

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISTIK GETARAN PADA PIRINGAN TUNGGAL AKIBAT
PERUBAHAN PUTARAN**

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

Disusun Oleh:

ASWARUDDIN
1207230052



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

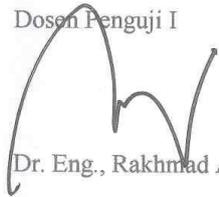
Nama : Aswaruddin
NPM : 1207230052
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Karakteristik Getaran Pada Piringan Tunggal Akibat perubahan putaran
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Manufaktur

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, Februari 2019

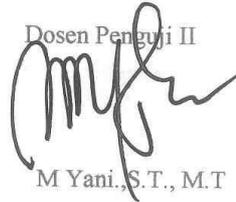
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Dr. Eng., Rakhmad Arief Siregar

Dosen Penguji II



M Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV

07/15/19

Rahmatullah, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Aswaruddin
Tempat /Tanggal Lahir : Bagan Asahan, 02-06-1993
NPM : 1207230052
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“(KARAKTERISTIK GETARAN PADA PIRINGAN TUNGGAL AKIBAT PERUBAHAN PUTARAN)”

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, Februari 2019

Saya yang menyatakan,



Aswaruddin

ABSTRAK

Karena perkembangan ini member kemudahan bagi masyarakat industry dimana dengan pengetahuan teknologi tersebut di temukan berbagai peralatan dan permissinan yang membantu dalam melaksana akan industri. Selain dari pada itu kendaraan sulit dikendalikan sehingga sangat beresiko terhadap keamanan kendar. Karakteristik getaran dalam suatu gerakan maju dan mundur (bolak – balik) dalam waktu tertentu, berhubungan getaran dengan gerak osilasi benda tersebut. benda yang mempunyai massa dan elastisitas akan mampu bergetar kebanyak mesin dan strukturnya rekayasa mengalami getaran sama pada derajat 3 agar dapat dilihat dimana putaran piringan yang seimbang dan tidak seimbang dengan variasi putaran dapat dilihat perbedaannya dari putaran 30Hz, 40Hz dan 50Hz kondisi ini terjadi di akibatkan 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*. Semakin tinggi percepatan dan kecepatan putaran piringan yang dihasilkan motor maka semakin tinggi getaran yang dihasilkan. Dari hasil pengujian dengan memvariasikan putaran, maka dapat dilihat gerakan naik turunnya getaran pada hasil pengujian makaya getaran akan selalu naik seiringnya bertambahnya putaran motor.

Kata kunci : ***Karakteristikgetaran piringan tunggal, Kecepatan putaran.***

ABSTRACT

Because of these developments for the Community industry members where with the knowledge that a technology invented a variety of tools and permisinan that help in the melaksana industry. But it's difficult to control the vehicle so the highly risky against security kendar. The characteristics of vibration in a back and forth motion (alternating – back) within a specified time, in relation to its oscillation motion by vibrations. objects that have mass and elasticity will be able to most vibrating machine and engineering structures experience vibration at 3 degrees so that it can be seen where the round disc of balanced and unbalanced with the variation of the round can be seen the difference of round 30 Hz, 50 Hz and 40Hz this happens in akibatkan because a round the higher the greater the occurrence of vibration on engine balancing because the round motor very high result in the whole terhadap vibe engine balancing. The higher the acceleration and speed rounds the resulting disc motor then the higher vibrations produced. From the results of testing by varying the rotation, then it can be dilihat the movement rose turunya vibrations on the test results will always ride vibrations makaya seiringnya increasing rotation motor.

Key words: vibrational Characteristics of a single disc, the speed round.

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 Pinringan Tunggal Akibat Perubahan Putaran" 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 Khairul Umurani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
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 Dr.Eng.,Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak M Yani.,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T 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 Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan juga membantu penulis selama Tugas Akhir ini.

8. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
11. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Taufiq, dan Ibunda Sinarmahyang 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.
12. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
13. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas A-3 dan B-3 Malam.
14. 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 Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, Februari 2019

Aswaruddin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Karakteristik Getaran	5
2.1.1. Frekuensi Getaran	6
2.1.2. Frekuensi Putaran	6
2.2. Frekuensi Perpindahan, Percepatan, Dan Kecepatan	7
2.3. Getaran Mesin	9
2.3.1. Fasa (<i>Phase</i>)	10
2.3.2. Getaran Karna Ketidakseimbangan(<i>Unblance</i>)	11
2.3.3. Getaran Karena Ketidaklurusan (<i>Misagllignment</i>)	11
2.3.4. Getaran Karena Eksentrisistas	12
2.4. Tujuan Balancing	13
2.4.1. Two Plane Balancing	15
2.4.2. Pemicu Sinyal Balancing	16
2.4.3. Metode Skematik Balancing	16
2.5. Macam Macan Piringan	18
2.6. Seimbangan Massa – Massa Yang Berputar Pada Piringan Tunggal	18
2.6.1. Massa Berputar Piringan Tunggal	19
2.7. Microcontroler	19
2.8. Sensor Yang Digunakan Pada Mesin Balancing	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Tempat Dan Waktu Penilitian	25
3.1.1. Tempat	25
3.1.2. Waktu Penelitian	25
3.2. Bahan Dan Alat	26
3.2.1. Bahan	26
3.2.2. Alat	28

3.3 Metode Penelitian	35
3.4 Prosedur Pengujian	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Data Hasil Pengujian Pada Piringan Tunggal	40
4.2 Perhitungan Data Karakteristik Getaran	
4.2.1. Data Penguji 1	41
4.2.2. Data Penguji 2	42
4.2.3. Data Penguji 3	43
4.3 Hasil Perbandingan Dari Amplitudo Getaran Dan Putaran	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Karakteristik Getaran 6
Gambar 2.2	Hubungan Antara Perpindahan, Kecepatan Dan Percepatan Getaran 8
Gambar 2.3	Getaran Pada Sistem Pegas-Massa Sederhana 10
Gambar 2.4	Beda Fasa Antara Perpindahan, Percepatan Dan Kecepatan 11
Gambar 2.5	Jenis Ketidaklurusan (<i>Missalignment</i>) 12
Gambar 2.6	Contoh Kasus Eksentrisitas 12
Gambar 2.7	Eksentrisitas 15
Gambar 2.8	Metode Perhitungan Sudut Fasa Dari Sinyal Getaran Dan Trigger 16
Gambar 2.9	Skematik Two-Plane Balancing 17
Gambar 2.10	Type Piringan Solid (<i>Fixed</i>) 18
Gambar 2.11	Type Piringan Ventilasi 18
Gambar 2.12	Masa Berputar Tunggal 19
Gambar 2.13	Arduino Uno 20
Gambar 2.14	Vibration Sensor SW- 420 21
Gambar 2.15	Sensor Kecepatan (Rpm) 22
Gambar 2.16	Sensor Proximity 22
Gambar 2.17	Output 2 Kabel Vdc 23
Gambar 2.18	Output 3 Dan 4 Kabel Vdc 23
Gambar 2.19	Output 2 Kabel Vac 24
Gambar 2.20	Inverter 24
Gambar 3.1	Piringan 26
Gambar 3.2	Poros 27
Gambar 3.3	Flange 27
Gambar 3.4	Baut Dan Mur 28
Gambar 3.5	Alat Keseimbangan Dinamik 28
Gambar 3.6	Motor Listrik AC 29
Gambar 3.7	Panel Listrik 29
Gambar 3.8	Inverter 30
Gambar 3.9	Arduino Uno 30
Gambar 3.10	Sensor Getaran 31
Gambar 3.11	Sensor Kecepatan 31
Gambar 3.12	Laptop 32
Gambar 3.13	Sigmat/Jangka Sorong 32
Gambar 3.14	Waterpass 33
Gambar 3.15	Kunci Pas Ring 14 33
Gambar 3.16	Timbangan 34
Gambar 3.17	Diagram Alir Percobaan 35
Gambar 3.18	Spesimen Uji 36

Gambar 3.19	Menimbang Massa	36
Gambar 3.20	Pemasangan Flange Dan Cakram	37
Gambar 3.21	Spesimen Yang Sudah Terpasang Dimesin Balancing	37
Gambar 3.22	Set Up Alat Kesimbangan Dinamik	38
Gambar 4.1	Grafik Getaran vs Putaran	41
Gambar 4.2	Grafik Puratan vs Waktu	42
Gambar 4.3	Grafik Getaran vs Waktu	43
Gambar 4.4	Grafik Putaran vs Waktu	43
Gambar 4.5	Grafik Getaran vs Waktu	44
Gambar 4.6	Grafik Putarn vs Waktu	44
Gambar 4.7	Grafikm Perbandingan Getaran vs Putaran	45

DAFTAR TABEL

		Halaman	
Tabel	2.1	Karakteristik Dan Satuan Getran	9
Tabel	3.1	Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	26
Tabel	4.1	Data Hasil Pengujian 1	41
Tabel	4.2	Data Hasil Pengujian 2	42
Tabel	4.3	Data Hasil Pengujian 3	44
Tabel	4.4	Data Nilai Pengujian 1,2,Dan 3	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini berkembang pesat di segala bidang, termasuk pengetahuan teknologi. Karena perkembangan ini memberi kemudahan bagi masyarakat industri dimana dengan pengetahuan teknologi tersebut di temukan berbagai peralatan dan permesinan yang membantu dalam melaksanakan industri. Selain dari pada itu kendaraan sulit dikendalikan sehingga sangat beresiko terhadap keamanan berkendara, pada penelitian ini di kembangkan rancangan mesin balancing untuk mendapatkan *balance performance* yang paling tinggi dengan menggunakan metode sudut fasa.

