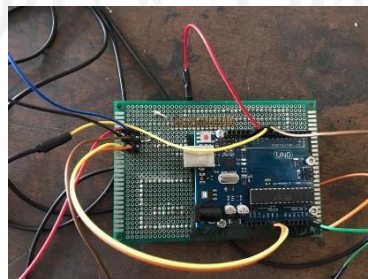
Pada sensor ini digunakan untuk pembacaan data ketika menjalankan alat uji yang kemudian data terbaca pada *software* Arduino serta setelah terbaca nantinya data tersebut disimpan dalam *notepad*. Dapat dilihat pada Gambar 4-1.



Gambar 4-1 Sensor MPU-6050

2. Arduino Uno

Mikrokontroler yang berfungsi untuk menerima sinyal dari sensor. Dapat dilihat pada Gambar 4-2.



Gambar 4-2 Arduino uno

3. Beban kubus 40mm

Pada beban kubus digunakan dalam alat pengujian yang berfungsi sebagai variasi data pengujian. Dapat dilihat pada Gambar 4-3.



Gambar 4-3 Beban kubus

4. Kopling eksentrisitas 0,25mm dan 0,5mm serta kopling normal

Selain dengan adanya beban kubus untuk variasi data, kopling juga digunakan untuk variasi data pengujian. Dapat dilihat pada Gambar 4-4.



(a)

(b)

(c)

Gambar 4-4 Kopling normal (a), Kopling eksentrisitas 0,25mm (b), Kopling eksentrisitas 0,5mm (c)



#### 5. Poros pejal 19mm serta pengunci

Dua komponen yang saling berkaitan ini digunakan untuk menunjang posisi beban kubus agar dapat menyatu dengan poros utama. Dapat dilihat pada Gambar 4-5.



Gambar 4-5 Poros pejal serta pengunci

Dari sekian komponen-komponen tersebut dirangkai menjadi sebuah alat pengujian pada penelitian ini. Dapat dilihat pada Gambar 4-6.



Gambar 4-6 Alat pengujian

Bentuk mekanisme singkat dari alat pengujian ini yaitu motor penggerak yang telah terpasang pada frame dan telah dialiri listrik guna menghidupkan mesin. Kemudian kopling yang terpasang pada ujung motor penggerak dan juga tersambung pada poros utama. Pada sisi tengah poros utama terdapat bearing dan pada sisi ujung yang lain terdapat poros pejal beserta pengunci. Ketika mesin menyala, sensor yang terletak pada bearing dengan otomatis akan membacakan

sinyal getaran yang kemudian sinyal tersebut masuk kedalam *software* Arduino pada komputer. Dalam hal ini sinyal getaran bisa disebut dengan data getaran. Setelah mendapatkan hasil data getaran yang telah disimpan pada *notepad*, kemudian data tersebut ditransformasikan kedalam format *excel* untuk dapat diolah di program python menggunakan *file .csv*. Dari hasil tersebut didapatkan hasil data getaran dengan grafik amplitudo terhadap frekuensi.

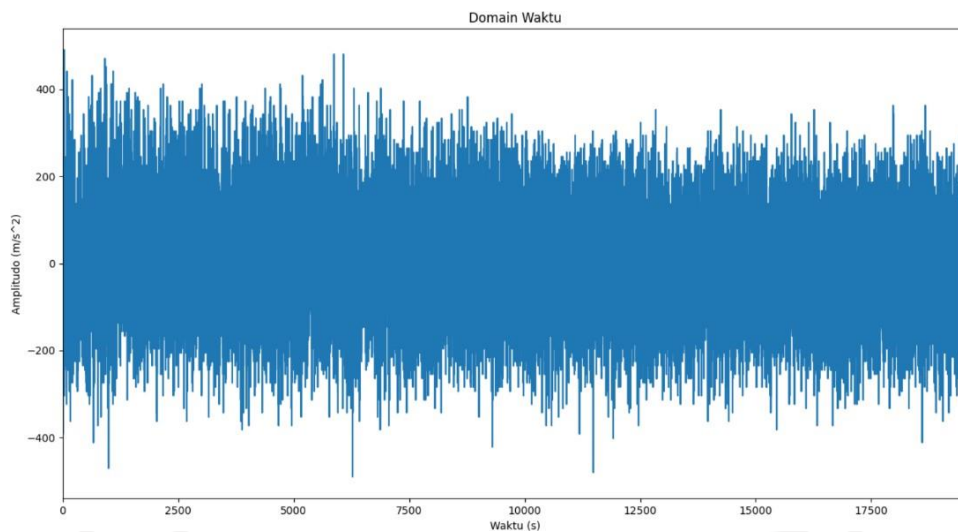
## **4.2 Hasil Data Pengujian**

Pada hasil pengujian sinyal getaran yang telah didapatkan, terbagi menjadi 3 bagian yaitu pada data awal, data tengah, dan data akhir pada saat kopling tidak mengalami eksentrisitas. Kemudian data tersebut dibandingkan dengan data pada eksentrisitas dan beban normal, data pada eksentrisitas 0,25mm dan 0,5mm dengan beban normal serta data pada eksentrisitas 0,25mm dan 0,5mm dengan beban bergeser 10mm.

