

# **TUGAS AKHIR**

## **KARAKTERISTIK GETARAN PADA 3 PIRINGAN AKIBAT PERUBAHAN PUTARAN POROS**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**IBNU KHOLID SWANDONO**

1307230205



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

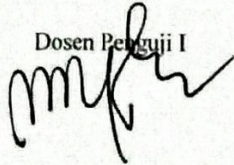
Nama : Ibnu Kholid Swandono  
Npm : 1307230205  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Karakteristik Getaran Pada 3 Piringan Akibat Perubahan Putaran Poros  
Bidang Ilmu : Konstruksi Dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 September 2019

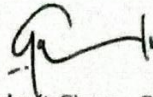
Mengetahui Dan Menyetujui:

Dosen Penguji I



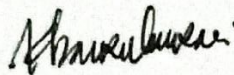
M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Rahmatullah, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara



Ibnu Kholid Swandono, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ibnu Kholid Swandono  
Tempat /Tanggal Lahir: Tanjung Balai, 02 Februari 1995  
NPM : 1307230205  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

### **"KARAKTERISTIK GETARAN PADA 3 PIRINGAN AKIBAT PERUBAHAN PUTARAN POROS",**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 September 2019



Saya yang menyatakan,

IBNU KHOLID SWANDONO

## **ABSTRAK**

Pada umumnya semua benda yang bergerak akan menghasilkan getaran. Seperti getaran yang terjadi pada kendaraan, permesinan industri, struktur bangunan, dan alat-alat elektronik. Getaran yang terjadi pada mesin atau komponennya memiliki karakteristik pada level yang diijinkan selama beroperasi. Apabila terjadi kenaikan level getaran pada mesin ataupun komponen tersebut berdasarkan amplitudo tertentu. Umumnya mesin yang dikatakan ideal prinsipnya dipandang dari sudut vibrasi (getaran), Tingginya dapat bersumber dari sebuah kondisi mesin yang mengalami masalah-masalah semua komponen antara lain poros dengan piringan atau disebut juga karakteristik getaran, penambahan jumlah piringan sebagai beban dan terjadinya perubahan putaran dapat dijadikan sebagai bahan kajian getaran. Adapun penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik getaran pada 3 piringan akibat perubahan putaran poros. Adapun metode penelitian ini menggunakan mesin balancing serta menggunakan software arduino dengan sensor getaran dan sensor proximity sehingga dapat menganalisis karakteristik getaran pada 3 piringan, dengan melakukan pemisahan piringan menjadi 3 pengujian yaitu 1 piringan 2 piringan dan 3 piringan. adapun perubahan variasi putaran poros yang digunakan yaitu 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz. Setelah dilakukannya percobaan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa perubahan putaran poros mesin yang dihasilkan sangat berpengaruh terhadap getaran yang dihasilkan oleh piringan.

***Kata Kunci : Karakteristik Getaran, Piringan, Putaran Poros***

## ABSTRACT

In general, all moving objects will produce vibrations. Such as vibrations that occur in vehicles, industrial machinery, building structures, and electronic devices. The vibrations that occur in the engine or its components have characteristics at the level permitted during operation. If there is an increase in the vibration level of the engine or component based on a certain amplitude. Generally the machine which is said to be ideal in principle is seen from the point of vibration (vibration), the height can be sourced from a machine condition that experiences problems of all components including the shaft with a disc or also called vibration characteristics, the addition of the number of disks as a load and the change in rotation can be made as a vibration study material. The purpose of this research is to analyze the vibration characteristics on 3 disk due to changes in shaft rotation. The research method uses a balancing machine and uses Arduino software with vibration and proximity sensors so that it can analyze the vibration characteristics in 3 disk, by separating the disks into 3 tests, namely 1 disk, 2 disk, and 3 disk. As for the changes in shaft rotation variation used are 30 Hz, 40 Hz, and 50 Hz. After conducting this research experiment, it can be concluded that the changes in engine shaft rotation produced greatly affect the vibration produced by the disk.

***Keywords: Vibration Characteristics, Disk, Shaft Rotation***

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Karakteristik Getaran Pada 3 Piringan Akibat Perubahan Putaran Poros” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak M.Yani, S.T.,MT selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A Siregar, ST,.MT selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST,.MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak Ade Faisal, S.T.,M.Sc.,Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Affandi, ST,.M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
9. Orang tua tercinta, ayahanda H. Muljono dan ibunda Alm. Sri Karma, Hj. Dahlia Marpaung yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Para sahabat tercinta , keluarga himpunan mahasiswa teknik mesin umsu dan keluarga di rumah yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia keteknikmesin.

Medan, 30 Maret 2019

**IBNU KHOLID SWANDONO**  
**1307230205**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SEKRIPI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penulisan	2
1.5 Manfaat Penulisan	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1 Getaran	4
2.2 Jenis-jenis Penyebab Getaran	5
2.2.1 Getaran Karena Ketidak Seimbangan	5
2.2.2 Getaran Karena Ketidak Lurusan	6
2.2.3 Getaran Karena Eksentrisitas	6
2.2.4 Getaran Karena Kelongaran Mekanik	7
2.3 Karakteristik Getaran	8
2.3.1 Frekuensi Getaran	8
2.3.2 Amplitudo	10
2.3.3 Phase Vibrasi	13
2.4 Alat Keseimbangan Dinamik	15
2.4.1 Static Unbalance	16
2.4.2 Couple Unbalance	16
2.4.3 Quasi Static Unbalance	17
2.4.4 Dynamic Unbalance	18
2.5 Metode Ballancing	18
2.5.1 Membuat Seimbang Massa – Massa Yang Berputar	20
2.5.2 Massa Berputar Tunggal	20
2.5.3 Beberapa Massa Berputar Dalam Bidang Melintang Yang Sama	21
2.6. Type Piringan	22
2.7. Two – Plane Balancing	22
2.8. Microcontroler	24
2.9. Sensor Yang Digunakan Pada Mesin Balancing	26
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>31</b>
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	31
3.1.1 Tempat	31
3.1.2 Waktu Penelitian	31



3.2 Bahan Dan Alat	31
3.2.1 Bahan	31
3.2.2 Alat	32
3.3 Metode Pengujian	37
3.4 Prosedur Pengujian	38
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>41</b>
4.1 Data Hasil Pengujian	41
4.2 Perhitungan Data Hasil Eksperimen	41
4.2.1 Data pengujian getaran 3 piringan dengan frekuensi putaran poros 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz	42
4.2.2 Data pengujian getaran 3 piringan dengan frekuensi putaran poros 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz	43
4.2.3 Data pengujian getaran 3 piringan dengan frekuensi putaran poros 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz	45
4.2.4 Hasil Perbandingan Dari Putaran Dan Amplitudo Getaran 30 Hz, 40 Hz, Dan 50 Hz Dengan 3 Piringan	47
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>49</b>
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik Dan Satuan Getaran	12
Tabel 3.1. Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	31
Tabel 4.1. Data Pengujian 1 Piringan Dengan Frekuensi 30 Hz,40 Hz,50 H	42
Tabel 4.2. Data Pengujian 2 Piringan Dengan Frekuensi 30 Hz,40 Hz,50 H	43
Tabel 4.3. Data Pengujian 3 Piringan Dengan Frekuensi 30 Hz,40 Hz,50 H	45
Tabel 4.4. Data Pengujian Dengan 1,2 Dan 3 Piringan Dengan Frekuensi 30 Hz, 40 Hz Dan 50 Hz	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Getaran dan Gelombang	4
Gambar 2.2. Angular Misalignment	6
Gambar 2.3. Offset Misalignment	6
Gambar 2.4. Kombinasi	6
Gambar 2.5. Eksentrisitas	7
Gambar 2.6. Karakteristik Getaran	8
Gambar 2.7. Hubungan Antara Perpindahan, Kecepatan	10
Gambar 2.8. Phase Getaran 180°	13
Gambar 2.9. Phase Getaran 90°	14
Gambar 2.10. Phase Getaran 90°	14
Gambar 2.11. Static Unbalance	16
Gambar 2.12. Couple Unbalance	17
Gambar 2.13. Statik Unbalance	17
Gambar 2.14. Dynamic Unbalance	18
Gambar 2.7. Massa Berputar Tunggal	20
Gambar 2.8. Beberapa Massa Berputar Dalam Bidang Melintang	21
Gambar 2.9. Type Piringan	22
Gambar 2.10. <i>Eksentrisasi</i>	23
Gambar 2.11. Metode Perhitungan Sudut Fase Dari Sinyal Getaran	24
Gambar 2.12. Skematik Two Plane Balancing	24
Gambar 2.13. Arduino Uno	26
Gambar 2.14. Vibration Sensor	27
Gambar 2.15. Sensor Proximity	28
Gambar 2.16. Output 2 kabel vdc	29
Gambar 2.17. Output 3 dan 4 kabel VDC	29
Gambar 2.18. Output 2 Kabel VAC	29
Gambar 2.27. Inverter	30
Gambar 3.1. Poros	32
Gambar 3.2. Piringan	32
Gambar 3.3. Alat Keseimbangan Dinamik	33
Gambar 3.4. Motor Listik AC	33
Gambar 3.5. Panel listrik	34
Gambar 3.6. Arduino Uno	34
Gambar 3.7. Sensor Getar	34
Gambar 3.8. Sensor Proximity	35
Gambar 3.9. Leptop	35
Gambar 3.10. Waterpass	35
Gambar 3.11. Inverter	36
Gambar 3.12. diagram alir percobaan	37

Gambar 3.13. Spesimen Uji	38
Gambar 3.14. Pemasangan Flage	38
Gambar 3.15. Spesimen Yang Sudah Di Pasang	38
Gambar 3.16. Set Up Alat Keseimbangan Dinamik	39
Gambar 4.1. Grafik Getaran vs Waktu	42
Gambar 4.2. Grafik Putaran vs Waktu	43
Gambar 4.3. Grafik Getaran vs Waktu	44
Gambar 4.4. Grafik Putaran vs Waktu	45
Gambar 4.5. Grafik Getaran vs Waktu	46
Gambar 4.6. Grafik Putaran vs Waktu	46
Gambar 4.7. Grafik perbandingan Getaran vs Putaran	47

## DAFTAR NOTASI

No.	Simbol	Besaran	Satuan
1	$f_n$	frekuensi pribadi	Hz
2	$K$	kekakuan benda	N/m
3	$M$	massa benda	Kg
4	$n \text{ c}$	Kecepatan putaran	Rpm
5	$G$	Gram	-
6	$R$	Jari-jari	-
7	$\theta$	Sudut	-
8	$E$	Penambahan masa	-
9	$\Omega$	Kecepatan sudut	-
10	$\Delta t$	Interval waktu	m/s
11	$\Delta x$	Perubahan posisi dalam interval waktu	m/s
12	$dx$	Turunan waktu	m/s <sup>1</sup>
13	$dy$	Turunan waktu	m/s <sup>1</sup>
14	$\Delta v$	Perubahan kecepatan	m/s

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Pada umumnya semua benda yang bergerak akan menghasilkan getaran. Seperti getaran yang terjadi pada kendaraan, permesinan industri, struktur bangunan, dan alat-alat elektronik. Umumnya mesin yang dikatakan ideal prinsipnya dipandang dari sudut vibrasi (getaran), adalah mesin yang tidak menghasilkan vibrasi sama sekali dimana mesin tersebut akan sangat menghemat energi yang dipakai. Walaupun demikian tidak ada yang ideal dari hasil rancangan manusia dimana sebagian energi akan terbuang menjadi bentuk energi lain, salah satunya dalam bentuk vibrasi (getaran). Getaran yang terjadi pada mesin atau komponennya memiliki karakteristik pada level yang diijinkan selama operasi. Apabila terjadi kenaikan level getaran pada mesin ataupun komponen tersebut berdasarkan amplitudo tertentu, maka kondisi ini mesin harus mendapatkan penanganan khusus yang mengacu pada pengukuran dan analisa getaran untuk mengetahui sumber getaran dan indikasi penyebabnya.

Keseimbangan (*balance*) dimana suatu benda permesinan yang tidak memiliki kebalingan. Ketidakseimbangan (*unbalance*) dimana suatu benda yang memiliki kebalingan dan merupakan salah satu kasus penyebab terjadinya getaran tinggi pada mesin yang linier terhadap peningkatan putaran pada mesin. *Unbalance* yang terjadi pada mesin membangkitkan gaya sentrifugal yang nilainya merupakan perkalian dari massa *unbalance*, *eccentricity* dan kuadrat dari kecepatan mesin, sehingga dengan meningkatnya putaran maka akan muncul amplitudo tinggi. Vibrasi yang dihasilkan mesin akan ditransmisikan pada komponen lainnya. Akibatnya terjadinya pengendoran baut – baut pada struktur, bagian-bagian mesin cepat aus dan lain-lain.

Berdasarkan uraian fenomena diatas, prosedur *balancing* merupakan hal yang harus dipelajari. Untuk meneliti fenomena ini, maka dilakukan penelitian tentang karakteristik getaran pada tiga piringan akibat perubahan putaran poros.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah penelitian ini yaitu:

1. Mencari getaran yang terjadi dan menentukan perubahan putaran pada frekuensi 30 Hz, 40 Hz dan 50 Hz.
2. Karakteristik getaran pada 3 piringan akibat perubahan putaran poros

## 1.3. Ruang Lingkup

Pada penulisan penelitian ini ada beberapa pembatasan masalah agar penelitian ini lebih terarah dan sistematis, antara lain :

1. Membahas tentang karakteristik getaran pada tiga piringan akibat perubahan putaran poros.
2. Getaran yang dianalisa adalah getaran yang diakibatkan ketidakseimbangan piringan akibat perubahan putaran poros

## 1.4. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari karakteristik getaran pada tiga piringan akibat perubahan putaran poros :

1. Tujuan Umum :  
Dapat melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik getaran dan proses pengambilan data pada pengujian.
2. Tujuan Khusus :
  1. Menganalisa karakteristik getaran pada 3 piringan dengan perubahan variasi putaran poros 30 hz, 40 hz, dan 50 hz.
  2. Mengevaluasi hasil getaran yang terjadi pada perubahan putaran poros

## 1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mampu memberikan kontribusi dan pengembangan karakteristik getaran pada tiga piringan akibat putaran poros dalam dunia industri.

