

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
STUDI EKSPERIMENTAL PENYEIMBANG
PIRINGAN KONSENTRIK EKSENTRIK

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

Disusun oleh :

NAMA : RIZKI PERDANA IBRAHIM

NPM : 1207230282P



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

LEMBAR PENGESAHAN – I
KONTRUKSI DAN MANUFAKTUR
TUGAS SARJANA
STUDI EKSPERIMENTAL PENYEIMBANG
PIRINGAN KONSENTRIK EKSENTRIK

Disusun Oleh :

RIZKI PERDANA IBRAHIM
1207230282P

Diperiksa dan 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
KONTRUKSI DAN MANUFAKTUR
TUGAS SARJANA
STUDI EKSPERIMENTAL PENYEIMBANG
PIRINGAN KONSENTRIK EKSENTRIK

Disusun Oleh :

RIZKI PERDANA IBRAHIM

1207230282P

Telah diperiksa dan diperbaiki

Pada seminar tanggal 19 Oktober 2017

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

Pembanding – II

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

(M. Yani, S.T.,M.T)

Diketahui oleh :

Ka.Program Studi Teknik Mesin

(Affandi, ST)

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 SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA**

Nama Mahasiswa : Rizki Perdana Ibrahim

NPM : 1207230282

Semester : X

SPESIFIKASI : _____

Diberikan Tanggal :

Selesai Tanggal :

Asistensi :

Tempat Asistensi :

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin

Medan, 23 Februari 2017
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 : Rizki Perdana I PEMBIMBING – I : Khairul Umurani, S.T., M.T.

NPM : 1207230282 PEMBIMBING – II : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T.

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Rizki Perdana Ibrahim
Tempat / Tanggal Lahir : Kisaran, 04 April 1992
NPM : 1207230282P
Bidang Konsentrasi : Kontruksi dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

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

“Studi Eksperimental Penyeimbang Piringan Konsentrik Eksentrik”

Bukan merupakan pencurian hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas sarjana saya secara orsinil 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, 21 Oktober 2017

Saya yang menyatakan,

Materai 6000

RIZKI PERDANA IBRAHIM

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pada saat ini sangat berkembang pesat di segala bidang, termasuk ilmu pengetahuan dan teknologi. Karena perkembangan ini semakin memberi kemudahan bagi masyarakat industri dimana dengan perkembangan ilmu dan teknologi tersebut ditemukan berbagai peralatan dan permesinan yang membantu dalam melaksanakan industri. Mesin balancing (*balancing machine*) adalah alat ukur yang digunakan untuk menyeimbangkan bagian mesin yang berputar. Sebagai bagian diputar, getaran di suspensi terdeteksi dengan sensor dan informasi yang digunakan untuk menentukan jumlah ketidakseimbangan di bagian tertentu. Seiring dengan informasi fasa, mesin dapat menentukan berapa banyak dan di mana untuk menambah bobot untuk menyeimbangkan. Hasil pengujian eksperimen piringan konsentrik pada kecepatan 1000 Rpm getaran tertinggi 291 cps (*cycles per second*), pada kecepatan 2000 Rpm getaran tertinggi 722 cps (*cycles per second*), dan pada kecepatan 2800 Rpm getaran tertinggi 1195 cps (*cycles per second*). Untuk hasil pengujian eksperimen piringan eksentrik pada kecepatan 1000 Rpm getaran tertinggi 4699 cps (*cycles per second*).

Kata kunci : Eksperimental piringan konsentrik, eksentrik

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirohim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran *Allah Subhanallahu wa Ta'ala* pemilik langit dan bumi beserta segala isinya, yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, dan tak lupa pula sholawat kepada nabi dan rasul terakhir kita *Muhammad Shallallahu 'alaihi wassalam*. Alhamdulillah akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi S-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun judul yang penulis ambil pada tugas sarjana ini adalah “Studi Eksperimental Penyeimbang Piringan Konsentrik Eksentrik”. Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus - menerus hadir dan penulis yang terus belajar, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini..