Balancing merupakan prosedur perawatan untuk menghilangkan *unbalance* yang harus diatasi, metode *balancing* dapat meliputi *static balancing* dan *dynamic balancing*. *Static balancing* merupakan prosedur menambah atau mengurangi massa pada jarak radial tertentu untuk menyeimbangkan momen *unbalance*.

Mesin dengan poros yang berputar pada putaran kerja tinggi sampai dengan 30000-an rpm, Semisal turbin, jika terjadi *unbalance* akan sangat membahayakan. Massa *unbalance* yang kecil dengan putaran yang tinggi akan menyebabkan gaya sentrifugal yang besar. Yang akan menyebabkan bantalan menjadi cepat rusak dan dapat pula merusak seluruh sistem poros tersebut. Dan salah satu dalam bentuk vibrasi (getaran), getaran yang dihasilkan setiap mesin memiliki karakteristik pada level yang diijinkan selama operasi.

Dengan metode analisis Karakteristik pada level vibrasi pada mesin tersebut berdasarkan amplitude tertentu, maka pada kondisi ini mesin harus mendapatkan penanganan khusus yang mengacu pada pengukuran dan analisa vibrasi untuk mengetahui sumber vibrasi dan indikasi penyebabnya. Berdasarkan uraian di atas, fenomena *unbalance* dan prosedur *balancing* merupakan hal yang harus di pelajari oleh rekayasawan khususnya teknik mesin. Untuk meneliti fenomena ini, maka dilakukan penelitian yang mengembangkan proses *balancing* dua bidang (*two- plane balancing*) dengan metode analisis vector

menggunakan pengukuran beda fasa respon getaran. Penelitian dimaksudkan untuk mengetahui efektifitas *balancing* poros fleksibel, serta mengetahui pengaruh putaran kritis terhadap hasil *balancing* yang telah dilakukan.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah tertera di atas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ialah bagaimana cara mengetahui karakteristik getaran pada piringan tunggal akibat perubahan putaran.

1.3. Batasan masalah

Pembatasan masalah dapat diperlukan untuk menghindari pembahasan atau pengkajian yang tidak terarah dan agar dapat permasalahan dengan mudah dilaksanakan. Adapun masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah ;

1. Membahas karakteristik getaran pada piringan tunggal akibat perubahan putaran.
2. Menganalisa karakteristik getaran pada piringan tunggal akibat perubahan putaran.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari Karakteristik Getaran Pada Piringan Tunggal Akibat Perubahan Putaran.

1.4.1. Tujuan Umum :

Mengetahui getaran pada piringan tunggal akibat perubahan putaran.

1.4.2. Tujuan Khusus :

1. Menyiapkan spesimen piringan tunggal,
2. Menguji piringan tunggal dengan alat *balancing* dan mengetahui perubahan putaran,
3. Menganalisa piringan tunggal akibat perubahan putaran,
4. Mengevaluasi ketidak seimbangan piringan tunggal akibat perubahan putaran.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin *balancing* yang dikembangkan diharapkan mampu menentukan dengan tepat kecepatan putaran dan sudut massa penyeimbang untuk mesin atau komponen yang berbentuk rotor.

2. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi dunia industri dalam bidang perancangan mesin *balancing*.
3. Memberikan kontribusi dalam memperkaya bahan pengajaran, khususnya dalam bidang *balancing*.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pengantar memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Latar belakang masalah berisi hal-hal yang menjadi alasan penulisan melakukan penelitian. Rumusan masalah merupakan penarikan kesimpulan dari bagian latar belakang, sehingga didapatkan suatu hal yang akan diteliti. Batasan masalah berisi batasan-batasan permasalahan yang diambil untuk lebih memfokuskan kegiatan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Memuat uraian sistematika hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu dan yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Tujuan pustaka ini lebih digunakan sebagai referensi dalam memperoleh hasil penelitian yang maksimal.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan secara detail cara melakukan penelitian yang mencakup rancangan, bahan, alat, metode/jalan penelitian, dan tingkat ketelitian alat.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Memuat hasil penelitian atau analisa pembahasan yang sifatnya terpadu. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk daftar (tabel) grafik, foto/gambar atau bentuk lain dan ditempatkan dekat dengan pembahasan. Pembahasan berisi tentang hasil yang diperoleh berupa penjelasan teoritis, baik secara kualitatif atau secara statistik.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bagian akhir dari sistematika penulisan yang berisi kesimpulan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan serta secara

untuk perbaikan atau pengembangan terhadap penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan merupakan pernyataan singkat dan tepat.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

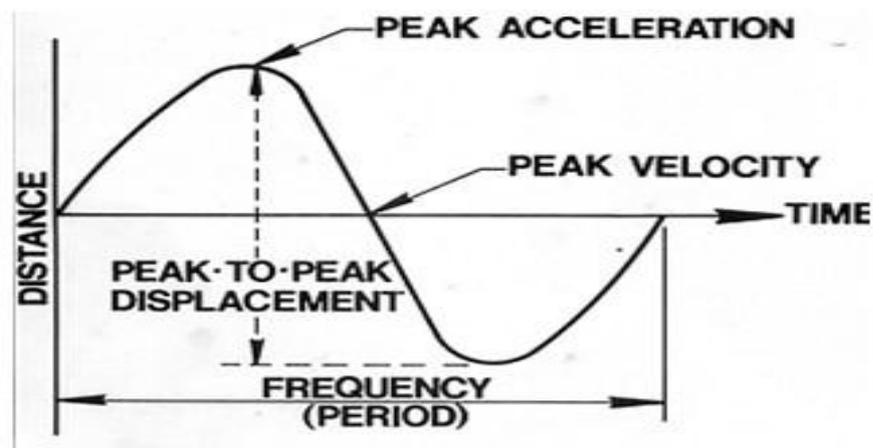
2.1 Pengertian Karakteristik Getaran

Karakteristik getaran adalah suatu gerakan maju dan mundur (bolak balik) dalam waktu tertentu, berhubungan getaran dengan dengan gerak osilasi benda tersebut. Benda yang mempunyai massa dan elastisitas akan mampu bergetar kebanyakan mesin dan strukturnya rekayasanya mengalami getaran samapa drajat tertentu. Sifat sifat getaran yg di timbulkan pada suatu mesin dapat menggambarkan kondisi gerakan gerakan yang tidak di inginkan pada komponen-komponen mesin, sebagai contoh adanya roda gigi yang telah aus akan menimbulkan getaran dengan amplitude yang tinggi pada frekuensi toothmesh (rpm kali jumlah gigi). Adanya ketidakseimbangan (*unbalance*) putaran akan menimbulkan getaran dengan level tinggi pada frekuensi yang sama dengan rpm poros sendiri.

Masalah masalah mekanik yang terjadi dapat diketahui dengan mengukur karakteristik getaran pada mesin tersebut , karakteristik karakteristik getaran yang penting antara lain adalah :

- 1) Frekuensi getaran
- 2) Perpindahan getaran (*vibration displacement*)
- 3) Kecepatan getaran (*vibration velocity*)
- 4) Percepatan getaran (*vibration acceleration*)
- 5) Phase getaran

Dengan mengacu pada gerakan pegas, kita dapat mempelajari karakteristik suatu getaran seperti pada gambar 2.1 terhadap fungsi waktu. Gerakan bandul pegas dari posisi netral dan kembali lagi ke posisi netral pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1.karakteristik getaran

Waktu gerak beban dari posisi netral ke atas dan kembali ke posisi netral atau kesetimbangan dan bergerak lagi ke bawah kemudian kembali keposisi kesetimbangan menunjukkan ke satu siklus.Sedangkan siklus jumlah siklus di hasilkan dalam satu interval disebut frekuensi.