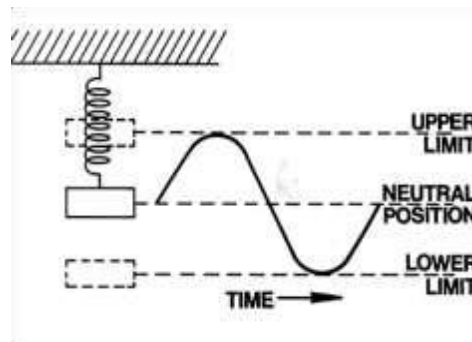
2. Dalam bidang ilmu pengetahuan dapat dijadikan perencanaan ini sebagai tambahan informasi dalam karakteristik getaran pada tiga piringan .
3. Manfaat bagi mahasiswa adalah sebagai referensi untuk membuat tugas yang berhubungan dengan karakteristik getaran dan putaran poros
4. Sebagai bahan perbandingan dan pembelajaran antara teori yang diperoleh dibangku perkuliahan dengan yang ada dilapangan.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Getaran

Getaran adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar kesetimbangan-kesetimbangan, di sini maksudnya adalah keadaan di mana suatu benda berada pada posisi diam atau tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut dalam gerakan kontinyu, acak, atau periodik dari suatu objek yang disebabkan oleh pengeksitasi alami dari struktur dan kerusakan mekanis. Getaran tersebut mempunyai amplitudo (jarak simpangan terjauh dengan titik tengah) yang sama.



Gambar 2.1. Ilustrasi Getaran dan Gelombang

Ilustrasi sederhana dari getaran adalah pegas dengan sebuah beban, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Pada posisi netral (neutral position) maka pegas akan merenggang untuk mengimbangi beban. Jika pegas ini diberi gaya seketika dengan menariknya beban misalkan pada posisi bawah (lower position) kemudian langsung dilepaskan akan membuat beban bergerak bolak-balik dari posisi bawah menuju posisi atas dan seterusnya guna mengimbangi gaya seketika tersebut. Gerakan dari beban yang bergerak bolak-balik akan membentuk sebuah gelombang dengan domain waktu.

Masalah-masalah yang sering menyebabkan getaran pada suatu mesin antara lain:

1. Ketidak seimbangan (*unbalance*)
2. Elemen rotasi
3. Ketidak lurusan (*misalignment*) pada kopling dan bearing
4. Eksentrisitas (*eccentricity*)

5. Cacat pada bantalan antrifiksi
6. Kerusakan pada bantalan
7. Kelonggaran mekanik
8. Buruknya sabuk penggerak
9. Kerusakan roda gigi
10. Masalah listrik
11. Resonansi
12. Gaya aerodinamika
13. Gesekan.

Ketidakseimbangan (*unbalance*) merupakan kondisi yang dialami poros putar sebagai akibat dari gaya sentrifugal, yang kemudian akan menimbulkan gaya getaran. Selanjutnya gerak poros dan gaya getaran diteruskan ke bantalan dan besarnya ketidak seimbangan (*unbalance*) ini juga dipengaruhi oleh putaran-putaran. Dalam suatu poros dapat mengalami ketidak seimbangan (*unbalance*), yang disebabkan oleh sifat bahan poros yang tidak homogen (lubang atau *void* yang terjadi pada saat pembuatan poros), eksentrisitas poros, penambahan alur dan pasak pada poros, serta distorsi yang dapat berupa retakan (*crack*), bekas pengelasan, atau perubahan pada bentuk poros. Ketidak seimbangan (*Unbalance*) ini menyebabkan distribusi massa yang tidak seragam di sepanjang poros atau lebih dikenal sebagai massa *unbalance*

## 2.2. Jenis – jenis penyebab Getaran

Penyebab utama getaran adalah gaya yang berubah - ubah dalam arah dan besarnya. Karakteristik getaran yang dihasilkan bergantung pada cara bagaimana gaya penyebab getaran tersebut ditimbulkan (*generated*). Hal tersebut yang menjadi alasan mengapa setiap penyebab getaran mempunyai karakteristik tertentu

### 2.2.1. Getaran Karena Ketidak Seimbangan (*Unbalance*)

Getaran yang disebabkan oleh ketidak seimbangan (*unbalance*) terjadi pada (1X) rpm elemen yang mengalami *unbalance* dan amplitudo getaran

sebanding dengan besarnya *unbalance* yang terjadi pada mesin dengan poros putar, amplitudo terbesar akan terukur pada arah radial. *Unbalance* dapat disebabkan oleh cacat coran, eksentrisitas, adanya alur pasak dan pasak, distorsi, korosi, dan aus. Bagian mesin yang tidak seimbang akan menghasilkan momen putar yang tidak sama besar selama benda berputar, sehingga akan menyebabkan getaran.

### 2.2.2. Getaran Karena Ketidak Lurusan (*Misalignment*)

Sangat sulit meluruskan dua poros dan sambungannya sedemikian sehingga tidak ada gaya yang menyebabkan getaran. Ketidaklurusan ini biasanya terjadi pada kopling. Tipe ketidak lurusan pada kopling dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu :

1. *Angular misalignment* yaitu jika sumbu kedua poros membentuk sudut dengan besar tertentu



Gambar 2.2 Angular misalignment

2. *Offset misalignment* yaitu jika sumbu kedua poros paralel dan tidak berimpit satu sama lain.



Gambar 2.3 Offset misalignment

3. Kombinasi yaitu jika terjadi ketidaklurusan *angular* dan *offset* secara bersamaan dalam satu sistem.

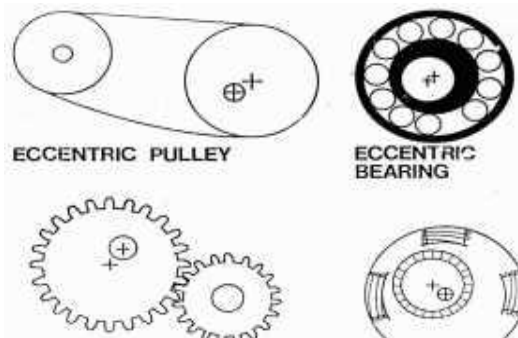


Gambar 2.4 Kombinasi

*Misalignment* pada ballancing menghasilkan gaya dalam arah aksial dan radial, yang menyebabkan getaran dalam kedua arah tersebut. Gaya dan getaran yang dihasilkan bertambah dengan semakin besarnya *misalignment*.

### 2.2.3 Getaran Karena Eksentrisitas

Yang dimaksud eksentrisitas dalam kasus getaran adalah bahwa pusat putaran poros tidak sama dengan pusat putaran rotor. Eksentrisitas merupakan sumber dari *unbalance* dimana pada waktu berputar, berat benda di satu sisi berbeda dengan di sisi lain terhadap sumbu putar. Kasus eksentrisitas dapat terjadi pada *bearing*, *gear*, *puli*, dan *armature motor*.



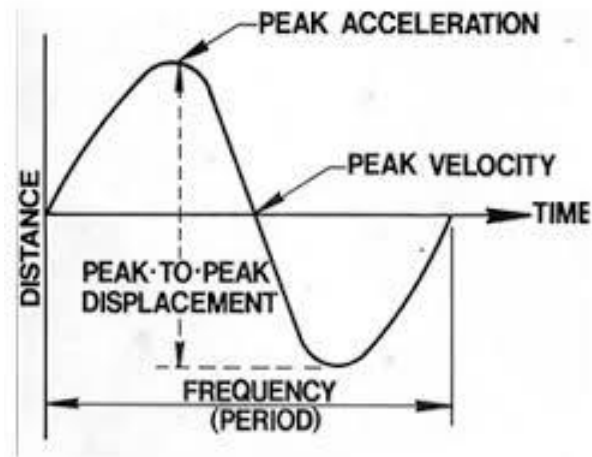
Gambar 2.5 Eksentrisitas

### 2.2.4 Getaran Karena Kelonggaran Mekanik

Getaran tersebut bisa terjadi akibat baut kendur, kelonggaran *bearing* berlebih, atau retak pada struktur *bearing*.

### 2.3 Karakteristik Getaran

Kondisi mesin dan kerusakan mekanis dapat diketahui dengan mempelajari karakteristik getarannya. Pada suatu sistem pegas-massa, karakteristik getaran dapat dipelajari dengan membuat grafik pergerakan beban terhadap waktu.



Gambar 2.6. Karakteristik Getaran

Gerak beban dari posisi netralnya ke batas atas kemudian kembali ke posisi netral atau kesetimbangan dan bergerak lagi ke batas bawah kemudian kembali ke posisi kesetimbangan, menunjukkan gerakan satu siklus. Waktu untuk melakukan gerak satu siklus ini disebut *periode*, sedangkan jumlah siklus yang dihasilkan dalam satu interval waktu tertentu disebut *frekuensi*. Dalam analisis getaran mesin, frekuensi lebih bermanfaat karena berhubungan dengan rpm (putaran) suatu mesin.

#### 2.3.1 Frekuensi Getaran

Frekuensi adalah jumlah siklus pada tiap satuan waktu yang besarnya dapat dinyatakan dengan siklus per detik *cycles per second (cps)* atau siklus per menit *cycles per minute (cpm)*. Frekuensi getaran penting diketahui dalam analisis getaran mesin untuk menunjukkan masalah yang terjadi pada mesin tersebut. Dengan mengetahui frekuensi getaran, akan memungkinkan untuk dapat mengidentifikasi bagian mesin yang salah (*fault*) dan masalah yang terjadi. Gaya yang menyebabkan getaran dihasilkan dari gerak berputar elemen mesin.

Gaya tersebut berubah dalam besar dan arahnya sebagai mana elemen putar berubah posisinya terhadap titik netral. Akibatnya, getaran yang dihasilkan akan mempunyai frekuensi yang bergantung pada putaran elemen yang telah mengalami *trouble*. Oleh karena itu, dengan mengetahui frekuensi getaran akan dapat diidentifikasi bagian dari mesin yang bermasalah. Frekuensi pribadi merupakan "frekuensi kesukaan benda/sistem untuk bergetar". Bila suatu sistem digetarkan dengan gaya pengeksitasi yang memiliki frekuensi yang sama dengan frekuensi pribadi sistem tersebut, maka amplitudo getaran yang terjadi akan besar. Hal tersebut disebabkan:

1. Mesin yang berputar selalu memiliki ketidak seimbangan (walaupun telah diseimbangkan).
2. Frekuensi eksitasi yang disebabkan oleh ketidak seimbangan yang berputar nilainya sama dengan frekuensi putar (frekuensi eksitasi akibat *unbalance* yang berputar = putaran / 60).
3. Ketidak seimbangan adalah penyebab utama getaran yang terjadi pada kebanyakan mesin, maka fenomena resonansi (terjadi amplitudo getaran yang besar) akan terjadi ketika frekuensi putar = frekuensi eksitasi (putaran / 60).
4. Semakin dekat putaran mesin terhadap frekuensi ke-n, maka semakin besar kemungkinan mendapatkan masalah berupa getaran yang besar.

Pada mesin-mesin rotasi biasa ditemukan fenomena meningkatnya amplitudo getaran pada putaran tertentu yang biasa disebut sebagai putaran kritis (*critical speed*) dan akan berulang pada putaran selanjutnya dalam hal ini dapat kita tulis dengan rumus :

$$n = \frac{120xF}{\pi} \tag{2.1}$$

Putaran kritis *critical speed* ( $n_c$ ) merupakan putaran yang bersesuaian dengan frekuensi ( $f_n$ ) sebuah benda atau sistem yang bergetar. Frekuensi putar akan mengakibatkan amplitudo getaran yang paling besar secara matematik dituliskan dengan rumus :

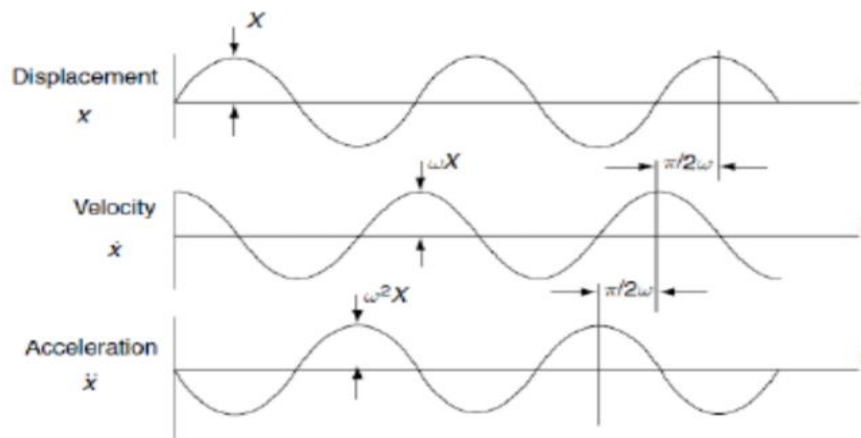
$$n_c = 60 \times f_n \tag{2.2}$$

Mesin-mesin putar dalam pengoperasiannya harus menghindari semua frekuensi. Misalkan putaran maksimum mesin pompa yang disambungkan dengan

sistem perpipaan yang telah diketahui frekuensi-frekuensi pribadinya ( $f_{n1}$  s/d  $f_n$ ) adalah 3000 rpm dan gaya eksitasi mesin pompa hanya disebabkan ketidakseimbangan (*unbalance*), maka frekuensi pribadi yang harus diperhatikan adalah frekuensi pribadi yang nilainya di bawah  $3000/60 = 50$  Hz. Namun bila masalah *misalignment* juga timbul karena penggunaan kopling yang menyebabkan frekuensi eksitasi sebesar  $2X$  *running speed*, maka frekuensi pribadi yang harus diperhatikan adalah yang nilainya di bawah  $2 \times 3000/60 = 100$  Hz.

### 2.3.2 Amplitudo

Amplitudo adalah ukuran atau besarnya sinyal getaran yang dihasilkan. Amplitudo dari sinyal getaran mengidentifikasi besarnya gangguan yang terjadi. Semakin tinggi nilai amplitudo menandakan semakin besar gangguan yang terjadi. dalam pengukuran getaran mesin amplitudo dapat di presentasikan sebagai displacement ( perpindahan ), velocity ( kecepatan ), dan acceleration (percepatan). perpindahan (displacement) adalah gerakan suatu titik tertentu yang tidak bergerak tetap, ini menggambarkan tingkat getar, hubungan karakteristik ini dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah :



Gambar 2.7 Hubungan Antara Perpindahan, Kecepatan Dan Percepatan Getaran.

- Perpindahan ( displacement )

Jarak yang ditempuh dari suatu puncak (A) ke puncak yang lain (C) disebut perpindahan dari puncak ke puncak (peak to peak displacement).

Perpindahan tersebut pada umumnya dinyatakan dalam satuan mikron ( $\mu\text{m}$ ) atau mils.

