

TUGAS AKHIR

KARAKTERISTIK GETARAN PADA PIRINGAN GANDA AKIBAT PEMBERIAN MASSA PADA VARIASI JARI JARI PIRINGAN GANDA

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

Disusun Oleh:

RANDY ANDARA PERANGIN ANGIN
1307230315



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Randy Andara Perangin-angin
NPM : 1307230315
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Karakteristik getaran pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi jari-jari piringan ganda.
Bidang ilmu : Kontruksi dan Teknik 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, 15 Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III

Rahmatullah, S.T., M.Sc

Dosen Penguji IV



Khairul Umurani, S.T., M.T



Program Studi Teknik Mesin
Ketua,

Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Randy Andara Perangin angin
Tempat /Tanggal Lahir :Singgamanik/06 September 1995
NPM : 1307230315
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Karakteristik getaran pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi jari- jari piringan ganda...”,

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 orisinil 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, Maret 2019



Saya yang menyatakan,

Randy Andara P

ABSTRAK

Karakteristik getaran adalah kondisi suatu mesin dan masalah – masalah mekanis yang terjadi. Getaran pada suatu mesin sangatlah berpengaruh untuk umur alat tersebut. Adapun penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik getaran pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi jari-jari piringan ganda. Penelitian ini untuk menganalisa karakteristik getaran pada saat perpindahan, percepatan, dan kecepatan dengan variasi – variasi putaran. Adapun penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat keseimbangan dinamik yang dilengkapi dengan sensor getaran, sensor kecepatan, dan sensor proximity sebagai alat deteksi, dan arduino UNO sebagai mikrokontroler untuk membaca hasil dari ketiga sensor tersebut. Dalam penelitian digunakan penambahan massa dengan jumlah 200gr, 400gr, dan 600gr. Adapun variasi putaran yang digunakan 40 Hz, 50 Hz, dan 60 Hz sehingga menghasilkan putaran yang berbeda. Jadi dari setiap penambahan massa yang digunakan dengan variasi putaran semakin tinggi putaran dan semakin besarnya penambahan massa maka akan menimbulkan getaran yang lebih besar pula.

Kata kunci : Karakteristik getaran pada piringan, massa, putaran.

ABSTRACT

Vibration characteristics are the condition of a machine and mechanical problems that occur. The vibration of a machine is very influential for the age of the device. The purpose of this research is to analyze the characteristics of vibrations in multiple disks due to the mass giving in the variation of the double disk radius. This research is to analyze the vibration characteristics at the time of displacement, acceleration, and speed with variations - round variations. As for this research carried out by using dynamic balance tools equipped with vibration sensors, speed sensors, and proximity sensors as detection devices, and Arduino UNO as a microcontroller to read the results of the three sensors. In the study, the addition of mass was used with the amount of 200gr, 400gr, and 600gr. The rotation variations used are 40 Hz, 50 Hz and 60 Hz resulting in different turns. So from each mass addition that is used with the variation of rotation, the higher the rotation and the greater the mass addition, it will cause a greater vibration.

Key words: Vibration characteristics on disk, mass, 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 Piringan Ganda Akibat Pemberian Massa Pada Variasi Jari Jari Piringan Ganda” 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 terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Khairul Umurani , S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan juga membantu penulis selama Tugas Akhir ini.
6. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik mesin kepada penulis.

9. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Junedi Perangin-angin , dan Ibunda Rosmita Br. Tarigan yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Akhir ini.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas C1-Pagi.
12. Para sahabat tercinta dan keluarga dirumah yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan 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 konstruksi Teknik Mesin.

Medan, Maret 2019

Randy Andara Perangin-angin

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Ruang Lingkup	2
1.4.Tujuan Penelitian	2
1.5.Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Getaran	3
2.2 Jenis-Jenis Peyebab Getaran	4
2.2.1. Getaran Karena Ketidakseimbangan	4
2.2.2. Getaran Karena Ketidaklurusan	4
2.2.3 Getaran Karena Eksentritas	5
2.2.4 Getaran Karena Kelonggaran Mekanik	6
2.3. Karakteristik Getaran	6
2.3.1. Frekuensi Getaran	6
2.3.2. Perpindahan, Kecepatan, dan Percepatan	8
2.3.3. Phase Vibrasi	9
2.4. Metode Ballancing	10
2.5. Membuat Seimbang Massa-Massa yang berputar	11
2.5.1. Massa Berputar Tunggal	12
2.5.2 Beberapa Massa Berputar dalam bidang melintang	
Yang sama	12
2.6. Type Piringan	13
2.7. Two – Plane Ballancing	14
2.8. Mikrokontroler	16
2.9. Sensor Yang Digunakan Pada Mesin Ballancing	17
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	22
3.1.1 Tempat	22
3.1.2 Waktu Penelitian	22
3.2. Bahan dan Alat	23
3.2.1. Bahan	23
3.2.2. Alat	23
3.3. Metode Penelitian	28