2.1.1 Frekuensi getaran

Adalah jumlah siklus yang besarnya dinyatakan dengan siklus perdetik atau siklus permenit ,dengan mengetahui frekuensi getaran akan memungkinkan untuk dapat mengidentifikasi bagian mesin yang salah (*fult*), gaya yang menyebabkan getaran menghasilkan dari gerak berputar elemen mesin. Elemen berputar berubah posisinya terhadap titik netral akibat getaran yang di hasilkan akan mempunyai frekuensi yang bergantung pada putaran elemen yang telah mengalami trouble. Frekuensi benda atau sistem untuk bergetar ialah bila suatu sistem digetarkan dengan gaya pengeksitasi yang memiliki frekuensi pribadi sistem tersebut.

2.1.2 Frekuensi putaran

Mesin mesin berotasi biasanya di temukan fenomena meningkatnya amplitudo getaran pada putaran tertentu tertentu yang biasa disebut sebagai putaran kritis (*critical speed*) dan akan berulang pada putaran selanjutnya dalam hal ini dapat

kita tulis dengan rumus :

$$Fn = \frac{120xf}{p} \quad (2.1)$$

Putaran yang bersesuaian dengan frekuensi (fn) sebuah benda atau sistem yang bergetar. Frekuensi putar akan mengakibatkan amplitudo getaran yang paling besar secara matematik dituliskan dengan rumus :

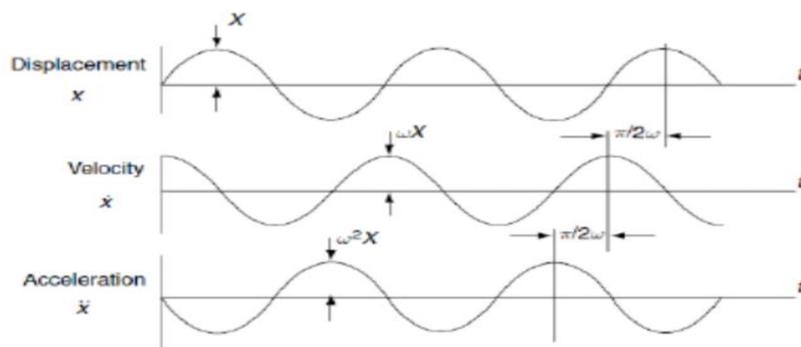
$$nc = 60 \times fn \quad (2.2)$$

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 (fn s/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.

2.2 Frekuensi Perpindahan, Percepatan, dan Kecepatan

Perpindahan (*displacement*), percepatan (*acceleration*) dan kecepatan (*velocity*) diukur untuk menentukan besar dan kerasnya suatu getaran dan biasanya diwakili dengan pengukuran amplitudo getaran.

- a. 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 2.2 berikut:



Gambar 2.2. Hubungan antara perpindahan, kecepatan dan percepatan getaran.(www.vibrsiblog.blogspot.com).

Dalam pengukuran getaran mesin sebagai standar digunakan jarak perpindahan puncak ke puncak (*peak to peak displacement*), Contohnya adalah perpindahan poros karena gerak putarnya.

- b. Kecepatan (*velocity*) merupakan perubahan jarak persatuan 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.
- c. 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**.

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**).

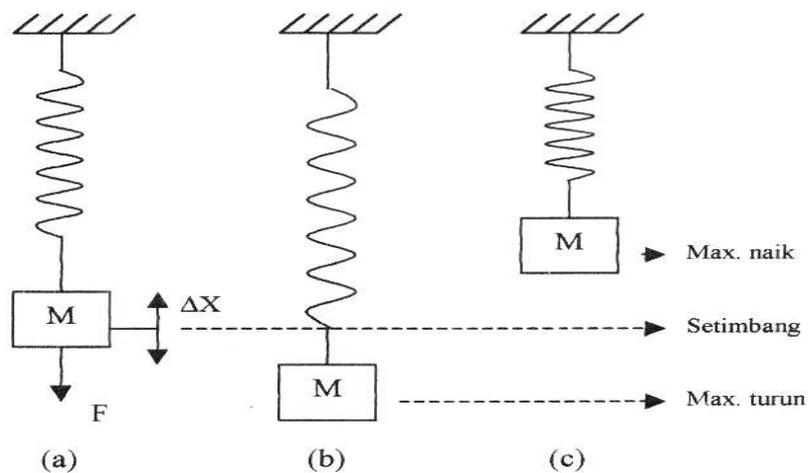
Satuan yang digunakan tiap karakteristik dapat dilihat pada tabel 2.1. Untuk keperluan program *preventive maintenance*, kecepatan getar adalah karakteristik yang penting diukur.

Tabel 2.1. Karakteristik dan satuan getaran.

Karakteristik Getarn	Satuan	
	Metrik	British
Perpindahan	Microns peak to peak ($1\mu\text{m}$ $= 0.01\text{ mm}$)	Mils peak to peak (0.001)
Kecepatan	Mm/sG	In/s G
Percepatan	($I_g = 980\text{ cm/s}^2$)	($I_g=5386\text{ in/s}^2$)
Frekuensi	Cpm,cps,Hz	Cpm,cps,Hz

2.3 Getaran Mesin

Contoh sederhana frekuensi getaran dapat dilihat pada sebuah pegas yang salah satu ujungnya dijepit dan ujung lainnya di beri massa M seperti gambar 2.3 berikut :



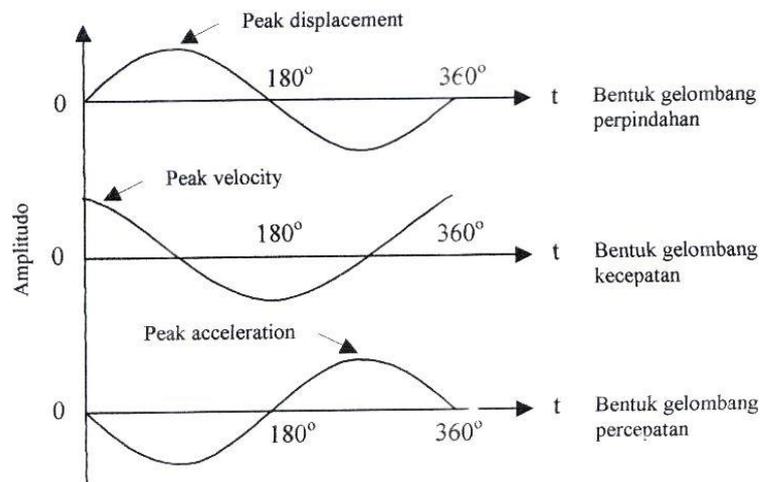
Gambar 2.3 getaran pada sistem pegas–massa sederhana

Mula-mula sistem dalam keadaan seimbang (gambar 2.3 a), jika massa di beri gaya F maka massa akan turun sampai batas tertentu (gambar 2.3 b), perpindahan maksimum posisi massa bergantung pada besarnya gaya F, tidak dikenakan lagi pada massa, maka massa akan ditarik ke atas oleh pegas karena

tenaga potensialnya tersimpan pada pegas (gambar 2.3 c) massa akan kembali keposisi kesetimbangan. Selanjutnya bergerak ke atas sampai batas tertentu, perpindahan maksimum ke atas dipengaruhi oleh kekuatan tarik pegas dan massa benda. Proses tersebut akan berulang sampai tidak ada pengaruh gaya luar pada sistem. Gerakan massa naik turun ini disebut osilasi mekanis, berkaitan dengan mesin. Getaran (*machinery vibration*) didefinisikan gerakan bolak balik dari mesin atau elemen mesin dari posisi setimbang (istirahat).

2.3.1 Fasa (Phase)

Fasa didefinisikan sebagai posisi elemen getaran terhadap titik tertentu atau elemen getaran lainnya. Fasa menunjukkan perbedaan awal siklus terjadi. Hubungan fasa antara perpindahan, kecepatan, dan percepatan diilustrasikan pada gambar 2.4, kecepatan puncak maju (*peak forward velocity*) terjadi pada 90° sebelum puncak perpindahan positif (*peak positive displacement*). Dengan kata lain, kecepatan mendahului 90° terhadap perpindahan, sedangkan percepatan tertinggal 180° terhadap perpindahan. Pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Beda fasa antara perpindahan, percepatan, dan kecepatan.