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

1 mils 0.001 inch

Dan dapat dituliskan dengan rumus :

$$\Delta x = x_{\text{akhir}} - x_{\text{awal}} \quad (2.3)$$

- Kecepatan ( velocity )

Karena getaran merupakan suatu gerakan, maka getaran tersebut pasti mempunyai kecepatan. Pada gerak periodik (getaran) seperti pada gambar 2.2; kecepatan maksimum terjadi pada titik B (posisi netral) sedangkan kecepatan minimum (=0) terjadi pada titik A dan titik C. Kecepatan getaran ini biasanya dalam satuan mm/det (peak). Karena kecepatan ini selalu berubah secara sinusoida, maka seringkali digunakan pula satuan mm/sec (rms). nilai peak = 1,414 x nilai rms. Kadang-kadang digunakan juga satuan inch/sec (peak) atau inch/sec (rms) 1 inch = 25,4 mm. Dan dituliskan dengan rumus:

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (2.4)$$

- Percepatan ( acceleration )

Karakteristik getaran lain dan juga penting adalah percepatan. dititik A atau C kecepatan getaran adalah nol tetapi pada bagian-bagian tersebut akan mengalami percepatan yang maksimum. Sedang pada titik B (netral) percepatan getaran adalah nol. Secara teknis percepatan adalah laju perubahan dari kecepatan. Percepatan getaran pada umumnya dinyatakan dalam, satuan "g's' peak, dimana satu "g" adalah percepatan yang disebabkan oleh gaya gravitasi pada permukaan bumi. Sesuai dengan perjanjian internasional satuan gravitasi pada permukaan bumi adalah 980,665 cm/s<sup>2</sup> (386,087inc/ s<sup>2</sup> atau 32,1739 feet/40). Dan dapat dituliskan dengan rumus:

$$a_{\text{rata-rata}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2.5)$$



Dalam pengukuran getaran mesin sebagai standar digunakan jarak perpindahan puncak ke puncak (*peak to peak displacement*), Contohnya adalah perpindahan poros karena gerak putarnya. Jika perpindahan poros terlalu besar sampai melebihi batas “*clearance*” bantalan akan mengakibatkan rusaknya bantalan. Kecepatan (*velocity*) merupakan perubahan jarak per satuan waktu. Kecepatan gerak mesin selalu dinyatakan dalam kecepatan puncak (*peak velocity*). Kecepatan puncak gerakan terjadi pada simpul gelombang. Dalam getaran, kecepatan merupakan parameter penting dan efektif, karena dari data kecepatan akan dapat diketahui tingkat getaran yang terjadi. Sedangkan percepatan (*acceleration*) adalah perubahan kecepatan per satuan waktu. Percepatan berhubungan erat dengan gaya. Gaya yang menyebabkan getaran pada bantalan mesin atau bagian-bagian lain dapat ditentukan dari besarnya getaran.

Periode berhubungan erat sekali dengan frekuensi. Periode didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 buah getaran (gelombang/putaran/perulangan). Satuan periode adalah detik, dengan symbol untuk periode adalah **T**.

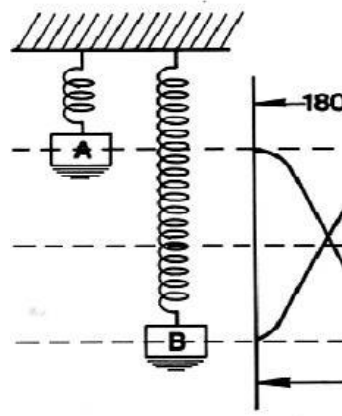
Satuan yang digunakan tiap karakteristik dapat dilihat pada tabel 2.1. Untuk keperluan program *preventive maintenance*, kecepatan getar adalah karakteristik yang penting diukur

Tabel 2.1. Karakteristik Dan Satuan Getaran

Karakteristik Getarn	Satuan	
	Metrik	British
Perpindahan	Microns peak to peak (1µm = 0.01 mm)	Mils peak to peak (0.001)
Kecepatan	Mm/sG	In/s G
Percepatan	(Ig = 980 cm/s <sup>2</sup> )	(Ig=5386 in/s <sup>2</sup> )
Frekuensi	Cpm,cps,Hz	Cpm,cps,Hz

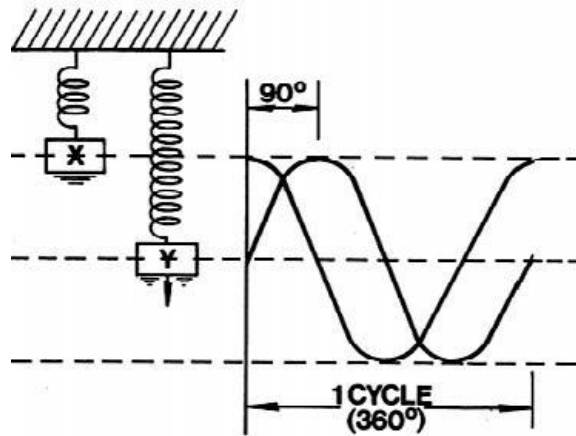
### 2.3.3 Phase Vibrasi

Phase adalah penggambaran akhir dari karakteristik suatu getaran atau vibrasi yang terjadi pada suatu mesin. Phase adalah perpindahan atau perubahan atau perubahan posisi pada bagian-bagian yang bergetar secara relatif untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian lain yang bergetar. Pengukuran phase getaran memberikan informasi untuk menentukan bagaimanasuatu bagian bergetar relatif terhadap bagian yang lain, atau untuk menentukan posisi suatu bagian yang bergetar pada suatu saat, terhadap suatu referensi atau terhadap bagian lain yang bergetar dengan frekuensi yang sama. Beberapa contoh pengukuran phase dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut:



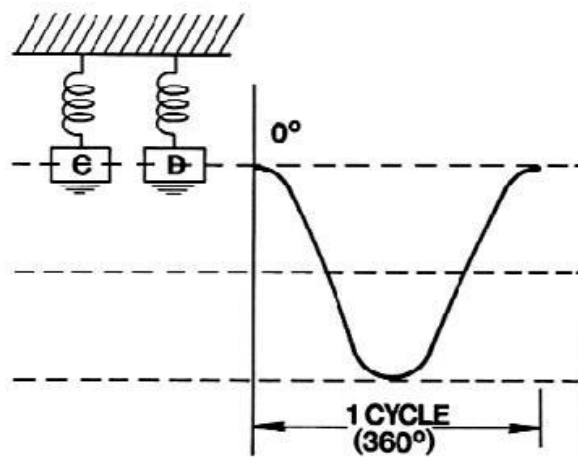
Gambar 2.8. Phase Getaran  $180^{\circ}$

Dua bandul pada gambar diatas bergetar dengan frekuensi dan displacement yang sama, bandul A berada pada posisi batas atas dan bandul B pada waktu yang sama berada pada batas bawah. Kita dapat menggunakan phase untuk menyatakan perbandingan tersebut. Dengan memetakan gerakan kedua bandul tersebut pada satu siklus penuh, kita dapat melihat bahwa titik puncak displacement kedua bandul tersebut terpisah dengan sudut  $180$  (satu siklus penuh =  $360$ ). Oleh karena itu kita dapat mengatakan bahwa kedua bandul tersebut bergetar.dengan beda phase  $180$ . dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut:



Gambar 2.9. Phase Getaran  $90^\circ$

Pada gambar diatas bandul A berada pada posisi batas atas dan bandul B pada waktu yang sama berada pada posisi netral bergerak menuju ke batas bawah. Sehingga kita dapat mengatakan bahwa kedua bandul tersebut bergetar dengan beda phase  $90^\circ$  dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut:



Gambar 2.10. Phase Getaran  $90^\circ$

Pada gambar diatas bandul A berada pada posisi batas atas dan bandul B pada waktu yang sama berada pada posisi netral bergerak menuju ke batas bawah. Sehingga kita dapat mengatakan bahwa kedua bandul tersebut bergetar dengan beda phase  $90^\circ$ .

#### 2.4. Alat Keseimbangan Dinamik

Alat keseimbangan dinamik adalah alat ukur yang digunakan untuk menyeimbangkan perputaran bagian mesin seperti : rotor untuk motor listrik, kipas angin, turbin, rem cakram, disc drive, baling-baling dan pompa. Mesin biasanya terdiri dari dua tiang kaku, dengan suspensi dan bantalan di atas dan poros sebagai tempat dudukan spesimen atau benda yang akan di balancing. Spesimen yang diuji dipasangkan pada poros dan diputar dengan motor listrik baik dengan sabuk/bealting ataupun secara langsung. Pada saat poros diputar, getaran di suspensi terdeteksi dengan sensor yang digunakan untuk menentukan jumlah ketidakseimbangan yang ada pada spesimen. Dengan begitu kita dapat menentukan berapa banyak dan disudut mana yang akan ditambahkan massa penyeimbang untuk menyeimbangkan spesimen tersebut.

Beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya ketidak seimbangan, yaitu:

1. Toleransi selama proses pabrikan, termasuk saat peleburan (casting), permesinan dan pemasangan.
2. Variasi yang terdapat pada material seperti cacat, perbedaan ukuran butir dan kecepatannya.
3. Ketidaksimetiran selama perancangan produk tersebut seperti perbedaan bentuk, lokasi dan sebagainya.
4. Ketidaksimetrisan sebagai akibat operasi komponen seperti distorsi, perubahan ukuran karena tegangan torsional, gaya aerodinamis dan perubahan temperatur selama operasi.
5. Eccentricity : adalah garis pusat putaran shaft tidak segaris dengan garis pusat rotor.
6. Kekeroposan (gelembung udara) dan struktur material yang tidak merata.
7. Corrosion dan keausan. Apabila equipment bekerja pada fluida yang korosif dan abrasif lama-kelamaan akan terjadi pengikisan pada part yang akan menyebabkan ketidakseimbangan apabila pengikisannya tidak merata (balancing machine).

Dari semua penyebab ketidakseimbangan diatas dapat diperbaiki dengan cara menyeimbangkannya. Mesin keseimbangan dinamik merupakan suatu teknik

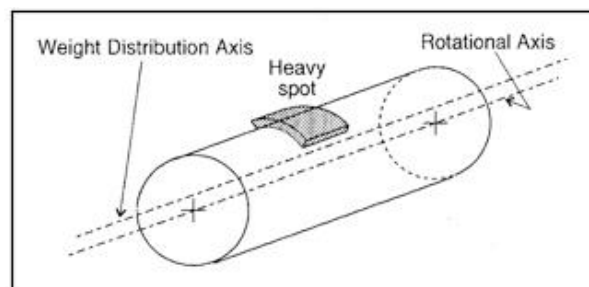
untuk mengetahui berat dan posisi ketidakseimbangan serta mengkompensasi dan distribusi massa yang menyebabkan ketidakseimbangan.

Untuk lebih jelas bagaimana untuk memperbaiki ketidakseimbangan dengan benar, kita harus mengerti beberapa istilah dalam keseimbangan. Ada beberapa jenis ketidakseimbangan yaitu :

1. Static unbalance.
2. Couple unbalance.
3. Quasi static unbalance.
4. Dynamik unbalance

#### 2.4.1. Static unbalance

Static unbalance adalah suatu kondisi unbalance dimana sumbu principal bergeser terhadap sumbu poros. Unbalance disebut juga unbalance gaya (force unbalance) atau unbalance kinetic.



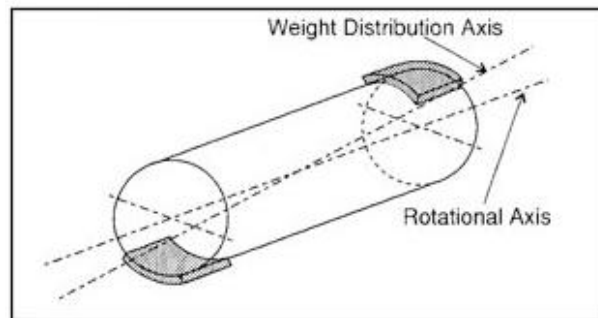
Gambar 2.11. Static Unbalance

Static unbalance dapat dideteksi dengan menggunakan knife edge. Sistem poros rotor akan berputar sedemikian rupa sehingga titik terberatnya dibawah. Cara yang lain untuk mendeteksi adalah dengan menggunakan pendulum. Massa unbalance akan terletak pada posisi paling bawah. Statik unbalance dapat dilihat pada gambar 2.10.

#### 2.4.2. Couple Unbalance

Couple unbalance adalah kondisi dimana principal axis memotong sumbu poros pada center gravitinya. Unbalance ini terjadi jika massa unbalance terletak

pada jarak yang sama terhadap ujung poros, mempunyai berat sama tapi berlawanan arah.

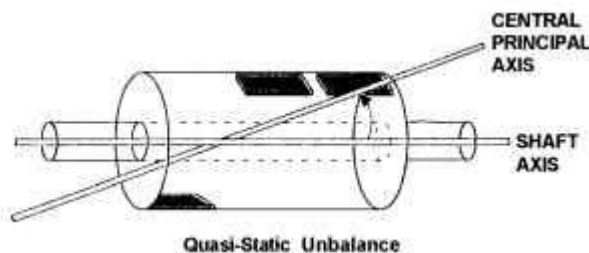


Gambar 2.12. Couple Unbalance

Couple unbalance disebut juga moment unbalance. Untuk mengetahui adanya couple unbalance dapat digunakan metode dinamik. Jika sistem poros berputar maka akan terjadi getaran berbeda fasa  $180^0$  pada dua bidang. Couple unbalance dapat dilihat pada gambar 2.12.

#### 2.4.3. Quasi Static Unbalance

Sangat jarang suatu sistem poros rotor mempunyai tipe unbalance static atau couple murni. Normalnya kondisi yang terjadi adalah campuran antara keduanya. Sumbu poros dan sumbu principal masing-masing berpotongan tetapi bukan pada center gravity. Kondisi ini disebut quasi static unbalance.

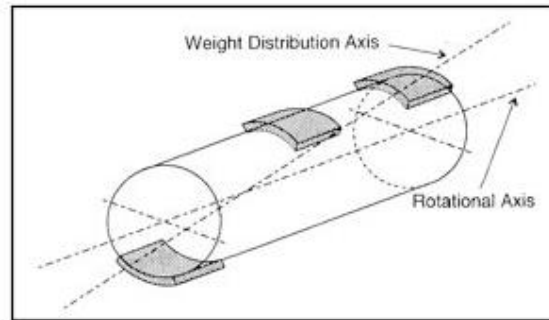


Gambar 2.13. Statik Unbalance

Quasi unbalance akan terlihat mempunyai getaran yang berbeda besarnya dan berlawanan arah pada dua bidang. Quasi static unbalance dapat dilihat pada gambar 2.13.