3.4. Prosedur Pengujian	29
BAB 4.HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Data Hasil Pengujian	30
4.2. Perhitungan Data Hasil Eksperimen	30
BAB 5.KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik dan satuan getaran	9
Tabel 3.1. Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian	22
Tabel 4.2 Data nilai pengujian dengan massa 200gr dengan frekuensi 40 Hz,50 Hz,60 Hz.	31
Tabel 4.3 Data nilai pengujian dengan massa 400gr dengan frekuensi 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz.	32
Tabel 4.4 Data nilai pengujian dengan massa 600gr dengan frekuensi 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz.	33
Tabel 4.5 Data nilai pengujian dengan massa 200gr,400gr,600gr dengan frekuensi 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz.	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Angular Misalignment	4
Gambar 2.2. Offset misalignment	5
Gambar 2.3. Kombinasi	5
Gambar 2.4. Eksentrisitas	5
Gambar 2.5. Karakteristik getaran	6
Gambar 2.6. Hubungan Antara Perpindahan, Kecepatan, Dan Percepatan getaran	8
Gambar 2.7. Massa Berputar Tunggal	12
Gambar 2.8. Beberapa Massa Berputar dalam Bidang Melintang yang sama	13
Gambar 2.9. Type Piringan	14
Gambar 2.10. Eksentrisitas	14
Gambar 2.11. Metode Perhitungan sudut fasa dari sinyal getaran dan trigger	15
Gambar 2.12. Skematik two-plane Ballancing	15
Gambar 2.13. Arduino UNO	17
Gambar 2.14. Vibration Sensor SW- 4	17
Gambar 2.15. Sensor Kecepatan	18
Gambar 2.16. Sensor Proximity	19
Gambar 2.17. Output 2 kabel vdc	20
Gambar 2.18. Output 3 dan 4 kabel VDC	20
Gambar 2.19. Output 2 kabel VAC	20
Gambar 2.20. Inverter	21
Gambar 3.1. Poros	23
Gambar 3.2. Flange	23
Gambar 3.3. Alat Keseimbangan Dinamik	24
Gambar 3.4. Motor Listrik AC	24
Gambar 3.5. Panel Listrik	25
Gambar 3.6. Arduino UNO	25
Gambar 3.7. Sensor Getaran	25
Gambar 3.8. Sensor Kecepatan	26
Gambar 3.9. Sensor Proximity	26
Gambar 3.10. Laptop	27
Gambar 3.11. Waterpass	27
Gambar 3.12. Timbangan Neraca	27
Gambar 3.13. Diagram Alir Percobaan	28
Gambar 4.1. Grafik Getaran vs Putaran	31
Gambar 4.2. Grafik Putaran vs Waktu	31
Gambar 4.3. Grafik Getaran vs Putaran	32
Gambar 4.4. Grafik Putaran vs Waktu	33
Gambar 4.5. Grafik Getaran vs Putaran	34
Gambar 4.6. Grafik Putaran vs Waktu	34
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Getaran vs Putaran	35

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Φ	Beda Fasa	$^{\circ}$
t_1	Waktu saat terjadi puncak pada gelombang respon getaran	mm
t_0	Waktu mulai/refrensi dari sinyal yang dihasilkan oleh <i>proximity sensor</i>	mm
M	Massa	Kg
G	Gram	Gr
R	Jari-jari	R
θ	Sudut	$^{\circ}$
e	Penambahan massa atau jari-jari yang akan ditambahkan yang akan ditambahkan pada spesimen yang akan diuji	Kg
ω	Kecepatan sudut	Rad/s
n	Putaran	rpm
f	Frekuensi	Hz

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengukuran merupakan hal yang sangat penting dalam ilmu pengetahuan khususnya dunia teknik . Dalam dunia teknik, pengukuran digunakan untuk kepentingan system proteksi. Pada setiap pengukuran dibutuhkan sebuah alat ukur yang bertindak sebagai pengindra sekaligus penampil. Pengukuran vibrasi atau getaran merupakan salah satu pengukuran yang paling umum dalam pemantauan mesin dalam keadaan berputar. Tingkat getaran yang terukur mengindikasikan tingkat gangguan yang terjadi, semakin tinggi nilai getaran yang terukur menandakan gangguan yang terjadi kemungkinan bisa menjadi sebuah kerusakan atau bahkan kegagalan mesin. Oleh sebab itu, Dalam skripsi ini hal yang akan dibahas adalah Karakteristik Getaran Pada Piringan Ganda Akibat Pemberian Massa Pada Variasi Jari – Jari Piringan Ganda.

Karakteristik getaran adalah Kondisi suatu mesin dan masalah-masalah mekanis yang terjadi, dapat diketahui dengan mengukur karakteristik getaran pada mesin balancing. Pada umumnya karakteristik getaran dapat diukur dengan frekuensi getaran, Dalam analisis getaran mesin, frekuensi lebih bermanfaat karena berhubungan dengan rpm (putaran) suatu mesin.

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.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengetahui karakteristik getaran pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi jari-jari piringan ganda.

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 pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi jari-jari piringan ganda.
2. Mengetahui analisis karakteristik getaran pada piringan ganda akibat penambahan massa.

1.4. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari Karakteristik getaran pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi jari-jari piringan ganda.

Tujuan Umum :

Untuk mengevaluasi karakteristik getaran pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi jari-jari piringan ganda

Tujuan Khusus :

1. Menganalisa karakteristik getaran pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi jari-jari piringan ganda dengan variasi putaran poros 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz.
2. Menganalisa karakteristik getaran pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi piringan ganda pada saat perpindahan, percepatan, dan kecepatan dengan variasi putaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mampu memberikan kontribusi dan pengembangan karakteristik getaran pada piringan ganda dalam dunia industri.
2. Dalam bidang ilmu pengetahuan dapat dijadikan perencanaan ini sebagai tambahan informasi dalam karakteristik getaran pada piringan ganda.
3. Manfaat bagi mahasiswa adalah sebagai referensi untuk membuat tugas yang berhubungan dengan karakteristik getaran.
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.

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

1. Ketidak seimbangan (*unbalance*)
2. Elemen rotasi
3. Ketidaklurusan (*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 ketidakseimbangan (*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 ketidaklurusan (*misalignment*)

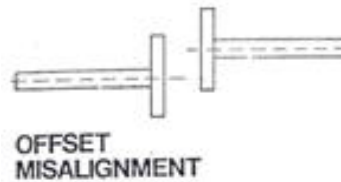
Sangat sulit meluruskan dua poros dan sambungannya sedemikian sehingga tidak ada gaya yang menyebabkan getaran. Ketidaklurusan ini biasanya terjadi pada kopling. Tipe ketidaklurusan pada kopling dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu :

1. *Angular misalignment* yaitu jika sumbu kedua poros membentuk sudut dengan besar tertentu seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Angular misalignment

2. *Offsetmisalignment* yaitu jika sumbu kedua poros paralel dan tidak berimpit satu sama lain seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Offset misalignment

3. Kombinasi yaitu jika terjadi ketidaklurusan *angular* dan *offset* secara bersamaan dalam satu sistem seperti pada gambar 2.3.

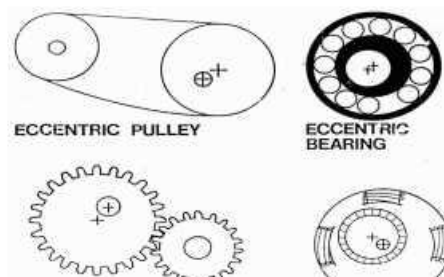


Gambar 2.3 Kombinasi

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* seperti pada gambar 2.4.