Pengukuran fasa memberikan cara yang tepat untuk membandingkan gerakan getaran antara satu dengan lainnya atau untuk menentukan bagaimana suatu elemen bergetar relatif terhadap elemen lain. Perbandingan gerak relative dari dua atau lebih elemen mesin atau struktur sering diperlukan dalam diagnosis kerusakan spesifik suatu mesin. Sebagai contoh, bila analisis menyatakan bahwa

getaran suatu mesin tidak sefase dengan getaran *base*-nya, maka mungkin terjadikelonggaran baut atau mesin dari *base*-nya.

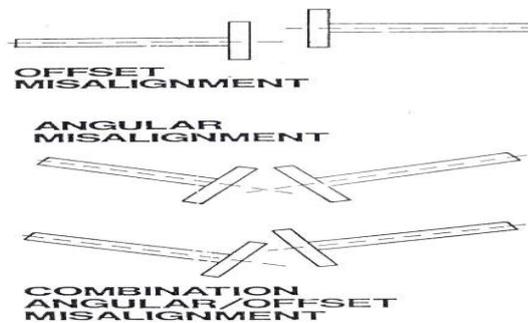
2.3.2 Getaran Karena Ketidakseimbangan (*Unbalance*)

Getaran yang disebabkan oleh ketidakseimbangan (*unbalance*) terjadi pada $1X$ rpm elemen yang mengalami unbalance dan amplitude getaran sebanding dengan besarnya unbalance yang terjadi pada mesin dengan poros putar, amplitude terbesar akan terukur pada arah radial.

2.3.3 Getaran Karena Ketidaklurusan (*Misalignment*)

Sangat sulit meluruskan dua poros dan sambungannya sedemikian hingga tidak ada gaya yang menyebabkan getaran. Ketidaklurusan ini biasanya terjadi pada kopling. Tipe ketidaklurusan pada kopling dapat dibedakan menjadi tiga macam (gambar 2.5), yaitu:

1. *Angular*, jika sumbu kedua poros membentuk sudut dengan besar tertentu.
2. *Offset*, jika sumbu kedua poros paralel dan tidak berimpit satu sama lain.
3. Kombinasi, jika terjadi ketidaklurusan *angular* dan *offset* secara bersamaan dalam satu sistem.

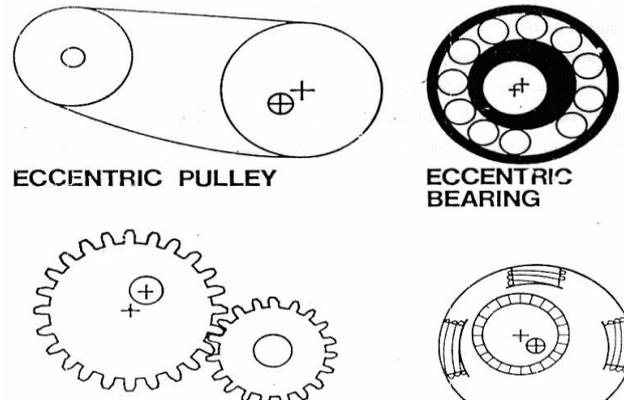


Gambar 2.5 jenis ketidaklurusan(*misalignment*)

Misalignment pada kopling menghasilkan gaya dalam arah aksial dan radial, yang menyebabkan getaran dalam kedua arah tersebut. Gaya dan getaran yang dihasilkan bertambah dengan bertambahnya *misalignment*. Frekuensi getaran biasanya adalah $1X$ rpm, tetapi bila *misalignment* besar bisa terjadi frekuensi getaran $2X$ atau $3X$ rpm.

2.3.4 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 2.6).



Gambar 2.6 contoh kasus eksentrisitas

2.4 Tujuan 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 konstruksi 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*.

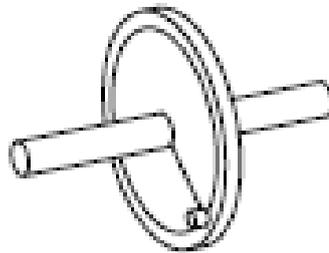
Balancing yang dilakukan dekat dengan putaran kritis kebanyakan dihindari. Meskipun *balancing* yang dilakukan jauh dari putaran kritis akan menghasilkan respon getaran yang kecil sehingga lebih sulit diukur, akan tetapi ketika *balancing* dilakukan dekat dengan putaran kritis akan menghasilkan respon 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 putaran kritis 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.

2.4.1 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 2.7.



Gambar 2.7 Eksentrisitas.

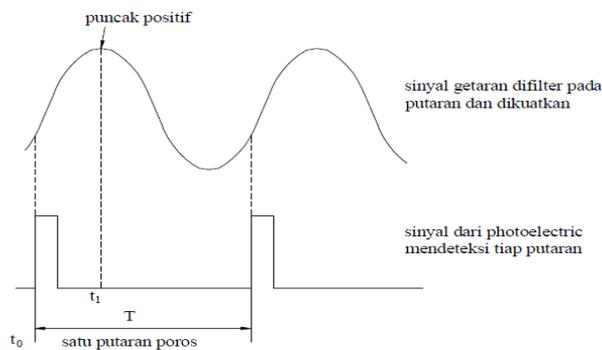
Pada massa *unbalance* terletak jarak radial yang tertentu terhadap sumbu poros yang berputar dengan frekuensi putar yang sesuai dengan putaran kerja poros. Gaya sentrifugal yang dihasilkan berupa vektor gaya dengan amplitudo sebesar $m e \omega^2$ (massa *unbalance* x jarak massa *unbalance* ke sumbu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

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.

2.4.2 Pemicu sinyal balancing

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 2.8.

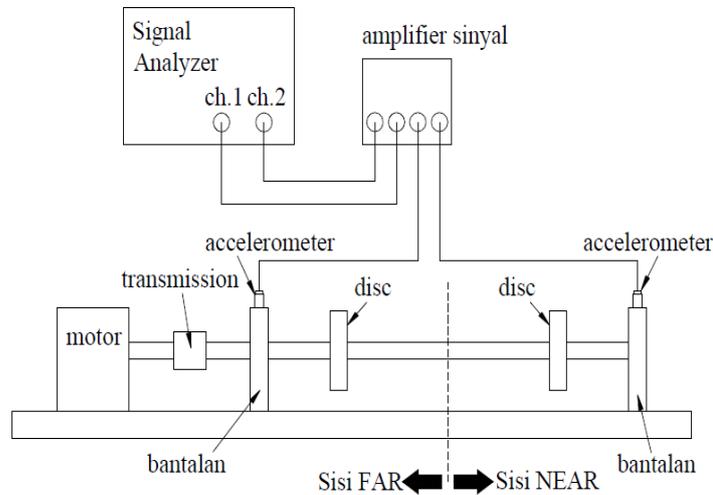


Gambar 2.8 Metode perhitungan sudut fasa dari sinyal getaran dan trigger.

2.4.3 Metode skematik balancing

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 seperti pada gambar 2.9.



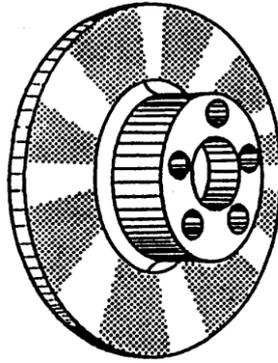
Gambar 2.9 Skematik *two-plane balancing*

Apabila pengukuran beda fasa dapat dilakukan, maka selanjutnya dilakukan *balancing* menggunakan metode vektor dengan fasa. *Balancing* dilakukan untuk *two-plane balancing* seperti pada gambar 2.9. Secara garis besar prosedur *two-plane balancing* untuk sistem poros-piringan adalah sebagai berikut:

- 1) 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.
- 2) 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.