#### 2.4.4. Dynamic Unbalance

Dynamic unbalance sangat sering terjadi. Kondisi ini terjadi jika sumbu principal dan sumbu poros tidak berpotongan dan tidak parallel. Unbalance jenis ini mempunyai getaran yang besar dan fasa berbeda tetapi bukan  $180^0$ . Dynamik unbalance dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Dynamic Unbalance

#### 2.5. Metode Balancing

Tujuan *balancing* adalah menyeimbangkan mesin putar, yang pada akhirnya akan mengurangi getaran. Getaran yang rendah (*low vibration*) pada mesin akan :

- 1) Mengurangi kebisingan.
- 2) Menyebabkan bantalan lebih awet dipakai.
- 3) Mengurangi kelelahan (*fatigue*) pada struktur rangka mesin.
- 4) Mengurangi kelelahan dan stress pada operator mesin.
- 5) Menaikkan efisiensi mesin.
- 6) Mengurangi biaya perawatan mesin.

Sebelum tahun 1850 hanya dikenal *static balancing*. Mesin-mesin pada waktu itu merupakan mesin dengan putaran rendah sekitar 600 rpm. Setelah ditemukan motor listrik pada pertengahan abad 19, poros dapat berputar pada putaran 900 rpm, 1200rpm, 1800 rpm, dan 3600 rpm. Pada putaran ini gaya sentrifugal mempengaruhi kotruksi mesin secara keseluruhan.

Saat ini *balancing* merupakan aspek yang sangat penting dari desain dan operasi semua mesin yang menggunakan poros putar. Pada umumnya *balancing* dilakukan setelah tahap akhir proses *assembling* sistem, tetapi pada beberapa sistem seperti fan untuk pabrik, rangkaian roda gigi dan penggerak, *balancing*

dilakukan segera setelah dilakukan perbaikan, *rebuild* dan perawatan. Sistem poros putar jarang sekali yang dapat diseimbangkan secara sempurna tetapi hanya derajat balance tertentu yang diperlukan agar mesin dapat bekerja dengan baik.

Metode *balancing* yang sering dilakukan didalam laboratorium adalah *single-plane balancing* dan *two-plane balancing*. Tiap metode ini menggunakan beban uji (*trial weight*) dan pengukuran beda fasa.

*Balancing* biasanya dilakukan untuk putaran poros tertentu. Untuk poros kaku, *balancing* yang dilakukan di bawah putaran kritis I (*bending*) dapat efektif untuk setiap putaran poros (Structures/Motion Lab, 2003). Sedangkan untuk poros *flexible* yakni poros dengan perbandingan panjang terhadap diameter poros yang besar, maka *balancing* hanya akan efektif pada putaran poros yang tertentu saat dilakukan *balancing*.

*Balancing* yang dilakukan dekat dengan putaran kritis kebanyakan dihindari. Meskipun *balancing* yang dilakukan jauh dari putaran kritis akan menghasilkan respon getaran yang kecil sehingga lebih sulit diukur, akan tetapi ketika *balancing* dilakukan dekat dengan putaran kritis akan menghasilkan respon getaran yang besar sehingga lebih mudah diukur, namun dengan perubahan putaran sedikit saja dapat mempengaruhi pembacaan amplitudo dan fasa.

Fleksibilitas pada rotor dicapai tidak secara tiba-tiba, tetapi secara bertahap dengan bertambahnya putaran, dan meningkat secara kuadratis ketika dekat dengan resonansi atau putaran kritis. Pada kenyataannya banyak rotor akan menjadi fleksibel jika dipercepat ke putaran tinggi. Secara umum, rotor yang beroperasi di bawah 70% dari putaran kritisnya adalah masih dalam kondisi kaku (*rigid rotor*), sedangkan rotor yang dioperasikan di atas 70% dari putaran kritisnya akan mengalami lendutan yang disebabkan gaya *unbalance*, selanjutnya disebut sebagai rotor fleksibel (*flexible rotor*). Pada proses *balancing* yang dilakukan mendekati putaran kritis sistem, akan sering muncul 'harmonik', yaitu ketika sistem diputar mendekati putarankritis akan terjadi getaran yang besar, akibatnya sistem berperilaku sebagai sistem tak linier sehingga respon yang terjadi tidak lagi *sinusoidal*. Hal ini berarti selain frekuensi dasarnya, akan muncul frekuensi-frekuensi lain yang lebih tinggi.



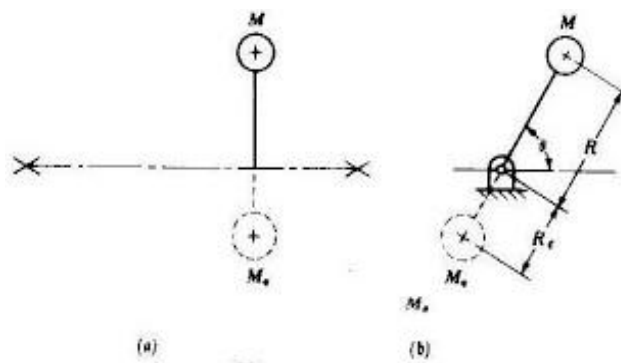
### 2.5.1. Membuat Seimbang Massa – Massa Yang Berputar

Kita telah mempelajari gaya kelembaman dalam berbagai mekanisme - mekanisme efek dari gaya kelembaman yang mengakibatkan gaya getar pada suatu struktur juga dibahas. Pernyataannya sekarang adalah apa yang dapat diperbuat oleh gaya getar tersebut adalah mungkin untuk membuat keseimbangan keseluruhan atau sebagian saja gaya kelembaman dalam suatu sistem, yaitu dengan memberikan massa tambahan yang melakukan aksi terhadap gaya aslinya. Prosedur ini dipakai pada dua macam persoalan yang berbeda yaitu:

1. sistem massa berputar seperti, dilukiskan oleh roda-roda mobil atau poros engkol dari mobil.
2. suatu sistem dari massa yang bolak-balik seperti dilukiskan oleh mekanisme engkol peluncur.

### 2.5.2. Massa Berputar Tunggal

Untuk melukiskan prinsip-prinsip yang terlibat, kita mulai dengan memperhatikan Gambar 2.15



Gambar 2.15.Massa Berputar Tunggal

Di mana suatu poros mendukung sebuah massa terpusat tunggal  $M$  dengan jari-jari  $R$ , Misalkanlah  $M_e$  adalah massa yang harus ditambahkan pada suatu jari-jari  $R_e$  untuk menghasilkan keseimbangan.

- a. Keseimbangan statis akan dihasilkan jika jumlah momen dari gaya gravitasi terhadap sumbu Putaran adalah nol:

$$MgR \cos \theta + M_e g R_e \cos \theta = 0 \quad (2.6)$$

$$\text{Atau } M_e R_e = MR$$

Jika harga dari  $R_e$  dipilih secara sembarang, maka harga  $M_e$  dapat ditentukan dengan persamaan. Pada waktu keseimbangan statis terjadi, porosnya tidak akan mempunyai kecenderungan untuk berputar pada bantalannya, tidak peduli ke posisi mana ia berputar.

b. Keseimbangan dinamis membutuhkan bahwa jumlah gaya kelembaman dalam Gambar 1 adalah nol. Jadi jika kecepatan sudutnya adalah  $\omega$ ,

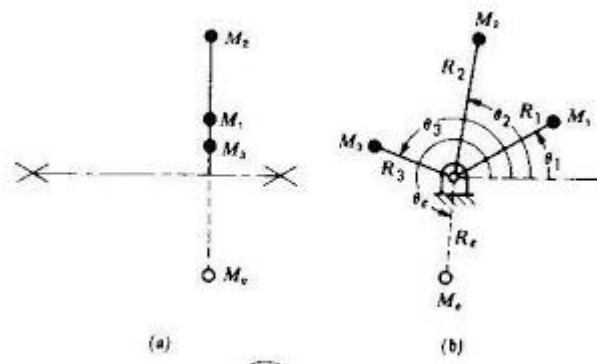
$$MR\omega^2 - M_e R_e \omega^2 = 0 \quad (2.7)$$

$$\text{Atau } M_e R_e = MR$$

Dari persamaan-persamaan dan kita lihat bahwa keseimbangan statis dan dinamis akan dicapai jika kita membuat  $M_e R_e = MR$ .

### 2.5.2 Beberapa Massa Berputar Dalam Bidang Melintang Yang Sama

Dalam Gambar 2.16 dibawah ini  $M_1$ ,  $M_2$  dan  $M_3$  adalah massa terpusat semuanya terletak dalam bidang putaran yang sama.



Gambar 2.16. Beberapa Massa berputar dalam bidang melintang yang sama

$M_e$  menyatakan massa yang harus ditambahkan pada suatu jari-jari  $R_e$  dan posisi menyudut  $\theta_2$  untuk menghasilkan keadaan seimbang.

- a. Untuk keseimbangan statis jumlah momen dari gaya gravitasi yang disebabkan oleh massa orisinilnya dan massa yang ditambahkan  $M_e$  terhadap sumbu putaran haruslah = 0

$$\Sigma M g R \cos \Theta + M_e g R_e \cos \Theta_e = 0 \quad (2.8)$$

$$\Sigma M R \cos \Theta + M_e R_e \cos \Theta_e = 0 \quad (2.9)$$

- b. Untuk keseimbangan dinamis gaya kelebamannya harus dalam keadaan seimbang, oleh karena itu jumlah dari komponen :

1. Horisontalnya harus = 0, jadi

$$\Sigma M R \omega^2 \cos \Theta + M_e R_e \omega^2 \cos \Theta_e = 0 \quad (2.10)$$

2. Vertikalnya harus sama dengan nol; jadi

$$\Sigma M R \omega^2 \sin \Theta + M_e R_e \omega^2 \sin \Theta_e = 0 \quad (2.11)$$

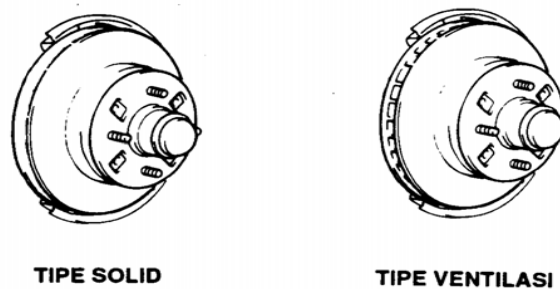
Jika kita bagi persamaan (4) dan (5) dengan  $\omega^2$ , kita peroleh :

$$\Sigma M R \cos \Theta + M_e R_e \cos \Theta_e = 0 \quad (2.12)$$

$$\Sigma M R \sin \Theta + M_e R_e \sin \Theta_e = 0 \quad (2.13)$$

## 2.6. Type Piringan

Piringan (*Disc Rotor*) terbuat dari besi tuang dalam bentuk *solid* (biasa) dan berlubang-lubang untuk ventilasi. Tipe ventilasi digunakan untuk menjamin pendinginan yang baik untuk mencegah *fading* (koefisien gesek berkurang). Dapat kita lihat pada gambar 2.17 type piringan:

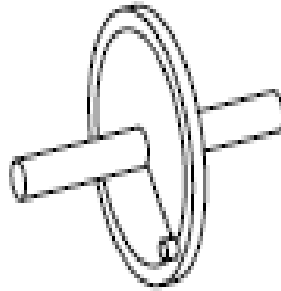


Gambar 2.17 Type piringan

## 2.7. Two-Plane Balancing

Secara teoritis *unbalance* yang disebabkan adanya eksentrisitas antara sumbu poros dengan titik berat massa yang berputar akan menimbulkan getaran

yang cukup besar. Amplitudo getaran yang timbul karena berputarnya poros adalah berbanding secara kuadratis dengan putaran poros tersebut. Eksentrisitas digambarkan sebagai sistem titik massa yang berputar dengan jari-jari putar sebesar  $e$  dari titik putar seperti ditunjukkan pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Eksentrisitas.

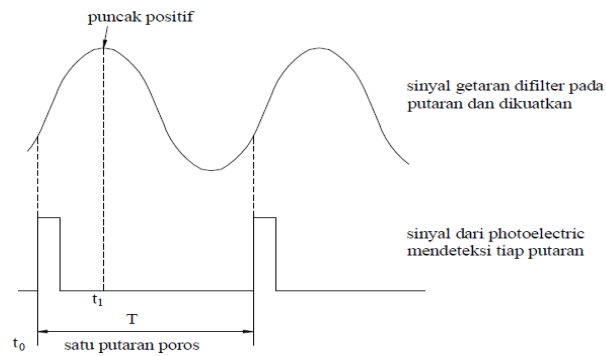
Pada massa *unbalance* terletak jarak radial yang tertentu terhadap sumbu poros yang berputar dengan frekuensi putar yang sesuai dengan putaran kerja poros. Gaya sentrifugal yang dihasilkan berupa vektor gaya dengan amplitudo sebesar  $m e \omega^2$  (massa *unbalance* x jarak massa *unbalance* ke sumbu poros x kuadrat putaran poros). Jika sepanjang poros tersebut terdapat beberapa massa *unbalance* maka gaya sentrifugal yang ditimbulkannya akan menyebabkan *momenunbalance*.

Agar piringan berputar tersebut dapat mendekati keseimbangan (*balance*) diusahakan untuk membuat sekecil mungkin eksentrisitas yang ada dengan cara menambah atau mengurangi massa benda yang berputar tersebut. Pada umumnya penambahan massa lebih mudah dilakukan, dan tidak merusak bentuk benda.

Supaya sistem berputar dapat diseimbangkan, terlebih dahulu harus dapat diketahui posisi vektor gaya yang tidak seimbang. Besarnya massa yang ditambahkan atau dikurangi dapat diperoleh dari pengukuran dan perhitungan. Untuk dapat mengetahui vektor gaya yang tidak seimbang, digunakan instrumen pengukuran yang konfigurasinya tergantung pada metode yang dipakai untuk mengetahui *unbalance* suatu sistem rotari.

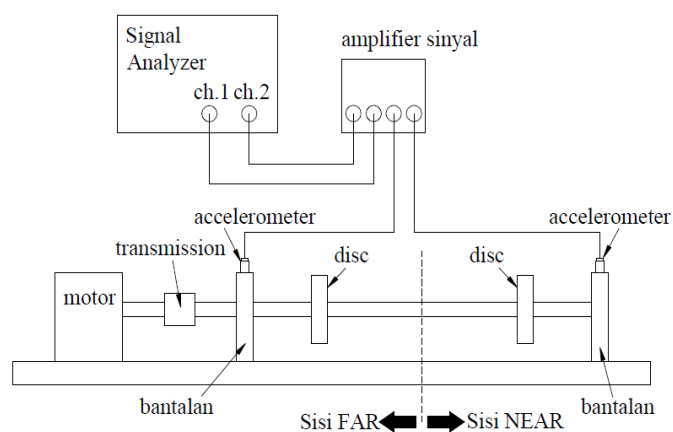
Pada penelitian ini digunakan metode vektor dimana sinyal yang dihasilkan *proximity sensor* berupa sinyal pemicu (*trigger*), sehingga untuk pengukuran beda

fasa dilakukan dengan metode *trigger-sensor*. Dalam metode ini sudut fasa ditentukan positif jika berlawanan dengan arah putaran poros atau sudut adalah negatif jika searah dengan arah putaran poros, terlihat pada gambar 2.19



Gambar 2.19. Metode perhitungan sudut fasa dari sinyal getaran dan *trigger*.