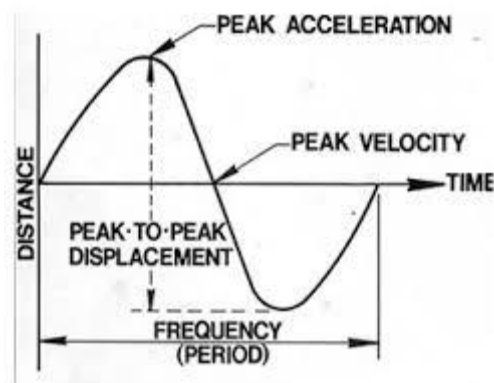
Gambar 2.4 Eksentrisitas

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 seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Karakteristik getaran

Gerak beban dari posisi netralnya ke batas atas kemudian kembali ke posisi netral atau kesetimbangan 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 ini disebabkan karena :

1. Mesin yang berputar selalu memiliki ketidakseimbangan (walaupun telah diseimbangkan).
2. Frekuensi eksitasi yang disebabkan oleh ketidakseimbangan yang berputar nilainya sama dengan frekuensi putar (frekuensi eksitasi akibat *unbalance* yang berputar).
3. Ketidakseimbangan 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 :

$$n = \frac{120 \times f}{\text{kutup}} \quad (2.1)$$

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

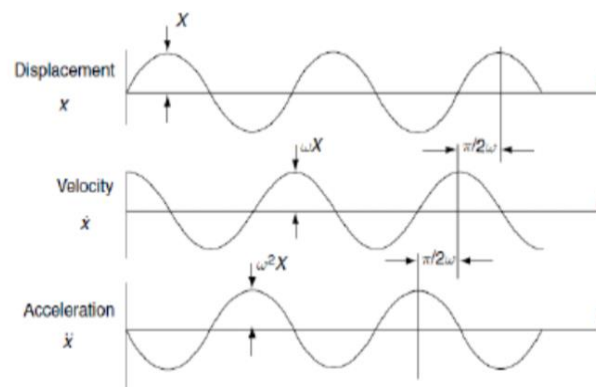
$$n_c = 60 \times fn \quad (2.2)$$

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_{n1s}/dfn) 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 Perpindahan, Kecepatan, dan Percepatan

Perpindahan (*displacement*), kecepatan (*velocity*), dan percepatan (*acceleration*) diukur untuk menentukan besar dan kerasnya suatu getaran dan biasanya diwakili dengan pengukuran amplitudo getaran. Perpindahan (*displacement*) adalah gerakan suatu titik dari suatu tempat ke tempat lain yang mengacu pada suatu titik tertentu yang tidak bergerak tetap, ini menggambarkan tingkat getar, hubungan karakteristik ini dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6 Hubungan antara perpindahan, kecepatan dan percepatan getaran.

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 selaludinyatakan 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 simbol untuk periode adalah **T**.

Amplitudo adalah pengukuran scalar yang nonnegative dari besar suatu gelombang. Amplitudo juga dapat didefinisikan sebagai jarak/simpangan terjauh dari titik kesetimbangan dalam gelombang sinusoide yang kita pelajari pada mata pelajaran fisika dan matematika geometri. Amplitudo dalam sistem internasional bisa disimbolkan dengan (**A**) dan memiliki satuan (**M**).

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 Getaran	Satuan	
	Metrik	British
Perpindahan	Microns peak to peak (1 μm = 0.01 mm)	Mils peak to peak (0.001)
Kecepatan	Mm/sG	In/s G
Percepatan	($1g = 980 \text{ cm/s}^2$)	($1g = 5386 \text{ in/s}^2$)
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.

2.4 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 putrankritis 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 Membuat Seimbang Massa – Massa Yang Berputar

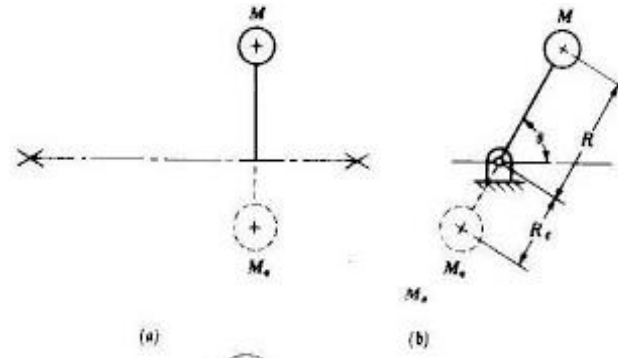
Kita telah mempelajari gaya kelembaman dalam berbagai mekanisme - mekanisme efek dari gaya kelembaman yang mengakibatkan gaya getar pada suatu struktur juga dibahas. Pernyataannya sekarang adalah apa yang dapat diperbuat oleh gaya getar tersebut adalah mungkin untuk membuat keseimbangan keseluruhan atau 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.

2.5.1 Massa Berputar Tunggal

Untuk melukiskan prinsip-prinsip yang terlibat, kita mulai dengan memperhatikan Gambar 2.7



Gambar 2.7. 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:

$$MgR \cos \theta + M_e g R_e \cos \theta = 0$$

$$\text{Atau } M_e R_e = MR \quad (2.3)$$

Jika harga dari R_e dipilih secara sembarang, maka harga M_e dapat ditentukan dengan persamaan (2.2). 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 ω ,

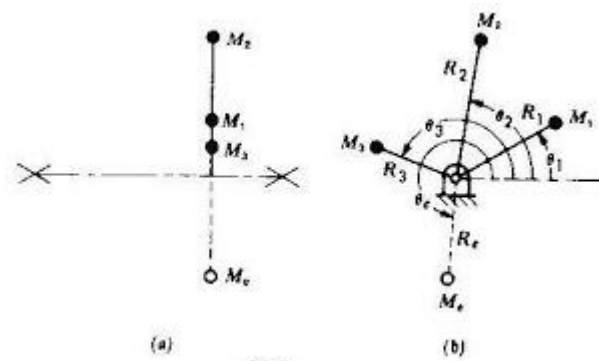
$$MR\omega^2 - M_e R_e \omega^2 = 0 \quad (2.4)$$

$$M_e R_e = MR$$

Dari persamaan-persamaan (2.2) dan (2.3) 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 2.8 dibawah ini M_1 , M_2 dan M_3 adalah massa terpusat semuanya terletak dalam bidang putaran yang sama.