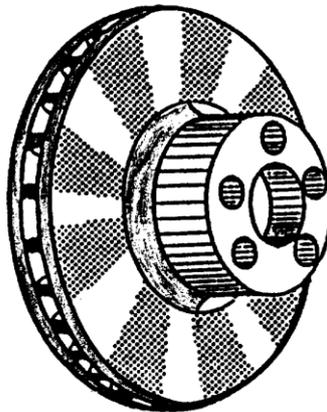
2.5 Macam macam piringan

- 1) Piringan (*Disc Rotor*) terbuat dari besi tuang dalam bentuk *solid* (fixed) dan berlubang-lubang untuk ventilasi seperti pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 type piringan solid (fixed)

- 2) Tipe ventilasi digunakan untuk menjamin pendinginan yang baik untuk mencegah *fading* (koefisien gesek berkurang) seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 type piringan ventilasi

2.6 Seimbang Massa – Massa Yang Berputar pada piringan tunggal

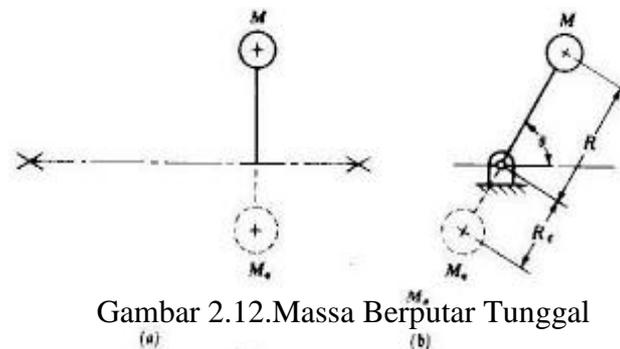
Kita telah mempelajari gaya kelembaman dalam berbagai mekanisme - mekanisme efek dari gaya kelembaman yang mengakibatkan gaya getas pada suatu struktur juga dibahas. Pernyataannya sekarang adalah apa yang dapat diperbuat oleh gaya getas tersebut adalah mungkin untuk membuat keseimbangan keseluruhan atau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

2.6.1 Massa Berputar piringan Tunggal

Untuk melukiskan prinsip-prinsip yang terlibat, kita mulai dengan memperhatikan Gambar 2.12



Gambar 2.12. 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.

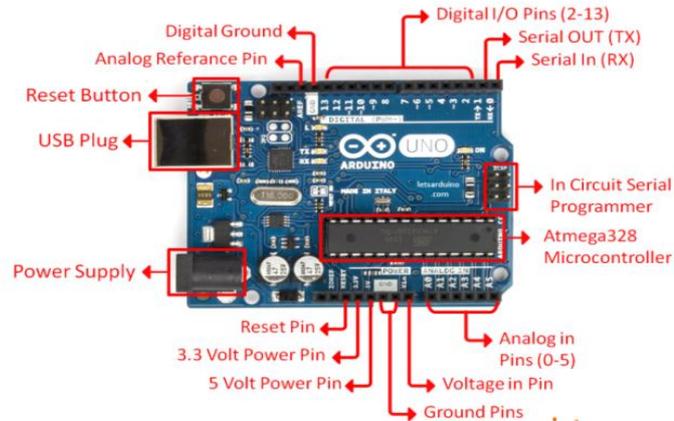
- a. Keseimbangan statis akan dihasilkan jika jumlah momen dari gaya gravitasi terhadap sumbu Putaran adalah nol.

2.7 Microcontroler

Microcontroler 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*. *Microcontroler* digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remotecontrols*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat dan mainan. *Microcontroler* membuat kontroler elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis.

Pada studi eksperimental ini *microcontroler* yang digunakan yaitu *Arduino UNO* seperti yang terlihat pada gambar 2.13. *Arduino UNO* adalah sebuah *board microcontroler* 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* (www.arduinoUno.blogspot.com)

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.

2.8 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.



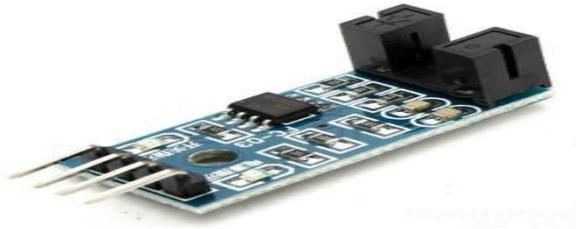
Gambar 2.14. *Vibration Sensor SW-420*

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.

1. Sensor Kecepatan

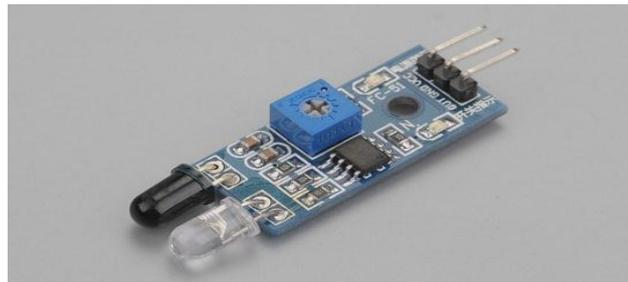
Sensor kecepatan adalah jenis celah *opto-coupler* yang akan menghasilkan sinyal *output high* TTL ketika sebuah objek terdeteksi pada celah. Yang berfungsi sebagai pendeteksi kecepatan pada motor dan sebagainya. Sensor kecepatan yang banyak digunakan pada pendeteksi kecepatan motor, RPM, pengukuran putaran, *tachometer*, pembatas kecepatan dan lain-lain. Sensor kecepatan dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Sensor Kecepatan

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 2.16.



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.

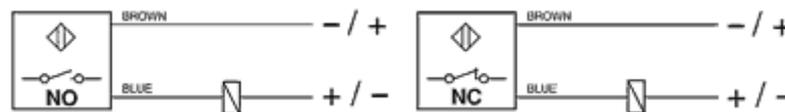
Proximity Sensor terbagi dua macam, yaitu:

- Proximity Inductive
- Proximity Capacitive

Proximity Inductive berfungsi untuk mendeteksi obyek besi/metal, Meskipun terhalang oleh benda non-metal, sensor akan tetap dapat mendeteksi

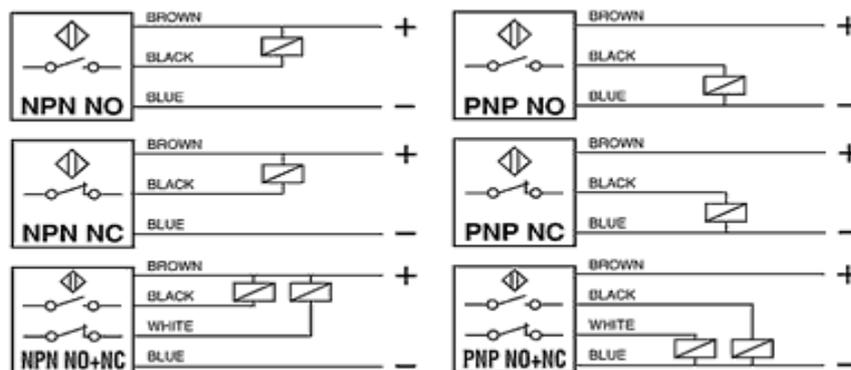
selama dalam jarak (nilai) normal sensing atau jangkauannya. Jika sensor mendeteksi adanya besi di area sensingnya, maka kondisi output sensor akan berubah nilainya. Proximity Capacitive akan mendeteksi semua obyek yang ada dalam jarak sensingnya baik metal maupun non-metal. Pada prinsipnya fungsi Proximity 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



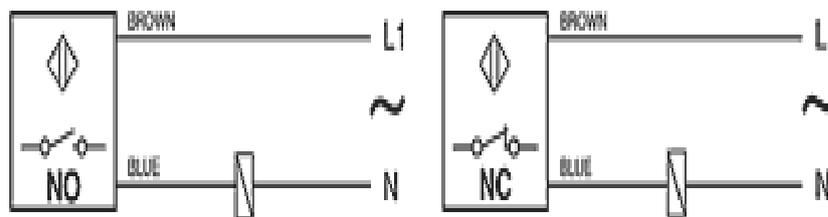
Gambar 2.17. output 2 kabel vdc

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 tombolatau 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.

1. 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 2.20.



BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan studi karakteristik getaran pada piringan tunggal akibat perubahan putaranyang 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 yang digunakan dalam peneliti untuk penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkannya izin penelitian dalam kurun waktu kurang lebih 6 (enam) bulan penelitian yang dimulai pada bulan Oktober dan berakhir pada bulan Maret.