Metode *trigger-sensor* digunakan untuk menentukan beda fasa. Yang membedakan fasa akan dinyatakan dengan  $\Phi$ , variabel  $t_1$  menyatakan waktu pada saat terjadi puncak pada gelombang respon getaran (gelombang sudah difilter untuk frekuensi putaran poros). Sedangkan  $t_0$  adalah waktu yang mulai/referensi dari sinyal yang dihasilkan oleh *proximity sensor* dan  $T$  adalah waktu total sinyal yang merupakan waktu putaran poros.



Gambar 2.20. Skematik *two-plane balancing*

Apabila pengukuran beda fasa dapat dilakukan, maka selanjutnya dilakukan *balancing* menggunakan metode vektor dengan fasa. *Balancing* dilakukan untuk

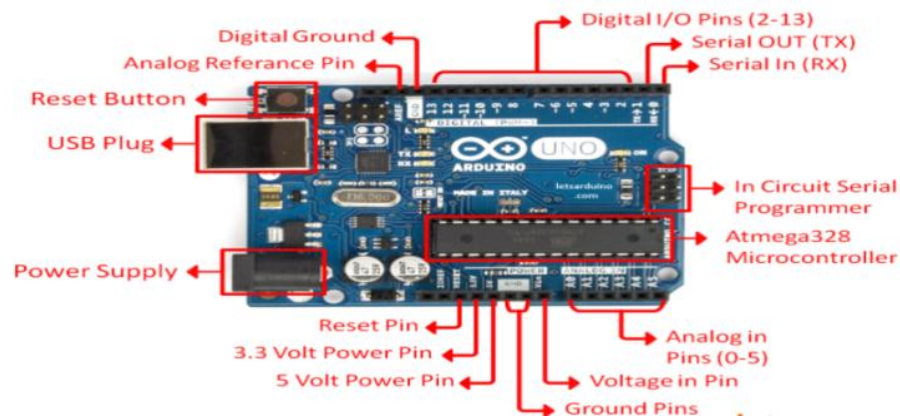
*two-plane balancing* seperti pada gambar 2.20. Secara garis besar prosedur *two-plane balancing* untuk sistem poros-piringan adalah sebagai berikut :

- Poros-piringan yang berputar yang mana sebelumnya tidak diseimbangkan akan menimbulkan suatu amplitudo getaran. Amplitudo getaran di kedua ujung berbeda dan saling mempengaruhi. Sehingga diperlukan pendeteksian bergantian diantara kedua ujung poros tersebut. Amplitudo getaran yang timbul tersebut digambarkan sebagai vektor N dan F (N : *NEAR end* dan F : *FAR end* ). N dan F disebut juga efek getaran dari *unbalance* awal.
- Sebuah massa yang diketahui beratnya diletakkan pada posisi sembarang pada sisi N akan menimbulkan amplitudo getaran baru yang dinyatakan sebagai vektor N2 dan F2. Kedua vektor ini mempunyai arah yang berbeda dari vektor N dan F, karena beda fasa yang ditimbulkan juga berbeda. Vektor N2 dan F2 ini adalah efek dari *unbalance* awal dan akibat dari massa yang ditambahkan.

## 2.8. *Microcontroller*

*Microcontroller* adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*. didalamnya terkandung sebuah inti *prosesor*, memori (sejumlah kecil *RAM*, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*. *Microcontroller* digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat dan mainan. *Microcontroller* membuat kontroler elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis.

Pada studi eksperimental ini *microcontroller* yang digunakan yaitu *Arduino UNO*. *Arduino UNO* adalah sebuah *board microcontroller* yang didasarkan pada ATmega328 (*data sheet*). *Arduino UNO* mempunyai 14 pin *digital input/output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah *ICSP header*, dan sebuah tombol reset.



Gambar 2.21 *Arduino UNO*

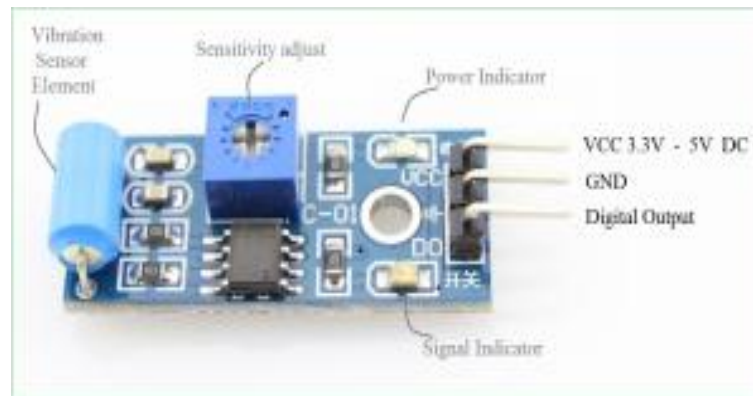
*Arduino UNO* memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang *microcontroller*, mudah menghubungkan ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. *Arduino UNO* dapat dilihat pada gambar 2.20.

## 2.9. Sensor Yang Digunakan Pada Mesin *Balancing*

Adapun beberapa macam sensor yang digunakan pada mesin *balancing* yaitu sebagai berikut :

### 1. Sensor getaran (*vibration sensor SW-420*)

Sensor getaran adalah sensor untuk mendeteksi getaran/*shock*, dimana cara kerja sensor ini adalah dengan menggunakan 1 buah pelampung logam yang akan bergetar didalam tabung yang berisi 2 elektroda ketika modul sensor menerima getaran/*shock*. Dapat digunakan untuk aplikasi robotika, sensor keamanan (dipasang di jendela), sensor tabrakan, dan lain sebagainya. Sangat cocok untuk dikoneksikan ke *Arduino* atau *minsys* lainnya. *Vibration sensor SW-420* dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2.22. *Vibration Sensor SW-420*

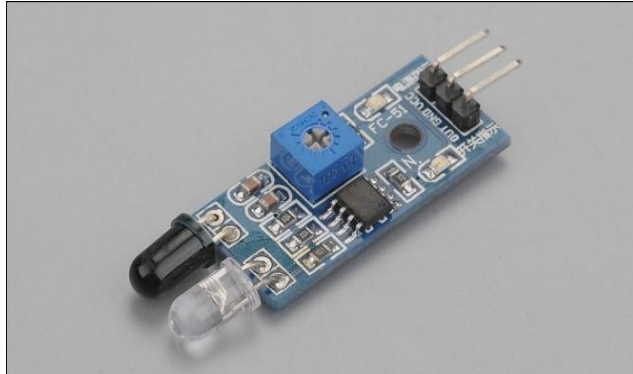
Modul sensor digital ini akan menghasilkan keluaran logika *HIGH* pada saat mendeteksi vibrasi/getaran, dapat diaplikasikan pada sistem keamanan, deteksi gempa, pendeteksi malfungsi pada sistem mekanik, analisa struktur konstruksi berdasarkan vibrasi, pengukuran kekuatan tumbukan secara tidak langsung, dsb.

Inti dari modul ini adalah komponen pendeteksi getaran SW-420 yang bereaksi terhadap getaran dari berbagai sudut. Pada kondisi statis / tanpa getaran, komponen elektronika ini berfungsi seperti saklar yang berada pada kondisi menutup (*normally closed*) dan bersifat konduktif, sebaliknya pada kondisi terguncang (terpapar getaran) saklar akan membuka / menutup dengan kecepatan pengalihan (*switching frequency*) proporsional dengan kekerapan guncangan. Pengalihan bergantian secara cepat ini mirip seperti cara kerja PWM (*pulse width modulation*) yang merupakan sinyal pseduo-analog berupa tingkat tegangan yang kemudian dibandingkan oleh sirkuit terpadu LM393 (*Voltage Comparator IC*) dengan besar nilai ambang batas (*threshold*) tegangan pembanding diatur oleh sebuah resistor eksternal. Dengan demikian, tingkat sensitivitas pendeteksian dapat dikalibrasi / diatur cukup dengan memutar potensiometer (*variable resistor*) yang terpasang di modul ini.



## 2. Sensor proximity

Sensor Proximity adalah alat pendeteksi yang bekerja berdasarkan jarak obyek terhadap sensor. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai beberapa centi meter saja sesuai type sensor yang digunakan. Sensor proximity dapat dilihat pada gambar 2.22.



Gambar 2.23 Sensor Proximity

Proximity Switch ini mempunyai tegangan kerja antara 10-30 Vdc dan ada juga yang menggunakan tegangan 100-200VAC.

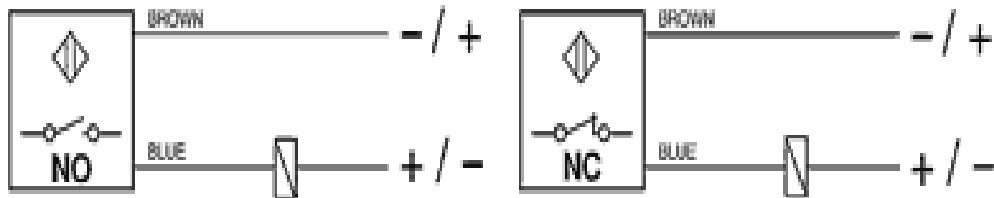
Hampir di setiap mesin produksi sekarang ini menggunakan sensor jenis ini, sebab selain praktis sensor ini termasuk sensor yang tahan terhadap benturan ataupun guncangan, selain itu mudah pada saat melakukan perawatan ataupun perbaikan pergantian. Proximity Sensor terbagi dua macam, yaitu:

- Proximity Inductive
- Proximity Capacitive

Proximity Inductive berfungsi untuk mendeteksi obyek besi/metal, Meskipun terhalang oleh benda non-metal, sensor akan tetap dapat mendeteksi selama dalam jarak (nilai) normal sensing atau jangkauannya. Jika sensor mendeteksi adanya besi di area sensingnya, maka kondisi output sensor akan berubah nilainya. Proximity Capacitive akan mendeteksi semua obyek yang ada dalam jarak sensingnya baik metal maupun non-metal. Pada prinsipnya fungsi Proximity Switch ini dalam suatu rangkaian pengendali adalah sebagai kontrol untuk memati hidupkan suatu sistem interlock dengan bantuan peralatan semi

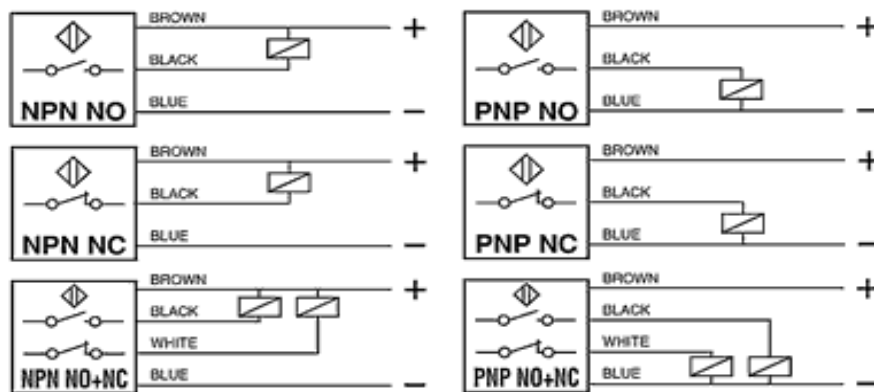
digital untuk sistem kerja berurutan dalam rangkaian control. Dan bisa diklasifikasikan juga sebagai nilai NO (Normally Open) dan NC (Normally Close). Nilai output dari Proximity Switch ini ada 3 macam yaitu:

a. Output 2 kabel VDC



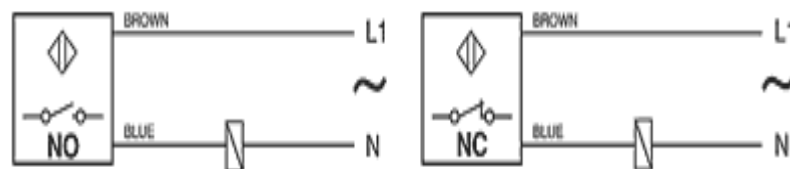
Gambar 2.24. output 2 kabel vdc

b. Output 3 dan 4 kabel VDC



Gambar 2.25. Output 3 dan 4 kabel VDC

c. Output 2 kabel VAC



Gambar 2.26. Output 2 kabel VAC

Persis seperti fungsi pada tombol atau secara spesifik menyerupai fungsi limit switch dalam suatu sistem kerja rangkaian yang membutuhkan suatu

perangkat pembaca dalam sistem kerja continue mesin. Tipe inilah yang nanti bisa dikoneksikan dengan berbagai macam peralatan kontrol semi digital yang membutuhkan nilai nilai logika sebagai input untuk proses kerjanya.

### 3. Inverter

Inverter merupakan suatu alat yang dipergunakan untuk mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik dan frekuensinya dapat diatur. Inverter ini sendiri terdiri dari beberapa sirkuit penting yaitu sirkuit converter (yang berfungsi untuk mengubah daya komersial menjadi dc serta menghilangkan ripple atau kerut yang terjadi pada arus ini) serta sirkuit inverter (yang berfungsi untuk mengubah arus searah menjadi bolak-balik dengan frekuensi yang dapat diatur-atur). Inverter juga memiliki sebuah sirkuit pengontrol. Inverter dapat dilihat pada gambar 2.26.



Gambar 2.27. Inverter

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan studi eksperimen getaran pada piringan ganda yang berputar akibat perubahan jarak susun piringan yang dilaksanakan di laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No. 03 Medan.