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, Mamak (Sutiyah Br Marpaung) dan Ayah (Ibrahim Amal) yang tidak pernah berhenti memberi kasih sayang, perhatian, nasihat, materil dan doanya hingga saat ini.
2. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian dan bimbingannya sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian dan bimbingannya sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T., selaku Wakil Dekan III dan Pembimbing I tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T., selaku Pembimbing II tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak Rahmat Kartolo Simanjuntak, S.T.,M.T., selaku Pembanding I tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Bapak M.Yani, S.T.,M.T., selaku Pembanding II tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.

8. Bapak Affandi S.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
9. Bapak Chandra A. Siregar, S.T.,M.T,selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Seluruh Pegawai Tata Usaha dan Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Serta seluruh keluarga, Abangda Rianda Halim,Amd.Kom, Kakak ipar Ningsih Kumala sari, SE, Adinda Rika Amelia dan Randa Amanda, yang telah memberikan bantuan moril maupun materil serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya tugas sarjana ini dengan baik.
12. Irmayanti,Amd.Keb yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan doanya.
13. Teman satu perjuangan Satrio, Ilham Pratama Siregar, Wahyuda Kurniadi, M.Ikbal Azhari, Wismo Handoko, Jardin Habib Pohan, Abdul Hafiz Siregar dan seluruh teman teman A3 malam, B3 malam, stambuk 2012.
14. Ka.Lab, Abangda Irwansyah Putra, S.T , Abangda Arya Rudi Nasution,S.T, Abdul Gani, M.Ridho yang telah membantu dalam proses pembuatan alat.

Penulis menyadari tugas sarjana ini jauh dari sempurna dan banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tulisan dan kesempurnaan tugas sarjana ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat terutama bagi penulis sendiri dan juga semua pembaca. Apabila ada kesalahan,semata-mata kekhilafan penulis, sedangkan kebenaran semuanya hanyalah milik *Allah Subhanallahu wa Ta'ala*.

Bilahirshabibili haq,fastabiqul khairat.
Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Medan, 14 Oktober 2017

Penulis

RIZKI PERDANA IBRAHIM
1207230282P

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR SPESIFIKASI	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan Studi Eksperimental	3
1.4.1. Tujuan Umum	3
1.4.2. Tujuan Khusus	4
1.5. Manfaat Studi Eksperimental	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Mesin Penyeimbang	6
2.2. Keseimbangan	6
2.3. Type Piringan	9
2.4. Metode Balancing	9
2.5. Two-Plane Balancing	10
2.6. Menyeimbang Massa Yang Berputar	13
2.7. <i>Microcontroler</i>	16
2.8. Sensor	17
2.8.1. Vibration Sensor (Sensor Getaran)	17
2.8.2. Sensor RPM (Rotasi Per Menit)	18
BAB 3 METODOLOGI	20
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.1.1. Tempat	20
3.1.2. Waktu	20
3.2. Bahan dan Alat	20
3.2.1. Bahan	20
3.2.2. Alat	22
3.3. Set Up Alat Keseimbangan Dinamik	29
3.4. Diagram Alir Eksperimen	30
3.5. Prosedur Pengujian	31