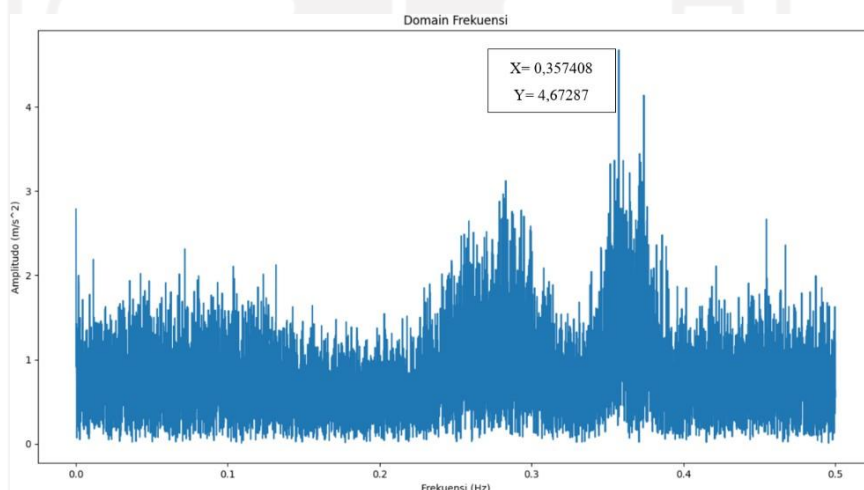
### **4.2.1 Data awal *bearing* normal**

Pada data awal terjadi saat *bearing* normal dalam kondisi kopling tidak mengalami eksentrisitas dengan didapatkan data grafik yang telah diolah menggunakan program Python. Hasil yang menunjukkan data grafik amplitudo terhadap waktu ini menyatakan bahwa tinggi rendahnya sinyal getaran amplitudonya masih terlihat stabil terlihat pada titik tertinggi sebesar  $490m/s^2$  dan pada titik terendah sebesar  $-490 m/s^2$ . Dapat dilihat pada Gambar 4-7.





Gambar 4-7 Grafik data awal kopling normal terhadap waktu



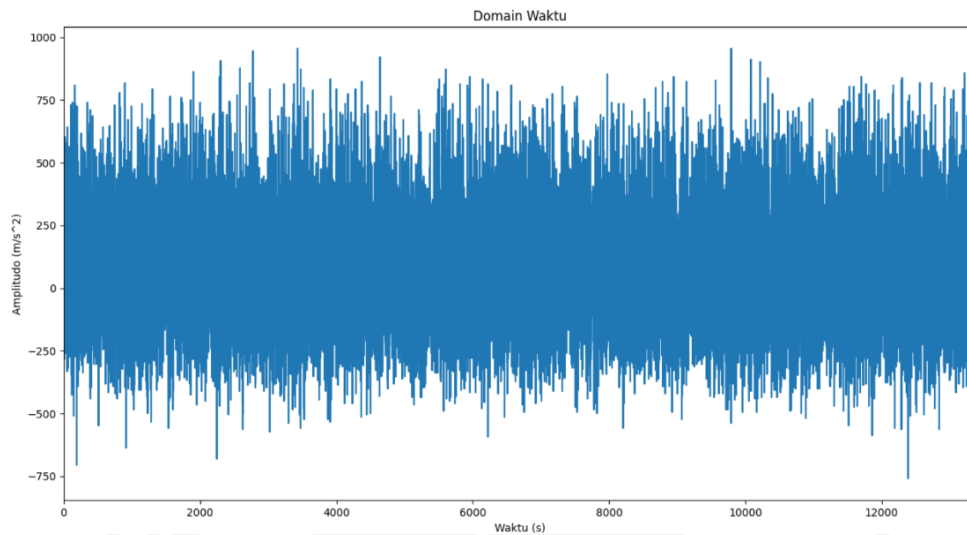
Gambar 4-8 Grafik FFT data awal kopling normal

Data diambil pada waktu 12:06:29.737 sampai dengan 15:07:18.162 sebanyak 19592 data. Data diambil setiap 0,5 detik, artinya terdapat 2 data setiap detiknya. Terlihat pada gambar 4-2 grafik FFT kopling kondisi normal didapatkan titik tertinggi pada frekuensi 0,35Hz dengan nilai amplitudo sebesar 4,67287  $m/s^2$ .

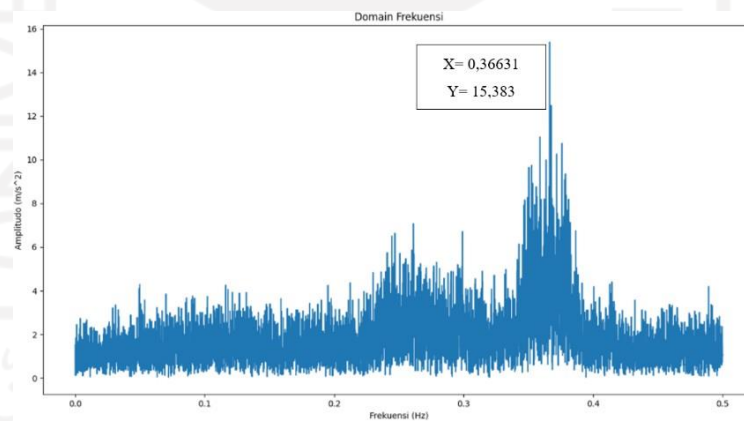
## 4.2.2 Data Tengah

Pada data tengah terjadi saat *bearing* mulai terlihat tanda-tanda terjadinya kerusakan dengan didapatkan data grafik yang telah diolah menggunakan program