#### 3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan studi eksperimen dilakukan setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing hingga selesai dan terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Nov	Des	Jan	Feb	Mar
01	Mulai	■				
02	Persiapan spesimen	■	■			
04	Pembuatan poros dan pembuatan flage Spesimen (piringan)		■	■		
05	Pengujian spesimen			■	■	
06	Pengambilan data				■	
07	Hasil dan pembahasan				■	
08	Kesimpulan				■	

### 3.2 Bahan dan Alat

#### 3.2.1 Bahan

##### 1. Poros

Poros digunakan sebagai peletakan spesimen yang akan diuji dan sebagai poros alat keseimbangan dinamik seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1. Poros

## 2. flage ( piringan )

Piringan digunakan sebagai alat uji spesimen yang akan diuji , dimana flange ini akan diputar bersamaan dengan poros seperti gambar 3.2



Gambar 3.2 piringan

## 3.3.2 Alat

### 1. Alat keseimbangan Dinamik (*balancing machine*)

Alat keseimbangan dinamik digunakan sebagai alat bantu pengujian keseimbangan pada rotor atau poros. Pengujian dalam alat keseimbangan dinamik

untuk melengkapi uji komputasi dengan bantuan arduino uno untuk mengetahui *unbalance* dari spesimen yang akan diuji seperti gambar 3.3



Gambar 3.3 Alat Keseimbangan Dinamik

## 2. Motor Listrik AC

Motor listrik AC digunakan sebagai penggerak poros dengan bantuan belting sebagai penerus putaran motor listrik AC seperti gambar 3.4



Gambar 3.4 Motor Listrik AC

Spesifikasi :

- Tipe : Famoze
- Motor *Power* : 2,2 kw
- *Speed* : 2855 Rpm

## 3. Panel listrik/box panel

Panel listrik digunakan sebagai tempat dudukan kontektor, inverter, dan switch on/ off. selain itu juga berguna untuk melindungi panel listrik dari kerusakan baik di sengaja atau pun tidak di sengaja seperti gambar 3.5.



Gambar 3.5. Panel Listrik

#### 4. Arduino UNO

*Arduino UNO* digunakan sebagai *microconteller* pembaca sensor getaran ,sensor kecepatan (rpm) dan sensor proxymiti motor AC yang terhubung dengan komputer. Hasil pencatatan data berupa data sheet seperti gambar 3.6.



Gambar 3.6. Arduino UNO

#### 3. Sensor Getaran

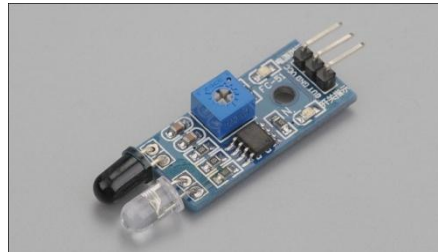
Sensor getaran untuk mendeteksi getaran dari area yang dipasangkan sensor getaran.untuk mendeteksi getaran atau tidak keseimbangan yang terjadi pada benda atau spesimen yang diuji seperti gambar 3.7.



Gambar 3.7. Sensor Getaran

#### 4. Sensor Proximiti

Sensor Proximity Inductive berfungsi untuk mendeteksi obyek besi/metal, Meskipun terhalang oleh benda non-metal, sensor akan tetap dapat mendeteksi selama dalam jarak (nilai) normal sensing atau jangkauan seperti gambar 3.8.



Gambar 3.8. Sensor Proximity

#### 5. Laptop

Laptop digunakan untuk menampilkan data sheet yang dideteksi oleh program *arduino UNO* pada saat pengujian spesimen yang diuji seperti gambar 3.9.



Gambar 3.9. Laptop

#### 9. Waterpass

Waterpass digunakan untuk mengukur atau menentukan spesimen/poros dalam posisi rata baik pengukuran secara vertikal ataupun horizontal seperti gambar 3.10



Gambar 3.10. Waterpass



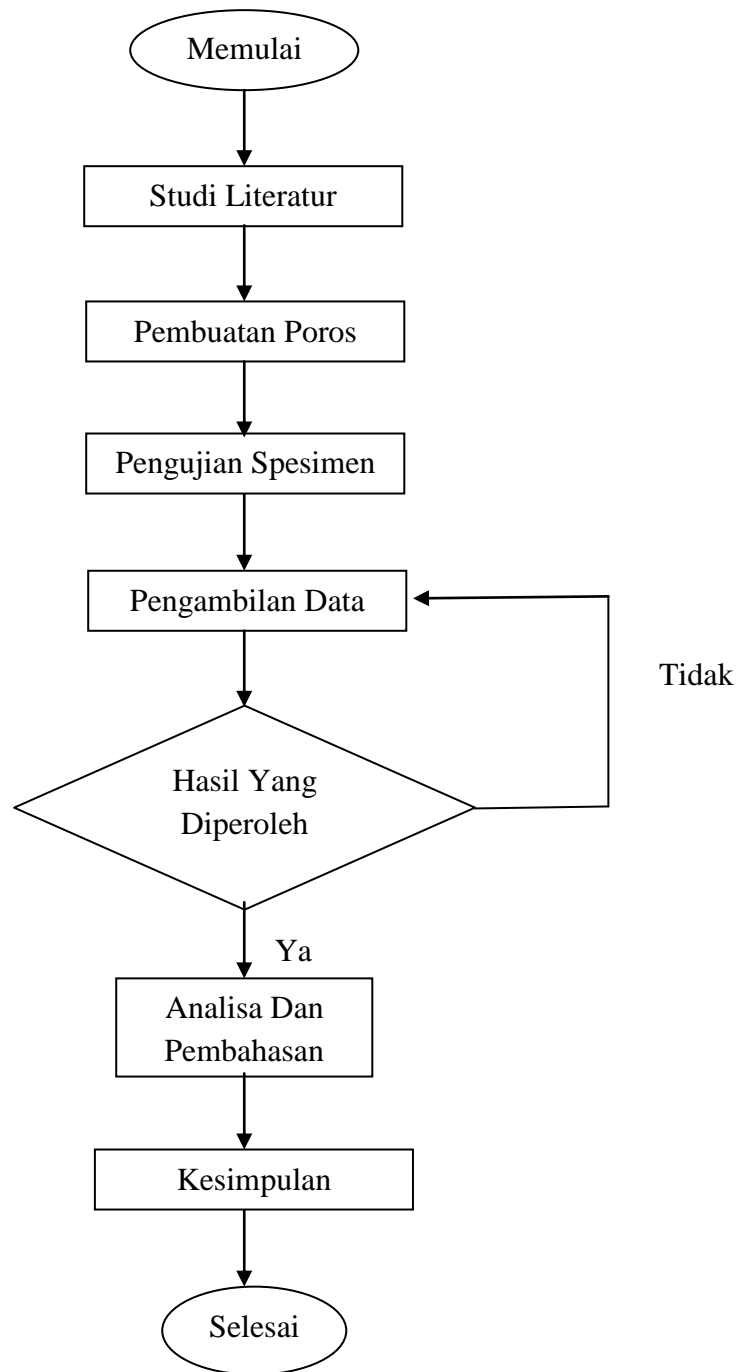
### 13. Inverter

Sebagai adalah alat yang mengatur kecepatan dan dapat diatur frekuensi kecepataannya sperti gambar 3.11.



Gambar 3.11. Inverter

### 3.3. Metode Penelitian



Gambar 3.12. Diagram Alir Percobaan

### 3.4. Prosedur Pengujian

#### 1. Menyiapkan spesimen pengujian pengujian



Gambar 3.13. Spesimen Uji

#### 2. Memasang flange pada poros pengujian.



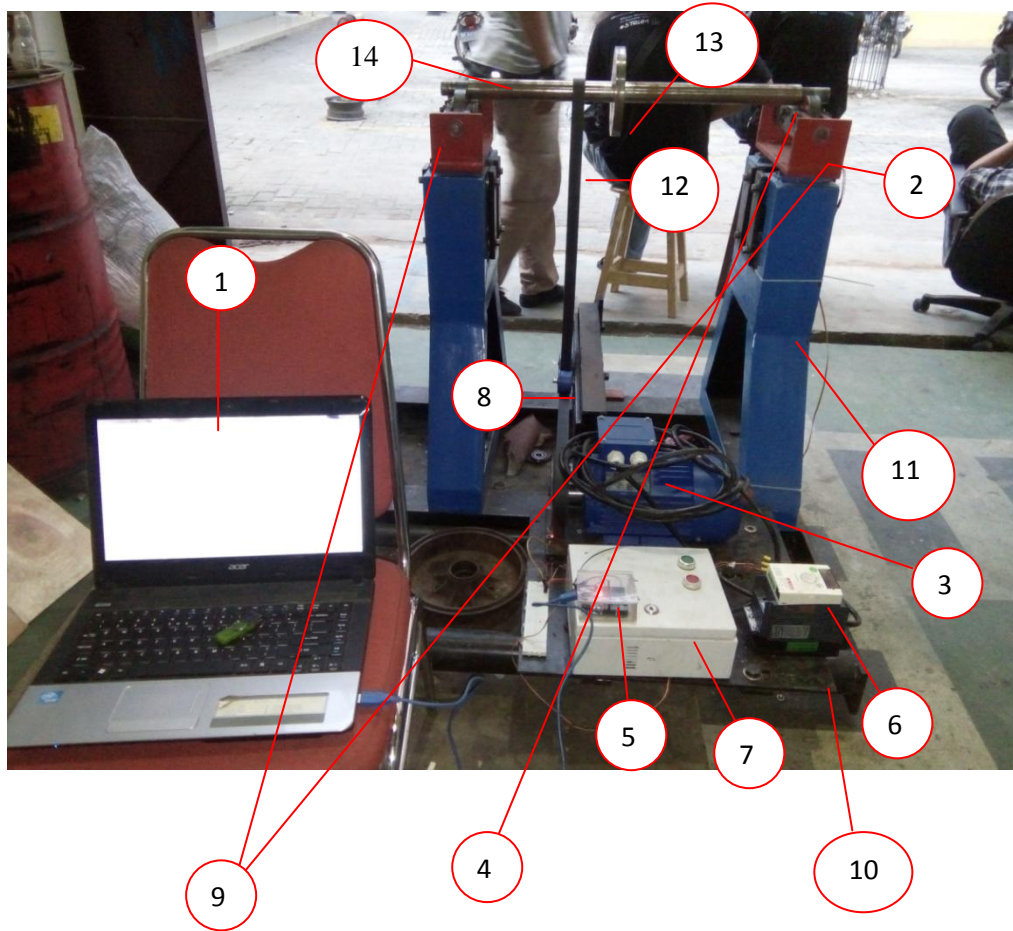
Gambar 3.14. Pemasangan Flange Dan Cakram

#### 3. Menaikan poros yang sudah ada spesimennya ke mesin *balancing*.



Gambar 3.15. Spesimen Yang Sudah Terpasang Dimesin  
*Balancing*

4. Mengeset up alat keseimbangan dinamik atau alat uji seperti gambar 3.16.



Gambar 3.12. Set Up Alat Keseimbangan Dinamik

Keterangan :

1. Laptop
2. Sensor getar SW-420
3. Motor kistrik AC
4. Sensor Proximity
5. *Arduino UNO*
6. Inverter
7. Panel listrik
8. Pully
9. *Roller balancing*
10. Dudukan motor listrik AC
11. Tiang kaku
12. *Bealting*

13. *Flange*
14. Poros
4. Memasang belting pada poros untuk menghubungkan putaran mesin ke poros dan flange yang akan di uji getaran nya.
6. Mengkoneksikan semua sensor/alat ukur yang terprogram dalam *Arduino Uno* ke laptop, dan buka software penunjuk alat ukur tersebut.
7. Hidupkan mesin *balancing*.
8. Memulai pengambilan data saat mesin *balancing* hidup.
9. Menyimpan data yang telah direkam oleh *Arduino Uno* sebagai data pengujian.
10. Membaca getaran flange yang berputar dengan melihat getaran yang terjadi pada mesin *balancing*. Getaran tersebut akan direkam oleh sensor dan hasilnya dicatat sebagai data pengujian.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Hasil Pengujian

Dari Proses pengambilan data pengujian spesimen tiga piringan yang dilakukan dengan pencatatan data dari mesin balancing. dimana mesin balancing akan menunjukkan balance dan unbalance terhadap sepesimen yang diuji, dari hasil studi experimen maka didapat data pengujian yang ditunjukkan dan dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Data pengujian 1 piringan pada perubahan putaran poros dengan frekuensi 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz
2. Data pengujian 2 piringan pada perobahan putaran poros dengan frekuensi 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz
3. Data pengujian 3 piringan pada perubahan putaran poros dengan frekuensi 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz

Data hasil studi eksperimen dibagi menjadi 3 agar dapat dilihat dimana putaran 3 piringan akibat perubahan putaran poros yang seimbang dan tidak seimbang dengan variasi putran yang berbeda. Dan dapat dilihat perbedaannya dari putaran 30 Hz, 40 Hz dan 50 Hz kondisi ini terjadi diakibatkan karena putaran yang semakin tinggi maka semakin besar pula terjadinya getaran pada mesin balancing karena putaran motor yang sangat tinggi mengakibatkan getaran terhadap seluruh mesin *balancing*. Getaran ini diakibatkan karena tidak adanya bantalan/peredam getaran pada motor listrik yang akan meminimalkan getaran pada seluruh mesin *balancing*. Begitu juga pada kecepatan rendah getaran terjadi diakibatkan putaran mesin yang tidak stabil/konstan dan mengakibatkan putaran poros yang tidak stabil.

### 4.2. Perhitungan Data Hasil Eksperimen

- Frekuensi = 30 Hz

$$= \frac{120 \times 30}{2} = 1800rpm$$

- Frekuensi = 40 Hz

$$= \frac{120 \times 40}{2}$$

$$= 2400rpm$$

- Frekuensi = 50 Hz

$$= \frac{120 \times 50}{2}$$

$$= 3000rpm$$

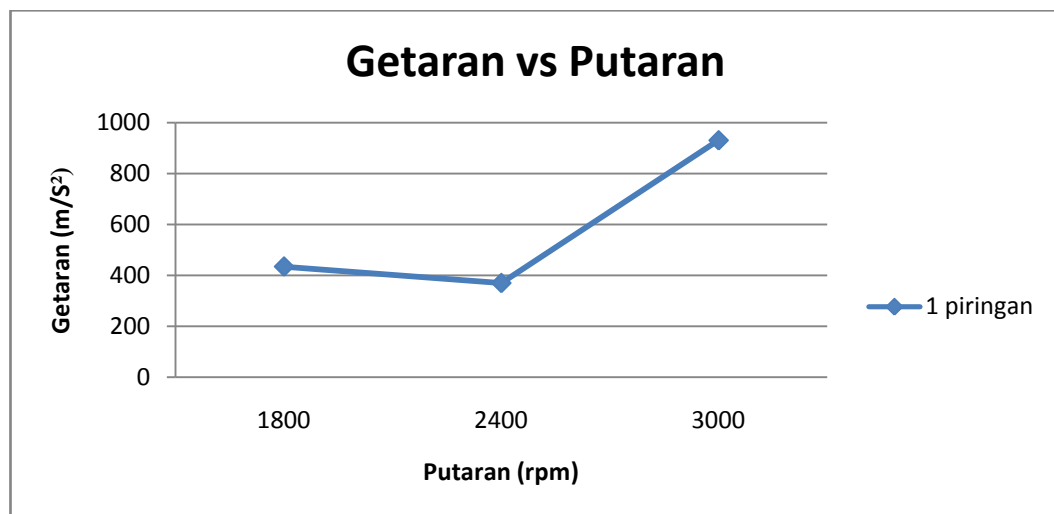
4.2.1. Data pengujian getaran 1 piringan dengan frekuensi putaran poros 30 Hz, 40 Hz, 50 Hz.

