

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
STUDI EKSPERIMENTAL GETARAN PADA MASSA
BERPUTAR

*Disajikan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

NAMA : SATRIO

NPM : 1207230106



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
STUDI EKSPERIMENTAL GETARAN PADA MASSA
BERPUTAR

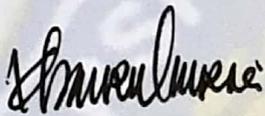
Disusun Oleh :

SATRIO
1207230106

Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II



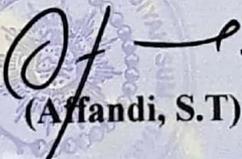
(Khairul Umurani, S.T.,M.T)



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

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Affandi, S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
STUDI EKSPERIMENTAL GETARAN PADA MASSA
BERPUTAR

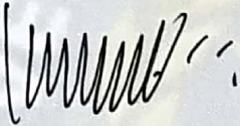
Disusun Oleh :

SATRIO
1207230106

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 11 Desember 2017

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

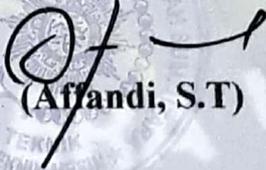

(Rahmatullah, S.T., M.Sc)

Pembanding – II


(H. Muharnif, S.T., M.Sc)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Affandi, S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

DAFTAR SPESIPIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : SATRIO
NPM : 1207230106
Semester : XI (Sebelas)
SPESIPIKASI :

STUDI EKSPERIMENTAL GETARAN PADA MASSA
BERPUTAR

Diberikan Tanggal : 5 APRIL 2007
Selesai Tanggal : 23 OKTOBER 2017
Asistensi : 1 MINGGU SEKALI
Tempat Asistensi : KAMPUS UMSU

Medan, 23 OKTOBER 2017

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I

(Affandi, S.T.)

(Khairul Umurani, S.T., M.T.)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

NAMA : SATRIO

PEMBIMBING – I : KHAIRUL UMURANI, S.T.,M.T.

NPM : 1207230106

PEMBIMBING –II: AHMAD MARABDI SRG,S.T.,M.T.

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
	15-04-2017.	Perbaikan Spesifikasi	ke
	6-05-2017.	Perbaikan Laboratorium	ke
	27-05-2017.	Perbaikan Hujan Pulstara.	ke
	0-06-2017.	Perbaikan Meleok.	ke
	8-06-2017.	Jangut ke pembuatnya	ke
	13-10-2017.	Perbaikan & Lanjutkan	177 .
	23-10-2017.	Ace, Seminar	ke

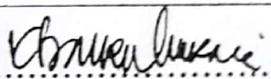
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2017 – 2018**

Peserta Seminar

Nama : Satrio

NPM : 1207230106

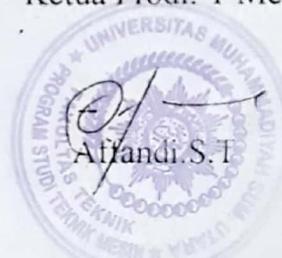
Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Getaran Pada Massa Berputar.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	:
Pembanding – I : Rahmatullah.S.T.M.Sc	: 
Pembanding – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230245	m. Iqbal Azhari	
2	1207230225	JARDIN HABIB POHAN	
3	1207230179	SATRIA ALPRIYANTO	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 21 Rab. Awal 1439 H
11 Desember 2017 M

Ketua Prodi. T Mesin



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Satrio
NPM : 1207230106
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental Getaran Pada Massa Berputar.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

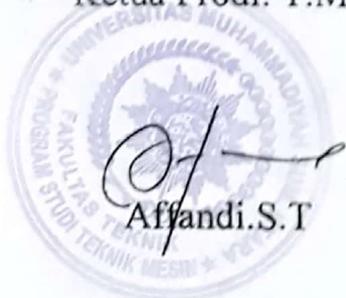
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Perbaiki Bab 1, 2, 3, 4 sesuai foto pada skripsi

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 21 Rab.Awal 1439H
11 Desember 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I

Rahmatullah.S.T.M.Sc

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

NAMA : Satrio
NPM : 1207230106
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental Getaran Pada Massa Berputar.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

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

.....
lihat buku skripsi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

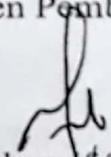
.....
.....
.....
.....

Medan 21 Rab.Awal 1439H
11 Desember 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II


H.Muharnif.S.T.M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Satrio
Tempat/Tgl Lahir : Medan, 09 Januari 1993
NPM : 1207230106
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

STUDI EKSPERIMENTAL GETARAN PADA MASSA BERPUTAR

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk 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,2017

Saya yang menyatakan,



SATRIO

ABSTRAK

Getaran (*vibrasi*) adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut. 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. Penelitian ini bertujuan mengkaji karakteristik getaran pada poros yang biasa dipakai pada turbin yang berputar, penelitian ini menggunakan software yang berbasis arduino serta menggunakan sensor vibrasi dan sensor kecepatan putar. *Unbalance* memiliki karakteristik frekuensi getaran yang berbeda berdasarkan massa yang di tambahkan pada sudut-sudut yang sudah di tentukan. Pada pengujian poros dan *flang* tanpa ditambah massa *unbalance* dapat disimpulkan bahwa getaran yang dihasilkan tidak melebihi batas maksimal *balance* pada angka 3456 cps atau bisa dikatakann bahwa pada poros dan flange *balance* atau stabil, Semakin banyak massa *unbalance* yang ditambahkan semakin besar getaran yang dihasilkan, hal tersebut dikarenakan distribusi massa yang tidak seragam pada *flange*, sehingga *flange* menghasilkan getaran atau *unbalance*.

Kata Kunci : Studi Eksperimental Getaran Pada Massa Berputar



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar. Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya.

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus – menerus hadir dan atas kerja keras penulis, serta banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Untuk itu penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, Ayahanda Suef dan Ibunda Ngatini dimana cinta yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta memberikan semangat dan do'a yang tulus, ikhlas, dengan penuh kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Rahmatullah, S.T.,M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak H.Muharnif, S.T.,M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar,S,T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Dr.Ade Faisal,S.T.,M.Sc, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Affandi, S.T, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Bapak Chandra A Siregar,S.T.,M.T selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Seluruh Dosen di Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan selama di bangku kuliah.
12. Abangda Irwansyah Putra, S.T dan abangda Arya Rudi, S.T., selaku pengurus Lab Teknik Mesin.
13. Abdul Gani dan M.Ridho selaku *toolman lab*.

14. Teman satu perjuangan Wismo (WM), Jardin Habib Pohan (Kibo), Ilham Pratama Siregar (Belalang), Rizky Perdana Ibrahim (Warga Panik), Wahyuda Kurniadi (Pempref), Iqbal Azhari (Ibel), Abdul (Bedol), Nanda Noer Rizki (WakCeh).

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, Januari 2018

Penulis



SATRIO

1207230106

DAFTAR ISI

LEMBAR PRNGESAHAN I	
LEMBAR PENGEAHAN II	
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR SIMBOL	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	4
1.3.Batasan Masalah	4
1.4.Tujuan Penelitian	4
1.4.1.Tujuan Khusus	4
1.4.2.Tujuan Umum	4
1.5.Manfaat Penelitian	5
1.5.1.Manfaat Praktis	5
1.5.2.Manfaat Teoristis	5
1.6.Sistematika Penulisan	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1.Pengertian Vibrasi / Getaran	8
2.1.1.Getaran Karena Ketidak Seimbangan (<i>Balancing</i>)	10
2.1.2.Getaran Karena Ketidak Lurusan (<i>Misalignment</i>)	11
2.1.3.Getaran Karena <i>Eksentrisitas</i>	12
2.1.4.Getaran Karena Kelonggaran Mekanik	12
2.2.Kondisi Takseimbang	13
2.2.1.Definisi Kondisi Takseimbang	13
2.2.2.Jenis-Jenis Ketidak Seimbangan	14
2.3.Karakteristik Getaran	17
2.4.Parameter Getaran	19
2.5.Type-Type Pengukuran Vibrasi	20
2.6.Metode <i>Balancing</i>	22
2.7.Membuat Seimbang Massa-Massa Yang Berputar	24
2.7.1.Massa Berputar Tunggal	25
2.8. <i>Microcontroler</i>	27
2.9.Sensor-Sensor Yang Digunakan Pada Mesin <i>Balancing</i>	28
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1.Tempat Dan Waktu Penelitian	32
3.1.1.Tempat	32
3.1.2.Waktu Penelitian	32
3.2.Bahan Dan Alat	33

3.2.1.Bahan	33
3.2.2.Alat	35
3.3.Diagram Alir	43
3.4 Set Up Alat Keseimbangan Dinamik	44
3.4.Prosedur Pengujian	45
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1.Data Hasil Pengujian	48
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis-Jenis Ketidak Lurusan	11
Gambar 2.2. Contoh Kasus Eksistensi	12
Gambar 2.3. Kondisi Ketidak Seimbangan Statis	15
Gambar 2.4. Kondisi Ketidak Seimbangan Kopel	16
Gambar 2.5. Kondisi Ketidak Seimbangan Quasi-Static	17
Gambar 2.6. Kondisi Ketidak Seimbangan Dinamis	17
Gambar 2.7. Sistem Getaran Sederhana	18
Gambar 2.8. Hubungan Antara Perpindahan, Kecepatan Dan Percepatan Getaran	18
Gambar 2.9. Gambar 1	26
Gambar 2.10. Gambar 2	27
Gambar 2.11. Arduino	29
Gambar 2.12. <i>Vibration</i> Sensor SW-420	30
Gambar 2.13. Sensor Kecepatan	32
Gambar 2.14. <i>Inverter</i>	33
Gambar 3.1. Poros	36
Gambar 3.2. <i>Flange</i>	37
Gambar 3.3. Baut Dan Mur	37
Gambar 3.4. Alat Keseimbangan Dinamik	38
Gambar 3.5. Motor Listrik AC	39
Gambar 3.6. Panel Listrik	39
Gambar 3.7. Arduino UNO	40
Gambar 3.8. Sensor Kecepatan	40
Gambar 3.9. Sensor Getaran	41
Gambar 3.10. Laptop	41
Gambar 3.11. Mesin <i>Frais (milling)</i>	42
Gambar 3.12. Mesin Bubut	43
Gambar 3.13. Sigmat	43
Gambar 3.14. Waterpass	44
Gambar 3.15. Mata Bor	44
Gambar 3.16. Meteran	45
Gambar 3.17. Timbangan Neraca	45
Gambar 3.18. Spesimen uji	47
Gambar 3.19. Menimbang Massa	47
Gambar 3.20 Pemasangan Flange Pada Poros	47
Gambar 3.21. Peletaan specimen Uji Pada Alat Balancing	48
Gambar 4.1. Grafik Getaran Tanpa Masa	50
Gambar 4.2. Grafik Dengan Massa 35gr Pada Sudut 0°	51
Gambar 4.3. Grafik Dengan Massa 37gr Pada Sudut 90°	52
Gambar 4.4. Grafik Dengan Massa 40gr Pada Sudut 180°	53
Gambar 4.5. Grafik Dengan Massa 45gr Pada Sudut 270°	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Dan Satuan Getaran	20
Tabel 3.1 Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	36
Tabel 4.1 Data Massa Yang Akan Ditambahkan Pada Saat Pengujian	49

DAFTAR SIMBOL

n	= Kecepatan Medan Putar(Rpm)
f	= Frekuensi,(Hz)
p	= Jumlah Kutup
V_p	= Kecepatan Plunger (m/s)
L	= Panjang (m)
t	= Waktu (s)
H_p	= Daya (watt)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri dan penggunaan mesin-mesin industri yang pesat mendorong terus dilakukannya inovasi teknologi yang canggih dan modernis, konsekwensinya teknologi tersebut semakin mahal. Frekwensi getaran secara fisik apabila tidak terkendali dapat menimbulkan kondisi bising pada saat pengoperasian mesin dan amplitudo getaran tak terkendali tampak pada goyangan mesin yang tak beraturan. Model *flange* dengan penambahan massa sebagai beban getaran dapat dijadikan sebagai bahan kajian getaran, merupakan representasi model mesin-mesin industri yang seringkali mengalami kerusakan, contohnya pada poros yang digunakan pada turbin yang sering mengalami ketidaksetabilan putaran. Kerusakan yang terjadi dari mesin-mesin industri menjadi sebab terhentinya pengoperasian mesin, akibatnya terhentinya proses produksi “*Down Time*”, terbuangnya jam kerja karyawan dan pengeluaran biaya perawatan dan perbaikan yang mahal pada dunia industry (Tungga, 2011).

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.

Berdasarkan uraian di atas, fenomena *unbalance* dan prosedur *balancing* merupakan hal yang harus dipelajari oleh rekayasawan teknik khususnya teknik

mesin. Untuk meneliti fenomena ini, maka dilakukan penelitian yang mengembangkan proses *balancing* dengan metode analisis vektor menggunakan pengukuran beda massa respon getaran. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui efektifitas *balancing* poros fleksibel, ketika dilakukan tidak pada putaran kerjanya, serta mengetahui pengaruh putaran kritis terhadap hasil *balancing* yang telah dilakukan.

Oleh karena itu perlu adanya upaya penambahan khasanah keilmuan getaran dengan melakukan penelitian berupa rancangan mesin yang presisi dan beban berputar berupa *flange* yang terdapat di poros putar dengan massa yang berbeda dalam hubungannya dengan getaran yang dikaji secara teoritis dan eksperimental. Agar dapat memperkaya khasanah keilmuan maka dilakukan kajian teoritis dan eksperimental getaran pada hasil rancang bangun alat peraga tersebut menggunakan metode elemen hingga karena metode ini dianggap lebih akurat dalam memberikan hasil analisa terhadap problem fisik termasuk getaran. Penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh penambahan massa baut terhadap getaran yang ditimbulkan pada hasil rancang bangun atau alat peraga getaran dan untuk menganalisa penyebab getaran berdasar pada frekuensi pribadi (ω_n) sebagai perbandingan kajian getaran secara teoritis dan eksperimental getaran pada alat peraga tersebut dengan bantuan metode elemen.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat di rumuskan masalah penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh kesetabilan getaran dengan penambahan massa yang bervariasi.

1.3. Batasan Masalah

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

1. Menganalisa getaran pada poros dan *flange* dimana *flange* akan di tambah dengan massa yang berbeda.
2. Pembahasan hanya dititik beratkan pada analisa getaran *flange balance* dan *unbalance*

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengaruh getaran pada flange yang di putar ketika di tambah massa baut pada sudut yang sudah ditentukan terhadap unjuk kerja pada alat *balancing* dinamik yang terdapat di lab proses produksi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.4.2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari uji eksperimental ini adalah :

1. Untuk mendapatkan data hasil eksperimen
2. Untuk mengetahui besar getaran pada massa berputar
3. Untuk mengetahui karakteristik getaran dengan menggunakan software yang berbasis Arduino.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Manfaat Praktis

1. Memahami kesetidakimbangan yang menghasilkan getaran pada flange yang ditambah massa *unbalance* ketika berputar
2. Di harapkan penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya.

1.5.2. Manfaat Teoristis

1. Bagi penulis dan pembaca dapat memberikan informasi sebagai pengetahuan, pengembangan serta penyempurnaan studi eksperimental getaran pada mesin *balancing* dinamik.
2. Mampu memberikan pengetahuan baru yang berguna dalam pengembangan ilmu balancing pada alat balancing dinamik.
3. memberikan informasi pada dunia pendidikan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.

2. 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.

3. BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

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

4. 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 statistic.

5. 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.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Vibrasi / Getaran

Vibrasi / getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas akan mampu bergetar, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasanya mengalami getaran sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya (J.F.Gabriel, 1996:96).

Masalah-masalah yang sering menyebabkan getaran pada suatu mesin antara lain : ketidak seimbangan (*unbalance*) elemen rotasi , ketidak lurusan (*misalignment*) pada kopling dan bearing, eksentrisitas (*eccentricity*), cacat pada bantalan antrifiksi, kerusakan roda gigi, masalah listrik, resonansi, gaya aerodinamika, dan gesekan. Ketidak seimbangan (*unbalance*) merupakan kondisi yang di alami poros putar sebagai akibat dari gaya sentrifugal, yang kemudian akan menimbulkan gaya getaran. Selanjutnya gerak poros dan gaya getaran diteruskan ke bantalan. Besarnya *unbalance* ini juga di pengaruhi oleh putaran (IRD Entek,1996).

Suatu poros dapat mengalami *unbalance*, yang di sebabkan oleh bahan sifat yang tidak homogeny (lubang/void yang terjadi pada saat pembuatan poros, eksentrisitas poros, penambahan alur dan pasak pada poros,serta distorsi yang dapat berupa retakan (*crack*), sisa pengelasan,atau perubahan pada bentuk poros.

Unbalance ini menyebabkan distribusi massa yang tidak seragam di sepanjang poros atau lebih dikenal sebagai massa *unbalance* (Jabir, 2003).

Prosedur perawatan untuk mengurangi *unbalance* pada mesin disebut *balancing*. *Balancing* terdiri dari prosedur pengukuran getaran dan menambahkan atau mengurangi beban untuk mengatur (*adjust*) distribusi massa. Tujuan *balancing* adalah menyeimbangkan mesin putar, yang pada akhirnya akan mengurangi getaran (Tim Getaran Mekanis, 2002).

Shi (2005) telah mengembangkan metode *balancing* untuk poros yang bekerja pada putaran tinggi, namun menyeimbangkan poros tersebut pada putaran lebih rendah. Putaran poros saat dilakukan *balancing* berada di bawah putaran kritis I dari poros (poros fleksibel). Penelitian ini menggunakan metode *Low-Speed Hollow Balancing* sehingga rotor dapat diseimbangkan tanpa memutar poros pada putaran tinggi (putaran kerjanya) dan pada putaran kritisnya. Penelitian tersebut menghasilkan reduksi getaran pada bantalan lebih dari 50% dibandingkan kondisi awalnya, sehingga dikatakan *balancing* yang dilakukan adalah efektif.

Adalah sangat sulit untuk menyeimbangkan poros ketika poros tersebut beroperasi dekat dengan daerah putaran kritis. Bila daerah putaran operasi mendekati atau melebihi daerah putaran kritis maka kondisi keseimbangan akan bervariasi sesuai dengan putaran poros. Hal ini disebabkan karena deformasi elastik dari poros menyebabkan perubahan distribusi massa terhadap sumbu rotasi. Perubahan distribusi massa ini akan menyebabkan perpindahan pusat massa atau perubahan orientasi sumbu utama inersia terhadap sumbu rotasi (Abidin, 1996).

Saat ini balancing merupakan aspek yang sangat penting dari desain dan operasi semua mesin yang menggunakan poros alur. Pada umumnya balancing dilakukan setelah tahap akhir proses assembling sistem, tapi pada beberapa sistem seperti fan untuk pabrik, rangkaian roda gigi dan penggerak, balancing dilakukan segera setelah dilakukan perbaikan. Massa *unbalance* terletak pada jarak radial tertentu terhadap sumbu poros yang berputar dengan frekuensi putar yang sesuai dengan putaran kerjaporos. Gaya sentrifugal yang dihasilkan berupa vector gaya dengan amplitudo sebesar $m \cdot \omega^2$ (massa *unbalance* x jarak massa *unbalance* kesumbu poros x kuadrat putaran poros). Jika sepanjang poros tersebut terdapat beberapa massa *unbalance* maka gaya sentrifugal yang dihasilkan akan menyebabkan momen *unbalance*.

Agar sistem berputar dapat diseimbangkan, terlebih dahulu harus dapat diketahui posisi vector gaya yang tidak seimbang. Besarnya massa yang ditambahkan atau dikurangi dapat diperoleh dari pengukuran dan perhitungan untuk dapat mengetahui vector gaya yang tidak seimbang. Digunakan instrument pengukuran yang konfigurasinya tergantung pada metode yang dipakai untuk mengetahui *unbalance* suatu sistem rotary.

2.1.1. Getaran Karena Ketidakseimbangan (*Unbalance*)

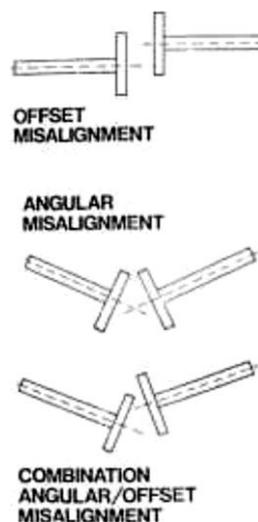
Getaran yang disebabkan oleh ketidakseimbangan (*unbalance*) terjadi pada 1x rpm elemen yang mengalami kondisi *unbalance* dan amplitudo getaran sebanding dengan besarnya kondisi *unbalance* yang terjadi. Pada mesin dengan poros putar, amplitudo terbesar akan terukur pada arah radial. *Unbalance* dapat disebabkan oleh cacat konstruksi, eksentrisitas poros, ketidak-cocokan alur pasak

dan ukuran pasak, distorsi, korosi, dan keausan. Bagian mesin yang tidak seimbang akan menghasilkan momen putar yang tidak sama besar selama benda berputar, sehingga akan menyebabkan terjadinya getaran.

2.1.2. Getaran Karena Ketidaklurusan (*Misalignment*)

Sangat sulit meluruskan dua poros dan sambungannya sedemikian hingga tidak ada gaya yang menyebabkan getaran. Ketidak lurusan ini biasanya terjadi pada kopling. Jenis, ketidaklurusan pada kopling dapat dibedakan menjadi tiga macam, dapat dilihat pada gambar 2.1 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.



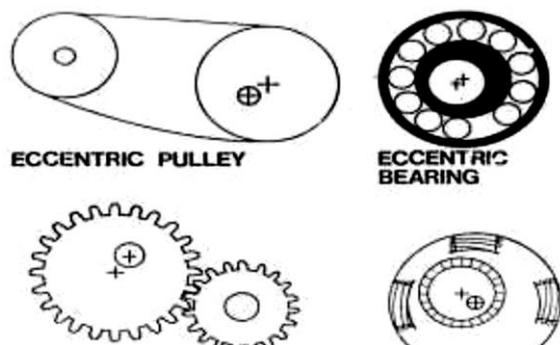
Gambar 2.1 jenis-jenis ketidaklurusan (misalignment) (Nicholas, 2000)

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 (Nicholas, 2000).

2.1.3. 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 bantalan, roda gigi, puli, dan armatur motor dapat dilihat pada gambar 2.2 yaitu :



Gambar 2.2 Contoh Kasus Eksistensi (wowk, 1994)

2.1.4. Getaran Karena Kelonggaran Mekanik

Kelonggaran mekanik dan resultan aksi ketuk (*pounding*) menyebabkan getaran pada frekuensi dengan dua kali putaran (2X rpm). Getaran tersebut bisa terjadi akibat bautkendor, kelonggaran bearing yang berlebih, atau retak pada struktur *bearing*.

2.2. Kondisi Takseimbang

Masa tak seimbang (*Unbalance*) sering dijumpai pada mesin rotasi karena tidak adarotor yang sempurna keseimbangannya. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan mesin produksi dan perangkat pengukur. Oleh karena itu sisa massa tak seimbang selalu ada pada sistem rotor.

Penjumlahan vektor semua berat massa rotor akan menghasilkan satu vektor resultan yang diasumsikan sebagai titik berat (*heavy spot*), jika titik berat ini tidak berimpit dengan sumbu pusat putaran maka pada saat poros berputar, titik berat tersebut menarik rotor dan poros ke arah resultan vektor tersebut sehingga menimbulkan gaya sentrifugal yang konstan. Jika poros atau rotor tersebut dikekang oleh bantalan, gaya sentrifugal tersebut akan ditangkap sebagai satu kali getaran dalam satu periode putaran dalam arah radial. Hal ini dapat dilihat pada pengukuran getaran dengan menggunakan sensor pengukur getaran yang akan menunjukkan kenaikan amplitude getaran pada satu kali rpm.

2.2.1. Definisi Kondisi Tak Seimbang

Ketidakseimbangan (*unbalance*) sering didefinisikan secara sederhana sebagai ketidaksamaan distribusi berat secara keseluruhan dari rotor terhadap sumbu putarnya. Ketidak seimbangan dapat juga didefinisikan sebagai resultan vektor dari berat. Keseluruhan rotor yang tidak berada pada sumbu rotasinya sehingga pada saat berputar menimbulkan gaya sentrifugal. Resultan vektor berat keseluruhan rotor berada pada satu sumbu yang disebut sumbu inersia. Ditinjau dari hubungan sumbu inersia dengan sumbu rotasi poros atau rotor didapat pengertian bahwa ketidakseimbangan terjadi jika sumbu rotasi poros dan sumbu

inersia dari rotor tidak segaris atau berimpit, sehingga sumbu inersia akan menarik sumbu rotasi ke arah resultan vektor berat pada saat rotor atau poros berputar.

Menurut *Internasional Standardization Organization* (ISO) ketidakseimbangan adalah suatu kondisi yang terjadi pada sebuah rotor ketika gaya atau gerakan yang berupa getaran di tangkap oleh bantalan sebagai resultan gaya sentrifugal.

2.2.2. Jenis-Jenis Ketidakseimbangan

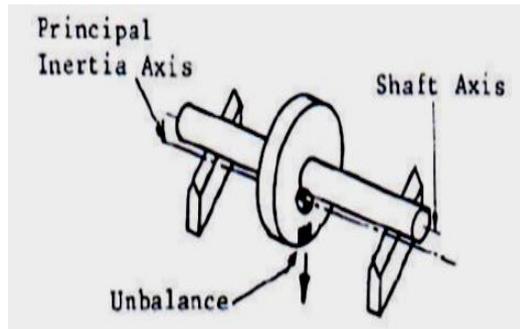
Sebelumnya kita definisikan ketidakseimbangan sebagai distribusi berat yang tidak sama pada komponen terhadap sumbu porosnya. Ketidakseimbangan dapat juga didefinisikan sebagai suatu kondisi yang terjadi jika sumbu poros dan pusat sumbu inersia dari rotor tidak sama.

Pusat sumbu inersia tergeser dari sumbu poros diakibatkan masa tak seimbang (*unbalance*). Pusat sumbu inersia dapat diartikan sebagai sebuah pusat sumbu berat dari ketidakseimbangan dikategorikan menjadi 4 jenis ketidakseimbangan:

a) Ketidakseimbangan Statis (*Static*)

Ketidakeimbangan statis adalah kondisi ketidakseimbangan dimana sumbu porosnya terletak paralel atau sejajar dengan sumbu inersianya, dan seringkali disebut ketidakseimbangan gaya atau ketidakseimbangan kinetik, cara mudah untuk dapat mendeteksi ketidakseimbangan static ini yaitu dengan menaruh rotor yang tidak seimbang (*unbalance*) di ujung mata pisau yang disejajarkan. Sisi yang berat akan berayun ke arah bawah karena pengaruh gravitasi, maka didapatlah posisi dari penyebab massa tak seimbang rotor. Cara

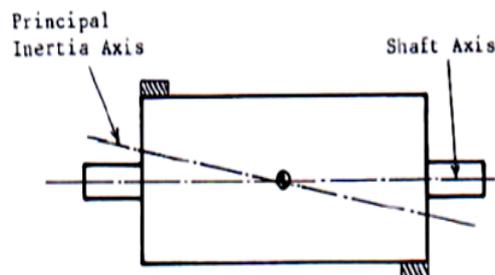
menyeimbangkan kondisi ketidakseimbangan statis semacam ini dengan mengurangi berat yang dibawah seperlunya. Bila berhasil menyeimbangkan tadi maka rotor tidak berputar lagi bila ditaruhdi ujung pisau tersebut. Dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah.



Gambar 2.3 Kondisi ketidakseimbangan Statis (ITB, 2004)

b) Ketidakseimbangan Kopel (*couple*)

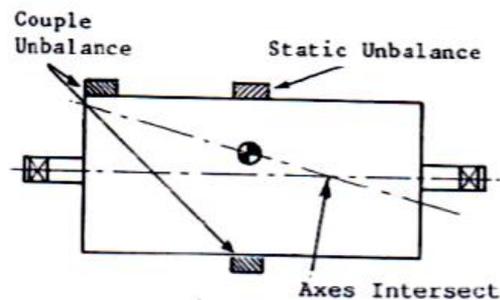
Ketidakseimbangan kopel adalah kondisi ketidakseimbangan dimana sumbu inersia berpotongan dengan sumbu porosnya tepat di titik pusat grafitasnya, atau keadaan ketidakseimbangan ini terjadi jika ada dua gaya tak seimbang terjadi pada dua bidang bersebrangan dan berlawanan arah, dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Kondisi ketidakseimbangan kopel (ITB 2004)

c) Ketidakseimbangan Quasi-statis (*Quasi-static*)

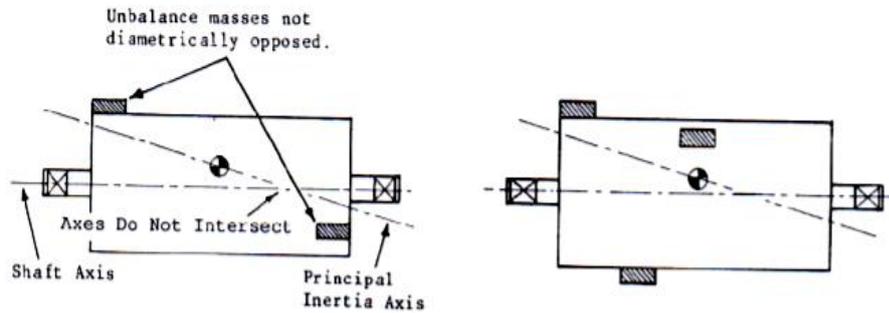
Adalah merupakan gabungan ketidakseimbangan terkopel dan ketidakseimbangan static akan menghasilkan ketidakseimbangan quasi static. Kondisi tak seimbang quasi static ini terjadi akibat salah satu masa tak seimbang terkopel terletak pada posisi angular yang sama dengan masa tak seimbang static, dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 Kondisi ketidakseimbangan Quasi-static (ITB, 2004)

d) Ketidakseimbangan Dinamis (*Dynamic*)

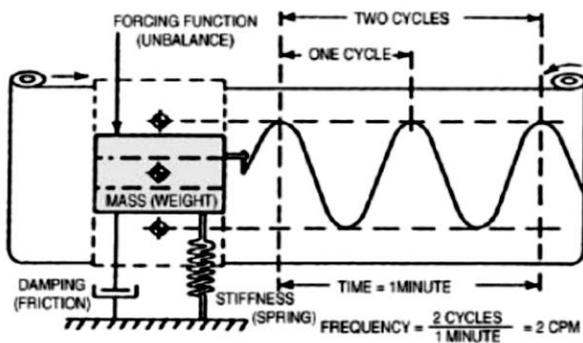
Ketidakeimbangan dinamis dapat terjadi bila terdapat gabungan ketidakseimbangan teropel dan ketidakseimbangan static namun beda dengan kondisi ketidakseimbangan quasi statis, ketidakseimbangan statisnya tidak berada dalam suatu garis langsung dengan salah satu kopel (ketidakseimbangan terkopel), dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.6 Kondisi ketidakseimbangan dinamis.(ITB 2004)

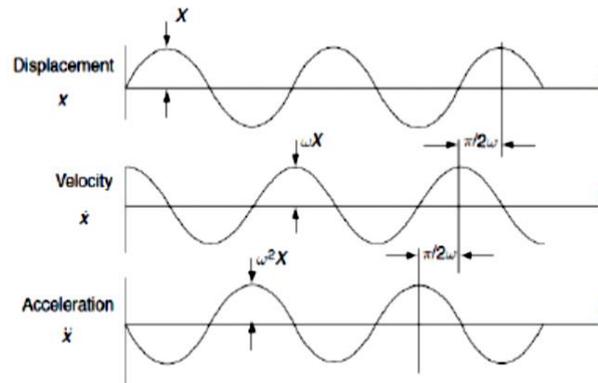
2.3. Karakteristik Getaran

Getaran secara teknis didefinisikan sebagai gertak osilasi dari suatu abjek terhadap objek awal/diam, gerakan massa dari posisi awal menuju atas dan bawah lalu kembali keposisi awal ,dan akan melanjutkan geraknya disebut sebagai satu siklus getar. Waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus disebut sebagai periode getaran. Jumlah siklus pada suatu selang waktu tertentu disebut sebagai frekuensi getaran, dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7. Sistem getaran sederhana (Mobley, 2008)

Frekuensi adalah salah satu karakteristik dasar yang digunakan untuk mengukur dan menggambarkan getaran. Karakteristik lainnya yaitu perpindahan, kecepatan dan percepatan. Setiap karakteristik ini menggambarkan tingkat getar, hubungan karakteristik ini dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut :



Gambar 2.8 Hubungan antara perpindahan, kecepatan dan percepatan getaran
(wowk, 1995)

Perpindahan (*displacement*) mengindikasikan berapa jauh suatu objek bergetar, kecepatan (*velocity*) mengindikasikan berapa cepat objek bergetar dan percepatan (*acceleration*) suatu objek bergetar terkait dengan gaya penyebab 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 geometrika. 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 di ukur.

Tabel 2.1. Karakteristik dan satuan getaran **Sumber:** (Tim Getaran Mekanis, 2002)

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

2.4. Parameter Getaran

Vibrasi atau getaran mempunyai tiga parameter yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur pengamatan yaitu :

a. Amplitudo

Amplitudo adalah ukuran atau besarnya sinyal vibrasi yang dihasilkan. Semakin tinggi amplitude yang ditunjukkan, akan menunjukkan makin besarnya

gangguan yang terjadi besarnya amplitude akan tergantung pada tipe mesin yang ada.

b. Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya periode getaran yang terjadi dalam satu putaran waktu. Besarnya frekuensi yang timbul saat terjadinya vibrasi dapat mengindikasikan jenis-jenis gangguan yang terjadi. Frekuensi biasanya ditunjukkan dalam bentuk cycle per menit (CPM) yang biasanya disebut dengan istilah Hertz (HZ)

c. 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.

2.5. Type-Type Pengukuran Vibrasi

Ada tiga dasar yang menjadi parameter dalam melakukan pengukuran vibrasi yaitu :

- 1) *Displacement*
- 2) *Velocity*
- 3) *Acceleration*

1. *Displacement* (Simpangan Getaran)

Displacement adalah ukuran dari pada jumlah gerakan dari massa suatu benda, dimana hal ini menunjukkan sejauhmana benda bergerak maju mundur (bolak-balik) pada saat mengalami vibrasi. Displacement adalah perubahan tempat

atau posisi dari pada suatu objek atau benda menuju suatu titik pusat (dalam hal ini massa benda berada dalam posisi netral) besarnya gaya dari displacement dapat di ketahui dari amplitude yang dihasilkan. Makin tinggi amplitude yang ditunjukkan. Makin keras atau tinggi pula vibrasi yang dihasilkan. Displacement atau perpindahan dari suatu benda dapat di tunjukkan dalam satuan mil (dimana mil = 0,001 inc) atau dalam micron (dimana 1 micron = 0,001 mm).

Displacement biasanya sangat berguna pada batas frekuensi kurang dari 600 CPM (10HZ). Pada keadaan biasa, dimana vibrasi pada 1x RPM adalah 2millis (25,4 micron PK) tapi hal ini belum memberikan konfirmasi yang cukup untuk menentukan apakah vibrasi pada tingkatan 2 mil ini merupakan kondisi yang baik atau buruk, sebagai contoh, vibrasi 2 mills pk-pk pada 3600 CPM adalah lebih berbahaya dibandingkan dengan vibrasi 2 mils PK-PK pada 300 CPM.

2. *Velocity* (Kecepatan Getaran)

Velocity adalah jumlah waktu yang dibutuhkan pada saat terjadi displacement (dalam hal kecepatan). *Velocity* adalah satu *indicator* yang paling baik untuk mengetahui masalah vibrasi (contohnya *unbalance*, *misalignment*, *mechanical looses*, dan kerusakan *bearing* atau *bearing defect*) pada mesin berkecepatan sedang. *Velocity* adalah ukuran kecepatan suatu benda pada saat bergerak atau bergetar selama berisolasi. Kecepatan suatu benda adalah nol pada batas yang lebih tinggi atau lebih rendah, dimulai pada saat berhenti pada suatu titik sebelum berubah arah dan mulai untuk bergerak ke arah berlawanan. *Velocity*

dapat ditunjukkan dalam suatu inch per *second* (in/sec) atau millimeter per second (mm/sec)

3. *Acceleration* (Percepatan Getaran)

Acceleration adalah jumlah waktu yang diperlukan pada saat terjadi *velocity*. *Acceleration* adalah parameter yang sangat penting dalam analisis mesin-mesin yang berputar (*rotation equipment*) dan sangat berguna sekali dalam mendeteksi kerusakan bearing dan masalah pada *gearbox* berkecepatan tinggi lebih cepat dan lebih awal. *Acceleration* diartikan sebagai perubahan dari *velocity* yang di ukur dalam satuan gravitasi .

2.6. 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 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.

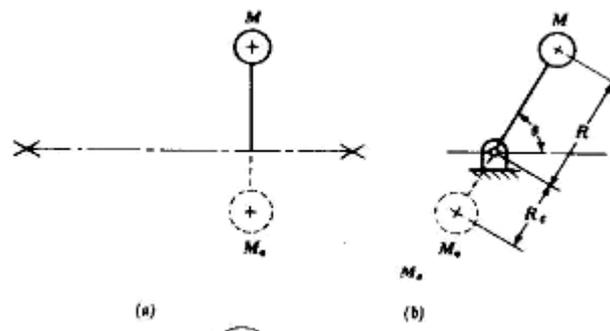
2.7. Membuat Seimbang Massa-massa Yang Berputar

Kita telah mempelajari gaya kelembaman dalam berbagai 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. Yang pertama adalah sistem massa

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

2.7.1. Massa berputar tunggal

Untuk melukiskan prinsip-prinsip yang terlibat, kita mulai dengan memperhatikan gambar 2.11,



Gambar 2.9. Gambar 1 (George H Martin, 1994)

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. (George H Martin, 1994)

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

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

$$\text{Atau } M_e R_e = MR \tag{2.1}$$

Keterangan :

M : Massa

g : Gram

R : Jari-jari

θ : Sudut

e : Penambahan massa atau jari-jari yang akan ditambahkan pada spesimen yang akan di uji

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

$$\begin{aligned}MR\omega^2 - M_e R_e \omega^2 &= 0 \\ M_e R_e &= MR\end{aligned}\tag{2.2}$$

Keterangan :

M : Massa

R : Jari-jari

ω : Kecepatan sudut

e : Penambahan massa atau jari-jari yang akan ditambahkan pada spesimen yang akan diuji

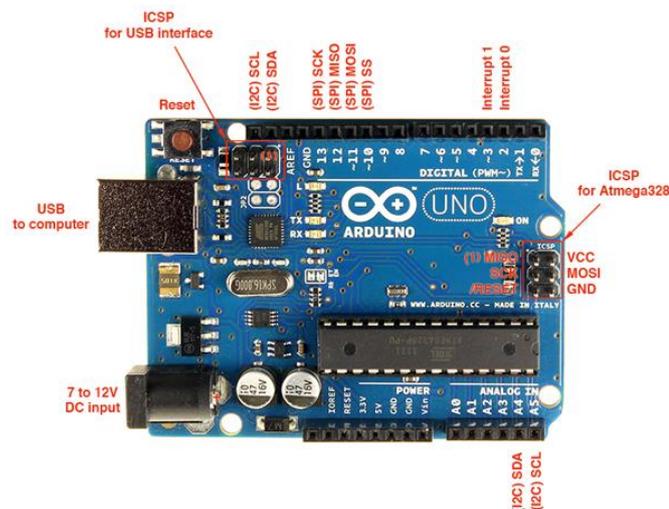
Dari persamaan-persamaan (2.1) dan (2.2) kita lihat bahwa keseimbangan statis dan dinamis akan dicapai jika kita membuat

$$M_e R_e = MR$$

2.8. *Microcontroller*

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*. didalamnya terkandung sebuah inti *prosesor*, memori (sejumlah kecil *RAM*, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *inputoutput*. *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 *boardmicrocontroller* 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 2.10. *Arduino UNO* (www.arduino.cc/id)

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 2.10.

2.9. Sensor-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 2.11.



Gambar 2.11.vibration sensor SW-420 (www.vibrationsensor.sw-420.com)

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

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

2) Sensor 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 2.1.2



Gambar 2.12. sensor kecepatan (www.andromina.robot.com)

3) Inverter

Inverter adalah Rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke suatu tegangan bolak-balik (AC). Ada beberapa *topologi inverter* yang ada sekarang ini, dari yang hanya menghasilkan tegangan keluaran kotak bolak-balik (*push-pull inverter*) sampai yang sudah bisa menghasilkan tegangan sinus murni (tanpa harmonisa). *Inverter* satu fasa, tiga fasa sampai dengan multifasa dan ada juga yang namanya *inverter multilevel* (kapasitor *split*).

Ada beberapa cara teknik kendali yang digunakan agar *inverter* mampu menghasilkan sinyal *sinusoidal*, yang paling sederhana adalah dengan cara mengatur keterlambatan sudut penyalan inverter di tiap lengannya.

Cara yang paling umum digunakan adalah dengan modulasi lebar pulsa (PWM). Sinyal control penyalan di dapat dengan cara membandingkan sinyal referensi (*sinusoidal*) dengan sinyal *carrier* (digunakan sinyal segitiga). Dengan cara ini frekuensi dan tegangan *fundamental* mempunyai frekuensi yang sama dengan sinyal referensi



Gambar 2.13 *Inverter*

Fungsi *Inverter* adalah untuk merubah kecepatan motor AC dengan cara merubah Frekuensi Outputnya:

f = frekuensi (Hz)

p = jumlah kutub

Jika sebelumnya banyak menggunakan sistem mekanik, kemudian beralih ke motor slip maka saat ini banyak menggunakan semikonduktor. Tidak seperti *softstarter* yang mengolah level tegangan, *inverter* menggunakan frekuensi tegangan keluaran untuk mengatur *speed* motor pada kondisi ideal (tanpa slip).

Merubah kecepatan motor dengan *Inverter* akan membuat:

1. Torsi lebih besar
2. Presisi kecepatan dan torsi yang tinggi
3. Kontrol beban menjadi dinamis untuk berbagai aplikasi motor
4. Dapat berkombinasi dengan PLC (*Programmable Logic Control*) untuk fungsi *otomasi* dan *regulasi*
5. Menghemat energi

6. Menambah kemampuan monitoring
7. Hubungan manusia dengan mesin (*interface*) lebih baik
8. Sebagai pengaman dari motor, mesin (beban) bahkan proses dll.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.

Tempat dan waktu perlu di perhatikan dalam penulisan tugas sarjana ini. di perlukan penjadwalan secara teratur dan terperinci agar dapat pelaksanaan tepat pada waktu nya.

3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan studi ekspeimen getaran pada poros dan *falange* dilaksanakan di laboratorium proses produksi 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, kemudian dilakukan perkaitan alat keseimbangan dinamik dan pengambilan data kurang lebih 8 bulan. Waktu penelitian ini terlihat pada 17 April 2017 dan terlihat pada tabel 3.1.

3.1 : Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian (2017)

No	Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
1	Study literatur							
2	DesainMesin Balancing							
3	PembuatanAlat Mesin Balancing							
4	PengujianSpesi men							
5	Evaluasi data penelitian							

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

1) Poros

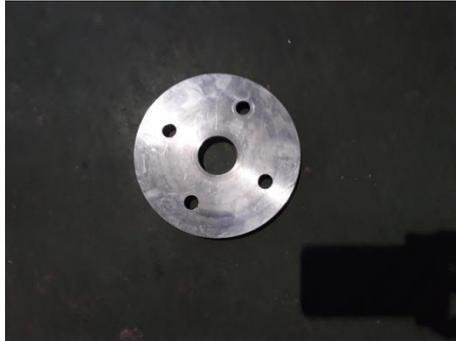
Poros digunakan sebagai tempat peletakan spesimen yang akan diuji dan sebagai poros alat keseimbangan dinamik.



Gambar 3.1 Poros

2) Flange

Flange digunakan sebagai alat uji spesimen yang akan ditambah baut sebagai massa *unbalance*, dimana flange ini akan diputar bersamaan dengan poros.



Gambar 3.2 flange

3) Baut dan Mur

Baut dan mur digunakan sebagai massa *unbalance* atau pemberat pada saat pengujian flange yang di putar .



Gambar 3.3 Baut dan Mur

3.2.2. 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 3.4 Alat Keseimbangan Dinamik

2). Motor Listrik AC

Motor listrik AC digunakan sebagai penggerak poros dengan bantuan belting sebagai penerus putaran motor listrik AC.



Gambar 3.5 Motor Listrik AC

Spesifikasi :

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

3) Panel listrik

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



Gambar 3.6 Panel Listrik

4) *Arduino UNO*

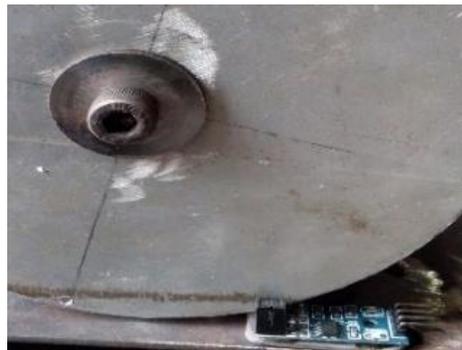
Arduino UNO digunakan sebagai *microconteller* pembaca sensor getaran dan sensor kecepatan motor AC yang terhubung dengan komputer. Hasil pencatatan data berupa data sheet.



Gambar 3.7 *Arduino UNO*

5) 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



Gambar 3.8 Sensor Kecepatan

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.



Gambar 3.9 Sensor Getaran

7) Laptop

Laptop digunakan untuk menampilkan data sheet yang dideteksi oleh program *arduino UNO*.



3.10 Laptop

8) Mesin Frais (*Milling*)

Mesin frais digunakan untuk pembuatan/pengeboran lubang baut flange.



3.11 Mesin Frais (*milling*)

Spesifikasi :

- Type : Emco F3
- Produksi : Maier dan Co – Austria
- Motor Power : 1,1/1,4 Kw
- Speed : 1400/2800 Rpm
- Spindle Speed : 80-160-245-360-490-720-1100-2200.

9) Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk pembuatan poros spesimen yang akan diuji.



Gambar 3.12 Mesin Bubut

10) Sigmat

Sigmat digunakan sebagai alat pengukur diameter, ketebalan, dan kedalaman lubang pada spesimen dan poros.



Gambar 3.13 Sigmat

11) Waterpass

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



Gambar 3.14 waterpass

12) Mata Bor 14

Digunakan sebagai mata bor mesin *milling* dan mengebor flens.



Gambar 3.15 Mata Bor

13) Meteran

Meteran digunakan sebagai alat untuk mengukur panjang poros agar lebih mudah menyatel alat uji, ketika ingin mendudukkan poros pada alat uji.



Gambar 3.16 Meteran

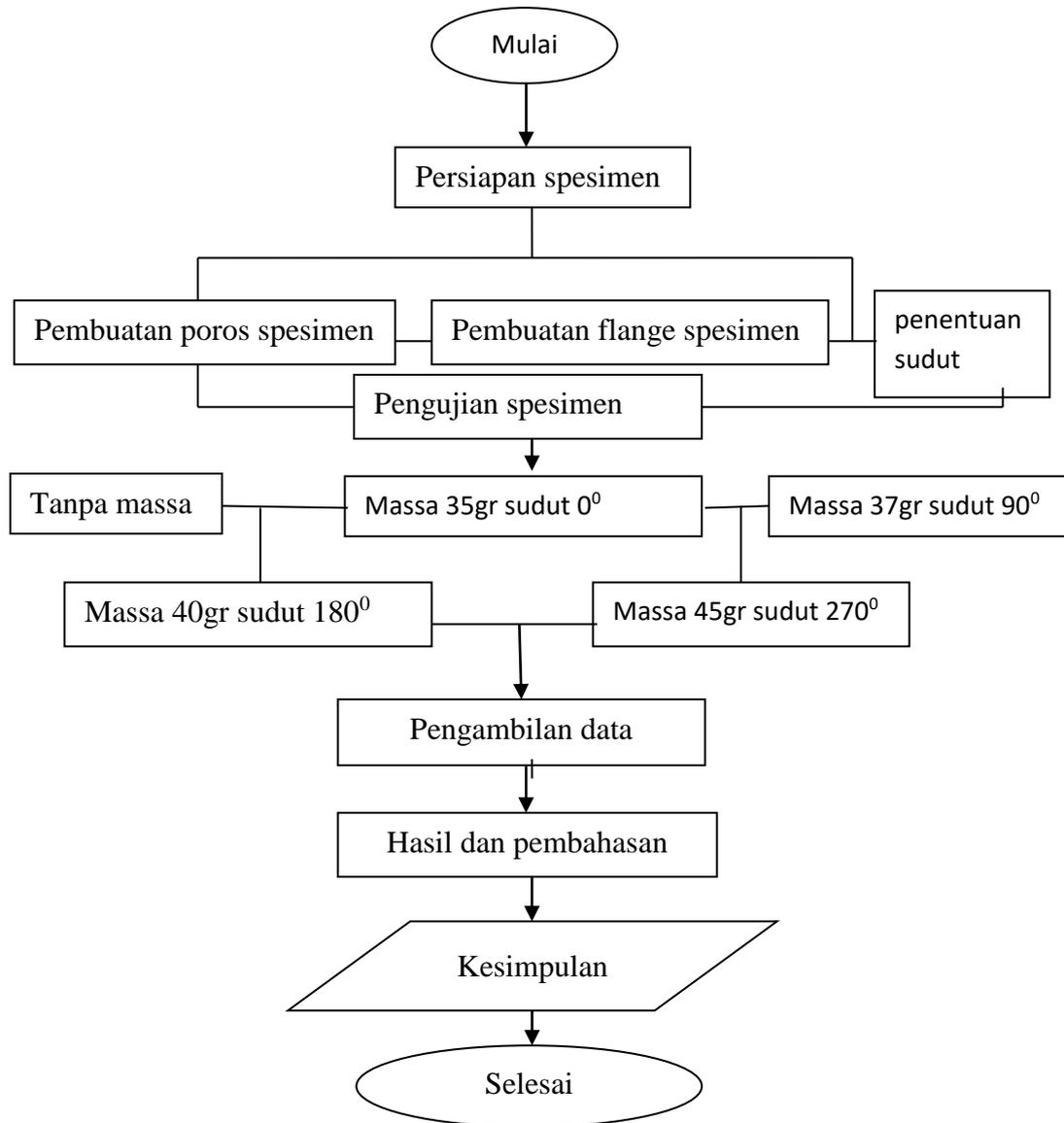
14) Timbangan Neraca

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



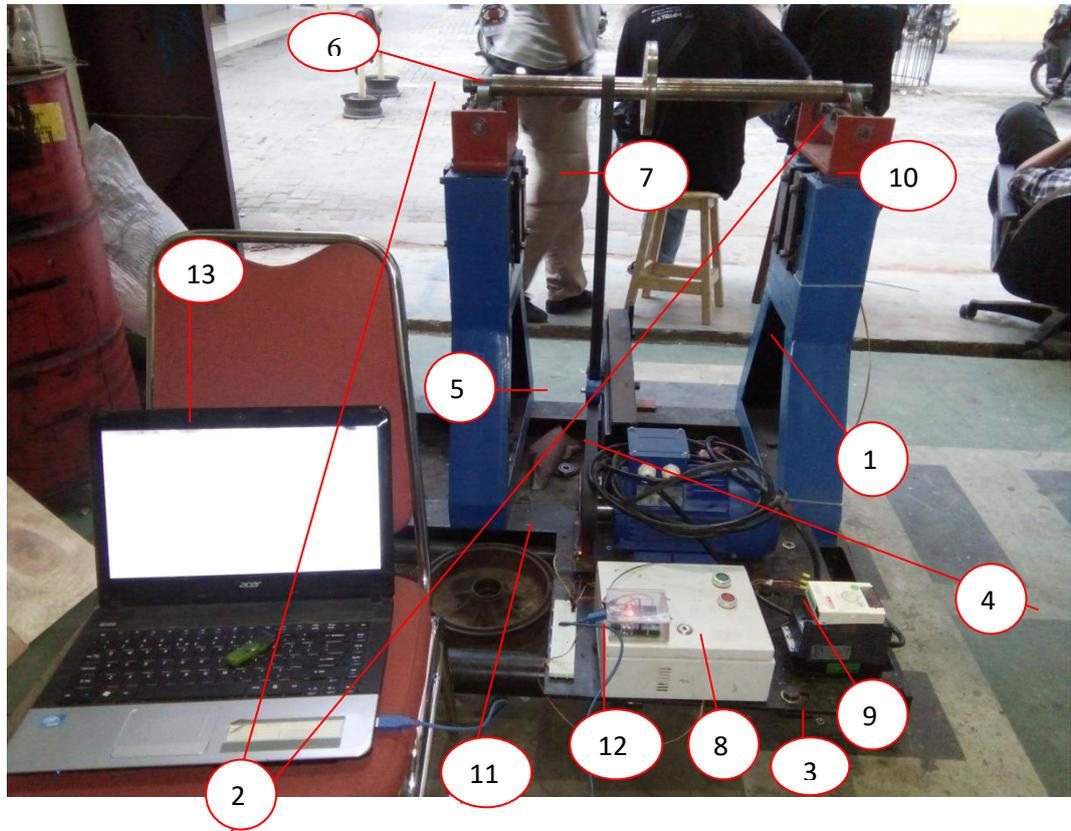
Gambar 3.17 Timbangan Neraca

3.3. Diagram Alir



Gambar 3.18 Diagram Alir

3.4. Set Up Alat Keseimbangan Dinamik



Gambar 3.19. Set Up Alat Keseimbangan Dinamik

Keterangan :

1. Tiang kaki

Berfungsi sebagai tiang kaki yang menopang roller balancing dan komponen lainnya pada mesin balancing dinamik.

2. *Roller balancing*

Berfungsi sebagaiudukan poros pada saat poros akan diputar.

3. Dudukan motor listrik AC

Berfungsi sebagaiudukan motor listrik pada mesin balancing dinamik.

4. Motor listrik AC

Berfungsi sebagai penggerak poros dengan bantuan belting sebagai penerus putaran motor listrik.

5. Pully

Berfungsi sebagai sabuk untuk menjalankan sesuatu, kekuatan alur yang berfungsi menghantarkan suatu daya.

6. Poros

Berfungsi untuk meneruskan putaran ke flange yang akan diuji getarannya.

7. *Bealting*

Berfungsi untuk memindahkan tenaga menggerakkan poros dari komponen, seperti motor listrik, dengan jalan menghubungkan poros tersebut dengan sebuah tali khusus.

8. Panel listrik

Berfungsi sebagai tempat dudukan kontektor dan switch on-off sebagai penyambung dan pemutus arus listrik.

9. Inverter

Berfungsi untuk merubah kecepatan motor dengan cara merubah frekuensi outputnya.

10. Sensor getar SW-420

Berfungsi sebagai pendeteksi getaran ketika melakukan pengujian pada alat balancing dinamik

11. Sensor kecepatan/Rpm

Berfungsi sebagai alat pengukur kecepatan pada motor

12. Arduino UNO

Berfungsi sebagai microcontroler pembaca sensor getaran dan sensor kecepatan motor yang terhubung dengan komputer.

13. Laptop

Berfungsi sebagai alat untuk menampilkan data sheet yang di deteksi oleh program arduino.

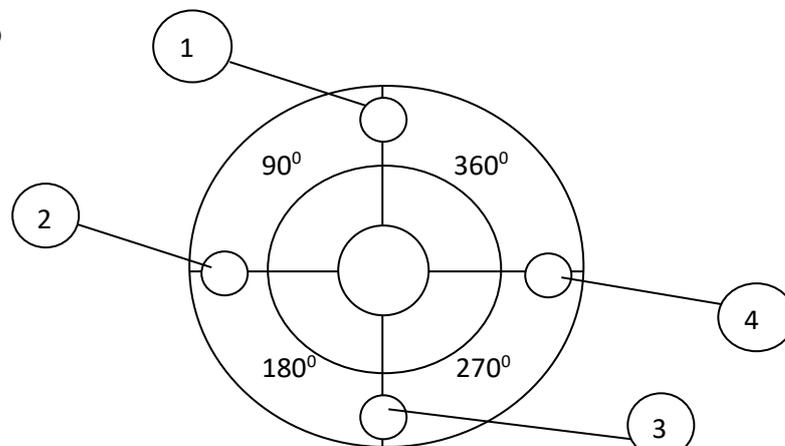
3.5. Prosedur Pengujian

1. Menyiapkan spesimen pengujian



Gambar 3.20 spesimen uji

2. Menentukan sudut pada lubang *flange* dengan cara memberikan tanda di area lubang yang terdapat pada flange, yaitu pada sudut 0° , 90° , 180° , dan 270°



Gambar 3.21 Menentukan sudut derajat

3. menimbang baut sebagai mssa saat pengujian flange



Gambar 3.22 menimbang massa

4. Memasang flange pada poros pengujian.



Gambar 3.23. pemasangan flange pada poros

5. Menaikan poros yang sudah ada spesimennya ke mesin *balancing*.



Gambar 3.24 Peletakan specimen uji pada alat balancing

6. Memasang belting pada poros untuk menghubungkan putaran mesin ke poros dan flange yang akan di uji getaran nya.
7. Mengkoneksikan semua sensor/alat ukur yang terprogram dalam *Arduino Uno* ke laptop, dan buka software penunjuk alat ukur tersebut.
8. Hidupkan mesin *balancing*.
9. Memulai pengambilan data saat mesin *balancing* hidup.
10. Menyimpan data yang telah direkam oleh *Arduino Uno* sebagai data pengujian.
11. 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

Hasil pengukuran sinyal getaran balancing dinamik dapat dilihat di masing-masing pengujian. Pada pengujian poros dan plange dilakukan 5 kali pengujian dengan variasi massa *unbalance* dan lokasi sudut yang berbeda.

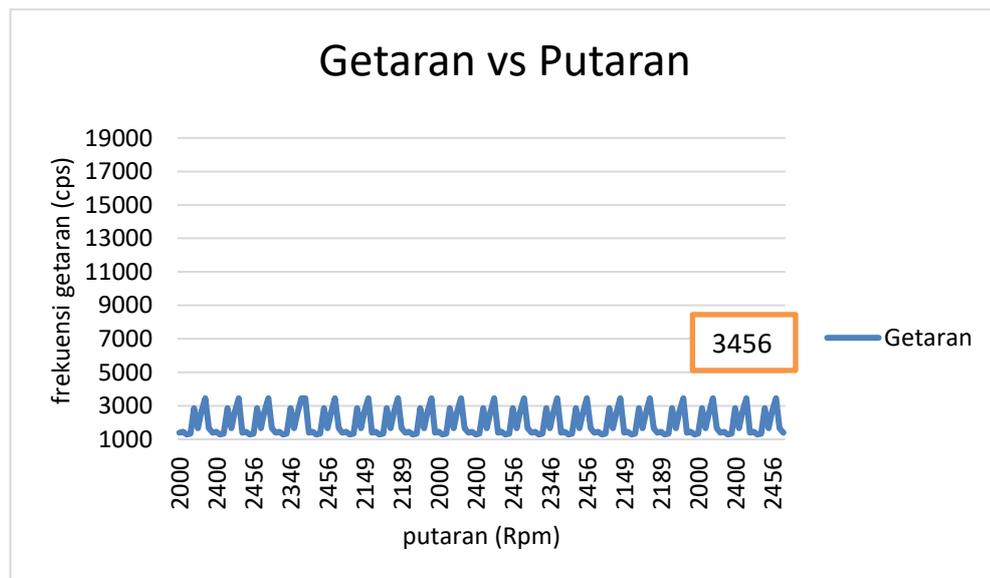
- Pada pengujian pertama, flange akan di putar tanpa penambahan beban massa baut.
- Pada pengujian ke dua, flange akan diputar dengan menambahkan masa baut seberat 35gr pada sudut 0^0
- Pada pengujian ke tiga, flange akan diputar denga menambahkan massa baut seberat 37gr pada sudut 90^0 .
- Pada pengujian ke empat, flang akan diputar dengan menamahkan massa baut sebera 40gr pada sudut 180^0 .
- Pada pengujian ke lima, flange akan diputar dengan menambahkan massa baut seberat 45gr pada sudut 270^0 .

Unbalance memiliki karakteristik frekuensi getaran yang berbeda berdasarkan massa yang di tambahkan pada sudut-sudut yang sudah di tentukan. Grafik frekuensi getran tanpa massa akan dibandingkan dengan grafik frekuensi yang ditambahkan massa, hal ini dilakukan untuk membuktikan karakteristik getaran pada saat penambahan massa ketika dilakukan nya pengujian. Adapun hasil peningkatan frekuensi getaran dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 4.1 data massa yang akan ditambahkan pada saat pengujian

No	Massa Unbalance	Berat Jenis	Sudut
1	Baut 1	35 gr	0 ⁰
2	Baut 2	37 gr	90 ⁰
3	Baut 3	40 gr	180 ⁰
4	Baut 4	45 gr	270 ⁰

Gambar dibawah ini merupakan grafik hasil percobaan untuk metode tanpa massa dan dengan massa tambahan.

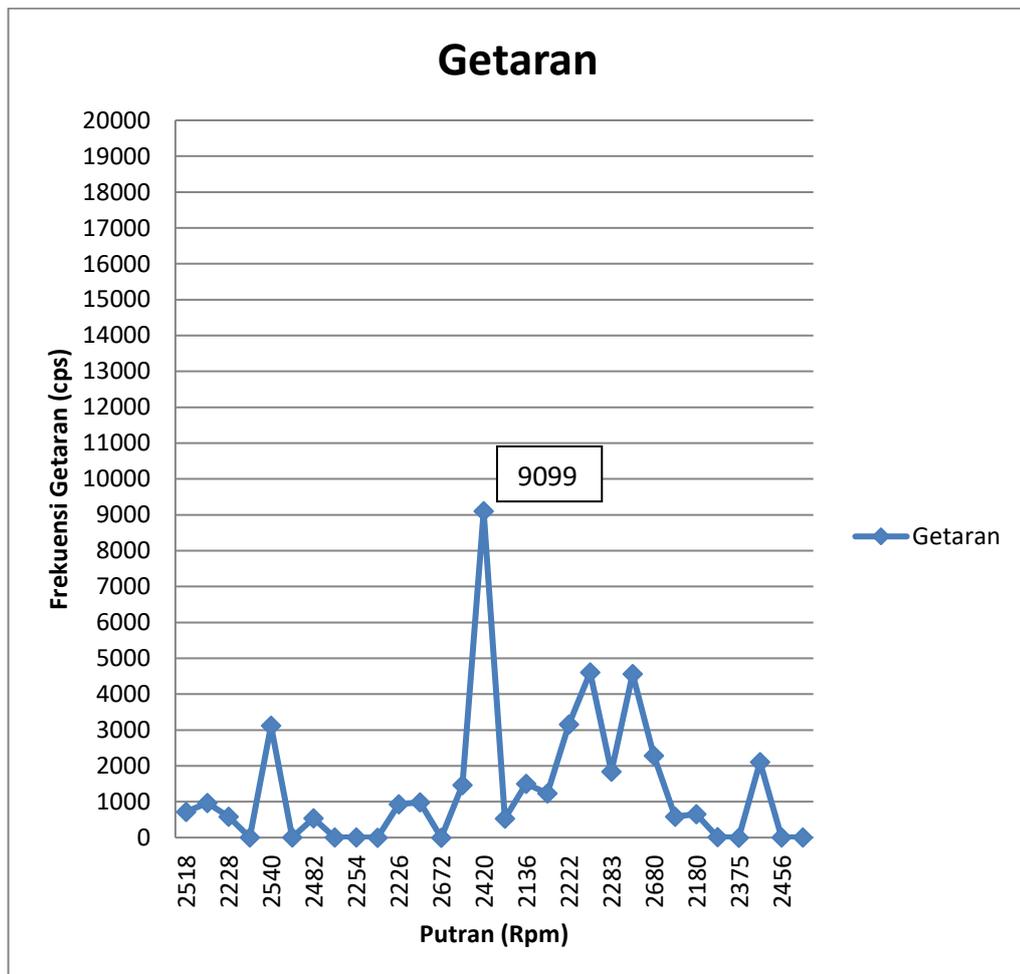


Gambar 4.1 Grafik Getaran Tanpa massa

Dari gambar 4.1 terlihat bahwa besarnya frekuensi getaran kondisi awal dari sistem poros dan flange adalah stabil, dengan kata lain (*balance*). Pada gambar di atas ditunjukkan frekuensi minimalnya adalah 1000 cps sedangkan frekuensi maksimalnya adalah 3456 cps. Pada grafik percobaan di atas frekuensi getaran tidak melebihi 3456 cps atau setabil diangka tersebut, maka dengan itu

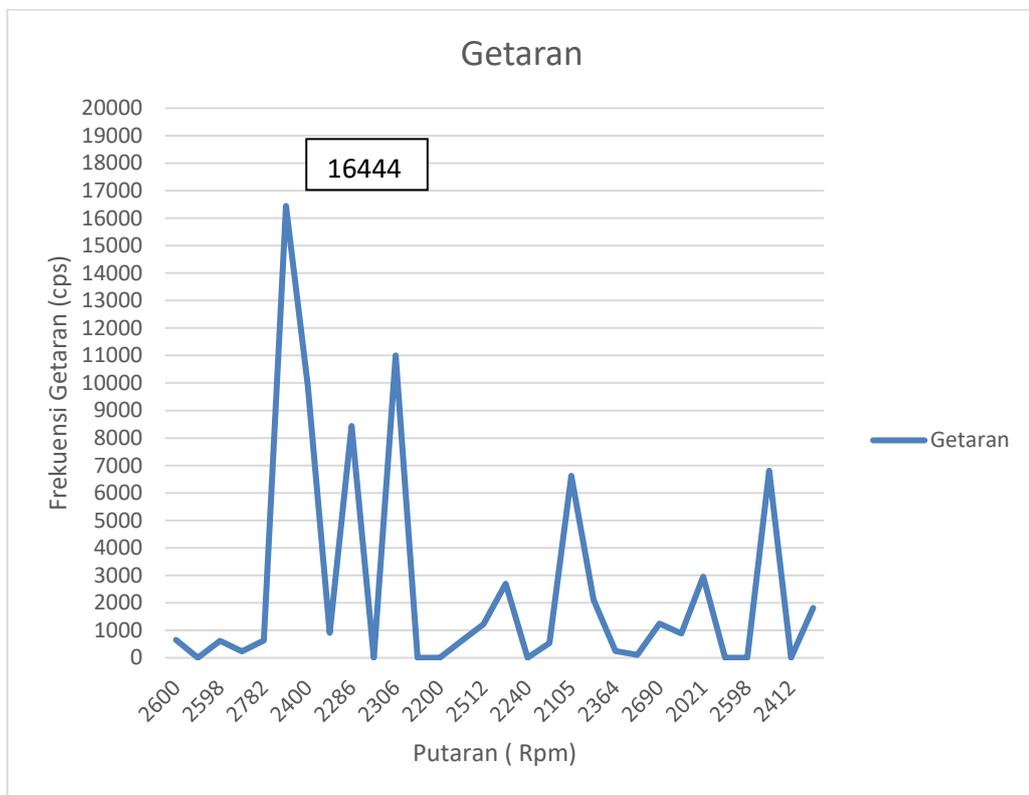
percobaan flange dan poros tanpa ditambah nya massa dapat disimpulkan stabil atau *balance*.

Selanjutnya untuk mengetahui perbandingan frekuensi getaran sistem poros dan flange (setelah dipasangkan massa *unbalance*), dilakukan dengan cara mencatat frekuensi getaran setiap penambahan massa pada sudut yang sudah ditentukan pada flange. Hasil pencatatan frekuensi getaran yang terukur pada saat penambahan massa pada flange terlihat pada gambar 4.2, 4.3, 4.4, dan 4.5.



Gambar 4.2 Grafik dengan Massa 35gr pada Sudut 0°

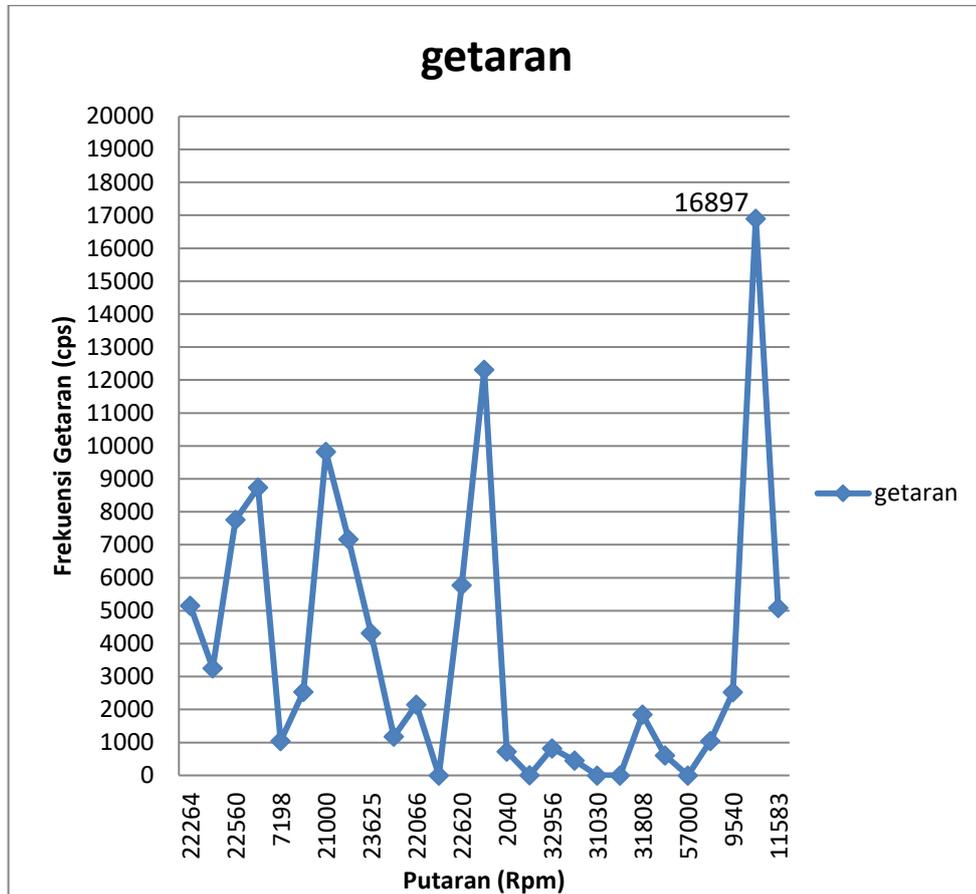
Dari gambar 4.1 dan 4.2 terlihat bahwa ada perubahan grafik yang terjadi, dimana flange tanpa massa bergetar stabil pada frekuensi 3.456 cps sedangkan flange yang ditambah baut dengan massa 35gr pada sudut 0^0 mengalami peningkatan frekuensi, selisih besar frekuensi getaran grafik di atas adalah 5.643cps, dari data grafik diatas dapat kita lihat frekuensi getaran tertinggi di tunjukkan pada angka 9099cps.