Gambar 2.8. Beberapa Massa berputar dalam bidang melintang yang sama M_e menyatakan massa yang harus ditambahkan pada suatu jari-jari R_e dan posisi menyudut θ_e 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

$$\Sigma M g R \cos \theta + M_e g R_e \cos \theta_e = 0$$

$$\Sigma M R \cos \theta + M_e R_e \cos \theta_e = 0 \quad (2.5)$$

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

1. Horizontalnya harus= 0, jadi

$$\Sigma M R \omega^2 \cos \theta + M_e R_e \omega^2 \cos \theta_e = 0 \quad (2.6)$$

2. vertikalnya harus sama dengan nol; jadi

$$\Sigma M R \omega^2 \sin \theta + M_e R_e \omega^2 \sin \theta_e = 0 \quad (2.7)$$

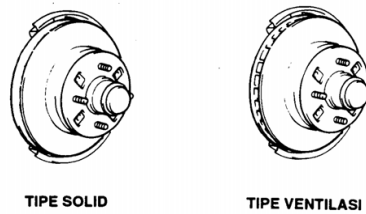
Jika kita bagi persamaan (4) dan (5) dengan ω^2 , kita peroleh :

$$\Sigma M R \cos \theta + M_e R_e \cos \theta_e = 0$$

$$\Sigma M R \sin \theta + M_e R_e \sin \theta_e = 0 \quad (2.8)$$

2.6. Type Piringan

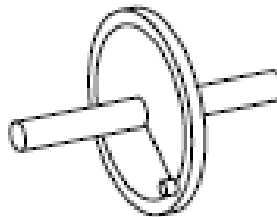
Piringan (*Disc Rotor*) terbuat dari besi tuang dalam bentuk *solid* (biasa) dan berlubang-lubang untuk ventilasi. Tipe ventilasi digunakan untuk menjamin pendinginan yang baik untuk mencegah *fading* (koefisien gesek berkurang). Dapat kita lihat pada gambar 2.9 type piringan:



Gambar 2.9 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 pada gambar 2.10.

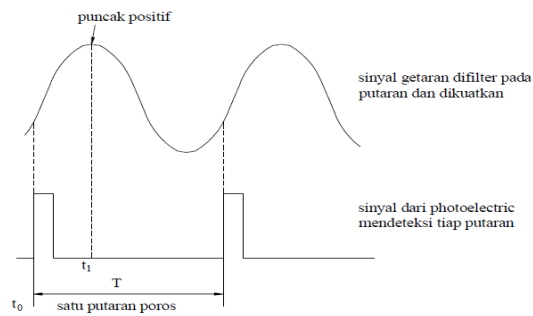


Gambar 2.10 Eksentrisitas.

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 *momentunbalance*. 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.

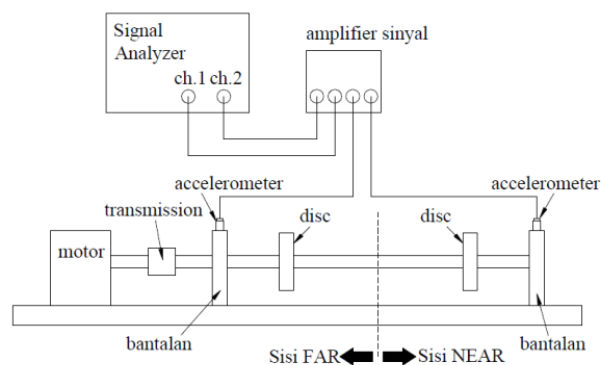
Untuk dapat mengetahui vektor gaya yang tidak seimbang, digunakan instrumen pengukuran yang konfigurasinya tergantung pada metode yang dipakai untuk mengetahui *unbalance* suatu sistem rotari.

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 seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Metode perhitungan sudut fasa dari sinyal getaran dan *trigger*.

Metode *trigger-sensor* digunakan untuk menentukan beda fasa. Yang membedakan fasa akan dinyatakan dengan Φ , 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 2.12 Skematik *two-plane balancing*

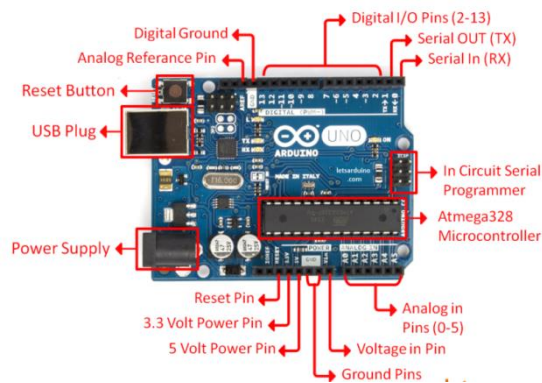
Apabila pengukuran beda fasa dapat dilakukan, maka selanjutnya dilakukan *balancing* menggunakan metode vektor dengan fasa. *Balancing* dilakukan untuk *two-plane balancing* seperti pada gambar 2.13. Secara garis besar prosedur *two-plane balancing* untuk sistem poros-piringan adalah sebagai berikut:

- a. 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.
- b. 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*. di dalamnya 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, *remotecontrols*, 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 2.13 *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 2.13.

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 2.14.



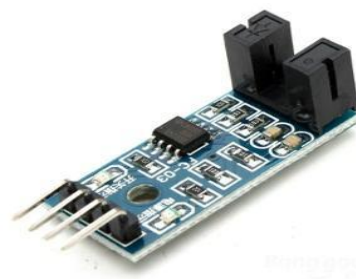
Gambar 2.14. *Vibration Sensor SW-420*

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 disebut.

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 kecepatan

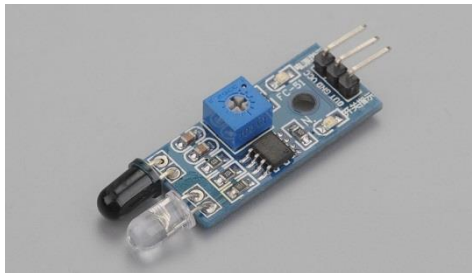
Sensor kecepatan adalah jenis celah *opto-coupler* yang akan menghasilkan sinyal *output high* TTL ketika sebuah objek terdeteksi pada celah. Yang berfungsi sebagai pendeteksi kecepatan pada motor dan sebagainya. Sensor kecepatan yang banyak digunakan pada pendeteksi kecepatan motor, RPM, pengukuran putaran, *tachometer*, pembatas kecepatan dan lain-lain. Sensor kecepatan dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.15. Sensor Kecepatan

3. 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 2.16.