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Data Hasil Pengujian	34
4.4.1. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
CURRICULUM VITAE	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kondisi Ketidakseimbangan Statis	7
Gambar 2.2	Kondisi Ketidakseimbangan Kopel	8
Gambar 2.3	Kondisi Ketidakseimbangan <i>Quasi-statis</i>	8
Gambar 2.4	Kondisi Ketidakseimbangan Dinamis	9
Gambar 2.5	Type Piringan	9
Gambar 2.6	Eksentrisitas	11
Gambar 2.7	Metode sudut fasa dari sinyal getaran dan <i>trigger</i>	12
Gambar 2.8	Skematik <i>two-plane balancing</i>	13
Gambar 2.9	Gambar massa berputar tunggal	14
Gambar 2.10	<i>Arduino UNO</i>	16
Gambar 2.11	<i>Vibration Sensor</i> (sensor getaran)	17
Gambar 2.12	Sensor <i>RPM</i> (<i>Rotasi Per Menit</i>)	18
Gambar 3.1	Piringan	20
Gambar 3.2	Poros	20
Gambar 3.3	Flange	21
Gambar 3.4	Baut dan Mur	21
Gambar 3.5	Massa yang akan ditambahkan	22
Gambar 3.6	Alat Keseimbangan Dinamik	22
Gambar 3.7	Motor Listrik AC	23
Gambar 3.8	Panel Listrik	23
Gambar 3.9	Inverter	24
Gambar 3.10	<i>Arduino UNO</i>	24
Gambar 3.11	Sensor Getaran	25
Gambar 3.12	Sensor Kecepatan	25
Gambar 3.13	Laptop	26
Gambar 3.14	Sigmat/Jangka sorong	26
Gambar 3.15	Waterpass	27
Gambar 3.16	Kunci Ring Pas 14	27
Gambar 3.17	Timbangan Neraca Digital	28
Gambar 3.18	Set Up Alat Keseimbangan Dinamik	39
Gambar 3.19	Diagram Alir Eksperimen	30
Gambar 3.20	Spesimen Piringan	31
Gambar 3.21	Poros	31
Gambar 3.22	Flange	32
Gambar 3.23	Pemasangan Flange dan Piringan	32
Gambar 4.1.	Grafik Konsentrik pada putaran 1000 Rpm	34
Gambar 4.2.	Grafik Konsentrik pada putaran 2000 Rpm	35
Gambar 4.3.	Grafik Konsentrik pada putaran 2800 Rpm	36
Gambar 4.4.	Grafik Eksentrik pada putaran 1000 Rpm	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	19
-----------	---	----

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Φ	Beda Fasa	$^{\circ}$
t_1	Waktu saat terjadi puncak pada gelombang respon getaran	mm
t_0	Waktu mulai/refrensi dari sinyal yang dihasilkan oleh <i>proximity sensor</i>	mm
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 I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada saat ini sangat berkembang pesat di segala bidang, termasuk ilmu pengetahuan dan teknologi. Karena perkembangan ini semakin memberi kemudahan bagi masyarakat industri dimana dengan perkembangan ilmu dan teknologi tersebut ditemukan berbagai peralatan dan permesinan yang membantu dalam melaksanakan industri. Mesin-mesin rotasi seperti mesin-mesin perkakas, *turbomachinery* untuk industri dan mesin turbin gas pesawat terbang, pada umumnya terdiri dari poros yang berputar dengan putaran tertentu.

Rotating machinery telah banyak digunakan sebagai alat mekanik atau elektromekanik sistem untuk kebutuhan sehari-hari sampai pada industri-industri besar, sebagai contoh produk *rotating machinery* dapat berupa motor listrik, *ICE*, *machining tools*, dan *industrial turbomachinery*. Umumnya mesin yang dikatakan ideal pada prinsipnya dipandang dari sudut vibrasi (getaran), adalah mesin yang tidak menghasilkan vibrasi sama sekali dimana mesin tersebut akan sangat menghemat energi yang dipakai, energi seluruhnya digunakan untuk melakukan pekerjaannya saja. Walaupun demikian tidak ada yang ideal dari hasil rancangan manusia dimana sebagian energi akan terbuang menjadi bentuk energi yang lain, salah satunya dalam bentuk *vibrasi* (getaran). Getaran yang dihasilkan setiap mesin memiliki karakteristik pada level yang diijinkan selama operasi. Apabila terjadi kenaikan level vibrasi pada mesin tersebut berdasarkan amplitude tertentu,

maka pada kondisi ini mesin harus mendapatkan penanganan khusus yang mengacu pada pengukuran dan analisa vibrasi untuk mengetahui sumber vibrasi dan indikasi penyebabnya.

Unbalance merupakan salah satu kasus penyebab terjadinya getaran tinggi pada *rotating machinery* yang linier terhadap peningkatan putaran pada mesin. *Unbalance* yang terjadi pada mesin membangkitkan gaya sentrifugal yang nilainya merupakan perkalian dari massa *unbalance*, *eccentricity* dan kuadrat dari kecepatan mesin, sehingga dengan meningkatnya putaran maka akan muncul amplitudo tinggi pada $1 \times RPM$ mesin. Vibrasi yang dihasilkan mesin akan ditransmisikan pada *bearing*, akibatnya terjadinya pengendoran baut-baut pada struktur, bagian-bagian mesin cepat aus, rusaknya *bearing* dll.