Data pengujian getaran 1 piringan dengan frekuensi putaran poros 30 Hz, 40 Hz, 50 Hz yang dilakukan dalam waktu pengujian selama 1 menit dengan hasil sebagai berikut :

Table 4.1 data pengjian dengan 1 piringan dengan frekuensi 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz

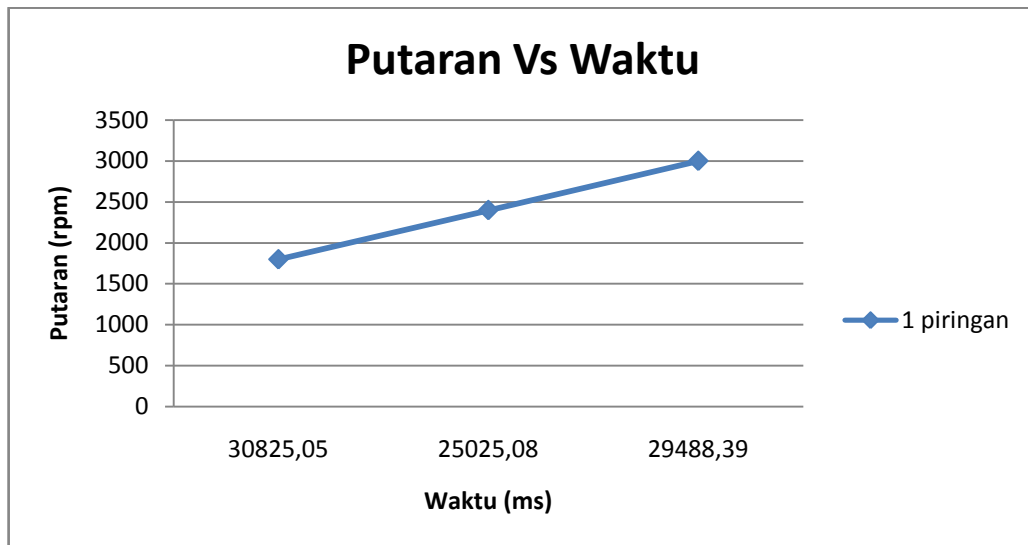
No .	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Getaran (m/s <sup>2</sup> )	Waktu (ms)
01	30	1800	434,5678	30825,05
02	40	2400	369,9741	25025,08
03	50	3000	930,0321	29488,39

Dari data hasil percobaan diatas pada table 4.1 maka di peroleh grafik. Dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Getaran vs putaran

Dari gambar 4.1 didapatkan hasil putaran vs getaran dari pengujian 1 piringan dengan putaran 1800 rpm menghasilkan nilai getaran  $434,5678 \text{ m/s}^2$ , pada putaran 2400 rpm menghasilkan nilai getaran  $369,9741 \text{ m/s}^2$ , dan putaran 3000 rpm menghasilkan nilai getaran  $930,0321 \text{ m/s}^2$ . Maka dari hasil tersebut didapatkan nilai maksimum pada putaran 3000 rpm dengan nilai getaran  $930,0321 \text{ m/s}^2$  dan nilai minimum terdapat pada putaran 2400 rpm dengan nilai getaran  $369,9741 \text{ m/s}^2$ .



Gambar 4.2. Grafik Putaran vs Waktu

Dari gambar 4.2 pada pengujian 1 piringan pada putaran vs waktu didapatkan nilai putaran 1800 mendapatkan waktu 30825,05 ms, putaran 2400 rpm mendapatkan waktu 25025,08 ms dan pada putaran 3000 rpm mendapatkan waktu 29488,39 ms. Maka dari hasil nilai tersebut mendapatkan nilai maksimum berada pada putaran 2400 rpm dengan waktu 25025,08 ms. Dan nilai minimum pada putaran 1800 rpm dengan waktu 30825,05 ms.

#### 4.2.2. Data pengujian getaran 2 piringan dengan frekuensi putaran poros 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz

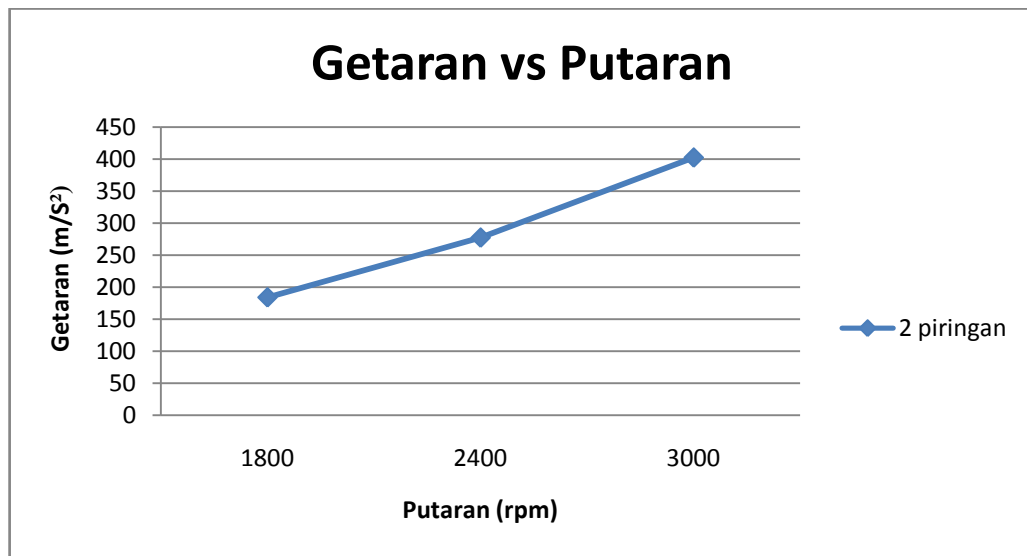
Data pengujian getaran 2 piringan dengan frekuensi putaran poros 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz yang dilakukan dalam waktu pengujian selama 1 menit dengan hasil sebagai berikut :



Table 4.2. data pengujian dengan 2 piringan dengan frekuensi 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz

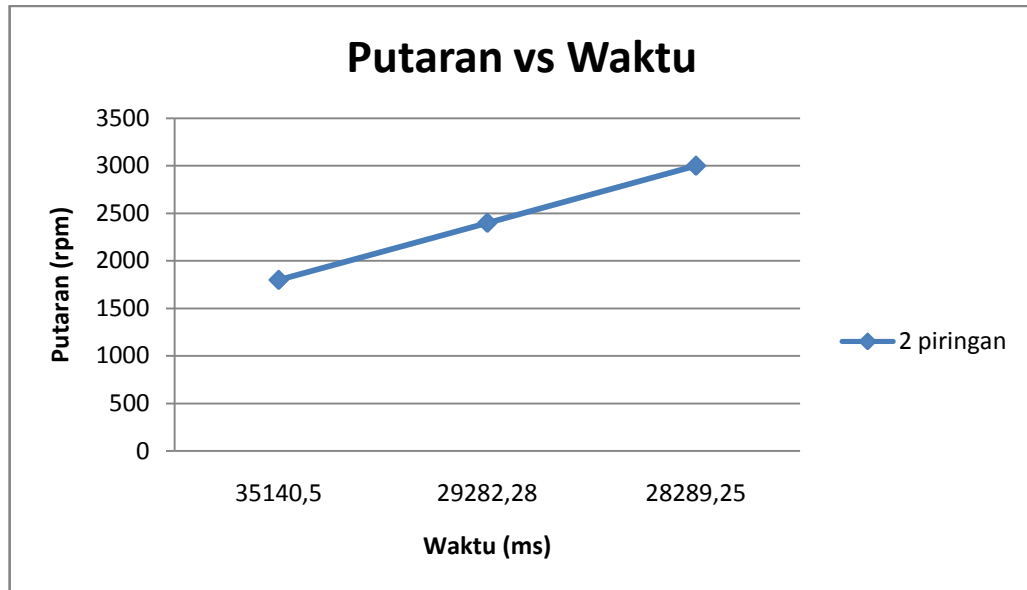
No .	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Getaran ( $m/s^2$ )	Waktu (ms)
01	30	1800	183,9794	35140,51
02	40	2400	277,3123	29282,28
03	50	3000	402,4233	28289,25

Dari data hasil percobaan diatas pada table 4.2 maka di peroleh grafik. Dapat dilihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4 sebagai berikut :



Gambar 4.3. Grafik Getaran vs putaran

Dari gambar 4.3 didapatkan hasil putaran vs getaran dari pengujian 2 piringan dengan putaran 1800 rpm menghasilkan nilai getaran 183,9794  $m/s^2$ , pada putaran 2400 rpm menghasilkan nilai getaran 277,3123  $m/s^2$ , dan putaran 3000 rpm menghasilkan nilai getaran 402,4233  $m/s^2$ . Maka dari hasil tersebut didapatkan nilai maksimum pada putaran 3000 rpm dengan nilai getaran 402,4233  $m/s^2$  dan nilai minimum terdapat pada putaran 1800 rpm dengan nilai getaran 183,9794  $m/s^2$ .



Gambar 4.4. Grafik Putaran vs Waktu

Dari gambar 4.4 pada pengujian 2 piringan pada putaran vs waktu didapatkan nilai putaran 1800 mendapatkan waktu 35140,5 ms, putaran 2400 rpm mendapatkan waktu 29282,28 ms dan pada putaran 3000 rpm mendapatkan waktu 28289,25 ms. Maka dari hasil nilai tersebut mendapatkan nilai maksimum berada pada putaran 1800 rpm dengan waktu 35140,5 ms. Dan nilai minimum pada putaran 3000 rpm dengan waktu 28289,25 ms.

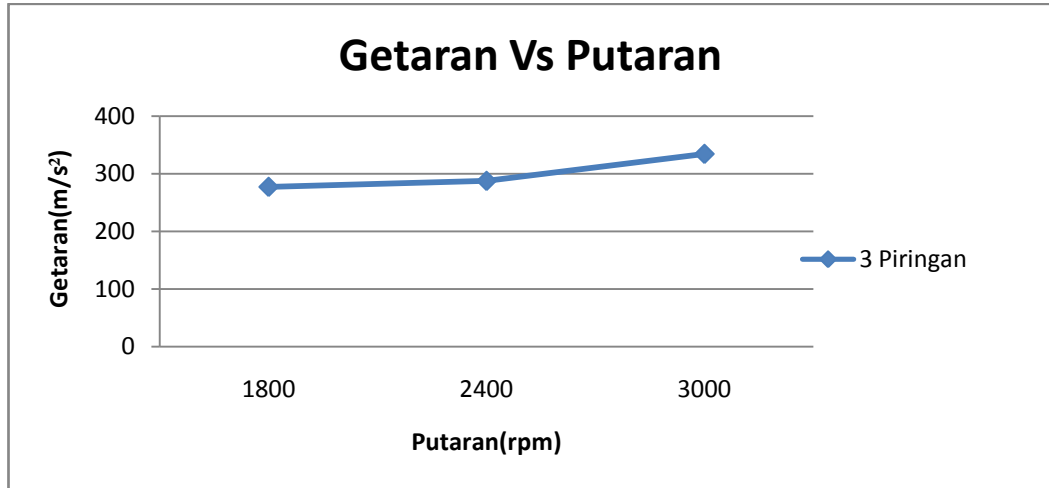
4.2.3. Data pengujian getaran 3 piringan dengan frekuensi putaran poros 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz

Data pengujian getaran 3 piringan dengan frekuensi putaran poros 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz yang dilakukan dalam waktu pengujian selama 1 menit dengan hasil sebagai berikut :

Table 4.3 data pengjian dengan 3 piringan dengan frekuensi 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz

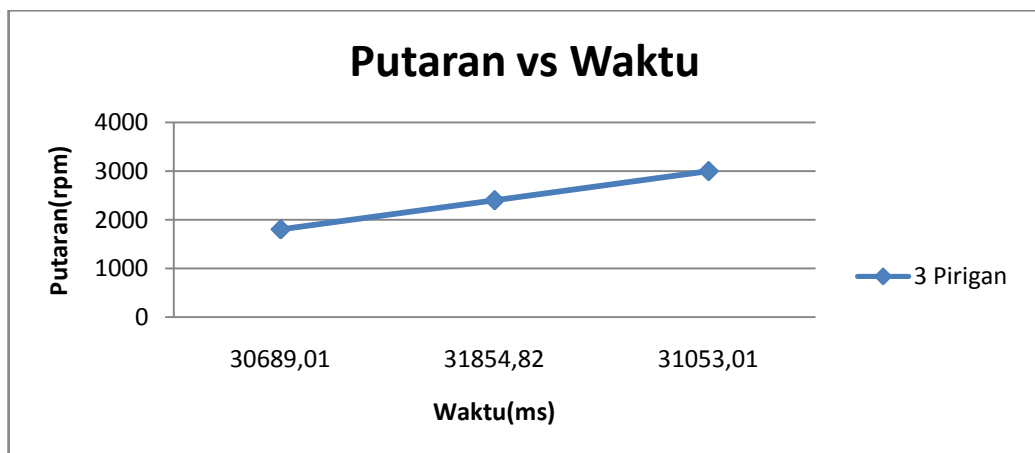
No .	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Getaran ( $m/s^2$ )	Waktu (ms)
O1	30	1800	277,0204	30689,01
O2	40	2400	287,4074	31854,82
O3	50	3000	334,4733	31053,01

Dari data hasil percobaan diatas pada table 4.3 maka di peroleh grafik. Dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6 sebagai berikut :



Gambar 4.5. Grafik Geteran vs Putaran

Dari gambar 4.5 didapatkan hasil putaran vs getaran dari pengujian 3 piringan dengan putaran 1800 rpm menghasilkan nilai getaran 277,0204 m/s<sup>2</sup>, pada putaran 2400 rpm menghasilkan nilai getaran 287,4074 m/s<sup>2</sup>, dan putaran 3000 rpm menghasilkan nilai getaran 334,4733 m/s<sup>2</sup>. Maka dari hasil tersebut didapatkan nilai maksimum pada putaran 3000 rpm dengan nilai getaran 334,4733 m/s<sup>2</sup> dan nilai minimum terdapat pada putaran 1800 rpm dengan nilai getaran 277,0204 m/s<sup>2</sup>.