Gambar 2.16 Sensor Proximity

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

Hampir disetiap mesin-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 pergantian perbaikan.

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 2.17. output 2 kabel vdc

b. Output 3 dan 4 kabel VDC



Gambar 2.18. Output 3 dan 4 kabel VDC

c. Output 2 kabel VAC



Gambar 2.19. 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 kontinue mesin. Tipe inilah yang nanti bisa dikoneksikan dengan berbagai macam peralatan kontrol semi digital yang membutuhkan nilai nilai logika sebagai input untuk proses kerjanya.

4. 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-aturl).Inverter juga memiliki sebuah sirkuit pengontrol.Inverter dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2.20. Inverter

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan studi eksperimen getaran pada piringan ganda akibat penambahan massa yang dilaksanakan di laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan studi eksperimen dilakukan setelah mendapat persetujuan judul dari dosen pembimbing pada tanggal 19 januari 2018 dan terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni
1	Study literatur	■					
2	Pembuatan spesimen		■				
4	Pengujian Spesimen				■		
5	Evaluasi data penelitian					■	

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.



Gambar 3.1. Poros

2. Flange (piringan)

Flange (piringan) digunakan sebagai alat uji spesimen yang akan diuji , dimana flange ini akan diputar bersamaan dengan poros.



Gambar 3.2. flange

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.



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.



Gambar 3.4 Motor Listrik AC

Spesifikasi :

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

3. Panel listrik

Panel listrik digunakan sebagai tempat kedudukan konektor dan switch on/ off sebagai penyambung dan pemutus arus listrik.



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.



Gambar 3.6 Arduino UNO

5. Sensor Getaran

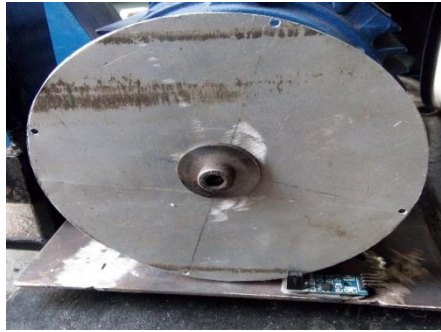
Sensor getaran untuk mendeteksi getaran dari area yang dipasangkan sensor getaran.untuk mendeteksi getaran atau tidak keseimbangan yang terjadi pada benda atau spesimen yang diuji.



Gambar 3.7 Sensor Getaran

6. Sensor kecepatan

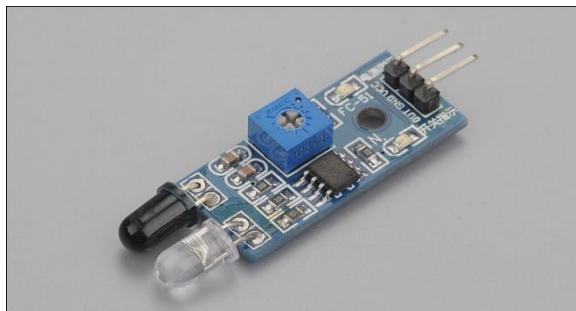
Sensor kecepatan digunakan sebagai alat pengukur kecepatan pada motor AC dengan bantuan plat yang dipasangkan pada puli.



Gambar 3.8 Sensor Kecepatan

7. 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 jangkauannya.



Gambar 3.9 Sensor Proximity

8. Laptop

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



Gambar 3.10 Laptop

9. Waterpass

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



Gambar 3.11 waterpass

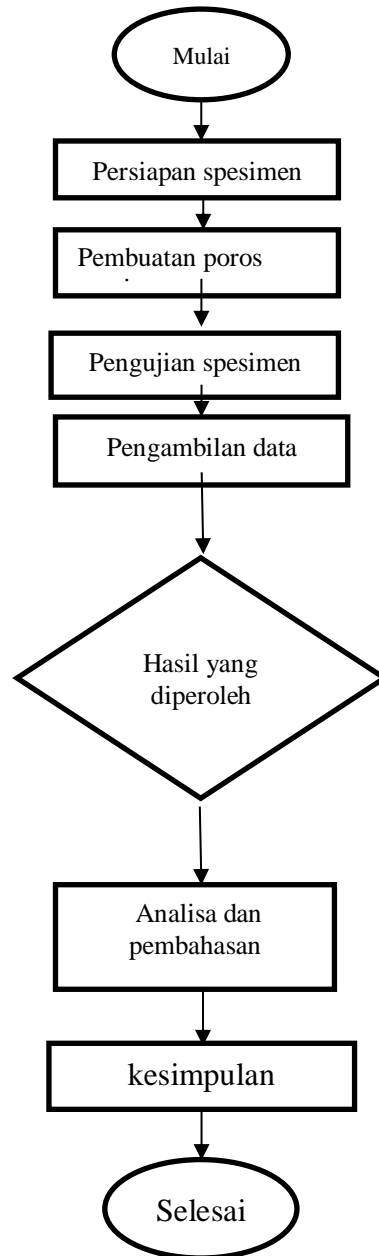
10. Timbangan Neraca

Berfungsi untuk menimbang berat baut yang digunakan untuk menambah massa pada saat pengujian.



Gambar 3.12 Timbangan Neraca

3.3 Metode Penelitian



Gambar 3.13 Diagram alir percobaan

3.4 Prosedur Pengujian

1. Menyiapkan spesimen pengujian pengujian.
2. Menimbang flange (piringan) untuk mengetahui berat flange yang akan di uji.
3. Memasang flange pada poros pengujian.
4. Menaikan poros yang sudah ada spesimennya ke mesin *balancing*.
5. 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

Proses pengambilan data dari pengujian specimen piringan ganda yang dilakukan dengan pencatatan dari mesin balancing dimana specimen yang akan diuji telah di setting di mesin balancing. Kemudian mesin balancing akan menunjukkan stabil dan tidak stabilnya specimen yang diuji. Dari hasil eksperimen didapat data yang ditunjukkan dalam studi eksperimental ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

1. Pengujian getaran piringan ganda akibat pemberian massa 200 gr, 400 gr, 600 gr, pada frekuensi 40 Hz.
2. Pengujian getaran piringan ganda akibat pemberian massa 200 gr, 400 gr, 600 gr, pada frekuensi 50 Hz.
3. Pengujian getaran piringan ganda akibat pemberian massa 200 gr, 400 gr, 600 gr, pada frekuensi 60 Hz.