Python. Hasil yang menunjukkan data grafik amplitudo terhadap waktu ini menyatakan bahwa tinggi rendahnya sinyal getaran amplitudonya mulai lebih besar terlihat pada titik tertinggi sebesar  $956m/s^2$  dan pada titik terendah sebesar  $-760 m/s^2$ . Dapat dilihat pada gambar 4-9.



Gambar 4-9 Grafik data tengah kopling normal terhadap waktu

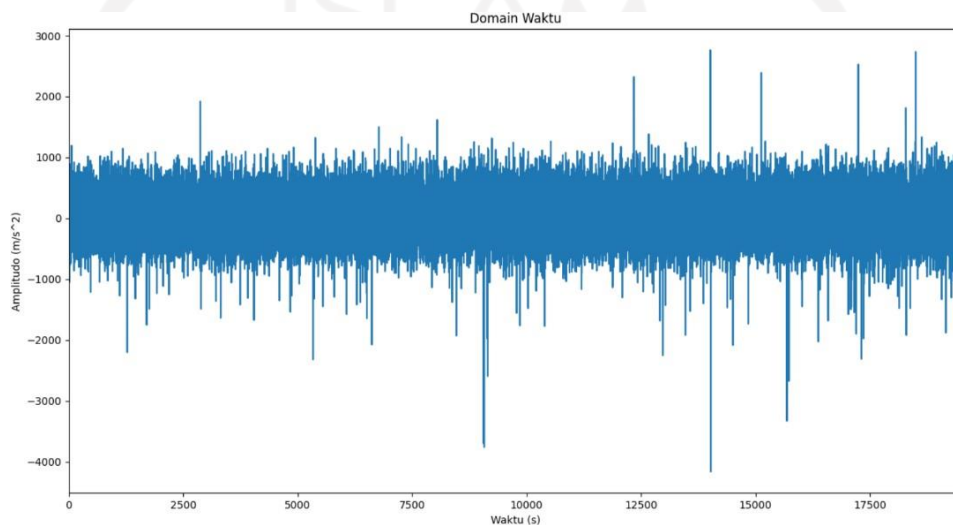


Gambar 4-10 Grafik FFT data tengah kopling normal

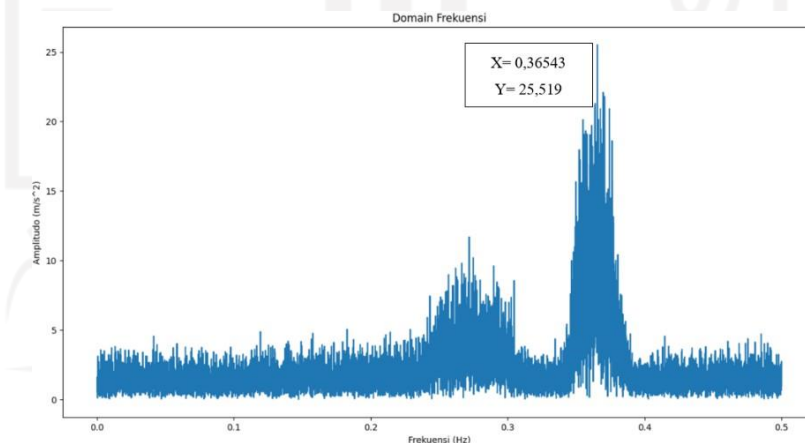
Data diambil pada waktu 12:23:11.686 sampai dengan 14:29:41.392 sebanyak 13394 data. Data diambil setiap 0,5 detik, artinya terdapat 2 data setiap detiknya. Terlihat pada Gambar 4-10 perubahan sinyal getaran pada grafik FFT mengalami tanda-tanda terjadinya kerusakan, menunjukkan perubahan amplitudo yang signifikan dimana titik tertinggi pada frekuensi 0,35Hz dengan nilai amplitudo sebesar  $15,383m/s^2$ .

### 4.2.3 Data Akhir

Pada data akhir terjadi saat *bearing* telah mengalami kerusakan dengan didapatkan data grafik yang telah diolah menggunakan program Python. Hasil yang menunjukkan data grafik amplitudo terhadap waktu ini menyatakan bahwa tinggi rendahnya sinyal getaran amplitudonya sudah tampak tidak beraturan terlihat pada titik tertinggi sebesar  $2764m/s^2$  dan pada titik terendah sebesar  $-4165 m/s^2$ . Dapat dilihat pada Gambar 4-11.