Pada elemen rotasi suatu konstruksi mesin yang sedang berputar umumnya pada keadaan tidak seimbang akan terjadi getaran. Getaran yang ditimbulkan diakibatkan adanya massa *unbalance*. Pemanfaatan teknologi berbasis analisa getaran ternyata dapat digunakan untuk mengurangi getaran akibat adanya massa *unbalance* tersebut (Suhardjono 2010).

Demikian pula ketidakseimbangan yang terjadi pada piringan jika melebihi batas standart yang diijinkan berakibat ketidaknyamanan dalam berkendara dan mengurangi umur pakai komponen yang langsung berkaitan dengan piringan tersebut. Selain dari pada itu kendaraan sulit dikendalikan sehingga sangat beresiko terhadap keamanan berkendara. Pada penelitian ini dikembangkan rancangan mesin *balancing* untuk mendapatkan *balance performance* yang paling tinggi dengan menggunakan metode sudut fasa.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada eksperimen ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kenaikan putaran kerja terhadap respon getaran dari penyeimbang piringan konsentrik eksentrik.
2. Bagaimana pengaruh penyeimbang pada piringan konsentrik eksentrik.
3. Bagaimana peninjauan kondisi dengan pengukuran respon getaran piringan konsentrik eksentrik.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut,

1. Pengujian hanya dititik beratkan pada proses penyeimbangan konsentrik eksentrik..
2. *Arduino UNO* digunakan sebagai pembaca data akusisi pada *Vibration* sensor, *RPM (Rotasi Per Minute)* sensor.
3. Putaran, 1000, 2000, dan 2800 RPM (*Rotasi Per Minute*).
4. Data yang digunakan hasil eksperimen.

1.4. Tujuan Studi Eksperimental

1.4.1. Tujuan Umum

Untuk melakukan Studi Ekperimental Penyeimbang Piringan Konsentrik Eksentrik pada *Balancing Machine*.

1.4.2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari studi eksperimental ini adalah:

1. Melakukan Eksperimental Penyeimbang Piringan Konsentrik Eksentrik
2. Untuk mendapatkan data hasil eksperimental.

3. Untuk mengetahui Keseimbangan Piringan Konsentrik Eksentrik dengan menggunakan alat keseimbangan dinamik yang ada pada lab teknik UMSU.

1.5. Manfaat Studi Eksperimental

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Memahami pengaruh ketidakseimbangan piringan konsentrik eksentrik dengan menggunakan *balancing machine* berbasis *software Arduino UNO*.
2. Sebagai bahan masukan dan informasi bagi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Memberikan kontribusi dalam memperkaya bahan pengajaran, khususnya dalam bidang *balancing machine* kepada dunia pendidikan.

1.6. Sistematika Penulisan

1. BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan studi eksperimental, manfaat studi eksperimental, dan sistematika penulisan.

2. BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas tentang teori-teori yang mendasari dan informasi yang mendukung studi eksperimental pada tugas sarjana ini.

3. BAB 3 : METODOLOGI:

Pada bab ini akan dibahas yaitu mengenai tempat dan waktu pelaksanaan pengujian, alat pengujian, diagram alir, langkah-langkah pengujian, dan pengambilan data.

4. BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN:

Pada bab ini akan dilakukan unjuk kerja konfigurasi penggunaan rumus perbandingan untuk menghitung data yang diperoleh setelah pengujian..

5. BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian yang diperoleh dan saran-saran untuk pengembangan

6. DAFTAR PUSTAKA

7. LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mesin Penyeimbang

Mesin balancing (*balancing machine*) adalah alat ukur yang digunakan untuk menyeimbangkan bagian mesin yang berputar seperti rotor untuk motor listrik, turbin, rem cakram, *disk drive*, baling-baling dll. Mesin biasanya terdiri dari dua tiang kaku, dengan suspensi dan bantalan di atas mendukung platform mounting, unit yang diuji adalah melesat ke platform dan diputar baik dengan *v-belt*, atau *drive-end*.

Sebagai bagian diputar, getaran di suspensi terdeteksi dengan sensor dan informasi yang digunakan untuk menentukan jumlah ketidakseimbangan di bagian tertentu. Seiring dengan informasi fasa, mesin dapat menentukan berapa banyak dan di mana untuk menambah bobot untuk menyeimbangkan.