Data hasil eksperimen dibagi 3 agar dapat dilihat dimana putaran yang seimbang dan tidak seimbang pada pemberian massa di piringan ganda dalam variasi putaran dan massa yang berbeda. Perbedaannya dapat dilihat pada putaran 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz, dari kondisi ini terjadi akibat karena ada 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.

4.2 Perhitungan Data Hasil Eksperimen

4.2.1. Data Pengujian getaran Piringan ganda akibat pemberian massa 200gr, pada frekuensi 40 Hz

- Frekuensi = 40 Hz

$$n = \frac{120 \times f}{\text{kutub}}$$

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

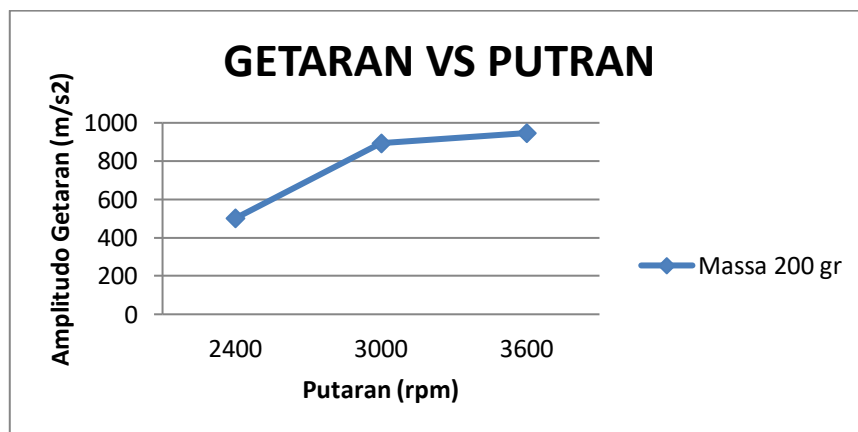
$$= 2400 \text{ rpm}$$

Data pengujian getaran Piringan ganda akibat pemberian massa 200gr, pada frekuensi 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz yang dilakukan dalam waktu pengujian selama 1 menit dengan hasil sebagai berikut

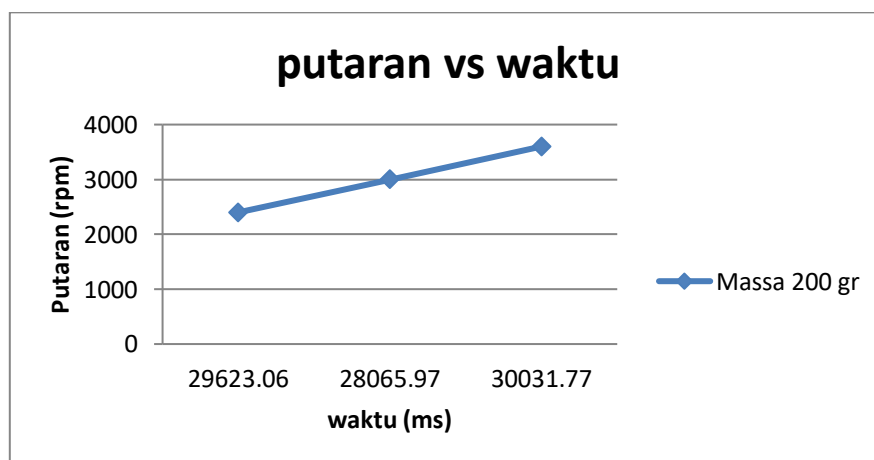
Tabel 4.2 Data nilai pengujian dengan massa 200gr dengan frekuensi 40 Hz,50 Hz,60 Hz.

No	Frekuensi(Hz)	Putaran (Rpm)	Amplitudo Getaran(m/s ²)	Waktu(ms)
1	40	2400	501,3566	29623,06
2	50	3000	893,8308	28065,79
3	60	3600	946,6575	30031,77

Dari hasil data percobaan diatas pada table 4.2 maka diperoleh grafik dapat dilihat pada gambar 4.1 antara lain yaitu :



Gambar 4.1 grafik getaran vs putaran



Gambar 4.2 Grafik Putaran vs Waktu

4.4.2. Data Pengujian getaran Piringan ganda akibat pemberian massa 400gr, pada frekuensi 50 Hz

Frekuensi = 50Hz

$$n = \frac{120 \times f}{\text{kutub}}$$

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

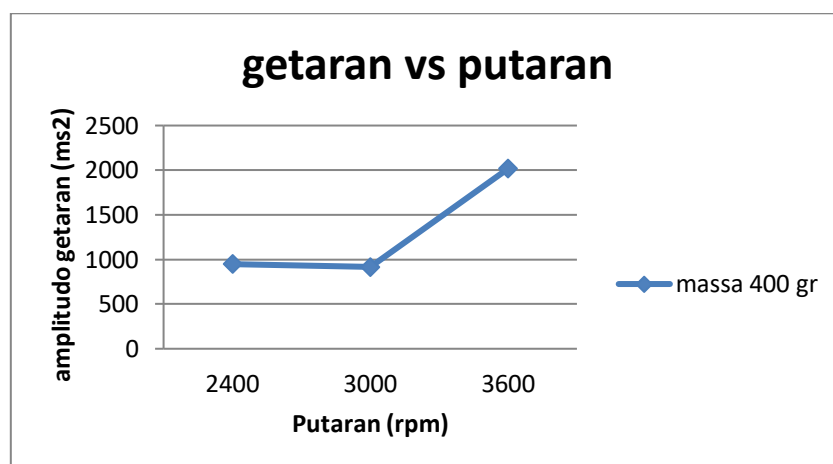
$$= 3000 \text{ rpm}$$

Data pengujian getaran Piringan ganda akibat pemberian massa 400gr pada frekuensi 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz yang dilakukan dalam waktu pengujian selama 1 menit dengan hasil sebagai berikut.