Gambar 4-11 Grafik data akhir kopling normal terhadap waktu



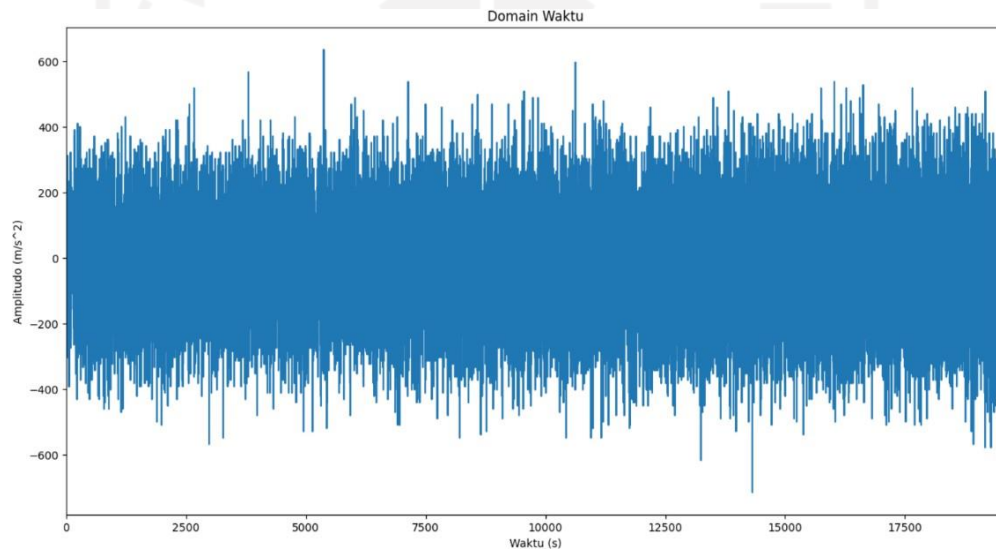
Gambar 4-12 Grafik FFT data akhir kopling normal

Data diambil pada waktu 12:06:29.737 sampai dengan 15:06:40.238 sebanyak 19523 data. Data diambil setiap 0,5 detik, artinya terdapat 2 data setiap detiknya. Terlihat pada Gambar 4-12 perubahan sinyal getaran pada grafik FFT

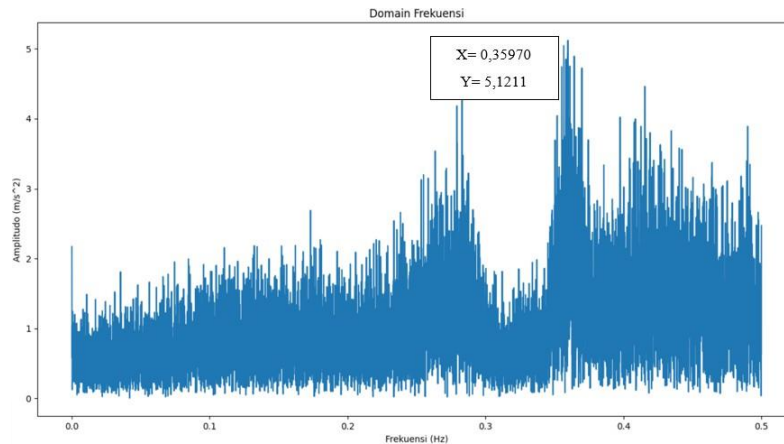
mengalami kondisi perubahan data yang tidak beraturan dimana titik tertinggi pada frekuensi 0,36 Hz dengan nilai amplitudo sebesar  $25,519 \text{ m/s}^2$ .

#### 4.2.4 Data Eksentrisitas 0,25mm

Pada data eksentrisitas terjadi saat *bearing* normal dalam kondisi kopling mengalami eksentrisitas sebesar 0,25mm dan dalam kondisi beban normal. Dengan didapatkan data grafik yang telah diolah menggunakan program Python. Hasil yang menunjukkan data grafik amplitudo terhadap waktu ini bahwa jika dibandingkan dengan grafik data awal seperti pada Gambar 4-7 sinyal getaran mengalami kenaikan amplitudo terlihat pada titik tertinggi sebesar  $637 \text{ m/s}^2$  dan pada titik terendah sebesar  $-715 \text{ m/s}^2$ . Dapat dilihat pada Gambar 4-13.



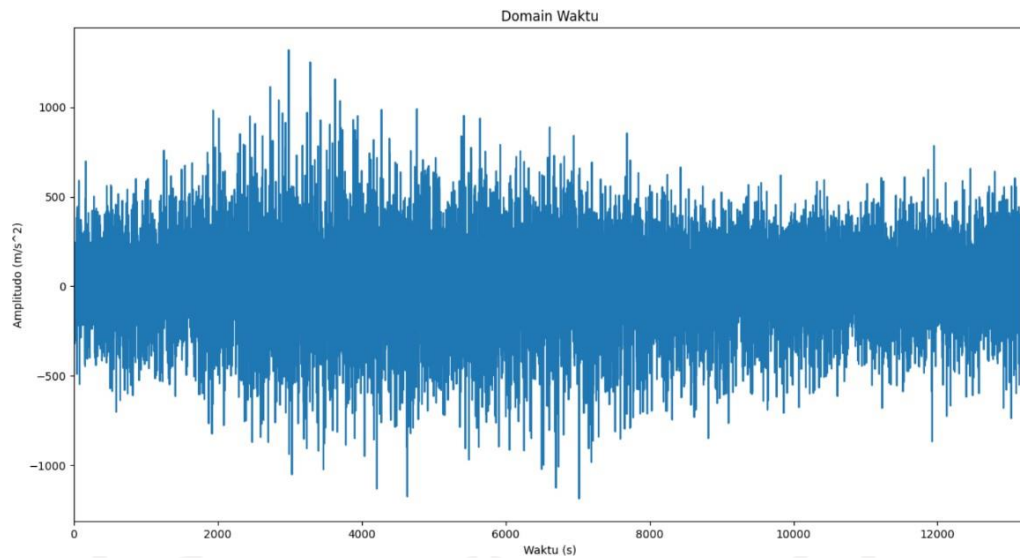
Gambar 4-13 Grafik eksentrisitas 0,25mm beban normal terhadap waktu