Dimana pada penelitian ini dibutuhkan data-data tertentu yang diperoleh dengan melakukan pengumpulan data dari beberapa referensi buku dan website yang berhubungan dengan judul penelitian yang diambil. Kemudian membuat rancangan balancing dan melakukan pengujian guna memperoleh evaluasi data pada penelitian. Kurun waktu setiap tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar
1	Mulai						
2	Persiapan Spesimen						
3	Pembuatan poros spesimen dan pembuatan flage spesimen						
4	Pengujian Spesimen						
5	Pengambilan data						
6	Hasil dan pembahasan						
7	Kesimpulan						

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

1. Piringan

Piringan digunakan sebagai spesimen yang akan di uji konsentrik dan eksentrik nya seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Piringan

2. Poros

Poros digunakan sebagai peletakan spesimen yang akan diuji dan sebagai poros alat keseimbangan dinamik seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Poros

3. Flange

Flange digunakan sebagai pengikat benda uji atau spesimen keporos agar spesimen terikat dengan porosnya seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Flange

4. Baut dan Mur

Baut dan mur digunakan untuk pengikat/penghubung flange dengan piringan seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Baut dan mur

3.2.2. Alat

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

Alat keseimbangan dinamik digunakan sebagai alat pengujian keseimbangan pada rotor atau poros. Pengujian dalam alat keseimbangan dinamik untuk melengkapi uji komputasi dengan bantuan *Arduino UNO* untuk mengetahui konsentrik eksentrik dari spesimen yang akan diuji seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.5. Alat Keseimbangan Dinamik

2. Motor Listrik AC

Motor listrik AC digunakan sebagai penggerak poros dengan bantuan belting/v-belt dan pully sebagai penerus putaran motor listrik AC seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Motor listrik AC

Spesifikasi :

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

3. Panel listrik

Panel listrik digunakan untuk pemutus dan penghubung daya motor seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 panel listrik

4. Inverter

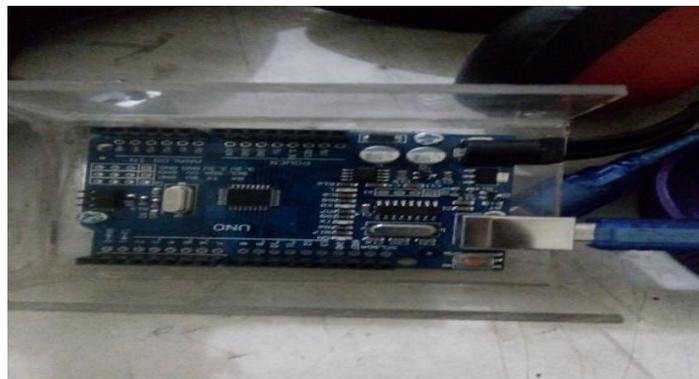
Digunakan untuk mengatur putaran pada motor AC. dengan putaran yang bervariasi seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Inverter

5. *Arduino UNO*

Arduino UNO digunakan sebagai *microconteller* pembaca sensor getaran dan sensor kecepatan motor AC yang terhubung dengan komputer. Hasil pencatatan data berupa data sheet seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. *Arduino UNO*

6. Sensor Getaran

Sensor getaran digunakan sebagai pendeteksi getaran dari area yang dipasangkan sensor getaran. Untuk mendeteksi getaran/tidak keseimbangan yang terjadi pada speseimen yang akan uji seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Sensor Getaran

7. Sensor kecepatan/ *RPM (Rotasi Per Menit)*

Sensor kecepatan/ *RPM (Rotasi Per Menit)* digunakan sebagai alat pengukur kecepatan pada motor AC dengan bantuan plat yang dipasangkan pada puli pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Sensor kecepatan

8. Laptop

Laptop digunakan untuk menampilkan data sheet yang dideteksi oleh program *Arduino UNO* pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Laptop

9. Sigmat / Jangka Sorong

Sigmat / Jangka sorong digunakan sebagai alat pengukur diameter spesimen dan poros pada gambar 3.13.



Gambar 3.13.sigmat/jangka sorong

10. Waterpass

Waterpass digunakan untuk mengukur atau menentukan spesimen/poros dalam posisi rata baik pengukuran secara vertikal ataupun horizontal pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Waterpass

11. Kunci pas ring 14

Kunci pas ring digunakan sebagai pengunci baut flange dan piringan Pada gambar 3.15



Gambar 3.15. Kunci pas ring 14

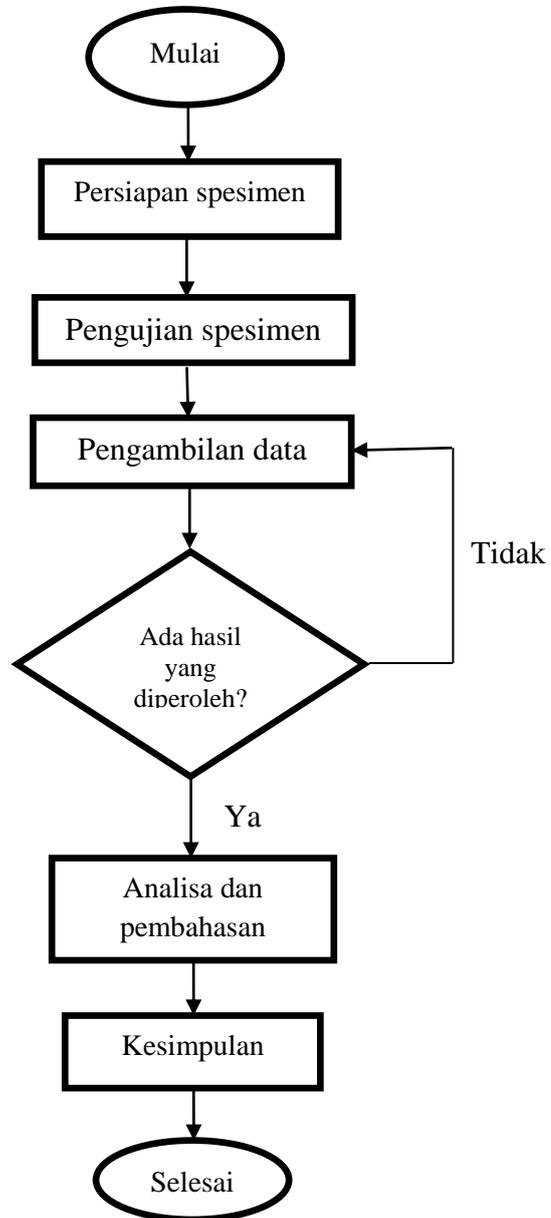
12. Timbangan Neraca Digital

Digunakan untuk menimbang massa yang akan ditambahkan pada spesimen yang akan di uji pada gambar 3.16.