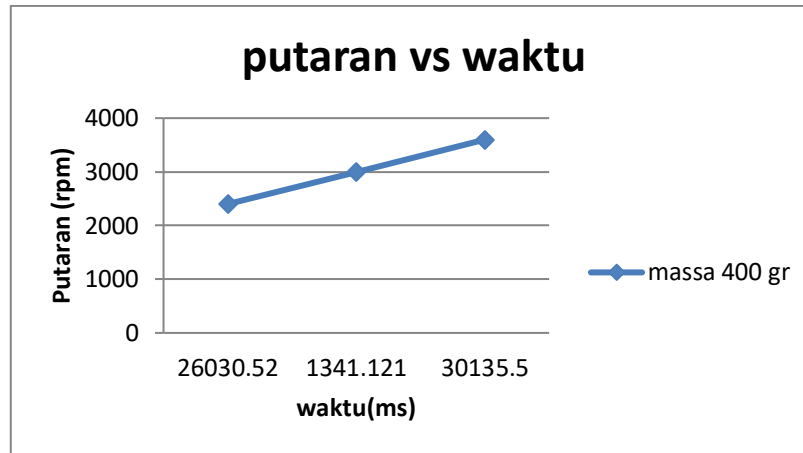
Tabel 4.3 data nilai pengujian dengan penambahan massa 400gr dengan frekuensi 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz.

No	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Amplitudo Getaran (m/s ²)	Waktu (ms)
1	40	2400	949,7808	26030,52
2	50	3000	916,6561	1341,121
3	60	3600	2016,132	30135,5

Dari hasil data percobaan diatas pada tabel 4.3 maka diperoleh grafik dapat dilihat pada gambar 4.3 antara lain yaitu :



Gambar 4.3 grafik vs putaran



Gambar 4.4 grafik putaran vs waktu

4.2.3 Data Pengujian getaran Piringan ganda akibat pemberian massa 600gr, pada frekuensi 60 Hz.

Frekuensi = 60Hz

$$n = \frac{120 \times f}{\text{kutub}}$$

$$n = \frac{120 \times 60}{2}$$

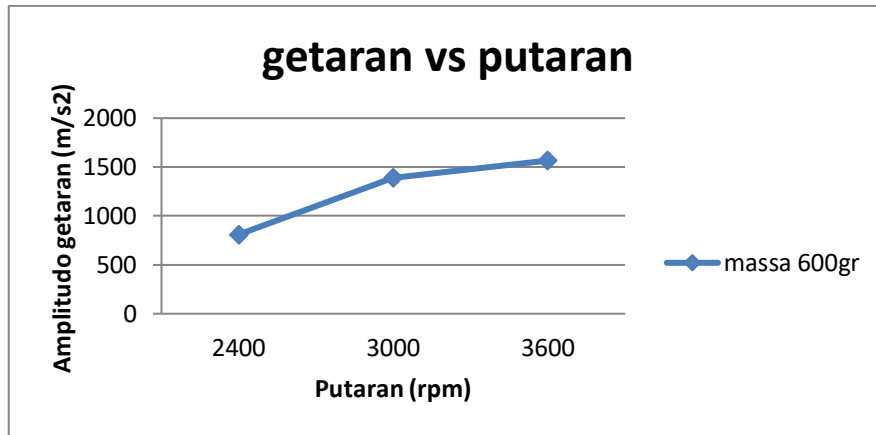
$$= 3600 \text{ rpm}$$

Data pengujian getaran Piringan ganda akibat pemberian massa 600gr pada frekuensi 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz.

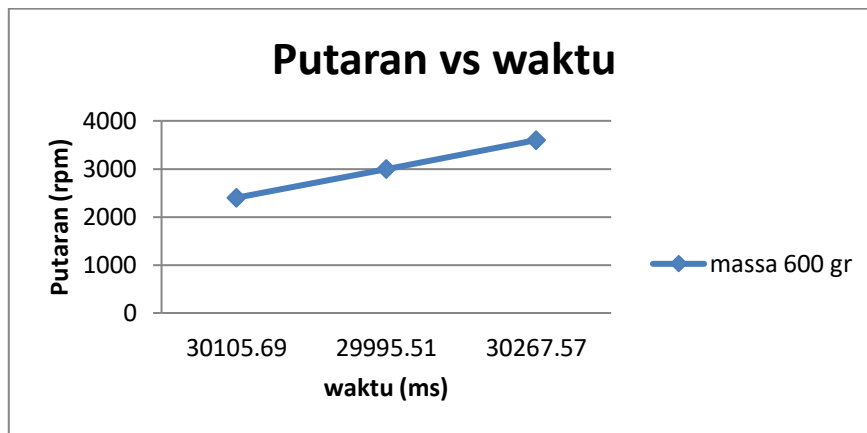
Tabel 4.4 Data nilai pengujian dengan penambahan massa 600gr dengan frekuensi 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz.

No	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Amplitudo Getaran (m/s ²)	Waktu (ms)
1	40	2400	810,2251	30105,69
2	50	3000	1390,437	29995,51
3	60	3600	1566,128	30267,128

Dari hasil data percobaan diatas pada tabel 4.4 maka diperoleh grafik dapat dilihat pada gambar 4.4 antara lain yaitu :



Gambar 4.5 grafik getaran vs putaran



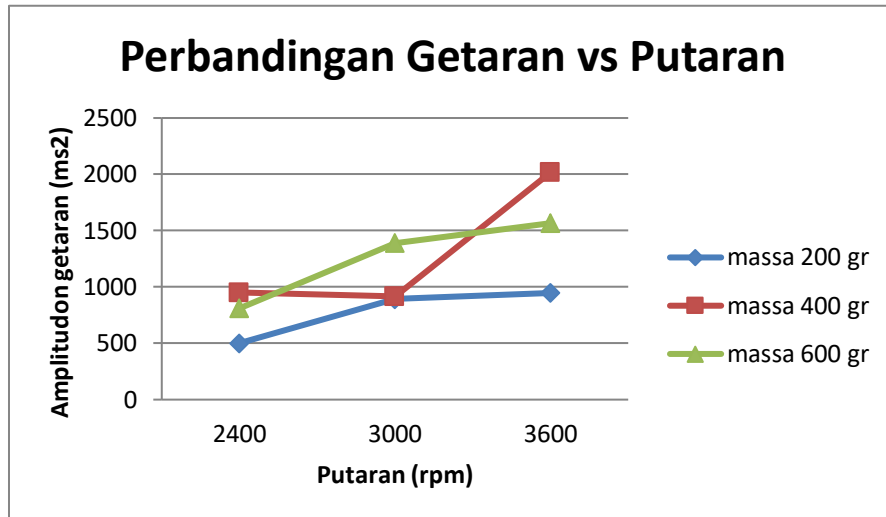
Gambar 4.6 grafik putaran vs waktu

4.3 Hasil perbandingan dari putaran dan amplitudo getaran 40 Hz, 50 Hz, 60 Hz dengan penambahan massa 200gr, 400gr, 600gr.