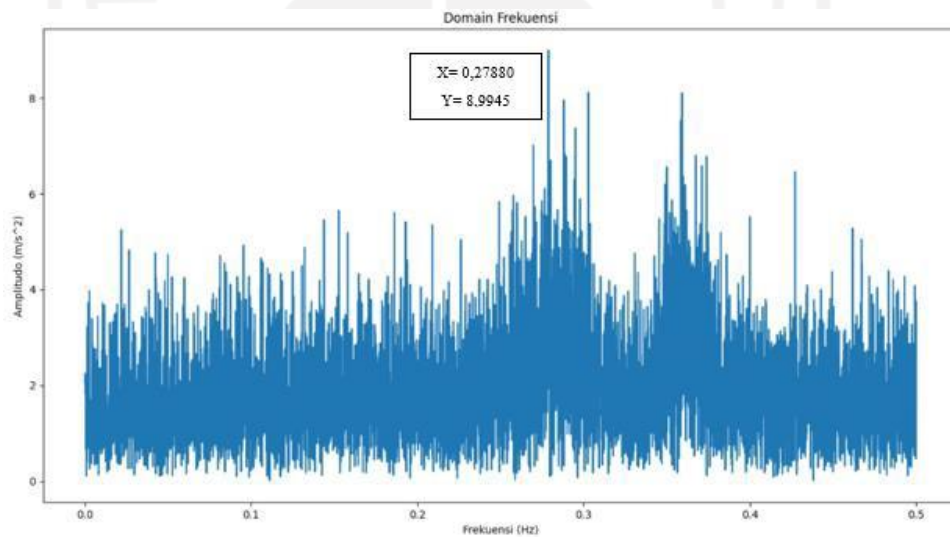
Gambar 4-14 Grafik FFT eksentrisitas 0,25mm beban normal

Data diambil pada waktu 12:08:30.838 sampai dengan 15:07:18.162 sebanyak 19592 data. Data diambil setiap 0,5 detik, artinya terdapat 2 data setiap detiknya. Terlihat pada Gambar 4-14 sinyal getaran pada grafik FFT menunjukkan kenaikan data jika dibandingkan dengan grafik pada Gambar 4-8. Dimana titik tertinggi mengalami perubahan nilai amplitudo sebesar  $5,1211 \text{ m/s}^2$ .

Pada data eksentrisitas terjadi saat *bearing* normal dalam kondisi kopling mengalami eksentrisitas sebesar 0,25mm dan dalam kondisi beban bergeser 10mm. Dengan didapatkan data grafik yang telah diolah menggunakan program Python. Hasil yang menunjukkan data grafik amplitudo terhadap waktu ini bahwa jika dibandingkan dengan grafik eksentrisitas 0,25mm beban normal seperti pada Gambar 4-13 yaitu sinyal getaran kenaikan cukup signifikan terlihat pada titik tertinggi sebesar  $6595 \text{ m/s}^2$  dan pada titik terendah sebesar  $-5929 \text{ m/s}^2$ . Dapat dilihat pada Gambar 4-15.



Gambar 4-15 Grafik eksentrisitas 0,25mm beban bergeser 10mm terhadap waktu

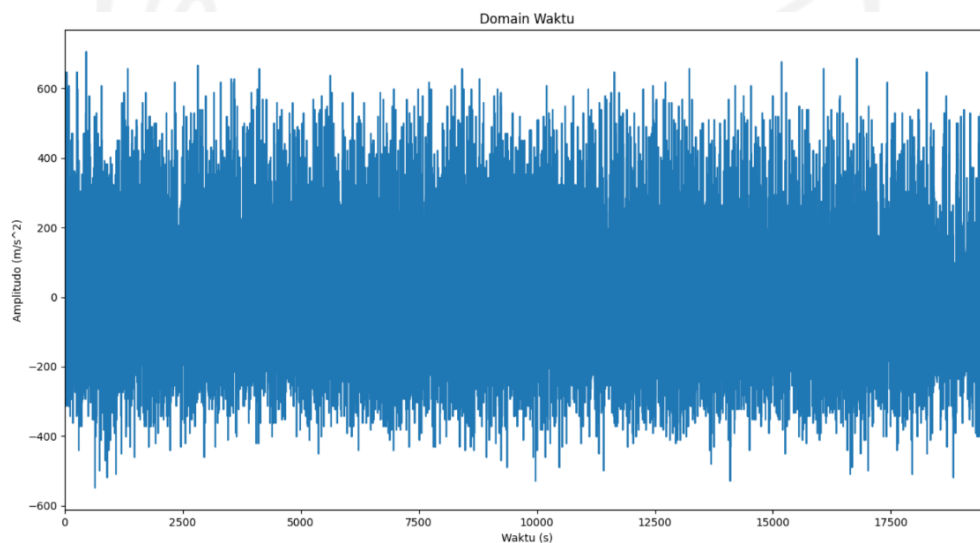


Gambar 4-16 Grafik FFT eksentrisitas 0,25mm beban bergeser 10mm

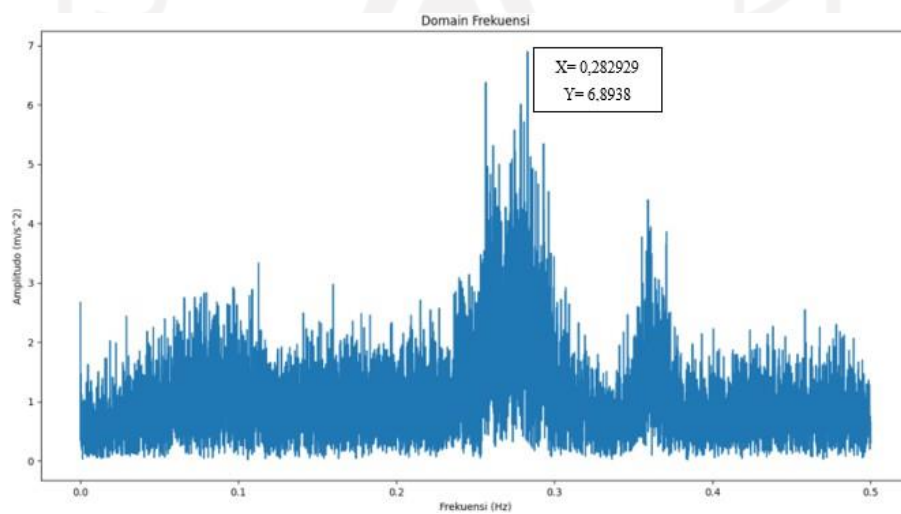
Data diambil pada waktu 10:27:08.004 sampai dengan 12:28:18.561 sebanyak 13480 data. Data diambil setiap 0,5 detik, artinya terdapat 2 data setiap detiknya. Terlihat pada Gambar 4-16 sinyal getaran pada grafik FFT menunjukkan perubahan yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan grafik pada Gambar 4-14. Dimana titik tertinggi dengan nilai amplitudo sebesar 8,9945  $m/s^2$ .

#### 4.2.5 Data Eksentrisitas 0,5mm

Pada data eksentrisitas terjadi saat *bearing* normal dalam kondisi kopling mengalami eksentrisitas sebesar 0,5mm dan dalam kondisi beban normal. Dengan didapatkan data grafik yang telah diolah menggunakan program Python. Hasil yang menunjukkan data grafik amplitudo terhadap waktu ini menyatakan bahwa perbedaan data dengan grafik pada Gambar 4-13 hanya mengalami kenaikan sedikit lebih besar. Hal ini dapat dilihat pada titik tertinggi sebesar  $706\text{m/s}^2$  dan pada titik terendah sebesar  $-549\text{m/s}^2$ . Dapat dilihat pada Gambar 4-17.