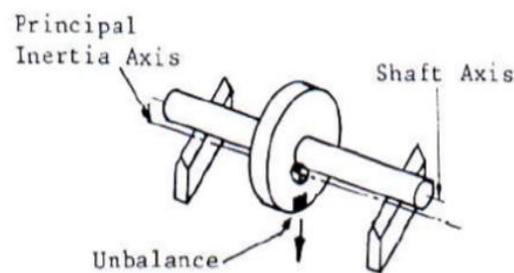
2.2. Ketidakseimbangan

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: yaitu:

1. Ketidakseimbangan Statis (*Statik*).

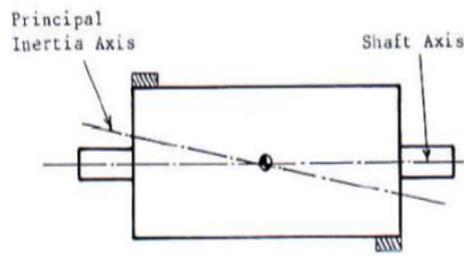
Ketidakseimbangan statis ialah dimana kondisi ketidakseimbangan sumbu porosnya terletak paralel atau sejajar dengan sumbu inersianya, dan seringkali disebut ketidakseimbangan gaya atau ketidakseimbangan kinetik, cara mudah untuk dapat mendeteksi ketidakseimbangan static ini yaitu dengan menaruh rotor yang tidak seimbang (*unbalance*) di ujung mata pisau yang disejajarkan. Sisi yang berat akan berayun kearah bawah karena pengaruh gravitasi, maka didapatkanlah posisi dari penyebab massa tak seimbang rotor, dapat di lihat pada gambar 2.1:



Gambar 2.1 Kondisi ketidakseimbangan Statis

2. Ketidakseimbangan Kopel (*Couple*).

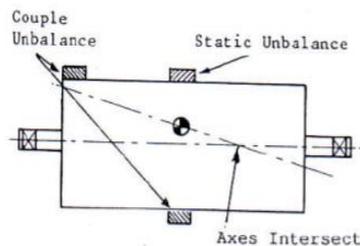
Ketidakseimbangan kopel adalah kondisi yang tidak seimbang dimana sumbu inersia berpotongan dengan sumbu porosnya tepat pada titik pusat grafitasinya, atau keadaan ketidakseimbangan ini terjadi jika ada dua gaya tak seimbang terjadi pada dua bidang bersebrangan dan berlawanan arah, seperti terlihat pada gambar 2.2:



Gambar 2.2 Kondisi ketidakseimbangan kopel

3. Ketidakseimbangan *Quasi-statis* (*Quasi-statis*)

Pada gabungan ketidakseimbangan terkopel dan ketidakseimbangan statik 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 statik, seperti terlihat pada gambar 2.3:

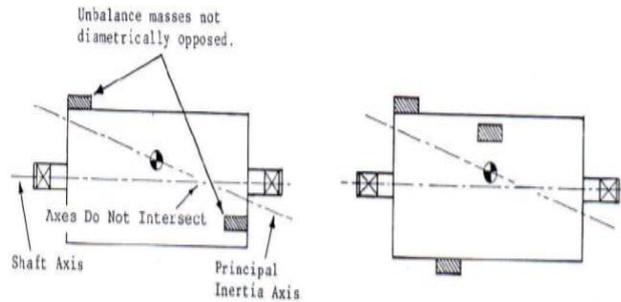


Gambar 2.3 Kondisi ketidakseimbangan *Quasi-statis*

4. Ketidakseimbangan Dinamis (*Dynamic*)

Ketidakeimbangan dinamis dapat terjadi apabila terdapat gabungan ketidakseimbangan terkopel dan ketidakseimbangan statis namun beda dengan kondisi ketidakseimbangan quasi statis, ketidakseimbangan statisnya tidak

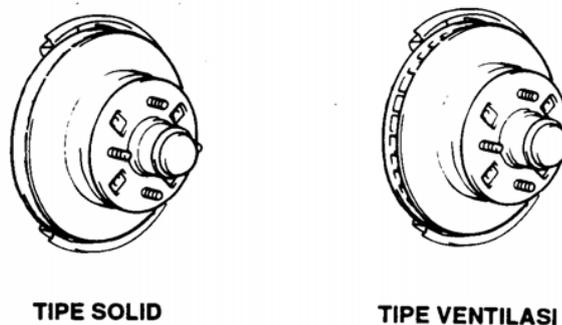
berada dalam suatu garis lurus dengan salah satu kopel (ketidakseimbangan terkopel), terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Kondisi ketidakseimbangan dinamis.