Gambar 4.6. Grafik Putaran vs Waktu

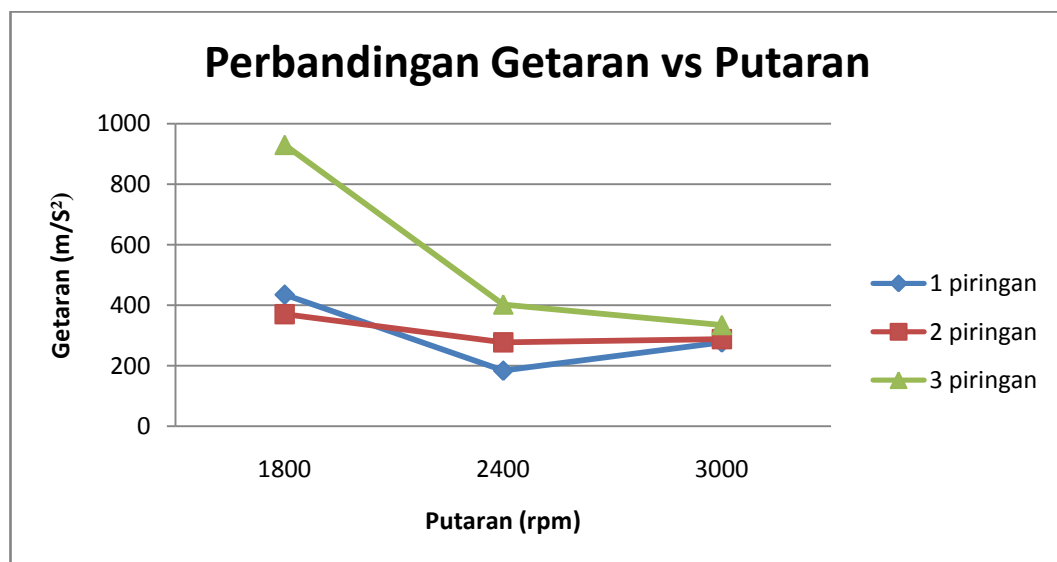
Dari gambar 4.6 pada pengujian 3 piringan pada putaran vs waktu didapatkan nilai putaran 1800 mendapatkan waktu 30689,01 ms, putaran 2400 rpm mendapatkan waktu 31854,82 ms dan pada putaran 3000 rpm mendapatkan waktu 31053,01 ms. Maka dari hasil nilai tersebut mendapatkan nilai maksimum berada pada putaran 2400 rpm dengan waktu 31854,82 ms. Dan nilai minimum pada putaran 1800 rpm dengan waktu 30689,01 ms.

#### 4.2.4. Hasil Perbandingan Dari Putaran Dan Amplitudo Getaran 30 Hz, 40 Hz, Dan 50 Hz Dengan 3 Piringan

Tabel 4.4. Data nilai pengujian dengan 1 ,2 dan 3 piringan dengan frekuensi 30 Hz, 40 Hz dan 50 Hz.

Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Getaran ( $m/s^2$ )		
		1 piringan	2 piringan	3 piringan
30	1800	434,5678	183,9794	277,0204
40	2400	369,9741	277,3123	287,4074
50	3000	930,0321	402,4233	334,4733

Dari hasil data perbandingan diatas pada table 4.4. maka di peroleh grafik dan dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Getaran vs Putaran

Dari gambar 4.7 didapatkan perbandingan antara 1 piringan pada putaran 1800 rpm dengan nilai getaran  $434,5678 \text{ m/s}^2$ , putaran 2400 rpm dengan nilai getaran  $183,9794 \text{ m/s}^2$ , dan putaran 3000 rpm dengan nilai getaran  $277,0204 \text{ m/s}^2$ . Pada 2 piringan menghasilkan nilai putaran 1800 dengan nilai getaran  $369,9741 \text{ m/s}^2$ , putaran 2400 dengan nilai getaran  $277,3123 \text{ m/s}$ , dan pada putaran 3000 rpm dengan nilai  $287,4074 \text{ m/s}^2$ . Dan pada 3 piringan menghasilkan nilai putaran 1800 dengan nilai getaran  $930,0321 \text{ m/s}^2$ , putaran 2400 dengan nilai getaran  $402,4233 \text{ m/s}$ , dan pada putaran 3000 rpm dengan nilai  $334,4733 \text{ m/s}^2$ . Dari hasil tersebut maka didapatkan nilai maksimum terdapat pada 1 piringan dengan putaran 1800 rpm yang menghasilkan getaran sebesar  $434,5678 \text{ m/s}^2$  dan nilai minimum terdapat pada 2 piringan dengan putaran 1800 rpm yang menghasilkan getaran  $183,9794 \text{ m/s}^2$ .

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1. Kesimpulan

Bedasarkan hasil dari Penelitian Karakteristik getaran pada tiga piringan akibat perubahan putaran poros ini dapat diambil kesimpulan beberapa hal sebagai berikut :

1. Dari penelitian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwasannya begitu banyak masalah–masalah mekanis pada 3 piringan dengan perubahan putaran poros .
2. Setelah dilakukan percobaan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa perubahan putaran poros mesin yang dihasilkan, sangat berpengaruh terhadap getaran yang dihasilkan oleh piringan.
3. Dari hasil perbandingan maka menghailkan nilai maksimal berada pada 1 piringan dengan putaran 1800 rpm menghasilkan nilai getaran sebesar  $434.5678 \text{ m/s}^2$  dan nilai minimum terdapat pada 2 piringan dengan putaran 1800 rpm menghasilkan nilai getaran sebesar 183,9794 m/s.

#### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian getaran pada 3 piringan akibat perubahan putaran poros ini. Maka saya dapat menyarankan agar penulis berikutnya lebih baik dan dikembangkan lagi penelitian ini dengan menggunakan alat balancing yang ada didalam Lab Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara :

1. Bagi penulis yang ingin melanjutkan penelitian tentang karakter getaran pada tiga piringan akibat perubahan putaran poros kedepannya harus memperbaiki / menginovasi sebelum pengujian harus benar – benar perlu diperhatikan bagian – bagian yang sangat begitu diperlukan dalam pengujian ini seperti Motor, Sensor dan inverter agar data yang didapat lebih baik lagi dan sempurna.
2. Memperbaiki dudukan poros piringan agar tidak lepas pada saat pengujian spesimen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andromina robot V.2.0, “Encoder and Arduino Tutorial About The IR Speed Senso Module Whth The Comperator LM393 (Encoder FC-03).diakses 26 desember 2018.
- Arduino, [Online : <https://forum.arduino.cc/index.php?.topic=476382.0>,diakses 1 jauari 2018.
- Arduino Uno, [Online : [ilearning.mc/sample.page.162/arduino/pengertian-arduino.uno](http://ilearning.mc/sample.page.162/arduino/pengertian-arduino.uno),diakses 20 februari 2018.
- Bambang Daryanto Wonoyudo, 2014. “Karakteristik Getaran dan Efisiensi Kompresor Torak Akibat Perubahan Profil pada Valve Seat Sisi Discharge” [digilb.its.acs.ac.id/public/ITS-master-13680/resentation-1395492.pdf](http://digilb.its.acs.ac.id/public/ITS-master-13680/resentation-1395492.pdf) diakses pada tanggal 8 januari 2018.
- Benny Kresno Sunarko, 2010. Analisa Getaran Pada Mesin Sepeda Motor Berbasis Labviw. <http://www.jurnal.fmipa.ui.ac.id>,diakses 8 maret 2018.
- Dwi Rahmanto,2007, “Pengaruh Variasi Putaran Terhadap Efektivitas *Balancing* Poros Fleksible Pada Poros *Two-plane Balancing*”, <https://eprint.uns.ac.id>,diakses 8 jauari 2018.
- Georgeo H. Martin, 1994. Kinemetika dan Dinamika Teknik, Diterjemahkanoleh: Ir. Setiyobakti. Jakarta: Erlangga.
- Harie Satiyadi Jaya,2010, “Tesis Studi Eksperimental Karateristik Variasi Ukuran Roda Untuk Mendapatkan *Balance Performance* Maksimal Pada Proses *Balancing*”, Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, [Online : [digilb.its.acs.ac.id/public/ITS-master-13680/resentation-1395492.pdf](http://digilb.its.acs.ac.id/public/ITS-master-13680/resentation-1395492.pdf) diakses pada tanggal 30 januari 2018].
- Joko susilo 2010 , efektifitas variasi putaran dari proses balancing terhadap putaran kerja poros [ online :[http://docplayer.info/32297557-Abstract\\_id.pdf](http://docplayer.info/32297557-Abstract_id.pdf) diakses pada tanggal 25 februari 2018]
- Macam-macam mesin balancing, [online : [ghttps://machinebalancing.blogspot.co.id/2014/10/pengertian-balancing-machine.html](https://machinebalancing.blogspot.co.id/2014/10/pengertian-balancing-machine.html) diakses pada tanggal 5 jauari 2018.]

Prof. Dr.-Ing. Ir. SUHARDJONO, MSc. (2010), Model Pembelajaran Proses Penyeimbang Dinamik dan Pembuatan Prototipe Mesin Penyeimbang Dinamik Roda Mobil Berbasis Komputer, [Online : [http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Research-12287-131805374-Abstract\\_id.pdf](http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Research-12287-131805374-Abstract_id.pdf) diakses pada tanggal 3 maret 2018]

Ramses Y. Hutahaean, (2010). Mekanisme dan Dinamika Mesin, Yogyakarta: Penerbit Andi.

Tim Getaran mekanis, 2002, panduan praktikum fenomena dasar mesin, sub getaran mekanis, modul III balancing empat putaran (four-run balancing), Jurusan teknik Universitas sebelas maret, surakarta



# LAMPIRAN

## **Kode Sensor Getaran, Sensor Proximity Dan Kecepatan Putaran Menggunakan *Microcontroller Arduino Uno***

```
//int LED_Pin = 13;
int vibr_Pin =3;
unsigned long Waktu;
void setup(){
    //pinMode(LED_Pin, OUTPUT);

    pinMode(vibr_Pin, INPUT); //set vibr_Pin input for measurment
    Serial.begin(9600); //init serial 9600
    Serial.println("CLEARDATA");
    Serial.println("LABEL,Waktu,vibrasi, Waktu");
    // Serial.println("-----Vibration demo-----");
}
void loop(){
    long measurement =TP_init();
    Waktu = millis();
    // delay(50);
    Serial.print("DATA, TIME,");
    //Serial.print("measurment = ");
    Serial.print(measurement);
    Serial.print(",");
    // Serial.print("Time: ");
    Serial.println(Waktu);
}
long TP_init(){
    // delay(10);
    long measurement=pulseIn (vibr_Pin, HIGH); //wait for the pin to get HIGH
and returns measurement
    return measurement;
}
```

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK - UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 - 2019**

Peserta Seminar

Nama

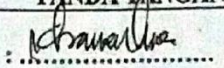
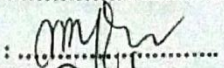
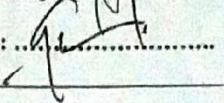
: Ibnu Kholid Swandono

NPM







: 1307230205

Judul Tugas Akhir

: Karakteristik Getaran Pada 3 Piringan Akibat Perubahan Putaran Poros.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing - I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pembimbing - II	: Rahmatullah.S.T.M.Sc	: .....
Pembanding - I	: M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembanding - II	: Chandra A Siregar,S,T,M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230231	GAZI RAHMATUNNAN	
2	1507230232	M Dipo Pamungkas	
3	1507230179	FIKA RONAL FEBRIAN	
4	1507230176	AJI MAULANA	
5	1507230001	MHO SYAHDANA AMIN	
6	1507230146	KUFRON MAHDI NCT	
7			
8			
9			
10			

Medan, 23 Dzulhijjah 1440 H  
24 Agustus 2019 M



T.Mesin

Mahdi.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Ibnu Kholid Swandono  
NPM : 1307230205  
Judul T.Akhir : Karakteristik Getaran Pada 3 Piringan Akibat Perubahan Putaran Poros.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Rahmatullah.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

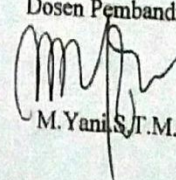
*Waktu pada draft skripsi harus direvisi*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Medan 21 Dzulhijjah 1440H  
22 Agustus 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin  
  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I  
  
M.Yani.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Ibnu Kholid Swandono  
NPM : 1307230205  
Judul T.Akhir : Karakteristik Getaran Pada 3 Piringan Akibat Perubahan Putaran Poros.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Rahmatullah.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - I : M. Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

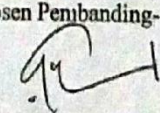
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*lihat buku tugas akhir*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 21 Dzulhijjah 1440H  
22 Agustus 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin  
  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II  
  
Chandra A Siregar,S.T.M.T

### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Karakteristik Getaran Pada 3 Piringan Akibat Perubahan Pada Putaran Poros

Nama : Ibnu Kholid Swandono  
NPM : 1307230205

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : Rahmatullah, S.T., M.Sc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	05 November 2018	- Pemberian spesifikasi tugas	h.
	30 November 2018	- Perbincangan pendahuluan	h.
	31 Desember 2018	- Perbincangan tinjauan pustaka	h.
	8 Januari 2019	- Perbincangan Metode	h.
	24 Januari 2019	- Perbincangan pengambilan data	h.
	17 Februari 2019	- Perbincangan Analisis data	h.
	6 Maret 2019	- Perbincangan kesimpulan	h.
	24 Maret 2019	- Lanjut ke penulisan 1	h.
	13 Mei 2019	- Ase, seminar	h.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : IBNU KHOLID SWANDONO  
NPM : 1307230205  
Tempat /Tanggal Lahir : Tanjung Balai, 02 Februari 1995  
Agama : Islam  
Alamat : Jln. Anwar Idris Lk. Vii Kel. Gading, Kec. Datuk Bandar, Kota. Tanjung Balai, Prov. Sumatera Utara  
Jenis Kelamin : Laki – Laki  
Anak Ke : 3 Dari 3 Bersaudara  
No. Hp : 081928270625  
Telp : -  
Setatus Perkawinan : Belum Menikah  
Email : [ibnukholidasy@gmail.com](mailto:ibnukholidasy@gmail.com)  
Nama Orang Tua  
Ayah : H. Muljono  
Ibu : Alm. Sri Karma  
: Hj. Dahlia Marpaung

### PENDIDIKAN FORMAL

2001 – 2007 : MIS AL - WASHLIYAH TANJUNG BALAI  
2007 – 2010 : SMP NEGERI 2 TANJUNG BALAI  
2010 – 2013 : SMA NEGERI 2 TANJUNG BALAI  
2013 – 2019 : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA