

**TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

**PERANCANGAN ALAT KESEIMBANGAN DINAMIK
(DYNAMIC BALANCING)**

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

Disusun oleh :

**NAMA : WISMO HANDOKO
NPM : 1207230256**



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

LEMBAR PENGESAHAN - I

**TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

**PERANCANGAN ALAT KESEIMBANGAN DINAMIK
(*DYNAMIC BALANCING*)**

Disusun Oleh :

NAMA : WISMO HANDOKO

NPM : 1207230256

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

**Diketahui Oleh :
Dosen Pembimbing – I**

**Disetujui Oleh :
Dosen 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**

**PERANCANGAN ALAT KESEIMBANGAN DINAMIK
(DYNAMIC BALANCING)**

Disusun Oleh :

NAMA : WISMO HANDOKO

NPM : 1207230256

**Telah Diperiksa dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 19 Oktober 2017**

**Diketahui Oleh :
Dosen Pembanding – I**

**Disetujui Oleh :
Dosen Pembanding – II**

(Rahmat Kartolo Simanjuntak.S.T.,M.T)

(M Yani.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**



**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 menjaburati agar disebutkan
nomor dan tanggalnya

TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : WISMO HANDOKO
NPM : 1207230256
Semester : XI (SEBELAS)
Spesifikasi :

PERANCANGAN ALAT KESEIMBANGAN DINAMIK (*DYNAMIC BALANCING*)

Diberikan Tanggal :
Selesai Tanggal :
Asistensi :
Tempat Asistensi :

Medan,.....

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 : WISMO HANDOKO

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

NPM : 1207230256

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

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : WismoHandoko
Tempat/Tgl Lahir : Medan, 06 Oktober 1994
NPM : 1207230256
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 :

“PERANCANGAN ALAT KESEIMBANGAN DINAMIK (*DYNAMIC BALANCING*)”

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,

WISMO HANDOKO

ABSTRAK

Balancing yaitu proses dimana suatu benda uji yang unbalance akan dibuat menjadi *balance*. Dimana alat uji balancing ini menggunakan motor sebagai penggerak utama dan mempunyai dua tiang kaku sebagai tumpuan untuk meletakkan benda yang akan diuji. Pada alat uji balancing ini juga menggunakan beberapa sensor berbasis *arduino*, dimana sensor-sensor tersebut diletakkan pada bagian-bagian sesuai dengan fungsinya. Sensor tersebut digunakan untuk mempermudah dalam mengetahui bagianmana yang *unbalance* pada benda uji. Pada perancangan alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) ini sensor yang digunakan adalah sensor getaran, sensor kecepatan dan *software arduino*. Pengujian ini dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan tentang metode balancing. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ketidak *balancenya* suatu benda uji.

Kata Kunci : Perancangan Alat Keseimbangan Dinamik (*dynamic balancing*)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

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 Bapak Miswan Sulianto dan Ibunda Asniati, 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 Rahmat Kartolo Simanjuntak,S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak M Yani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Rahmatullah, S.T.,M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T, 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, selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan selama di bangku kuliah.
12. Abangda Irwansyah putra, S.T.,(bang ucok) dan abangda Arya Rudi, S.T., selaku pengurus Lab Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
13. Abdul Gani dan M Ridho selaku *toolman*.
14. Teman satu perjuangan Satrio (karyok), M Iqbal Azhari (ibel), Jardin Habib Pohan (kibo), Ilham Syahputra (belalang), Rizki Perdana Ibrahim (warga panik), Wahyuda Kurniadi (pemprof), Abdul (bedol), Nanda Noer Rizki(aceh).

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,

Penulis

WISMO HANDOKO
1207230256

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	viii
DAFTAR NOTASI	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan	3
1.4.1 Tujuan Khusus	3
1.4.2 Tujuan Umum	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Alat Keseimbangan Dinamik (<i>dynamic balancing</i>)	6
2.2 <i>Unbalance</i>	7
2.2.1 <i>Two-Plane Balancing</i>	7
2.3 Klasifikasi Alat Keseimbangan Dinamik (<i>dynamic balancing</i>)	11
2.4 Metode <i>Balancing</i>	13
2.4.1 Tujuan Alat Keseimbangan Dinamik (<i>dynamic Balancing</i>)	14
2.4.2 Mekanisme Pada Alat Keseimbangan Dinamik	15
2.5 Membuat Seimbang Massa-Massa Yang Berputar	15
2.5.1 Massa Berputar Tunggal	15
2.6 <i>Microcontroler</i>	18
2.7 Sensor Getaran (<i>vibration</i>)	19
2.8 Sensor Kecepatan	20
2.8.1 <i>Tachometer</i>	21
2.9 <i>Inverter</i>	22
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	24
3.1.1 Tempat	24
3.1.2 Waktu Penelitian	24
3.2 Diagram Alir	25
3.2.1 Penjelasan Diagram Alir	26
3.3 Alat Yang Digunakan	28
3.4 Proses Perncangan Alat Keseimbangan Dinamik	32
3.5 Prosedur Pengujian Alat Keseimbangan Dinamik	32

BAB 4.HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan	33
4.1.1 Hasil Pembuatan Alat Uji <i>Dynamic Balancing</i>	53
4.2 Menghitung Putaran Pada Motor	53

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Eksentrisitas</i>	7
Gambar 2.2. Metode Perhitungan Sudut Fasa Sinyal Getaran Dan <i>Trrigger</i>	9
Gambar 2.3. Skematik <i>two-plane balancing</i>	10
Gambar 2.4. <i>Vertical balancing machine</i>	11
Gambar 2.5. <i>Horizontal Balancing Machine</i>	12
Gambar 2.6. <i>Roller Balancing Machine</i>	12
Gambar 2.7. Massa Berputar Tunggal	16
Gambar 2.8. <i>Arduino UNO</i>	18
Gambar 2.9. Sensor Getaran <i>Vibration</i>	20
Gambar 2.10. <i>Import Groove Couple</i>	21
Gambar 2.11. <i>Inverter</i>	22
Gambar 3.1. Diagram Alir	25
Gambar 3.2. Mesin <i>Milling</i>	28
Gambar 3.3. Mesin Las	28
Gambar 3.4. <i>Sigmat/Jangka Sorong</i>	29
Gambar 3.5. Mesin Gerinda	29
Gambar 3.6. <i>Cutting Wheel</i> (Gerinda Duduk)	30
Gambar 3.7. Mesin Bubut <i>Konvensional</i>	30
Gambar 3.8. Alat Potong Gas Elpiji Dan Oksigen	31
Gambar 3.9. Motor	31
Gambar 3.10. Proses Perancangan Alat Keseimbangan Dinamik (<i>Dynamic Balancing</i>)	32
Gambar 4.1. Desain Dudukan Alat Uji <i>Dynamic Balancing</i>	33
Gambar 4.2. Hasil Jadi Dudukan Alat Uji <i>Dynamic Balancing</i>	34
Gambar 4.3. Desain Tiang Kaki Untuk Dudukan Rumah Ayunan Vibrasi	35
Gambar 4.4. Hasil Jadi Tiang Kaki Untuk Dudukan Rumah Ayunan Vibrasi	36
Gambar 4.5. Desain Plat Pengikat Tiang Kaki	37
Gambar 4.6. Hasil Jadi Plat Pengikat Tiang Kaki	37
Gambar 4.7. Desain Rumah Ayunan Vibrasi	38
Gambar 4.8. Hasil Jadi Rumah Ayunan Vibrasi	39
Gambar 4.9. Desain Ayunan Vibrasi	40
Gambar 4.10. Hasil Jadi Ayunan Vibrasi	41
Gambar 4.11. Desain Plat Ayunan Vibrasi	42
Gambar 4.12. Hasil Jadi Plat Ayunan Vibrasi	43
Gambar 4.13. Desain Dudukan Vibrasi	44
Gambar 4.14. Hasil Jadi Dudukan Vibrasi	44
Gambar 4.15. Desain Vibrasi	45
Gambar 4.16. Hasil Jadi Vibrasi	45
Gambar 4.17. Desain Dudukan Motor Dan Pulley	46
Gambar 4.18. Hasil Jadi Dudukan Motor Dan <i>Pulley</i>	47
Gambar 4.19. Desain <i>Pulley</i>	48
Gambar 4.20. Hasil Jadi <i>Pulley</i>	49
Gambar 4.21. Desain <i>Flange</i> Pengikat Benda Kerja	50
Gambar 4.22. Hasil Jadi <i>Flange</i> Pengikat Benda Kerja	51
Gambar 4.23. Desain Poros Dudukan Benda Uji	52

Gambar 4.24. Hasil Jadi Poros Dudukan Benda Uji	52
Gambar 4.25. Hasil Pembuatan	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian

24

DAFTAR SIMBOL

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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mesin-mesin rotasi seperti mesin-mesin perkakas, *turbomachinery* untuk industry dan mesin turbin gas pesawat terbang, pada umumnya terdiri dari poros yang berputar dengan putaran tertentu. Agar dapat bekerja secara optimal maka mesin tersebut perlu dipelihara dan dirawat (*maintenance*). Prosedur perawatan dapat dilaksanakan secara terjadwal atau tidak terjadwal. Hal yang menyebabkan sebuah mesin dapat mengalami perawatan tidak terjadwal (*unscheduled maintenance*) antara lain kegagalan suatu komponen yang salah satunya diakibatkan oleh ketidakseimbangan (*unbalance*) pada poros putar. Ketidakseimbangan (*unbalance*) ini akan menyebabkan bantalan-bantalan poros menerima gaya sentrifugal tambahan yang disebabkan beban *unbalance*. Kondisi tersebut akan mengakibatkan getaran berlebihan yang akan menimbulkan kebisingan, dan selanjutnya akan menurunkan efisiensi mesin serta mengganggu kerja operator mesin tersebut.

Balancing merupakan prosedur perawatan untuk menghilangkan *unbalance* pada mesin dengan poros putar. Berdasarkan beban *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 gaya *unbalance*. Sedangkan *dynamic 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 3000-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.