Tabel 4.5 Data nilai pengujian dengan penambahan massa 200gr, 400gr, 600gr dengan frekuensi 40Hz, 50Hz, 60 Hz.

Frekuensi (Hz)	Putaran(rpm)	Amplitudo Getaran		
		200 gr	400gr	600gr
40	2400	501,3566	949,7808	1341,519
50	3000	893,8308	916,6561	2451,03
60	3600	946,6575	2016,132	2908,098

Dari hasil data perbandingan diatas pada tabel 4.5 maka diperoleh grafik dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan getaran vs putaran

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka didapat hasil untuk menjawab tujuan khusus yang tercantum sebelumnya kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi percepatan dan kecepatan putaran poros yang dihasilkan motor maka semakin tinggi getaran yang dihasilkan
2. Dari hasil pengujian dengan memvariasikan putaran maka dapat dilihat gerakan naik turunnya getaran pada hasil pengujian maka, getaran akan selalu naik seiring bertambahnya putaran motor.
3. Dari hasil pengujian maka didapat besarnya getaran akibat penambahan massa yang membuat putaran tidak stabil dan menghasilkan getaran.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal berikut :

1. Bagi penulis yang ingin melanjutkan penelitian menggunakan alat balancing untuk menganalisa karakteristik getaran pada piringan ganda akibat pemberian massa pada variasi jari jari piringan ganda agar lebih memperhatikan motor, sensor, dan inverter untuk menghasilkan data yang lebih baik dikemudian hari.
2. Memperbaiki dudukan poros agar tidak lepas saat pengujian.

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,diakses 20 februari 2018.
- Abidin Zainal, 1996. Vibration Monitoring Ballancing/Allignment,LPM-ITB Bandung.
- Anonim1,2012. Pengertian Getaran. <http://wikipedia.org.pengertian+getaran>. Diakses pada 23 Februari 2019.
- Dwi Rahmanto,2007, “Pengaruh Variasi Putaran Terhadap Efektivitas *Balancing* Poros Fleksible Pada Poros *Two-plane Balancing*”, <https://eprint.uns.ac.id>,diakses 8 maret 2018.
- Georgeo H. Martin, 1994. Kinemetika dan Dinamika Teknik, Diterjemahkanoleh: Ir. Setiyobakti. Jakarta: Erlangga.
- Benny Kresno Sunarko, 2010. Analisa Getaran Pada Mesin Sepeda Motor Berbasis Labviw. <http://www.jurnal.fmipa.ui.ac.id>,diakses 8 maret 2018.
- Hewlet Packard, 2003. Structures/Motion Lab 20-263-52.
- Dens.E.S.I Asbanu, 2016. “Analisis Krakteristik Getaran Harmonik Sederhana dan Getaran Terendam Lemah dengan Analisis Video dan Logger Pro”
- Tim Getaran Meknis,2002, Panduan praktikum fenomena dasar mesin,sub getaran mekanis, modul III balancing empat putaran, jurusan teknik Universitas sebelas maret, Surakarta.


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

Peserta seminar
 Nama : Randy Andara P
 NPM : 1307230315
 Judul Tugas Akhir : Karakteristik Getaran Pada Piringan ganda Akibat Pemberian Massa Pada Variasi.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Rahmatullah.S.T.M.Sc	:	.....
Pembimbing – II	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	.....
Pembanding – I	: Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	:	.....
Pembanding – II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	:	.....
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230212	Arie Syahputra	.....
2	1207230210	Alexius. Matancuri	.....
3	1407230208	M RINALDY SALIM SIREGAR	.....
4	1407230212	Calang Triandi	.....
5	1407230220	MUHAMMAD ZULFIKAR	.....
6	1407230210	Irpan	.....
7	1407230089	Dhed Edy Pratama	.....
8			
9			
10			

Medan, 04 Rajab 1440 H
09 Maret 2019 M

Ka.Prodi Teknik Mesin


Affandi.S.T.M.T

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

NAMA : Randy Andara P
NPM : 1307230315
Judul T.Akhir : Karakteristik Getaran Pada Piringan Ganda Akibat Pemberian -
Massa Pada Variasi.

Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Sudirman Lubis.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 :
 - Perbaiki prosedur (metode)
 - Lihat catatan pada T.A. yg telah diperiksa
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....


Medan 04 Rajab 1440 H
09 Maret 2019 M

Diketahui :

Ka.Prodi T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding - I


Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : Randy Andara P
NPM : 1307230315
Judul T.Akhir : Karakteristik Getaran Pada Piringan Ganda Akibat Pemberian -
Massa Pada Variasi.

Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

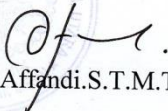
KEPUTUSAN

- 1 Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- 2 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
- Perbaiki data fusor.....
- Spasi.....
- 3 Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....


Medan 04 Rajab 1440 H
09 Maret 2019 M

Diketahui :

Ka.Prodi T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding - II


Sudirman Lubis.S.T.M.T

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Karakteristik Getaran Pada Piringan Ganda Akibat Pemberian Massa Pasa Variasi Jari Jari Piringan Ganda

Nama : Randy Andara Perangin Angin
NPM : 1307230315

Dosen Pembimbing 1 : Rahmatullah, S.T., M.Sc
Dosen Pembimbing 2 : Khairul Umurani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	15.02.2018	pemberian spesifikasi Tgs akhir	le
2.	12.03.2018	perbaiki Bab I	le
3.	20.03.2018	perbaiki Bab II	le
4.	26.04.2018	perbaiki Bab III	le
5.	09.05.2018	perbaiki analisis data	le
6.	08.07.2018	perbaiki kesimpulan	le
7.	12.07.2018	ACC Seminar	le

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : RANDY ANDARA PERANGIN ANGIN
2. JenisKelamin : Laki-Laki
3. Tempat, TanggalLahir : Singgamanik, 06 September 1995
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : BelumMenikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jl. Gundaling I no 101 Berastagi.
8. No. Hp : 081362444254
9. Email : randyandara1234@gmail.com

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIIKAN FORMAL	TAHUN
1	SD INPRES 044825 BERASTAGI	2001 - 2007
2	SMP NEGERI 2 BERASTAGI	2007 - 2010
3	SMA SWASTA MARKUS	2010 – 2013
4	Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2013 - 2019