Gambar 3.16. Timbangan neraca digital

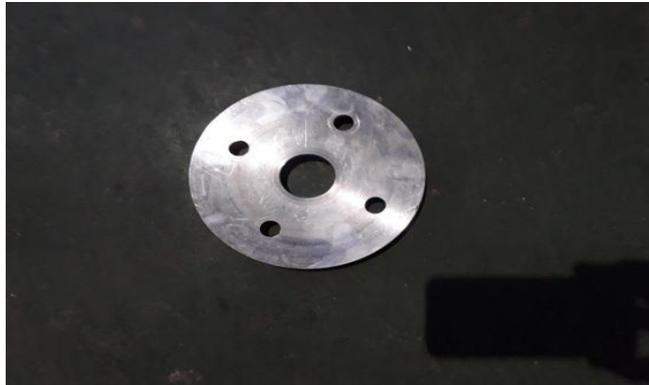
3.3 Metode Penelitian



Gambar 3.17. Diagram Alir Percobaan

3.4. Prosedur pengujian

1. Menyiapkan spesimen pengujian pengujian seperti pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Spesimen uji

2. Menimbang baut sebagai mssa saat pengujian flange seperti pada gambar 3.19



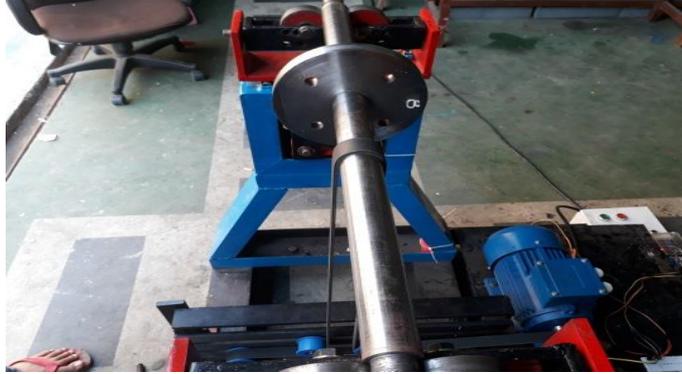
Gambar 3.19Menimbang Massa

3. Memasang flange pada poros pengujian seperti pada gambar 3.20.



Gambar 3.20. Pemasangan flange dan cakram

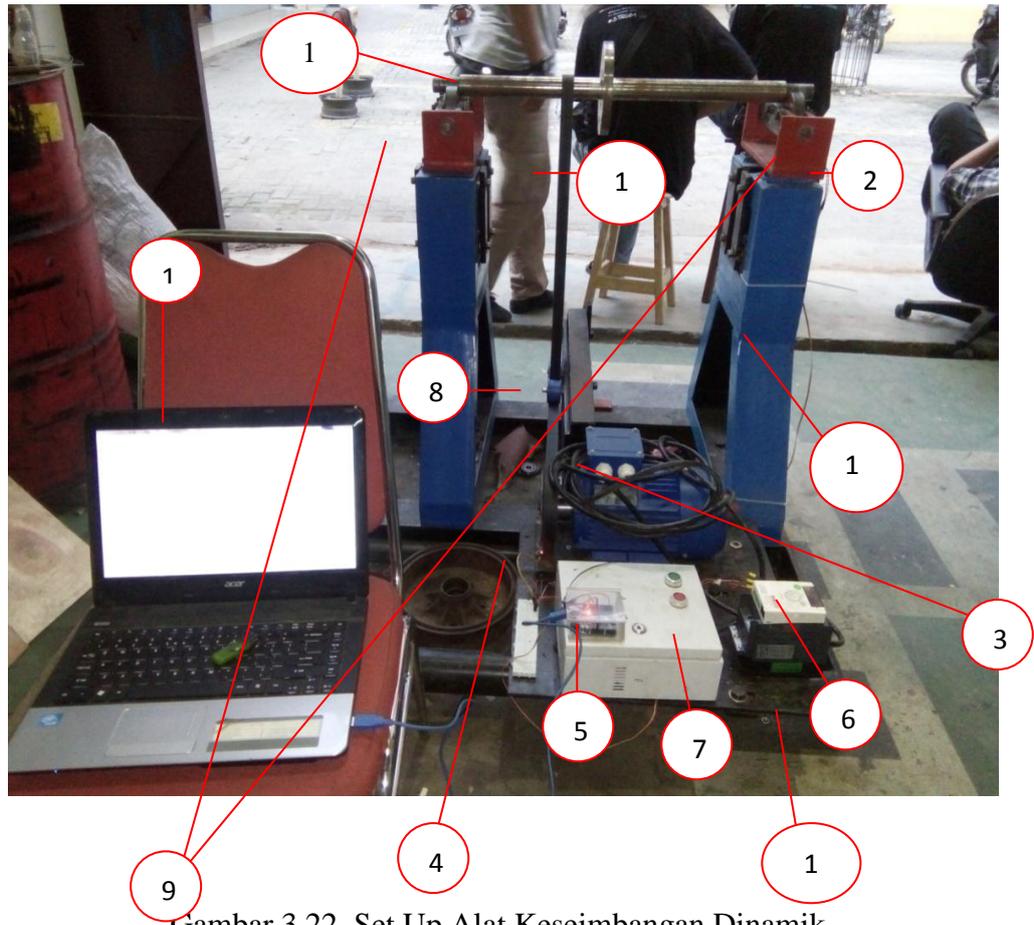
4. Menaikan poros yang sudah ada spesimennya ke mesin *balancing* gambar 3.21



Gambar 3.21 Spesimen yang sudah terpasang dimesin *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 pada gambar 3. 22.

3.4. Set Up Alat Keseimbangan Dinamik



Gambar 3.22. Set Up Alat Keseimbangan Dinamik

Keterangan :

1. Laptop
2. Sensor getar SW-420
3. Motor listrik AC
4. Sensor kecepatan
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

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian pada Piringan Tunggal

Dari hasil studi eksperimen, maka didapat data pengujian yang ditunjukkan Data hasil penelitian ini dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Data pengujian piringan tunggal akibat perubahan putaran 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz
2. Data pengujian piringan tunggal akibat perubahan putaran 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz
3. Data pengujian piringan tunggal akibat perubahan putaran 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz

Data hasil studi eksperimen dibagi menjadi 3 agar dapat dilihat dimana putaran piringan yang seimbang dan tidak seimbang dengan variasi putaran 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 Karakteristik Getaran

4.2.1. Data Pengujian 1 Getaran piringan tunggal 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz

Penyelesaian untuk natural gerakan pada frekuensi

Frekuensi = 30 Hz

$$n = \frac{120 \times f}{p}$$

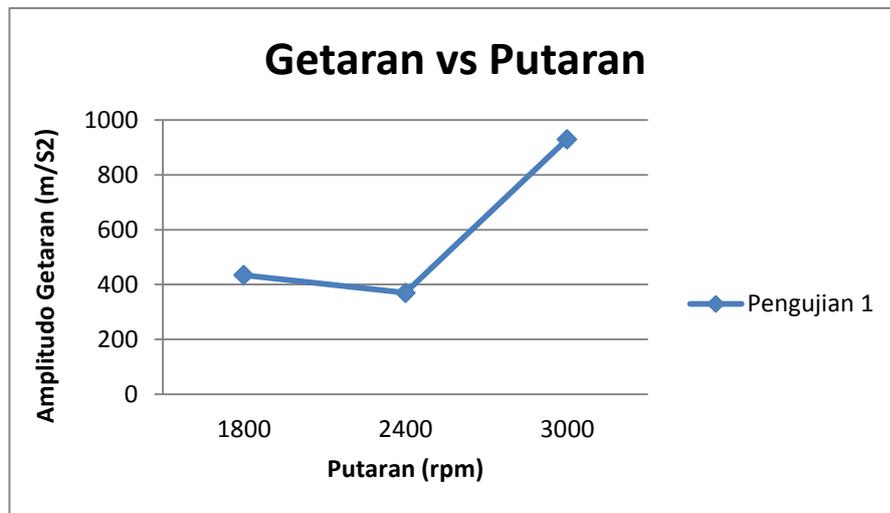
$$n = \frac{120 \times 30}{2}$$

$$n = 1800 \text{ rpm}$$

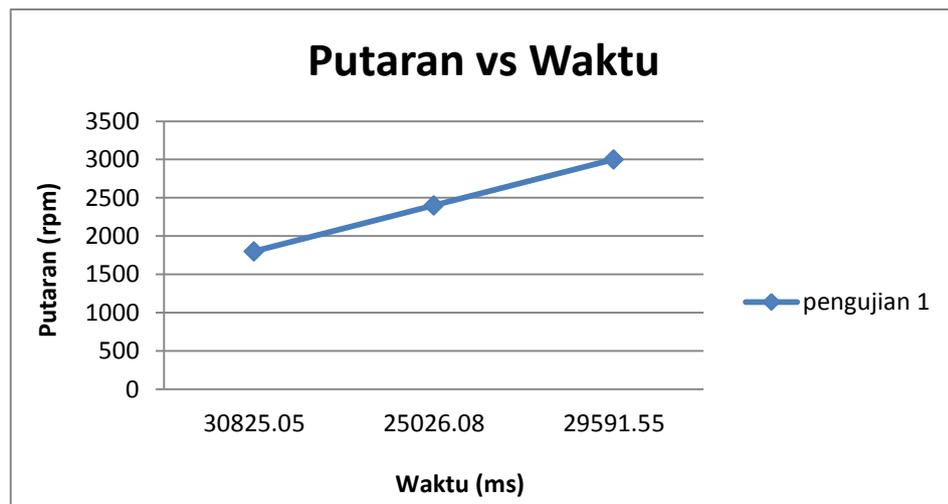
Dari data pengujian 1 piringan tunggal pada frekuensi 30 Hz, 40 Hz dan 50 Hz selama 1 menit maka dapat dilihat pada tabel 4.1.