2.3. Type Piringan

Piringan (*Disc Rotor*) terbuat dari besi tuang dalam bentuk *solid* (biasa) dan berlubang-lubang untuk ventilasi. Tipe ventilasi digunakan untuk menjamin pendinginan yang baik untuk mencegah *fading* (koefisien gesek berkurang). Dapat kita lihat pada gambar 2.5 type piringan:



Gambar 2.5 Type piringan

2.4. Metode Balancing

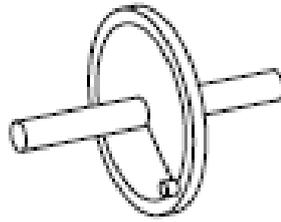
Tujuan metode *balancing* adalah menyeimbangkan mesin putar dengan poros, yang pada akhirnya akan mengurangi getaran. Getaran yang rendah (*low vibration*) pada mesin akan :

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.

2.5. Two-Plane Balancing

Secara teoritis *unbalance* yang disebabkan adanya eksentrisitas antara sumbu poros dengan titik berat massa yang berputar akan menimbulkan getaran yang cukup besar. Amplitudo getaran yang timbul karena berputarnya poros adalah berbanding secara kuadratis dengan putaran poros tersebut. Eksentrisitas digambarkan sebagai sistem titik massa yang berputar dengan jari-jari putar sebesar e dari titik putar seperti ditunjukkan pada gambar 2.6:.



Gambar 2.6. eksentrisitas.

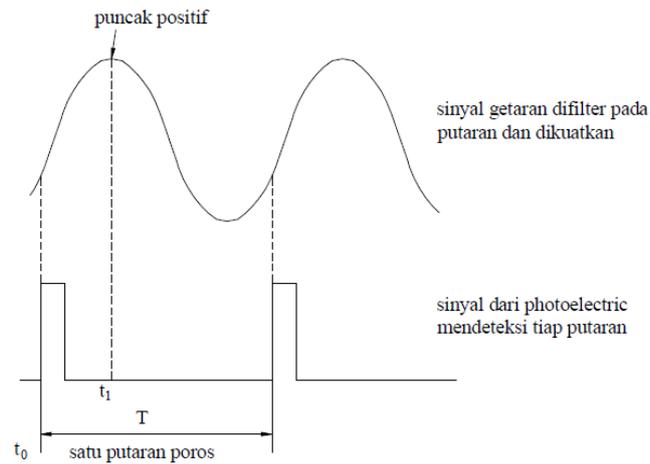
Pada massa *unbalance* terletak jarak radial yang tertentu terhadap sumbu poros yang berputar dengan frekuensi putar yang sesuai dengan putaran kerja poros. Gaya sentrifugal yang dihasilkan berupa vektor gaya dengan amplitudo sebesar $\mu e \omega^2$ (massa *unbalance* x jarak massa *unbalance* ke sumbu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

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

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

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

fasa dilakukan dengan metode *trigger-sensor*. Dalam metode ini sudut fasa ditentukan positif jika berlawanan dengan arah putaran poros atau sudut adalah negatif jika searah dengan arah putaran poros, terlihat pada gambar 2.7:

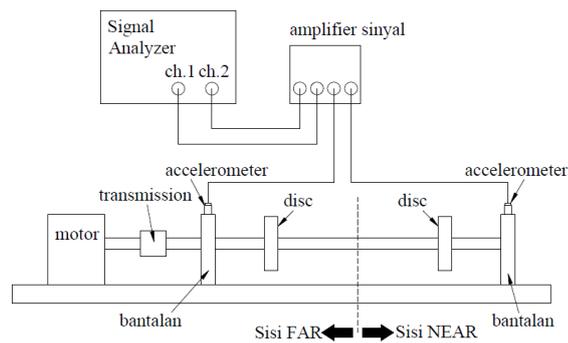


Gambar 2.7. metode perhitungan sudut fasa dari sinyal getaran dan *trigger*.