Dari uraian diatas penulis bermaksud mengajukan ide untuk merancang alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) dengan maksud sebagai syarat untuk menyelesaikan tugas akhir dan sebagai acuan bagi penulis lainnya untuk membangun alat uji keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana caramerancang alat keseimbangan dinamik (*dynamicbalancing*).

1.3. Batasan Masalah

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

1. Membahas tentang alat keseimbangan dinamik (*dynamicbalancing*).
2. Menggunakan beberapa sensor berbasis arduino.

1.4. Tujuan Perancangan

1.4.1. Tujuan Umum

1. Merancang alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*).

1.4.2. Tujuan Khusus

1. Untuk memberikan pengetahuan tentang metode *balancing*.
2. Untuk mempelajari karakteristik benda yang *unbalance* dan melakukan *balancing* pada benda tersebut.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) serta dapat lebih memahami tentang cara penulisan laporan skripsi.
2. Dapat menjadi rujukan bagi mahasiswa berikutnya untuk dapat lebih dikembangkan lagi mejadi lebih baik atau pun bisa menjadi alat uji tambahan untuk laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.6. Sistematika Penulisan

1. BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai Latar Belakang, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Perancangan, Manfaat dan Sistematika Penulisan.

2. BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas tentang teori-teori yang mendasar tentang pengertian *balancing*, *unbalance*, klasifikasi *balancing*, metode *balancing*, tujuan *balancing*, mekanisme *balancing*.

3. BAB 3 : METODOLOGI

Pada bab ini akan dijelaskan tentang tempat dan waktu pelaksanaan pengujian, alat dan bahan diagram alir pembuatan alat uji keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*).

4. BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan di jelaskan tentang hasil perancangan, hasil konsep desain, hasil pembuatan alat uji *dynamic balancing*, menghitung putaran motor dan hasil pengujian.

5. BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan di jelaskan tentang kesimpulan dan saran.

6. DAFTAR PUSTAKA

7. LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Alat Keseimbangan Dinamik (*Dynamic Balancing*)

Alat kesimbangan dinamik adalah alat ukur yang digunakan untuk menyeimbangkan putaran bagian mesin seperti : rotor untuk motor listrik, kipas angin, turbin, rem cakram, baling-baling dan pompa. Mesin biasanya terdiri dari dua tiang kaku, dengan suspensi dan bantalan di atas mendukung platform pemasangan. Unit yang diuji melekat ke platform dan diputar. Sebagai bagian diputar, getaran dalam suspensi terdeteksi dengan sensor dan informasi yang digunakan untuk menentukan jumlah ketidakseimbangan di bagian. Seiring dengan informasi fase, mesin dapat menentukan berapa banyak dan di mana untuk menambahkan bobot untuk menyeimbangkan bagian.

Sebuah komponen mesin yang tidak balance akan menimbulkan getaran dan beban berlebih yang ditanggung oleh komponen tersebut dari bagian bagian penyokongnya , oleh karena itu proses balancing berguna untuk :

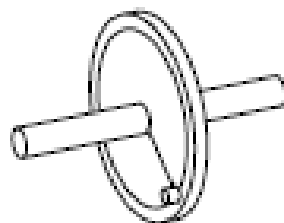
- a) Memperpanjang umur bearing
- b) Meminimalkan getaran yang timbul
- c) Meminimalkan tegangan operasi
- d) Memperpanjang umur dan daya tahan komponen terhadap fatigue (kelelahan).

2.2. *Unbalance*

Unbalance pada rotor dikarenakan distribusi massa yang tidak merata, hal ini dapat menyebabkan vibrasi. Vibrasi akibat komponen massa yang *unbalance* terbaca pada arah radial (tegak lurus dengan sumbu putar) yang mana juga dapat membangkitkan gaya sentrifugal pada *equipment*, selama komponen massa berputar, gaya juga akan berputar dan akan merambat sepanjang rotor dan vibrasi ini akan di transfer pada bantalan (*bearing*) yang menjadi tumpuan rotor dan beberapa titik pada *bearing* akan mendapatkan gaya lebih tiap putaran.

2.2.1. *Two-Plane Balancing*

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 dari titik putar seperti ditunjukkan pada gambar 2.1.



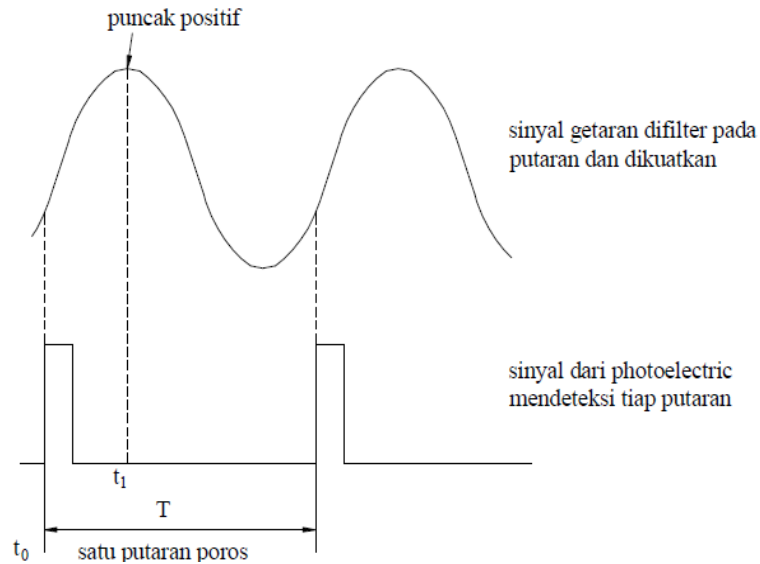
Gambar 2.1. *Eksentrisitas*.

Massa *unbalance* terletak pada jarak radial 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. Pada penelitian ini digunakan metode vektor.

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. Sudut fasa diperoleh dari konversi sinyal *trigger* dan sinyal getaran seperti

ditunjukkan pada gambar 2.2. Selanjutnya sudut fasa dapat ditentukan dengan persamaan perhitungan beda fasa.



Gambar 2.2. Metode perhitungan sudut fasa dari sinyal getaran dan *trigger*.

Metode *trigger-sensor* digunakan untuk menentukan beda fasa dengan menggunakan persamaan:

$$\Phi = \frac{t_1 - t_0}{T} \times 360^\circ \quad (2.1)$$

Keterangan :

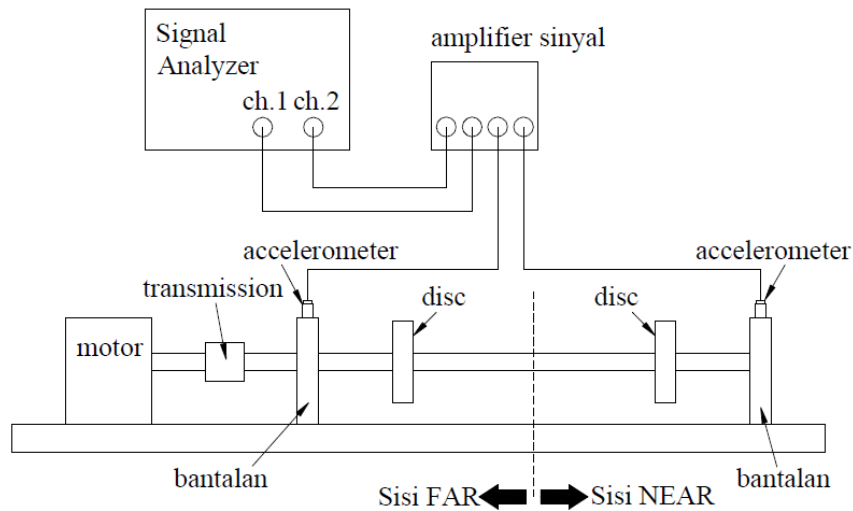
Φ : beda fasa

t_1 : waktu saat terjadi puncak pada gelombang respon getaran

t_0 : waktu mulai/refrensi dari sinyal yang dihasilkan oleh *proximity* sensor

T : waktu total sinyal yang merupakan waktu putaran poros

Beda fasa 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 mulai/referensi dari sinyal yang dihasilkan oleh proximity sensor dan T adalah waktu total sinyal yang merupakan waktu putaran poros.

Gambar 2.3. Skematik *two-plane balancing*.

Jika pengukuran beda fasa dapat dilakukan, maka selanjutnya dilakukan *balancing* menggunakan metode vektor dengan fasa. *Balancing* dilakukan untuk *two-plane balancing* seperti pada gambar 2.3. Secara garis besar prosedur *two-plane balancing* untuk sistem poros-piringan adalah sebagai berikut :

- Poros-piringan yang berputar yang mana sebelumnya tidak diseimbangkan akan menimbulkan suatu amplitudo getaran. Amplitudo getaran di kedua

ujung berbeda dan saling mempengaruhi. Sehingga diperlukan pendeteksian bergantian diantara kedua ujung poros tersebut. Amplitudo getaran yang timbul tersebut digambarkan sebagai vektor N dan F (N :*NEAR end* dan F : *FAR end*). N dan F disebut juga efek getaran dari *unbalance* awal.

- Sebuah massa yang diketahui beratnya diletakkan pada posisi sembarang pada sisi N akan menimbulkan amplitudo getaran baru yang dinyatakan sebagai vektor N2 dan F2. Kedua vektor ini mempunyai arah yang berbeda dari vektor N dan F, karena beda fasa yang ditimbulkan jugaberbeda. Vektor N2 dan F2 ini adalah efek dari *unbalance* awal dan akibat dari massa yang ditambahkan.

2.3. Klasifikasi Alat Keseimbangan Dinamik (*Dynamic Balancing*)

Jenis alat keseimbangan dinamik, maka dapat diklasifikasikan berdasarkan bermacam – macam pertimbangan yaitu:

1. *Vertical Balancing Machine*



Gambar 2.4. *Vertical balancing machine*

Vertical balancing machine adalah mesin *balancing* dinamis yang digunakan untuk kedua tunggal dan dua pesawatbalancing. Pengkonfigurasiannya secara vertikal, sangat cocok untuk top loading cepat *shaftless*, rotor *shaftless* datar seperti roda gaya, clutch, *flexplates*, dan kipas.

2. *Horizontal Balancing Machine*



Gambar 2.5. *Horizontal Balancing Machine*

Horizontal Balancing Machine yang diperuntukkan bagi rotor dari beberapa gram untuk berat maksimum 20,000kg dan 2450mm diameter. Sebagai produsen spesialis, mereka juga memproduksi kustom dan dinamis mesin *balancing horisontal* khusus untuk memenuhi hampir semua jenis rotor.

3. *Balancing Machine*



Gambar 2.6. *Roller Balancing Machine*

Roller Balancing Machine adalah sebuah alat ukur yang digunakan untuk menyeimbangkan pada bagian mesin yang sedang berputar, contohnya rotor untuk motor listrik, kipas angin, turbin, *disk drive*, rem cakram, baling baling dan mesin pompa.

2.4. **Metode *Balancing***

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

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

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

Fleksibilitas pada rotor dicapai tidak secara tiba-tiba, tetapi secara bertahap dengan bertambahnya putaran, dan meningkat secara kuadratis ketika dekat dengan resonansi atau putaran kritis. Pada kenyataannya banyak rotor akan menjadi fleksibel jika dipercepat ke putaran tinggi. Secara umum, rotor yang beroperasi di bawah 70% dari putaran kritisnya adalah masih dalam kondisi kaku (*rigid rotor*), sedangkan rotor yang dioperasikan di atas 70% dari putaran kritisnya akan mengalami lendutan yang disebabkan gaya *unbalance*, selanjutnya disebut sebagai rotor fleksibel (*flexible rotor*).

Pada proses *balancing* yang dilakukan mendekati putaran kritis sistem, akan sering muncul 'harmonik', yaitu ketika sistem diputar mendekati putarankritis akan terjadi getaran yang besar, akibatnya sistem berperilaku sebagai sistem tak linier sehingga respon yang terjadi tidak lagi *sinusoidal*. Hal ini berarti selain frekuensi dasarnya, akan muncul frekuensi-frekuensi lain yang lebih tinggi.

2.4.1. Tujuan Alat Keseimbangan Dinamik (*Dynamic 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.

2.4.2. Mekanisme Pada Alat Keseimbangan Dinamik (*Dynamic Balancing*)

Suatu benda yang akan diuji menggunakan mesin *balancing* diletakkan di atas mesin *balancing*. Benda yang tadinya *unbalance* akan disetel menjadi *balance* dengan menambahkan beberapa material seperti timah pada bagian yang memerlukan beban tersebut. Kita dapat mengetahui titik yang *unbalance* dengan melihat grafik yang muncul pada monitor.

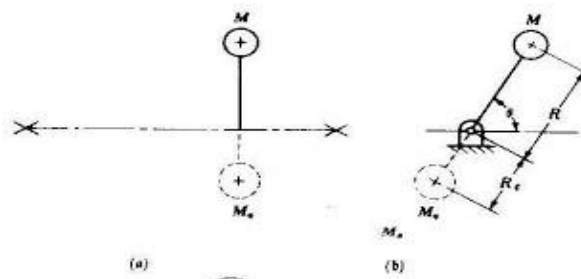
2.5. Membuat Seimbang Massa-Massa Yang Berputar

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.

2.5.1. Massa Berputar Tunggal

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



Gambar 2.7. Massa Berputar Tunggal

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

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

$$-MgR \cos \theta + M_e g R_e \cos \theta = 0 \text{ atau } M_e R_e = MR \quad (2.2)$$

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.

Jika harga dari R_e dipilih secara sembarang, maka harga M_e dapat ditentukan dengan persamaan (1). Pada waktu keseimbangan statis terjadi, porosnya tidak akan mempunyai kecenderungan untuk berputar pada bantalannya, tidak peduli ke posisi mana ia berputar.

- b. Keseimbangan dinamis membutuhkan bahwa jumlah gaya kelembaman dalam Gambar 2.7 adalah nol. Jadi jika kecepatan sudutnya adalah ω ,

$$MR\omega^2 - M_e R_e \omega^2 = 0 \text{ atau } M_e R_e = MR \quad (2.3)$$

Keterangan :

M : massa

R : jari-jari

ω : kecepatan sudut

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

Dari persamaan-persamaan (1) dan (2) kita lihat bahwa keseimbangan statis dan dinamis akan dicapai jika kita membuat $M_e R_e = MR$

2.6. *Microcontroller*

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer *funksional* dalam sebuah *chip*. di dalamnya 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, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat dan mainan. *Microcontroller* membuat kontroler elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis.

Pada studi eksperimental ini *microcontroller* yang digunakan yaitu *Arduino UNO*.

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



Gambar 2.8. *Arduino UNO*

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari *Wiringplatform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini *Arduino* sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat *Arduino* karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan *Arduino*. Bahasa yang dipakai dalam *Arduino* bukan *assembler* yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) *Arduino*. *Arduino* juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan.

(<https://ariefeeiiiggeennblog.wordpress.com>)

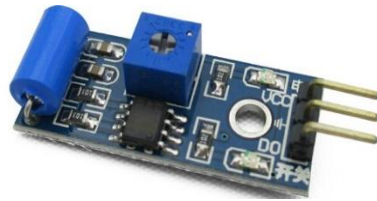
2.7. Sensor Getaran (*Vibration*)

Sensor getar merupakan salah satu sensor yang dapat mengukur getaran suatu benda yang nantinya dimana data tersebut akan diproses untuk kepentingan percobaan ataupun digunakan untuk mengantisipasi sebuah kemungkinan adanya mara bahaya.

Vibration sensor / Sensor getaran ini memegang peranan penting dalam kegiatan pemantauan sinyal getaran karena terletak di sisi depan (*front end*) dari suatu proses pemantauan getaran mesin. Secara *konseptual*, sensor getaran berfungsi untuk mengubah besar sinyal getaran fisik menjadi sinyal getaran *analog* dalam besaran listrik dan pada umumnya berbentuk tegangan listrik.

Pemakaian sensor getaran ini memungkinkan sinyal getaran tersebut diolah secara elektrik sehingga memudahkan dalam proses manipulasi sinyal, diantaranya:

1. Pembesaran sinyal getaran
2. Penyaringan sinyal getaran dari sinyal pengganggu.
3. Penguraian sinyal, dan lainnya.

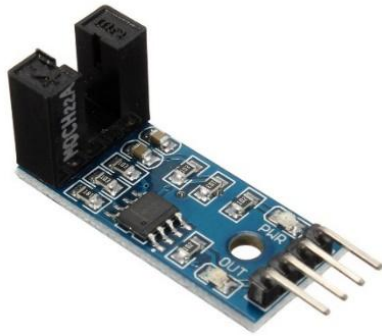


Gambar 2.9. Sensor Getataran *Vibration*

2.8. Sensor Kecepatan

Proses penginderaan sensor kecepatan merupakan proses kebalikan dari suatu motor, dimana suatu poros/*object* yang berputar pada suatu generator akan menghasilkan suatu tegangan yang sebanding dengan kecepatan putaran *object*. Kecepatan putar sering pula diukur dengan menggunakan sensor yang mengindera pulsa *magnetis* (induksi) yang timbul saat medan magnetis terjadi. Dalam prakteknya ada beberapa sensor yang digunakan untuk berbagai keperluan.

Import groove coupler adalah jenis sensor celah opto-coupler yang akan menghasilkan sinyal *output High TTL* ketika sebuah objek terdeteksi pada celah.



Gambar 2.10. *Importgroove coupler*

2.8.1. Tachometer

Tachometer sederhana adalah jenis alat kontak, yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan yang memungkinkan dapat diakses secara langsung.

Tachometer biasanya merupakan magnet permanen generator DC kecil. Jika generator berotasi akan menghasilkan tegangan DC yang proporsional langsung terhadap kecepatan.

Pada *tachometer*, roda *tachometer* dikontakkan dengan badan yang berputar. Karena adanya gesekan diantara keduanya, setelah beberapa detik kecepatan roda *tachometersama* dengan kecepatan poros berputar. Kecepatan ini ditampilkan pada panel sebagai putaran per menit (rpm). Kecepatan dari putaram poros diukur menggunakan magnetik pick up sensor.

Kumparan kecil yang terletak dekat magnet menerima pulsa setiap kali magnet lewat. Dengan mengukur frekuensi pulsa maka kecepatan poros bisa ditentukan. Tegangan yang keluar adalah sangat kecil dan membutuhkan proses penguatan (*amplifikasi*) untuk bisa diukur. (<http://blog.unnes.ac.id>).

2.9. 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 kontrol penyaklaran 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 *sinusoidal*.



Gambar 2.11. *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

METODOLOGI 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 waktunya.

3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

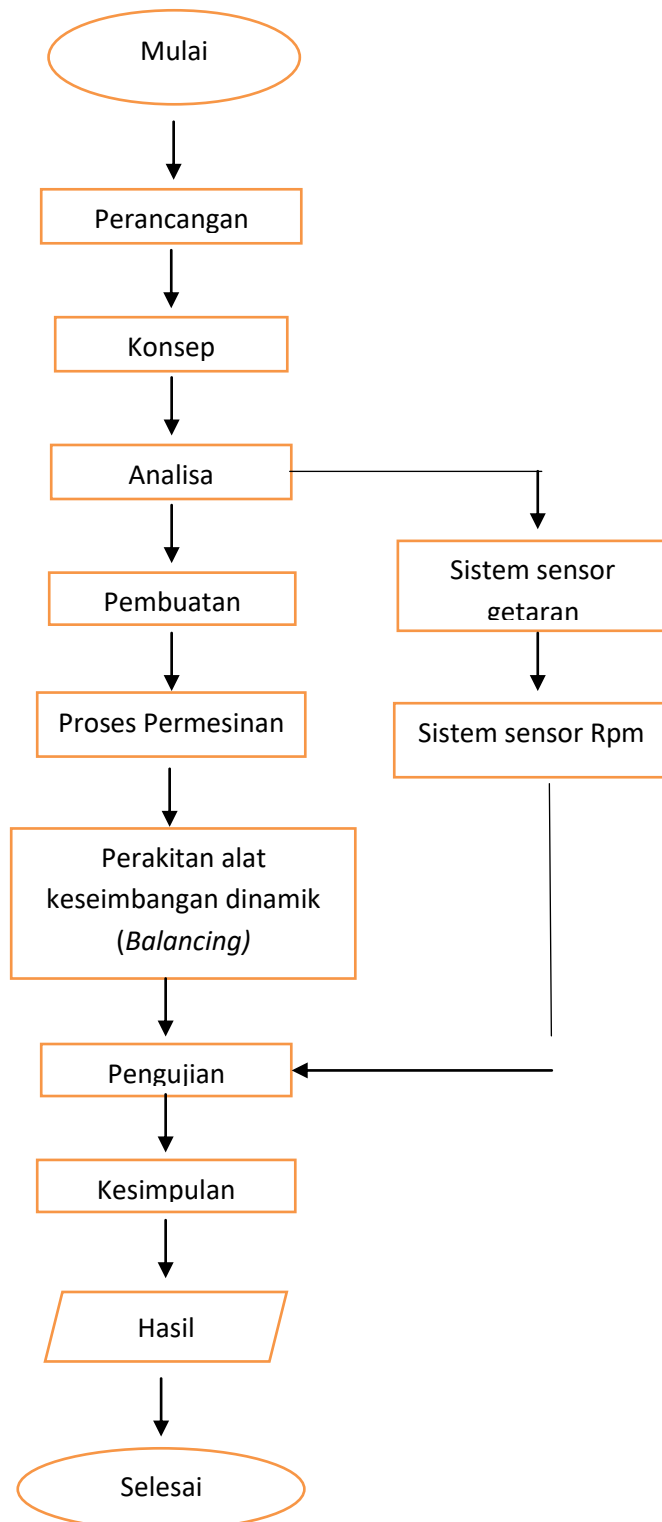
3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing pada tanggal 5 Mei 2017 dan terlihat pada tabel 3.1.

No	Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
1	Study literatur							
2	Desain Mesin Balancing							
3	Pembuatan Alat Mesin Balancing							
4	Pengujian Spesimen							
5	Evaluasi data penelitian							

Tabel 3.1. Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian.

3.2. Diagram Alir



Gambar 3.1. Diagram Alir

3.2.1. Penjelasan Diagram Aliran

Dari diagram aliran diatas dapat dijelaskan tahapan-tahapan dalam pembuatan dan perancangan alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) sebagai berikut:

a. Perancangan

Perancangan adalah penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Perancangan sistem dapat dirancang dalam bentuk bagan aliran sistem.

b. Analisah

Analisah adalah menganalisis suatu data pada penelitian sebuah alat, pada tugas sarjana ini kami menganalisis kinerja pada alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*), seperti putaran kecepatan motor dan getaran pada benda uji.

c. Pembuatan Alat Keseimbangan Dinamik

Pembuatan alat keseimbangan dinamik ini akan dibuat sesuai dengan konsep desain yang telah dipilih.

d. Proses Pemesinan

Proses pemesinan yaitu proses dimana untuk pembuatan alat keseimbangan dinamik seperti, mencari *Unbalance*.

e. Perakitan Alat Keseimbangan Dinamik (*dynamic balancing*)

Perakitan alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*)

yaitu perakitan dimana suatu komponen yang telah selesai pada proses permesinan akan disatukan (*assembly*).

f. Sistem Sensor Getaran

Sistem sensor getaran yaitu sensor yang akan mendeteksi getaran pada suatu benda uji yang *unbalance* dan kita akan mengetahuinya melalui grafik yang akan terlihat di monitor melalui arduino.

g. Sistem Sensor RPM

Sistem Sensor RPM yaitu sensor yang akan mendeteksi kecepatan putaran dari motor pada alat uji keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*).

h. Pengujian

Pengujian yaitu dimana pengujian alat tersebut sudah sesuai apa yang kita inginkan.

i. Kesimpulan

Kesimpulan yaitu dimana pada saat pengujian alat tersebut apakah alat tersebut sudah optimal. Pada pengujian alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*).

3.3. Alat Yang Digunakan

1. Mesin *frais* (*milling machine*)

Adalah mesin yang digunakan untuk membuat beberapa lubang untuk dudukan motor dan juga digunakan untuk beberapa bahan lainnya.



Gambar 3.2. Mesin *milling*

2. Mesin las

Adalah alat yang digunakan untuk menyambungkn rangka-rangka dalam pembuatan mesin *balancing*.



Gambar 3.3. Mesin Las

3. *Sigmat*/Jangka sorong

Adalah alat yang digunakan untuk mengetahui diameter, kedalaman pada suatu benda kerja.



Gambar 3.4. *Sigmat*/Jangka Sorong

4. Mesin gerinda

Adalah alat yang digunakan untuk meratakan permukaan suatu benda yang sudah di las.



Gambar 3.5. Mesin gerinda

5. *Cuttingwheel* (gerinda duduk)

Adalah alat yang digunakan untuk melakukan pemotongan pada sebuah benda kerja.



Gambar 3.6. *Cutting wheel* (Gerinda duduk)

6. Mesin Bubut *Konvensional*

Adalah alat yang digunakan untuk membentuk benda kerja dengan gerakan utama benda kerja berputar.



Gambar 3.7. Mesin Bubut *Konvensional*

7. Alat Potong Gas Elpiji Dan Oksigen

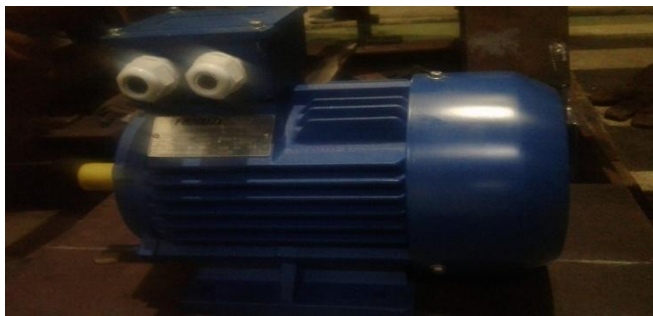
Adalah alat yang digunakan untuk memotong pola desain yang diperlukan.



Gambar 3.8. Alat Potong Gas Elpiji Dan Oksigen

8. Motor

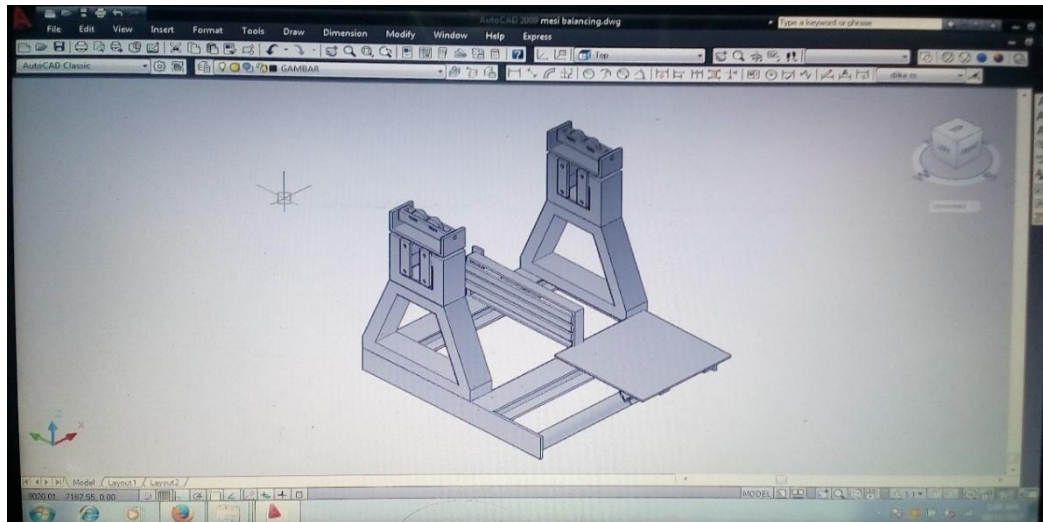
Adalah alat yang digunakan untuk menggerakkan alat uji keseimbangan dinamik (*balancing*).



Gambar 3.9. Motor

3.4. Proses Perancangan Alat Keseimbangan Dinamik (*Dynamic Balancing*)

Adapun proses perancangan alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) ini dilakukan di laboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan menggunakan *software autocad*, yang ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Proses Perancangan Alat Keseimbangan Dinamik

3.5. **Prosedur Pengujian Alat Keseimbangan Dinamik (*Dynamic Balancing*)**

- a. Atur posisi tiang kaku atau kaki vibrasi sesuai dengan panjang poros benda yang akan di uji.
- b. Benda uji yang *Unbalance* diletakkan diatas dudukan (bantalan) atas vibrasi dengan posisi tali *bealting* yang terhubung ke motor langsung mengikat ke benda kerja.
- c. Periksa kembali keseluruhannya.
- d. Setelah semua sudah terpasang dengan benar, pengujian sudah bisa dilakukan.

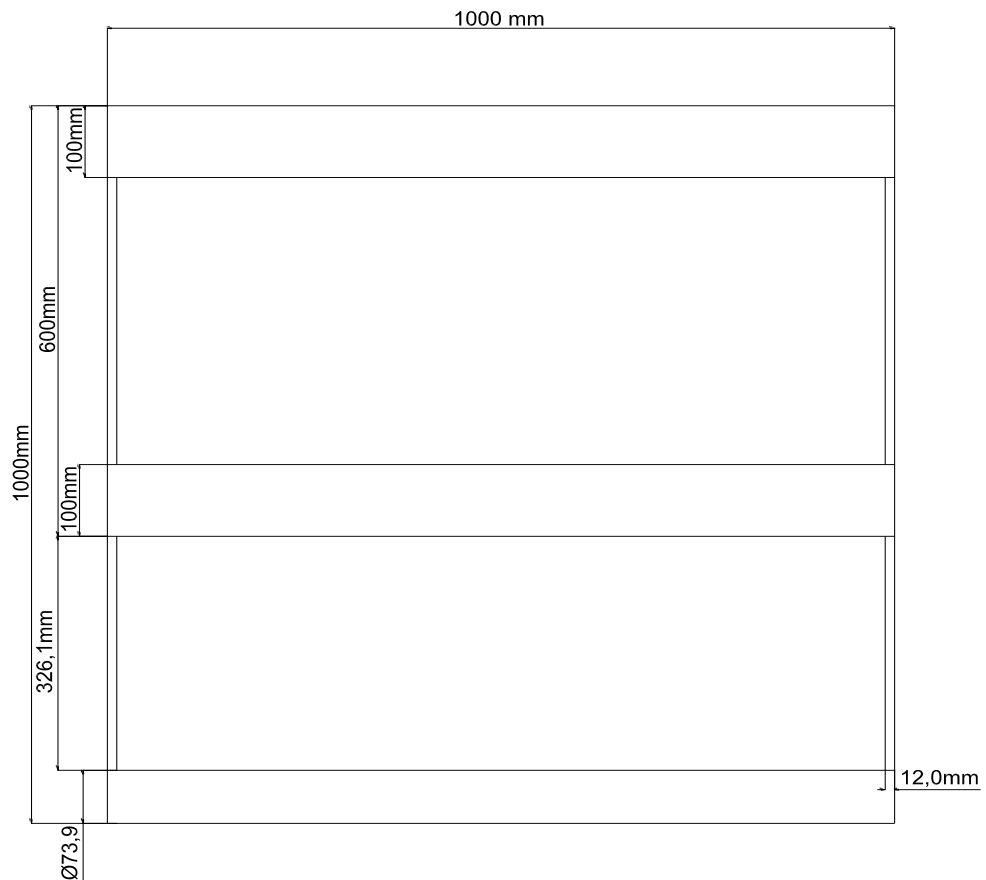
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan

Adapun hasil dari perancangan alat uji keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) adalah sebagai berikut :

1. Membuat Desain Dudukan Alat Uji *Dynamic Balancing*.



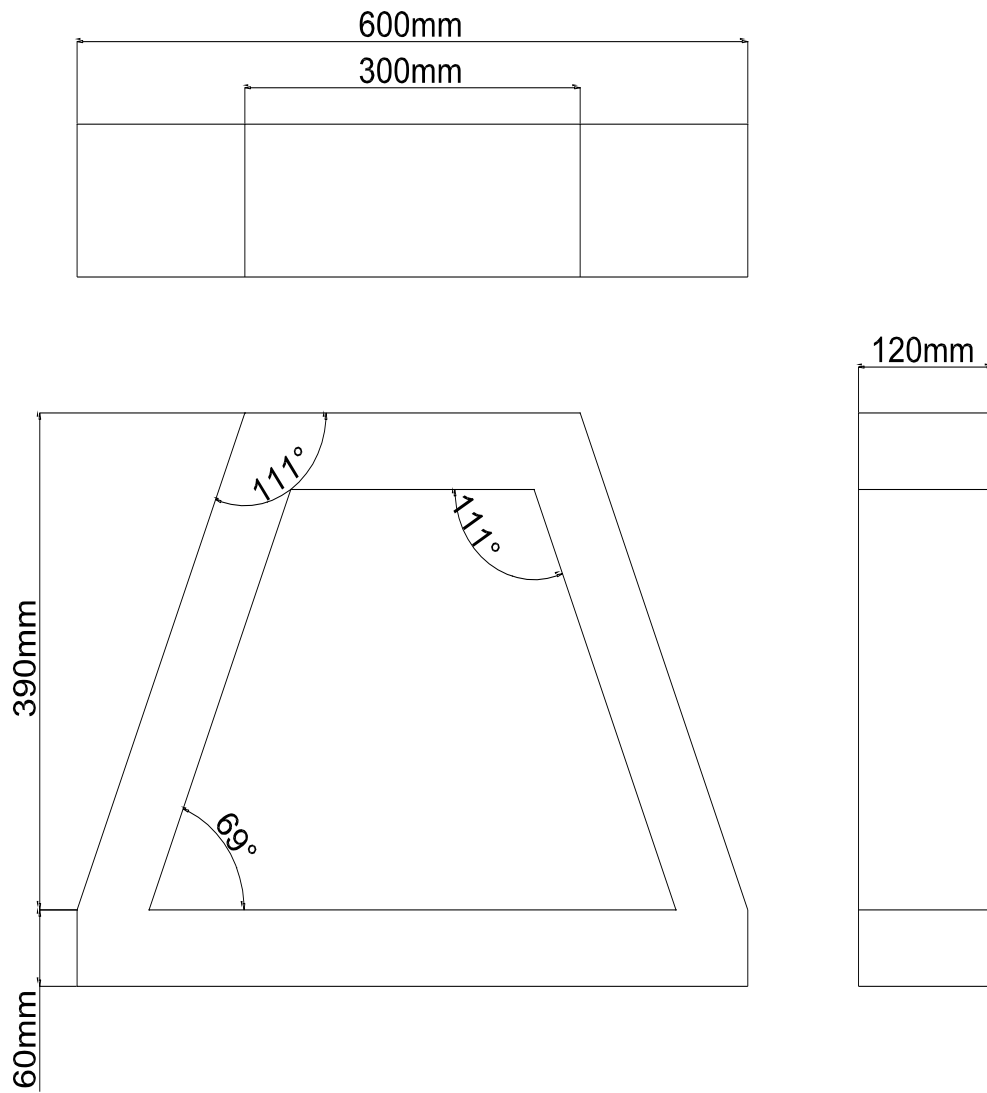
Gambar 4.1. Desain Dudukan Alat Uji *Dynamic Balancing*

2. Hasil Jadi Dudukan Alat Uji *Dynamic Balancing*.



Gambar 4.2 Hasil Jadi Dudukan Alat Uji *Dynamic Balancing*

3. Membuat Desain Tiang Kaki Untuk Dudukan Rumah Ayunan Vibrasi.



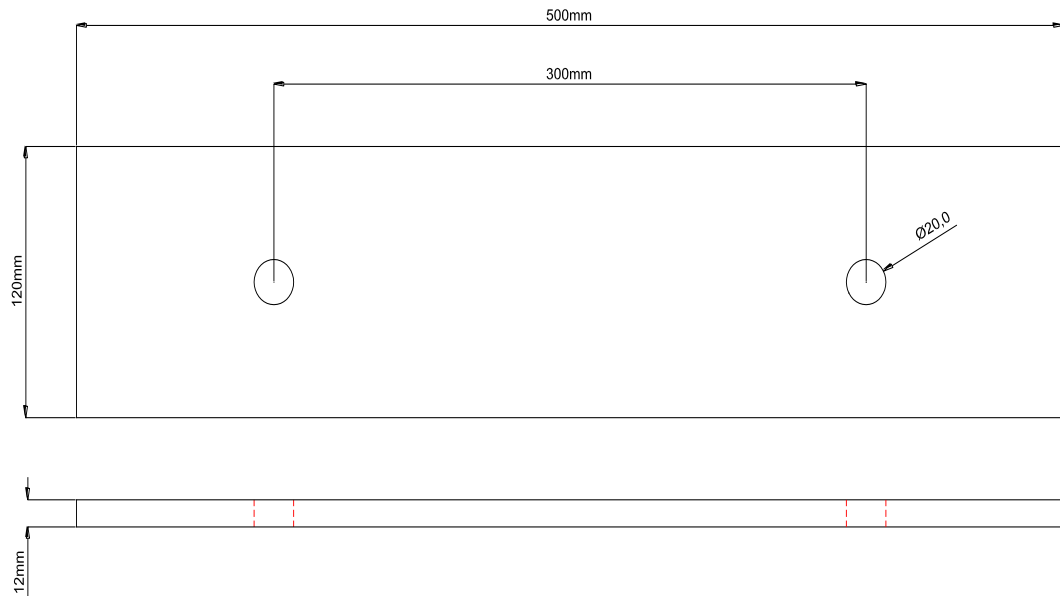
Gambar 4.3. Desain Tiang Kaki Untuk Dudukan Rumah Ayunan Vibrasi

4. Hasil Jadi Tiang Kaki Untuk Dudukan Rumah Ayunan Vibrasi



Gambar 4.4 Hasil Jadi Tiang Kaki Untuk Dudukan Rumah Ayunan Vibrasi

5. Membuat Desain Plat Pengikat Tiang Kaki.



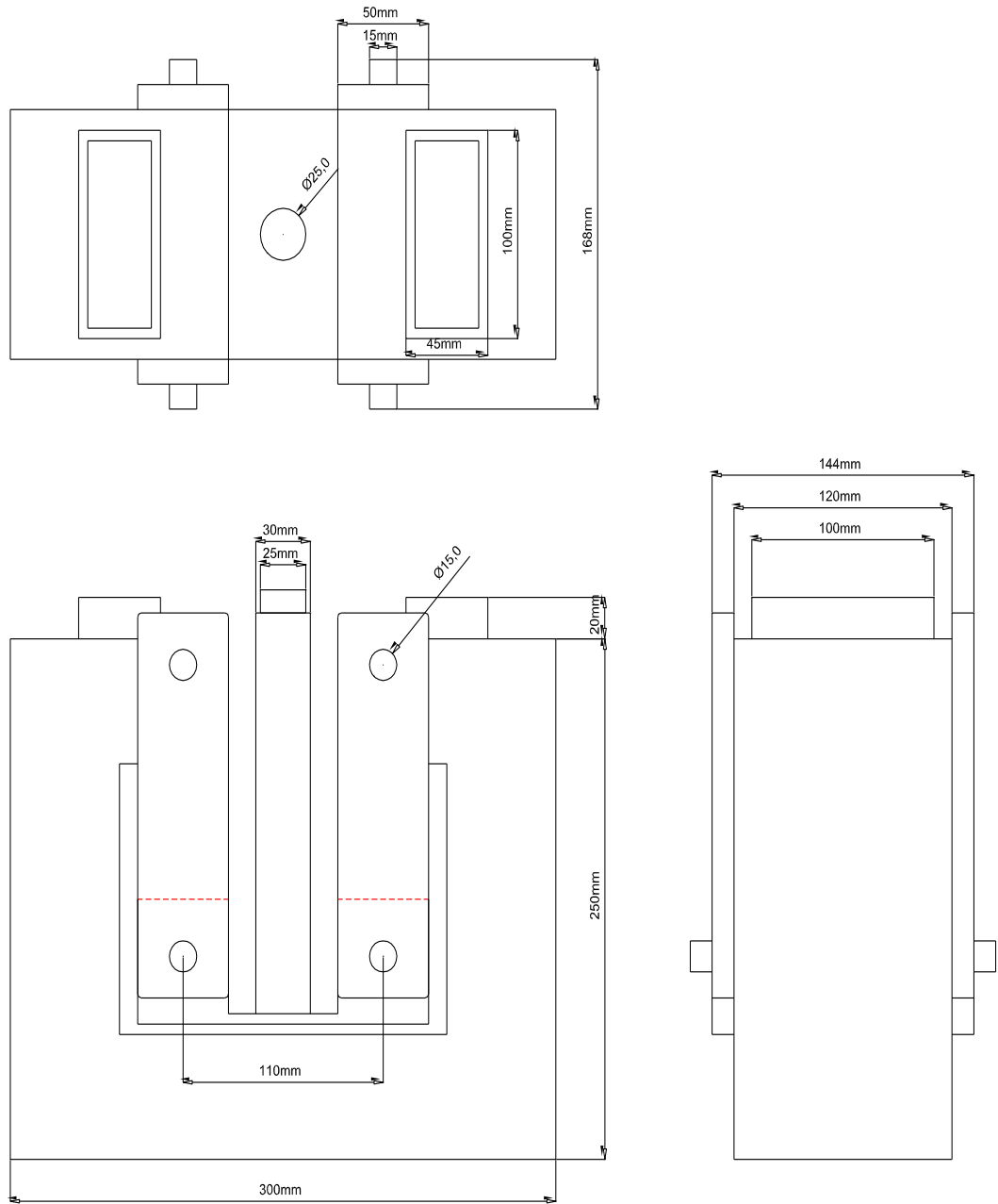
Gambar 4.5. Desain Plat Pengikat Tiang Kaki

6. Hasil Jadi Plat Pengikat Tiang Kaki



Gambar 4.6. Hasil Jadi Plat Pengikat Tiang Kaki

7. Membuat Desain Rumah Ayunan Vibrasi.



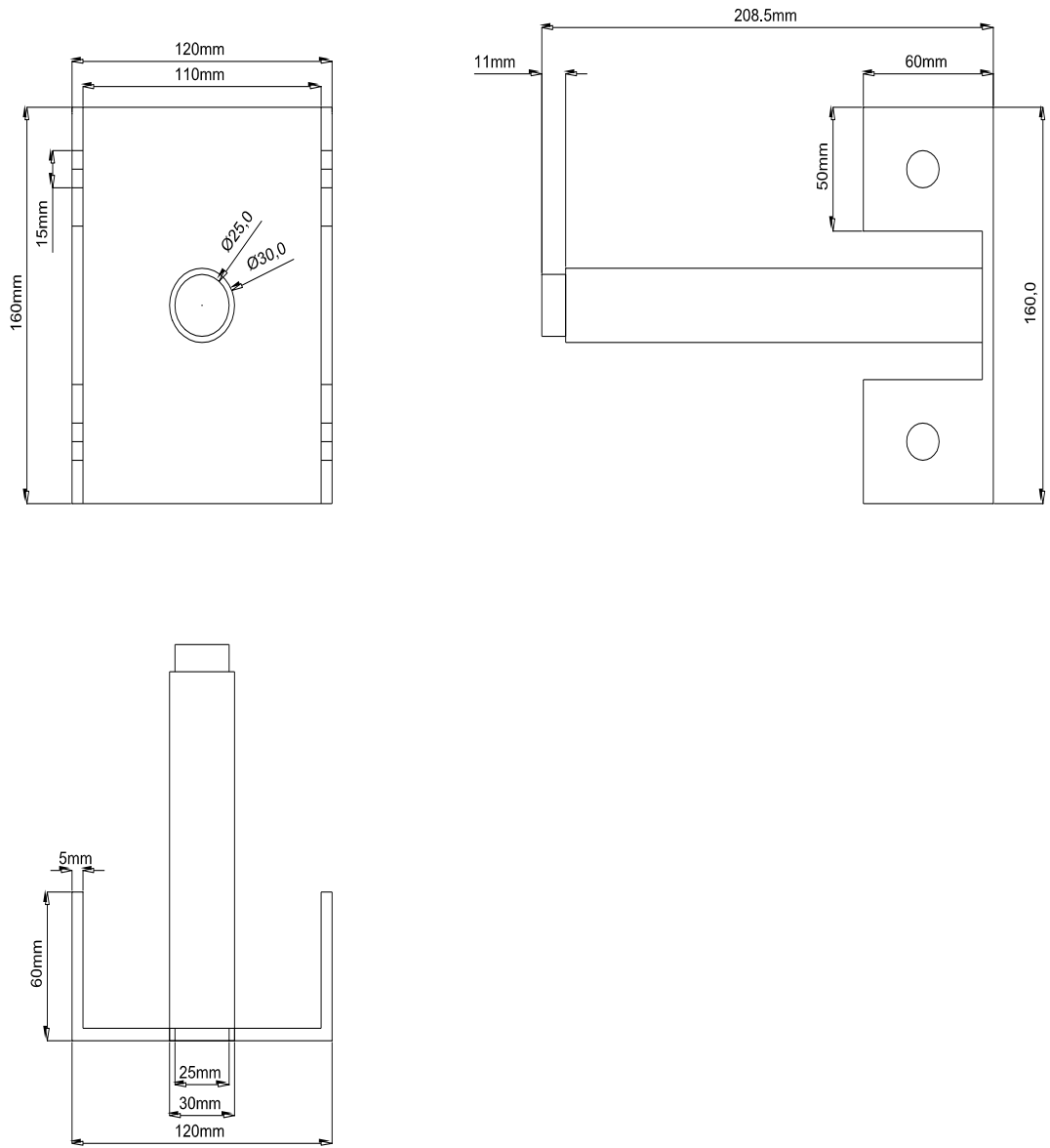
Gambar 4.7. Desain Rumah Ayunan Vibrasi

8. Hasil Jadi Rumah Ayunan Vibrasi



Gambar 4.8. Hasil Jadi Rumah Ayunan Vibrasi

9. Membuat Desain Ayunan Vibrasi.



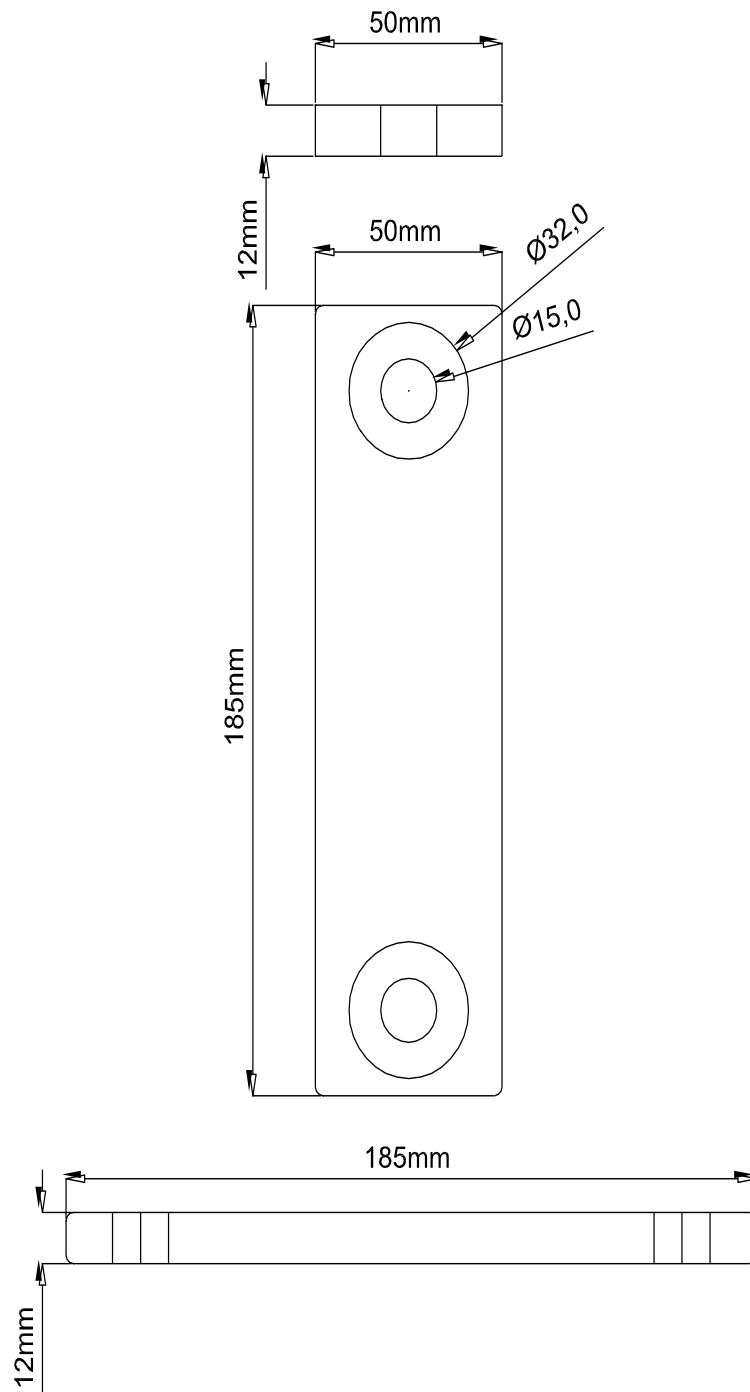
Gambar 4.9. Desain Ayunan Vibrasi

10. Hasil Jadi Ayunan Vibrasi



Gambar 4.10. Hasil Jadi Ayunan Vibrasi

11. Membuat Desain Plat Ayunan Vibrasi.



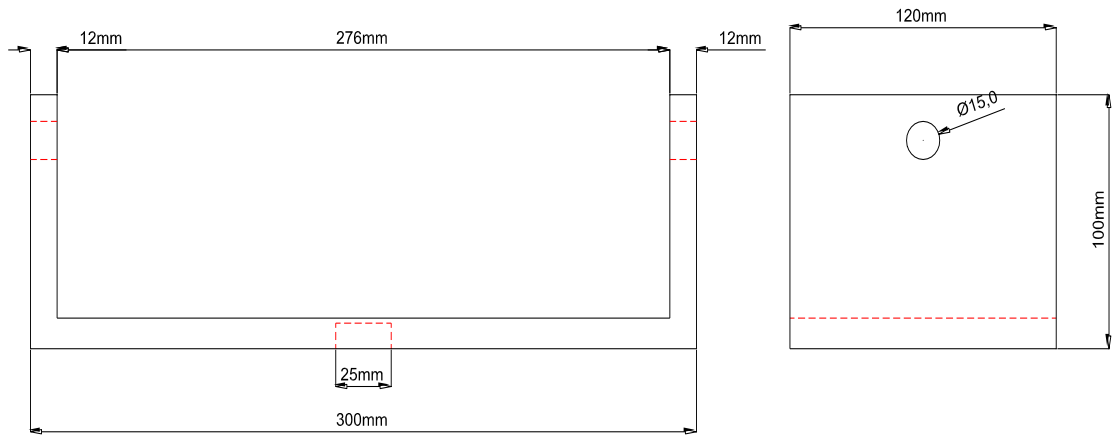
Gambar 4.11. Desain Plat Ayunan Vibrasi

12. Hasil Jadi Plat Ayunan Vibrasi



Gambar 4.12. Hasil Jadi Plat Ayunan Vibrasi

13. Membuat Desain Dudukan Vibrasi.



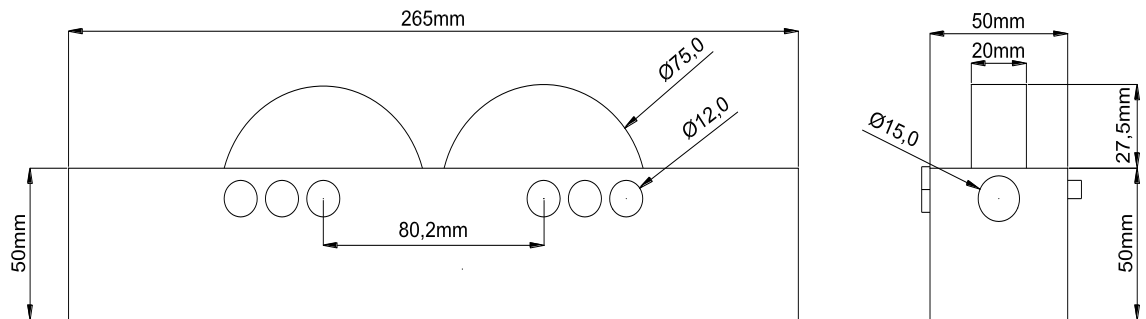
Gambar 4.13. Desain Dudukan Vibrasi

14. Hasil Jadi Dudukan Vibrasi



Gambar 4.14. Hasil Jadi Dudukan Vibrasi

15. Membuat Desain Vibrasi.



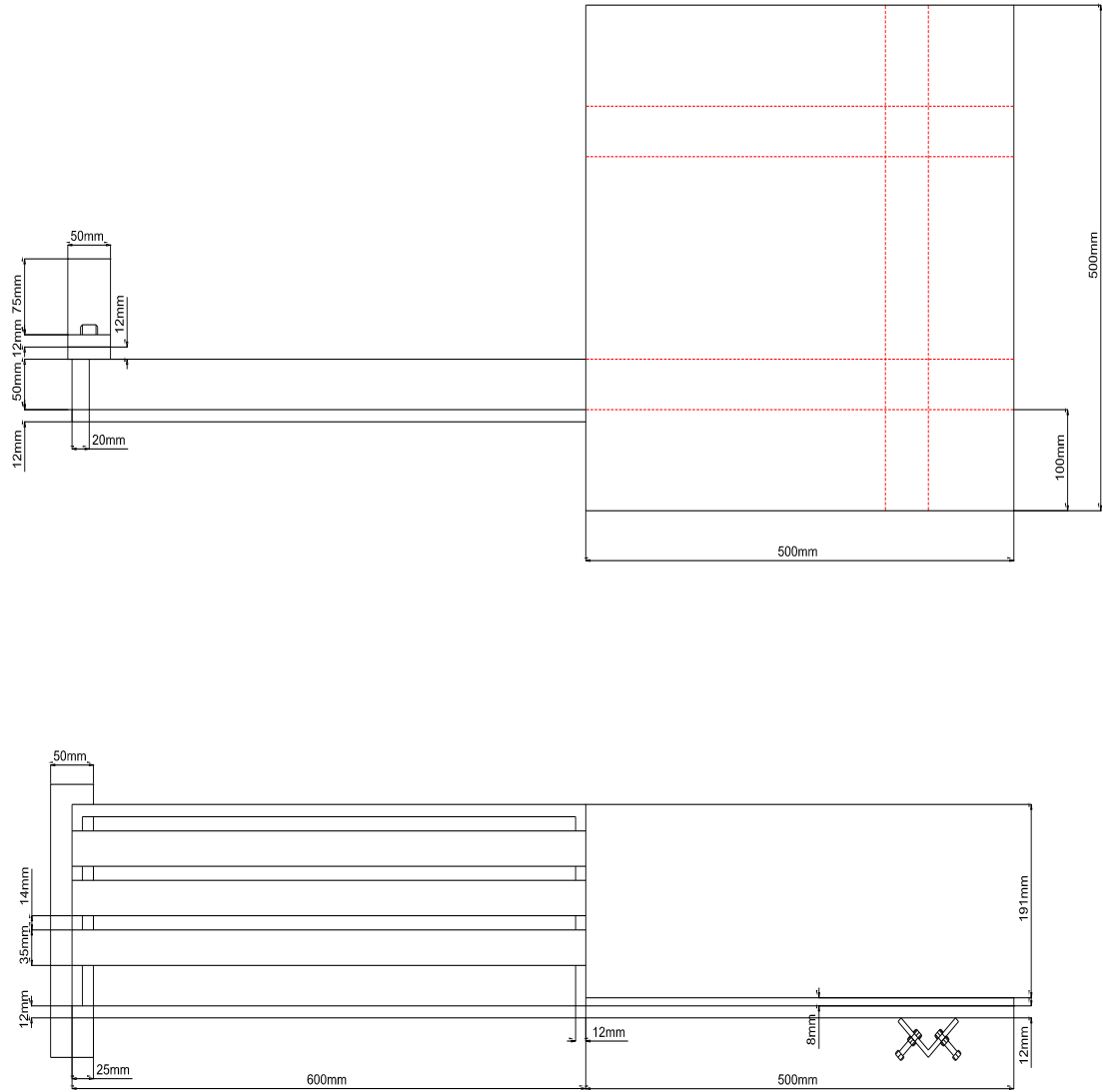
Gambar 4.15. Desain Vibrasi

16. Hasil Jadi Vibrasi



Gambar 4.16 Hasil Jadi Vibrasi

17. Membuat Desain Dudukan Motor Dan *Pulley*



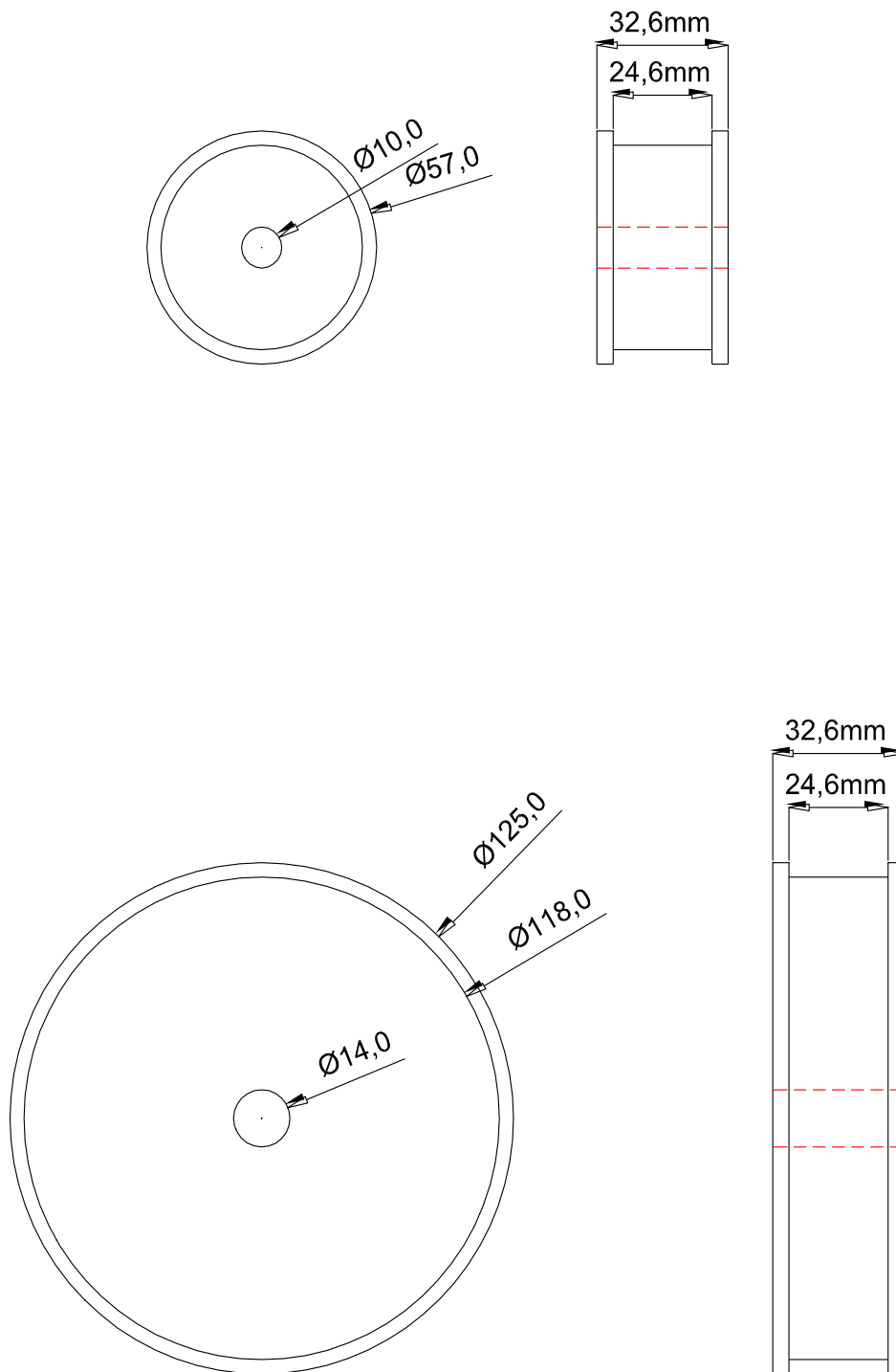
Gambar 4.17. Desain Dudukan Motor Dan *Pulley*

18. Hasil Jadi Dudukan Motor



Gambar 4.18. Hasil Jadi Dudukan Motor

19. Membuat Desain *Pulley*



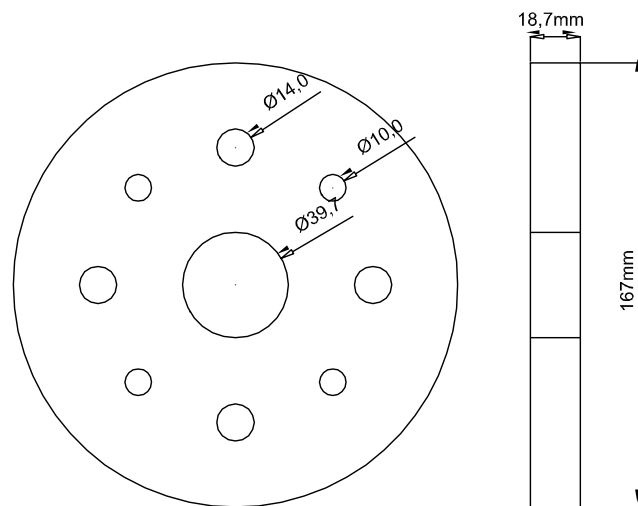
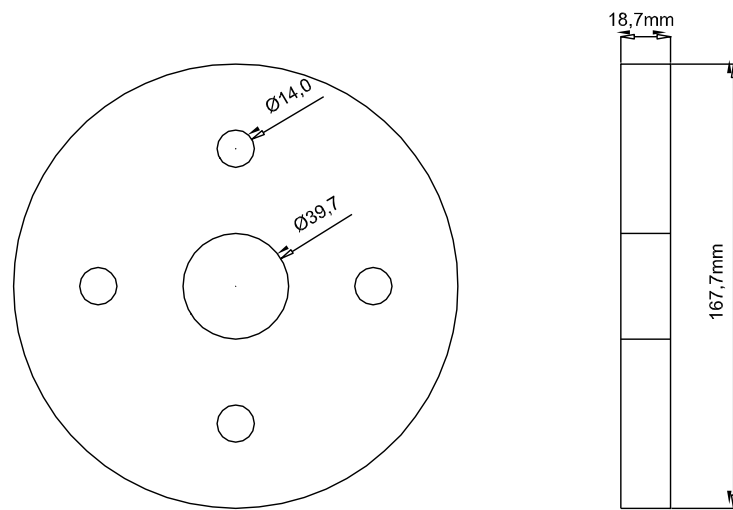
Gambar 4.19. Desain *Pulley*

20. Hasil Jadi *Pulley*



Gambar 4.20 Hasil Jadi *Pulley*

21. Membuat Desain *Flange* Pengikat Benda Uji



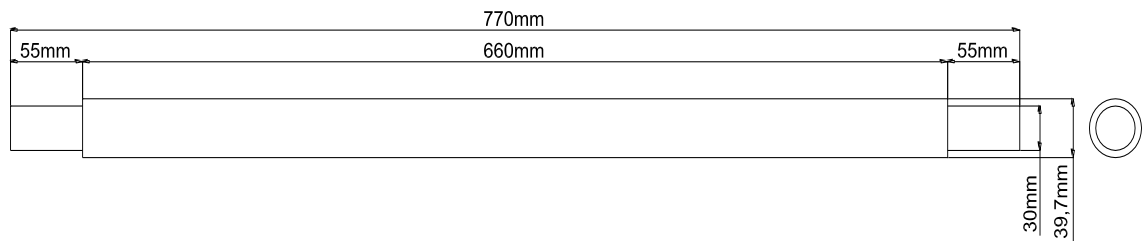
Gambar 4.21. Desain *Flange* Pengikat Benda Kerja

22. Hasil Jadi *Flange* Pengikat Benda Kerja



Gambar 4.22. Hasil Jadi *Flange* Pengikat Benda Kerja

23. Membuat Desain Poros Dudukan Benda Uji



Gambar 4.23. Desain Poros Dudukan Benda Uji

24. Hasil Jadi Poros Dudukan Benda Uji



Gambar 4.24. Hasil Jadi Poros Dudukan Benda Uji

4.1.1. Hasil Pembuatan Alat Uji Keseimbangan Dinamik (*Dynamic Balancing*)

Untuk membuat alat uji keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) ini memerlukan waktu kurang lebih 3 bulan, dalam proses pembuatan mesin alat uji keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) ini menggunakan 1 motor sebagai penggerak utama dan menggunakan *inverter* sebagai pengatur kecepatan.



Gambar 4.25. Hasil Pembuatan

4.2. Menghitung Putaran Pada Motor

Untuk mengetahui kecepatan putaran motor diperlukan beberapa spesifikasi yang telah didapat.

Frekuensi : 50 Hz

Jumlah kutub : 2

Dari data diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$ns = \frac{120.f}{p}$$

$$ns = \frac{120.50}{2}$$

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

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada perancangan alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) ini didapat beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Alat uji keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) yang sudah dibuat sesuai dengan yang dirancang.
2. Pada perancangan ini menggunakan sensor kecepatan, sensor getaran beserta *software arduino* yang berfungsi untuk membaca getaran pada benda yang akan di uji dan untuk membaca kecepatan pada motor.
3. Diperkirakan setiap benda uji yang *unbalance* akan terdeteksi oleh sensor yang telah terpasang pada tiap bagian dan grafiknya akan muncul pada monitor.

5.2. Saran

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa perancangan alat keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) ini masih belum cukup sempurna, maka dari itu pada riset berikutnya penulis menyarankan agar alat uji keseimbangan dinamik (*dynamic balancing*) ini bisa lebih dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin hari semakin maju.

DAFTAR PUSTAKA

Arduino, [Online :<https://ariefeeiiggeennblog.wordpress.com>]

Balancing machine, [Online:<http://www.alatuji.com/article/datail/347/balancing-machine/> diakses pada tanggal 12 juni 2017].

George H. Martin, “Kinematika Dan Dinamika Teknik”. Diterjemahkan oleh :Ir Setiyobakti. Penerbit Erlangga 1994.

Mekanika Jurnal Teknik Mesin, Vol 1 No. 2, 2015.

Pengertian fungsi dan kegunaan *arduino*, [Online :<https://ariefeeiiggeennblog.wordpress.com/> diakses pada tanggal 13 juni 2017].

Pengertian *inverter*, [Online :<http://mujangdwi.blogspot.co.id/2013/01/pengertian-dasar-inverter.html/> dikses pada 13 juni 2017].

Sensor kecepatan, [Online :<http://blog.unnes.ac.id./diaksespada12juni2017>].

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : WismoHandoko
NPM : 1207230256
Tempat/TanggalLahir : Medan, 06 Oktober 1994
JenisKelamin : Laki - Laki
Alamat : Jlmangaan 1 Lk 8
Kelurahan/Desa : Mabar
Kecamatan : Medan Deli
Agama : Islam
Status Nikah : BelumKawin
No. HP : 087741570228
Nama Orang Tua
 Ayah : MiswanSulariato
 Ibu : Asniati

PENDIDIKAN FORMAL

1999 - 2000 : TK Al Fajar
2000 - 2006 : SD SwastaAmalBakti
2006 - 2009 : SMP SwastaBudi Mulia
2009 - 2012 : SMK PAB 1 Helvetia
2012 - 2017 : TercatatSebagaiMahasiswa Program Studi S1
TeknikMesin di UniversitasMuhammadiyah
Sumatera Utara