Gambar 4-17 Grafik eksentrisitas 0,5mm beban normal terhadap waktu

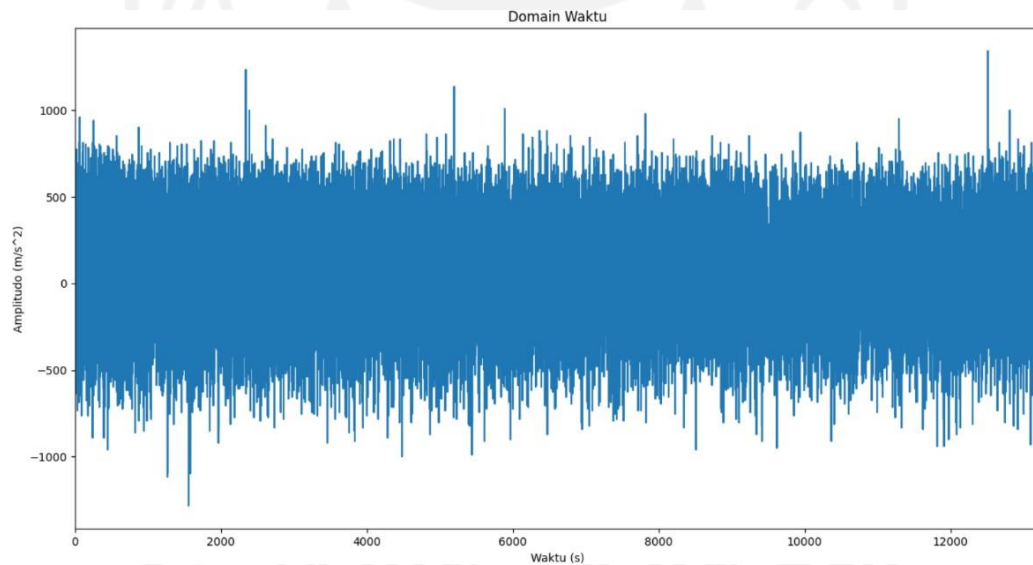


Gambar 4-18 Grafik FFT eksentrisitas 0,5mm beban normal



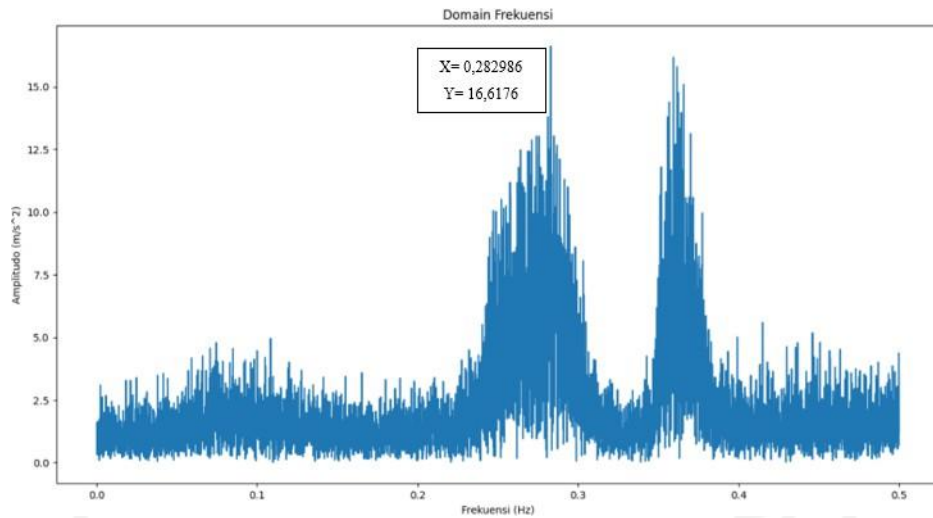
Data diambil pada waktu 12:06:28.715 sampai dengan 15:07:21.162 sebanyak 19595 data. Data diambil setiap 0,5 detik, artinya terdapat 2 data setiap detiknya. Terlihat pada Gambar 4-18 sinyal getaran pada grafik FFT menunjukkan kenaikan data jika dibandingkan dengan grafik pada Gambar 4-14. Dimana titik tertinggi mengalami perubahan nilai amplitudo sebesar  $6,8938 \text{ m/s}^2$ .

Pada data eksentrisitas terjadi saat *bearing* normal dalam kondisi kopling mengalami eksentrisitas sebesar 0,5mm dan dalam kondisi beban bergeser 10mm. Dengan didapatkan data grafik yang telah diolah menggunakan program Python. Hasil yang menunjukkan data grafik amplitudo terhadap waktu ini bahwa jika dibandingkan dengan grafik eksentrisitas 0,5mm beban normal seperti pada Gambar 4-17 yaitu sinyal getaran kenaikan cukup signifikan terlihat pada titik tertinggi sebesar  $1343 \text{ m/s}^2$  dan pada titik terendah sebesar  $-1284 \text{ m/s}^2$ . Dapat dilihat pada Gambar 4-19.



Gambar 4-19 Grafik eksentrisitas 0,5mm beban bergeser 10mm terhadap waktu





Gambar 4-20 Grafik FFT eksentrisitas 0,5mm beban bergeser 10mm

Data diambil pada waktu 13:30:29.931 sampai dengan 15:31:35.655 sebanyak 13267 data. Data diambil setiap 0,5 detik, artinya terdapat 2 data setiap detiknya. Terlihat pada Gambar 4-20 sinyal getaran pada grafik FFT menunjukkan kenaikan data jika dibandingkan dengan grafik pada Gambar 4-18. Dimana titik tertinggi dengan nilai amplitudo sebesar 16,6176  $m/s^2$ .

### 4.3 Analisis

Dari hasil pengujian secara keseluruhan didapatkan analisis sebagai berikut:

Dalam grafik domain waktu, pada data kopling normal didapatkan kesimpulan hasil nilai seperti pada Tabel 4-1.

Data	Amplitudo ( $m/s^2$ )	
	Maks	Min
Awal	490	-490
Tengah	956	-760
Akhir	2764	-4165

Tabel 4-1 Data domain waktu

Dapat disimpulkan bahwa karakteristik sinyal getaran pada *bearing* kondisi normal hingga *bearing* mengalami tanda-tanda kerusakan seperti halnya terdapat suara gemuruh yang ada pada saat *bearing* tersebut diputar. Selain itu getaran juga mengalami peningkatan yang dapat dilihat pada Tabel 4-1 bahwa amplitudo maksimal dan minimal yang kian meningkat.