No	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Amplitudo getaran (m/s ²)	Waktu (ms)
1	30	1800	434,5678	30825,05
2	40	2400	369,9471	25026,08
3	50	3000	929,2632	29591,55

Data dari hasil pengujian 1 pada tabel 4.1 diatas maka diperoleh grafik, dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2 antara lain yaitu :



Gambar 4.1 Grafik Getaran vs Putaran



Gambar 4.2 Grafik Putaran vs Waktu

4.2.2. Getaran piringan tunggal 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz
Penyelesaian untuk natural gerakan pada frekuensi

Frekuensi = 40 Hz

$$n = \frac{120 \times f}{p}$$

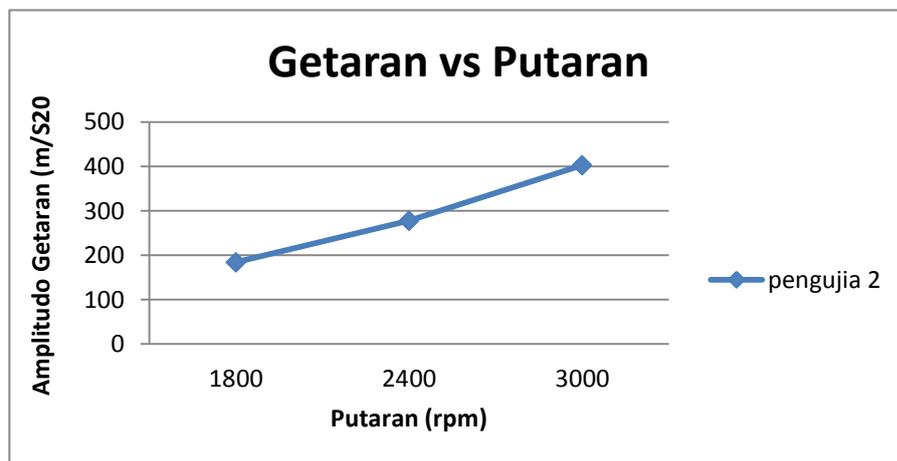
$$n = \frac{120 \times 40}{2}$$

$$n = 2400 \text{ rpm}$$

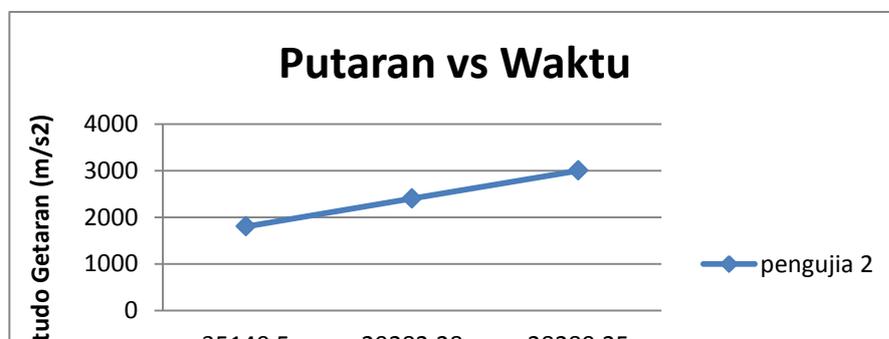
Dari data pengujian 2 piringan tunggal pada frekuensi 30 Hz, 40 Hz dan 50 Hz selama 1 menit maka dapat dilihat pada tabel 4.2.

No	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Amplitudo Getaran (m/s ²)	Waktu (ms)
1	30	1800	183,9474	35140,5
2	40	2400	277,3123	29282,28
3	50	3000	402,4233	28289,25

Data dari hasil pengujian 2 pada tabel 4.2 diatas maka diperoleh grafik, dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4 antara lain yaitu :



Gambar 4.3 Grafik Getaran vs Putaran



Gambar 4.4 Grafik Putaran vs Waktu

4.2.3. Data pengujian 3 Getaran piringan tunggal pada frekuensi 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz

Penyelesaian untuk natural gerakan pada frekuensi

Frekuensi = 50 Hz

$$n = \frac{120 \times f}{p}$$

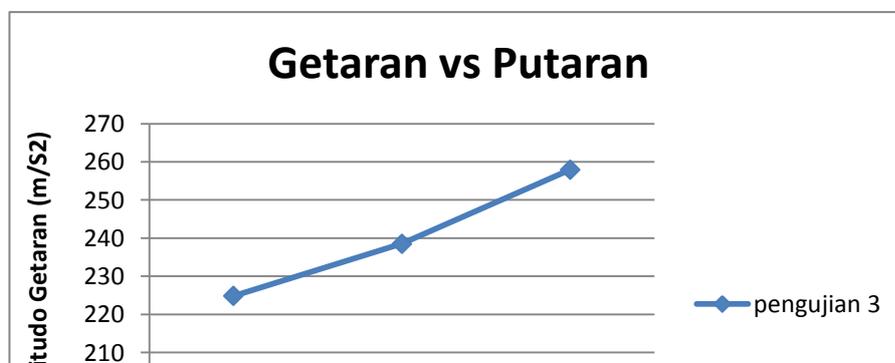
$$n = \frac{120 \times 50}{2}$$

$$n = 3000 \text{ rpm}$$

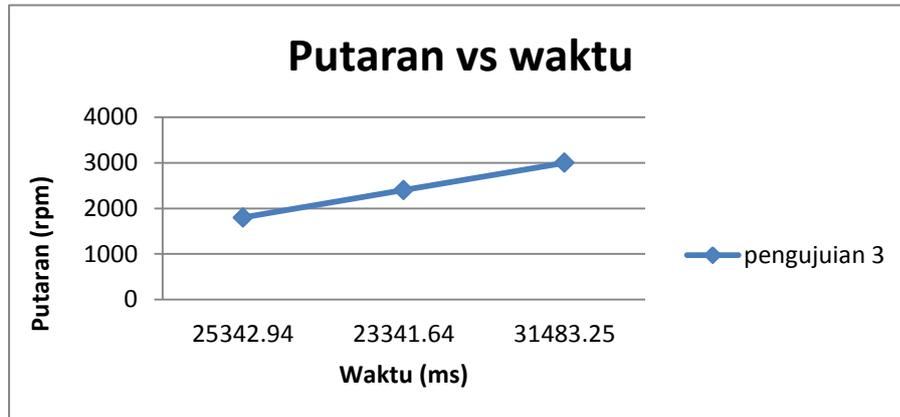
Dari data pengujian 3 piringan tunggal pada frekuensi 30 Hz, 40 Hz dan 50 Hz selama 1 menit maka dapat dilihat pada tabel 4.3.

No	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Amplitudo Getaran (m/s ²)	Waktu (m/s)
1	30	1800	224,8734	25342,94
2	40	2400	238,5337	23341,64
3	50	3000	257,9899	31483,25

Data dari hasil pengujian 3 pada tabel 4.3 diatas maka diperoleh grafik, dapat dilihat pada gambar 4.5 dan 4.6 antara lain yaitu :



Gambar 4.5 Grafik Getaran vs Putaran.



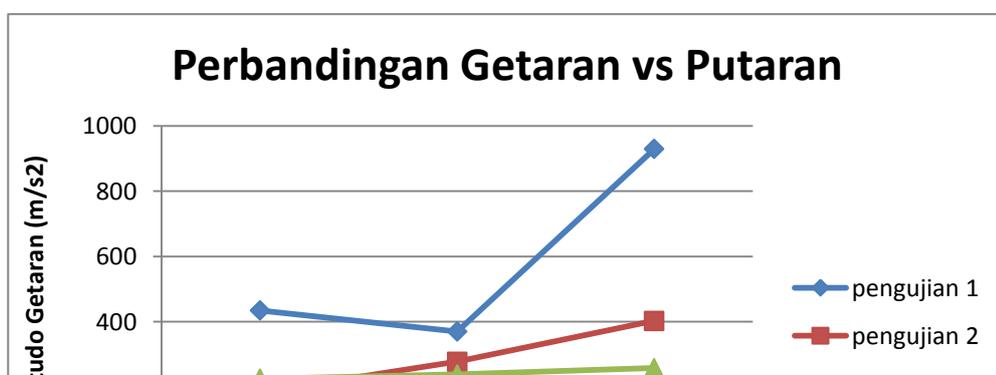
Gambar 4.6 Grafik Putaran vs Waktu.

4.3. Hasil Perbandingan Dari Amplitudo Getaran Dan Putaran.

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

Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)	Amplitudo Getaran (m/s ²)		
		Pengujia 1	Pengujian 2	Pengujian 3
30	1800	434,5678	183,9474	224,8734
40	2400	369,9471	277,3123	238,5337
50	3000	929,2632	402,4233	257,9899

Dari hasil data perbandingan pengujian 1,2 dan 3 pada tabel 4.4 diatas maka diperoleh grafik, pada gambar 4.7 antara lain yaitu :



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 piringan 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 30 Hz dengan waktu selama 1 menit 1800 rpm, dan hasil pengujian 40 Hz dengan waktu selama 1 menit 2400 rpm, begitu juga pengujian 50 Hz dengan waktu selama 1 menit 3000 rpm.
4. Dari hasil data pengujian 1,2 dan 3 dapat dilihat perbandingan putaran dan getarannya.

5.2. Saran

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

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan modifikasi vibration sensor untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal atau hasil yang lebih detail lagi.
2. Perlu diadakan penelitian dengan menggunakan metode lain dengan menggunakan vibrometer atau bisa juga dengan perhitungan domain waktu.
3. Penulis juga menyarankan untuk lebih mengutamakan keselamatan kerja.

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](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.
- 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 maret 2018.
- Georgeo H. Martin, 1994. Kinemetika dan Dinamika Teknik, Diterjemahkanoleh: Ir. Setiyobakti. Jakarta: Erlangga.