Gambar 4.3 Grafik dengan Massa 37gr pada Sudut 90^0

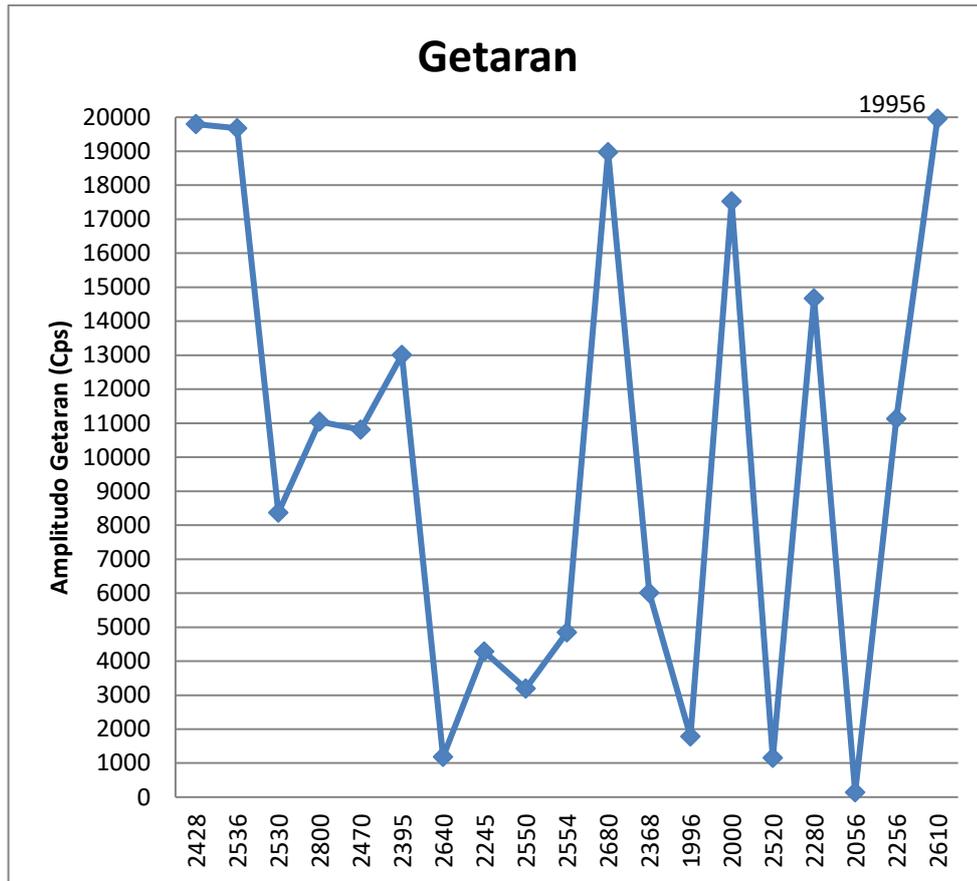
Pada gambar grafik 4.3 di atas flang ditambah lagi dengan massa seberat 37gr pada sudut 90^0 , dan dapat kita lihat bahwa terjadi selisih peningkatan frekuensi getaran sebesar 7.345cps, seperti kita lihat pada grafik di atas angka frekuensi getaran tertinggi ditunjukkan pada angka 16.444cps melebihi batas

maksimal frekuensi getran balance. Peningkatan getaran ini terjadi akibat penambahan massa baut pada flange.



Gambar 4.4 Grafik dengan Massa 40gr pada 180°

Seperti pada percobaan-percobaan sebelumnya pada gambar grafik 4.4 massa di tambah lagi seberat 40gr pada sudut 180° dan seperti yang kita lihat pada grafik terjadi peningkatan frekuensi getaran, selisih getaran pada grafik sebelumnya adalah sebesar 453cps, dimana dapat kita lihat pada grafik diatas frekuensi getaran maksimal di tunjukan pada 16.897cps.



Gambar 4.5 Grafik dengan massa 45gr pada Sudut 270⁰

Pada gambar grafik 4.5 massa kembali ditambah seberat 45gr pada sudut 270⁰, seperti yang kita lihat pada grafik diatas besaran frekuensi getaran meningkat sebesar 3.059cps, dimana frekuensi getaran pada grafik di atas lebih tinggi dari grafik 4.4 sebelumnya, tinggi frekuensi getaran pada grafik diatas menunjukkan pada angka 19.956cps. Peningkatan getaran ini terjadi akibat distribusi penambahan massa yang tidak seimbang dan berat yang bervariasi pada flange.

Dari hasil data grafik percobaan diatas dapat kita lihat bahwa setiap penambahan massa pada sudut 0⁰, 90⁰, 180⁰, dan 270⁰ dengan massa yang bervariasi beratnya menghasilkan perbedaan grafik frekuensi getaran yang

berbeda-beda, grafik tertinggi ditunjukkan pada grafik 4.5 dengan penambahan massa seberat 45gr pada sudut 270^0 .

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari analisa yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Pada pengujian poros dan *flang* tanpa ditambah massa *unbalance* dapat disimpulkan bahwa getaran yang dihasilkan tidak melebihi batas maksimal *balance* pada angka 3456 cps atau bisa dikatakan bahwa pada pengujian ini poros dan flange *balance* atau stabil.
2. Ketika flange ditambah baut sebagai massa dapat disimpulkan bahwa terjadinya peningkatan getaran, pada sudut 0^0 dengan ditambah massa 35gr, frekuensi meningkat melebihi batas maksimal *balance* yaitu sebesar 9099cps, pada sudut 90^0 dengan masa 37gr frekuensi getarannya adalah 16444cps, pada sudut 180^0 dengan ditambah massa seberat 40gr frekuensi getaran sebesar 16897cps, dan frekuensi tertinggi terdapat pada pengujian di sudut 270^0 , dengan penambahan massa seberat 45gr yaitu sebesar 19956cps, hal tersebut di karenakan penambahan beban massa yang tidak seimbang pada flange sehingga menimbulkan getaran yang bervariasi.
3. Semakin banyak massa *unbalance* yang ditambahkan semakin besar getaran yang dihasilkan, hal tersebut dikarenakan distribusi massa yang tidak seragam pada *flange*, sehingga *flange* menghasilkan getaran atau *unbalance*.

5.2. Saran

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

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan modifikasi sensor untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal atau hasil yang lebih detail lagi.
2. Perlu diadakan penelitian dengan menggunakan metode lain dengan menggunakan *Rotary Encoder* atau bisa juga dengan perhitungan domain waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- “Arduino”[Online:<http://forum.arduino.cc/index.php?.topic=476382.0> diakses pada tanggal 8Juni2017].
- George.H.Martin, Kinematika dan Dinamika Teknik diterjemahkan oleh: Ir.Setiyobakti,Penerbit Erlangga 1994.
- Dwi Rahmanto, ”Pengaruh Variasi Putaran Terhadap Efektifitas Balancing Poros Fleksibel Pada Poros Two-Plane Balancing”, Universitas Sepuluh Maret Surakarta2007,[Online:<https://eprint.uns.ac.id/5099/1/71200607200607200908391.pdf> diakses pada tanggal 6 Juni 2017]
- Tim Getaran Mekanis, 2002, Panduan Praktikum Fenomena Dasar Mesin, Sub Getaran Mekanis, modul III. Balancing Empat Putaran (four – run balancing), Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Tungga,BK (2011).Dasar-Dasar Getaran Mekanis.Yogjakarta:Penerbit Andi

LAMPIRAN

Kode sensor getaran dan kecepatan putaran menggunakan *microcontroller* *arduino UNO*

```
int LED_Pin = 13;
int vibr_Pin = 9;
int encoder_pin = 2; // The pin the encoder is connected
unsigned int rpm; // rpm reading
volatile byte pulses; // number of pulses
unsigned long timeold;
// The number of pulses per revolution
// depends on your index disc!!
unsigned int pulsesperturn = 20;

void counter()
{
  //Update count
  pulses++;
}

void setup(){
  pinMode(LED_Pin, OUTPUT);
  pinMode(vibr_Pin, INPUT); //set vibr_Pin input for measurment
  Serial.begin(9600); //init serial 9600
  //Use statusPin to flash along with interrupts
  pinMode(encoder_pin, INPUT);
  //Interrupt 0 is digital pin 2, so that is where the IR detector is connected
  //Triggers on FALLING (change from HIGH to LOW)
  attachInterrupt(0, counter, FALLING);
  // Initialize
  pulses = 0;
  rpm = 0;
  timeold = 0;
  // Serial.println("-----Vibration demo-----");
  Serial.println("CLEARDATA");
  Serial.println("LABEL,Waktu,Putaran,Getaran");
}
```

```

}
void loop(){
  //Don't process interrupts during calculations
  detachInterrupt(0);
  //Note that this would be 60*1000/(millis() - timeold)*pulses if the interrupt
  //happened once per revolution
  // delay (100);
  rpm = (60 * 1000 / pulsesperturn) / (millis() - timeold) * pulses;
  timeold = millis();
  pulses = 0;

  attachInterrupt(0, counter, FALLING);
  //Write it out to serial port
  Serial.print("DATA,TIME,");
  Serial.print("");
  Serial.print(rpm,DEC);
  Serial.print(",");
  long measurement = TP_init();
  Serial.println(measurement);
  //Restart the interrupt processing
}
long TP_init(){
  //delay(1000);
  long measurement=pulseIn (vibr_Pin, HIGH); //wait for the pin to get HIGH and
returns measurement
  return measurement;
}

```

CURRICULUM VITAE



A. DATA PRIBADI

1. Nama : Satrio
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 09 Januari 1993
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 165 cm / 54 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : JL.METAL LK XVIII
TANJUNG MULIA
MEDAN DELI
9. No. Hp : +6285761163495
10. Email : Satrio09jan@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. 2000-2006 : Lulusan SD Negri No 018091
2. 2006-2009 : Lulusan Mts.Islamiyah Hessa Air Genting
3. 2009-2012 : Lulusan SMK-TR YAPIM SIMPANG
KAWAT
4. 2012-2018 : Kuliah di Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara, Fakultas Teknik Mesin,
Program Studi Teknik Mesin S1