Data	Amplitudo ( $m/s^2$ )
Awal	4,67287
Tengah	15,383
Akhir	25,519

Tabel 4-2 Data domain frekuensi

Pada Tabel 4-2 dengan frekuensi 0,36Hz terlihat bahwa amplitudo juga mengalami kenaikan dari *bearing* kondisi normal hingga mengalami tanda-tanda kerusakan.

Kopling	Amplitudo ( $m/s^2$ )
Normal	4,67287
Eksentrisitas 0,25	5,1211
Eksentrisitas 0,5	6,8938

Tabel 4-3 Pengaruh eksentrisitas terhadap amplitudo

Pada Tabel 4-3 dengan eksentrisitas yang berbeda dari 0 hingga 0,5mm terlihat jelas amplitudo mengalami kenaikan dengan meningkatnya eksentrisitas. Dengan ini menjelaskan semakin tinggi eksentrisitas, maka getaran yang terjadi akan semakin tinggi pula sehingga menyebabkan *bearing* menjadi cepat rusak.

Kopling	Amplitudo ( $m/s^2$ )	Beban
Eksentrisitas 0,25	6,8942	Bergeser 10mm
Eksentrisitas 0,5	16,6176	Bergeser 10mm

Tabel 4-4 Pengaruh eksentrisitas terhadap amplitudo bebann bergeser 10mm

Pada Tabel 4-4 Pengaruh eksentrisitas terhadap amplitudo bebann bergeser 10mm Tabel 4-3 dengan eksentrisitas yang berbeda yaitu 0,25mm dan 0,5mm menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan beban bergeser juga mempengaruhi besaran nilai amplitudo.

#### 4.4 Pembahasan

Dari hasil pengujian secara keseluruhan didapatkan pembahasan ataupun kendala saat melakukan pengujian sebagai berikut:

Pada hasil pengujian masih belum sesuai yang diharapkan. Salah satu contohnya ada pada grafik FFT yang mana nilai frekuensi yang tercantum pada grafik masih hanya terlihat sedikit yaitu jaraknya di 0,5Hz. Di sisi lain pengolahan data pada program Python juga masih minim akan referensi dalam menjalankan program tersebut dengan memasukkan dataset di lapangan. Selain itu pada saat pengujian juga terdapat *noise* berupa getaran dari luar. Seperti halnya getaran motor induksi yang digunakan saat pengujian yaitu menggunakan 1450 rpm. Dikarenakan getaran pada motor terlalu besar, sedangkan seperti getaran yang dapat merambat pada medium tertentu. Sehingga motor pada *frame* juga dapat mempengaruhi kinerja hasil pembacaan sensor. Bahkan berdasarkan faktor dilapangan, masih terdapat sumber getaran yang bukan berasal dari alat pengujian melainkan ada pada lingkungan sekitar alat pengujian. Hal ini memang sangat mempengaruhi hasil pembacaan data. Faktor lainnya yang juga tidak kalah penting yaitu saat melakukan pengujian masih terdapat komponen-komponen kecil seperti baut dan lain-lain yang sudah kendur setelah menjalankan alat uji. Hal ini perlu pengawasan yang lebih cermat mengingat keselamatan adalah yang pertama.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan kesimpulan ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Saat dengan eksentrisitas yang berbeda dari 0 hingga 0,5mm terlihat jelas amplitudo mengalami kenaikan dengan meningkatnya eksentrisitas. Dengan ini menjelaskan semakin tinggi eksentrisitas, maka getaran yang terjadi akan semakin tinggi pula sehingga menyebabkan *bearing* menjadi cepat rusak.

1. Saat eksentrisitas normal nilai amplitudo yang didapat sebesar 4,67287  $m/s^2$  kemudian saat eksentrisitas 0,25mm nilai yang didapat sebesar 5,1211  $m/s^2$  serta saat eksentrisitas 0,5mm nilai yang didapat sebesar 6,8938  $m/s^2$ .
2. Artinya semakin tinggi eksentrisitas dan beban, maka getaran yang dihasilkan akan semakin tinggi juga. Hal ini membuat *bearing* juga akan semakin rusak.

#### **5.2 Saran**

Dari penelitian tersebut tentu ada perbaikan yang harus dilakukan guna menunjang penelitian tersebut menjadi lebih baik. Adapaun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Diharapkan melakukan pengujian di ruangan kedap suara, sehingga suara yang menimbulkan getaran dari luar tidak mempengaruhi hasil proses pengujian.
2. Untuk penelitian selanjutnya lebih memperhatikan nilai-nilai ukuran dan perhitungan pada alat pengujian untuk meminimalisir adanya kerusakan atau patahan pada *frame* maupun baut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Maladzi R, Prahasto T. *Analisis Kerusakan Bantalan Gelinding Dengan Variasi Kecepatan Putar Berdasarkan Pola Getaran Menggunakan Metoda Envelope Analysis*. 2017;5(1):10.
2. Kankar PK, Sharma SC, Harsha SP. *Fault diagnosis of ball bearings using machine learning methods*. Expert Syst Appl. 2011 Mar;38(3):1876–86.
3. Konar P, Chattopadhyay P. *Bearing fault detection of induction motor using wavelet and Support Vector Machines (SVMs)*. Appl Soft Comput. 2011 Sep;11(6):4203–11.