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

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

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



Gambar 2.8. skematik *two-plane balancing*.

Apabila pengukuran beda fasa dapat dilakukan, maka selanjutnya dilakukan *balancing* menggunakan metode vektor dengan fasa. *Balancing* dilakukan untuk *two-plane balancing* seperti pada gambar 2.8. Secara garis besar prosedur *two-plane balancing* untuk sistem poros-piringan adalah sebagai berikut :

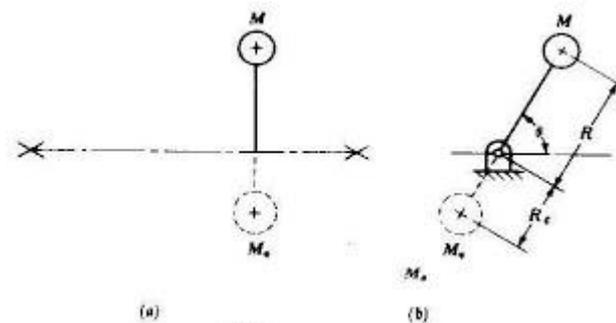
- Poros-piringan yang berputar yang mana sebelumnya tidak diseimbangkan akan menimbulkan suatu amplitudo getaran. Amplitudo getaran di kedua ujung berbeda dan saling mempengaruhi. Sehingga diperlukan pendeteksian bergantian diantara kedua ujung poros tersebut. Amplitudo getaran yang timbul tersebut digambarkan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

2.6. Menyeimbang Massa Yang Berputar

Penghubung atau komponen mesin yang berputar secara teoritis dapat disetimbangkan sempurna untuk menghilangkan gaya guncang dan momen guncang suatu komponen yang berputar dapat diseimbangkan secara statik maupun dinamik. Komponen yang berputar pada umumnya dirancang bentuk geometrinya untuk memperoleh kondisi setimbang. Walaupun demikian, dalam proses produksi tetap ditemukan kondisi tidak setimbang atau *unbalance* tetap dalam batas toleransi yang dapat diterima.

2.6.1. Massa Berputar Tunggal

Untuk melukiskan prinsip-prinsip yang terlibat dalam gambar, kita mulai dengan memperhatikan gambar 2.9,



Gambar 2.9. Gambar Massa berputar tunggal

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

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

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

Atau $M_e R_e = MR$ (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 (2.2). Pada waktu keseimbangan statis terjadi, porosnya tidak akan mempunyai kecenderungan untuk berputar pada bantalannya, tidak peduli ke posisi mana ia berputar.

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

$$MR\omega^2 - M_e R_e \omega^2 = 0$$

$$M_e R_e = MR$$
 (2.3)

Keterangan :

M : Massa
 R : Jari-jari
 ω : Kecepatan sudut
 e : Penambahan massa atau jari-jari yang akan ditambahkan pada spesimen yang akan diuji

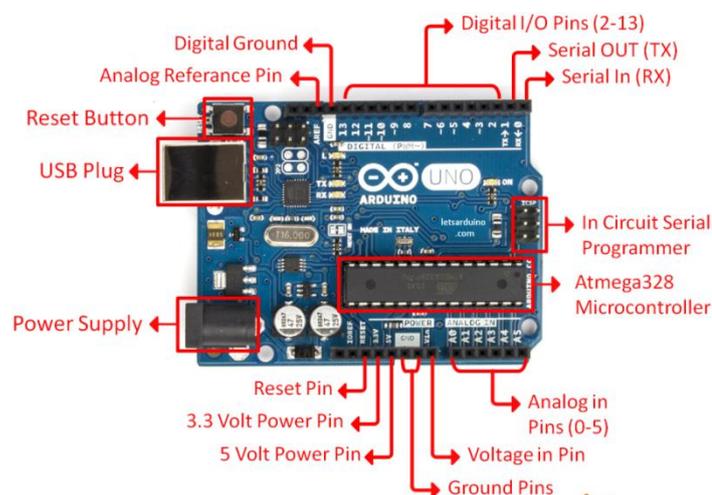
Dari persamaan-persamaan (2.2) dan (2.3) kita lihat bahwa keseimbangan statis dan dinamis akan dicapai jika kita membuat

$$M_e R_e = MR$$

2.7. *Microcontroler*

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*. *Microcontroller* digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat dan mainan. *Microcontroller* membuat kontrol 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, seperti terlihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. *Arduino UNO*

Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang *microcontroller*, mudah menghubungkan ke sebuah komputer dengan sebuah

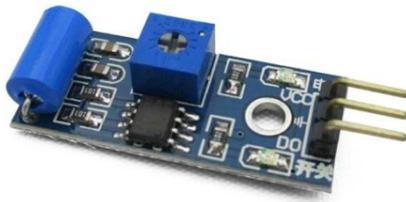
kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

2.8. Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut *Transduser*. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde *nanometer*. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi

2.8.1. *Vibration Sensor* (sensor getaran)

Sensor getaran adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran dan akan diubah dalam ke dalam sinyal listrik, terlihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Vibration Sensor* (sensor getaran)

Prinsip kerja *Vibration Sensor* (sensor getaran) adalah 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.

2.8.2. Sensor *RPM* (*Rotasi Per Menit*)

Sensor *RPM* (*Rotasi Per Menit*) atau sensor kecepatan adalah sebuah sensor untuk mengukur kecepatan pada material/benda yang akan diukur atau diuji. Kecepatan adalah jarak yang ditempuh oleh suatu benda dalam suatu waktu. Kecepatan yang dapat diukur dalam satuan kecepatan yaitu:

1. Meter per detik dengan simbol m/detik.
2. Kilometer per jam atau dengan simbol km/jam atau kph
3. Mil per jam dengan simbol mil/jam atau mph.

Terlihat pada gambar 2.12:



Gambar 2.12 Sensor *RPM* (*Revolution Per Menit*)

Prinsip kerja dari sensor ini adalah proses penginderaan sensor kecepatan merupakan proses kebalikan suatu motor, dimana suatu poros/object yang berputar pada suatu generator akan menghasilkan suatu tegangan yang sebanding dengan kecepatan putaran object.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

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 April 2017 dan terlihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 : Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

		Tahun 2017					
No	Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1	Study literatur						
2	Desain Mesin <i>Balancing</i>						
3	Pembuatan Alat Mesin <i>Balancing</i>						
4	Pengujian Spesimen						
5	Evaluasi data penelitian						

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

1. Piringan

Piringan digunakan sebagai spesimen yang akan di uji konsentrik dan eksentrik nya.



Gambar 3.1. Piringan

2. Poros

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



Gambar 3.2. Poros

3. Flange

Flange digunakan sebagai pengikat benda uji atau spesimen keporos agar spesimen terikat dengan porosnya.



Gambar 3.3. Flange

4. Baut dan Mur

Baut dan mur digunakan untuk pengikat/penghubung flange dengan piringan..



Gambar 3.4. Baut dan mur

5. Massa yang ditambahkan pada piringan eksentrik



Gambar 3.5. Massa yang akan ditambahkan

3.2.2. Alat

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

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



Gambar 3.6. Alat Keseimbangan Dinamik

2. Motor Listrik AC

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



Gambar 3.7. Motor listrik AC

Spesifikasi :

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

3. Panel listrik

Panel listrik digunakan untuk pemutus dan penghubung daya motor.



Gambar 3.8. panel listrik

4. Inverter

Digunakan untuk mengatur putaran pada motor AC. dengan putaran yang bervariasi.



Gambar 3.9. Inverter

5. *Arduino UNO*

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



Gambar 3.10. *Arduino UNO*

6. Sensor Getaran

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



Gambar 3.11. Sensor Getaran

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

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



Gambar 3.12. Sensor kecepatan

8. Laptop

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



Gambar 3.13. Laptop

9. Sigmat / Jangka Sorong

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



Gambar 3.14. sigmat/jangka sorong

10. Waterpass

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



Gambar 3.15. Waterpass

11. Kunci pas ring 14

Kunci pas ring digunakan sebagai pengunci baut flange dan piringan



Gambar 3.16. Kunci pas ring 14

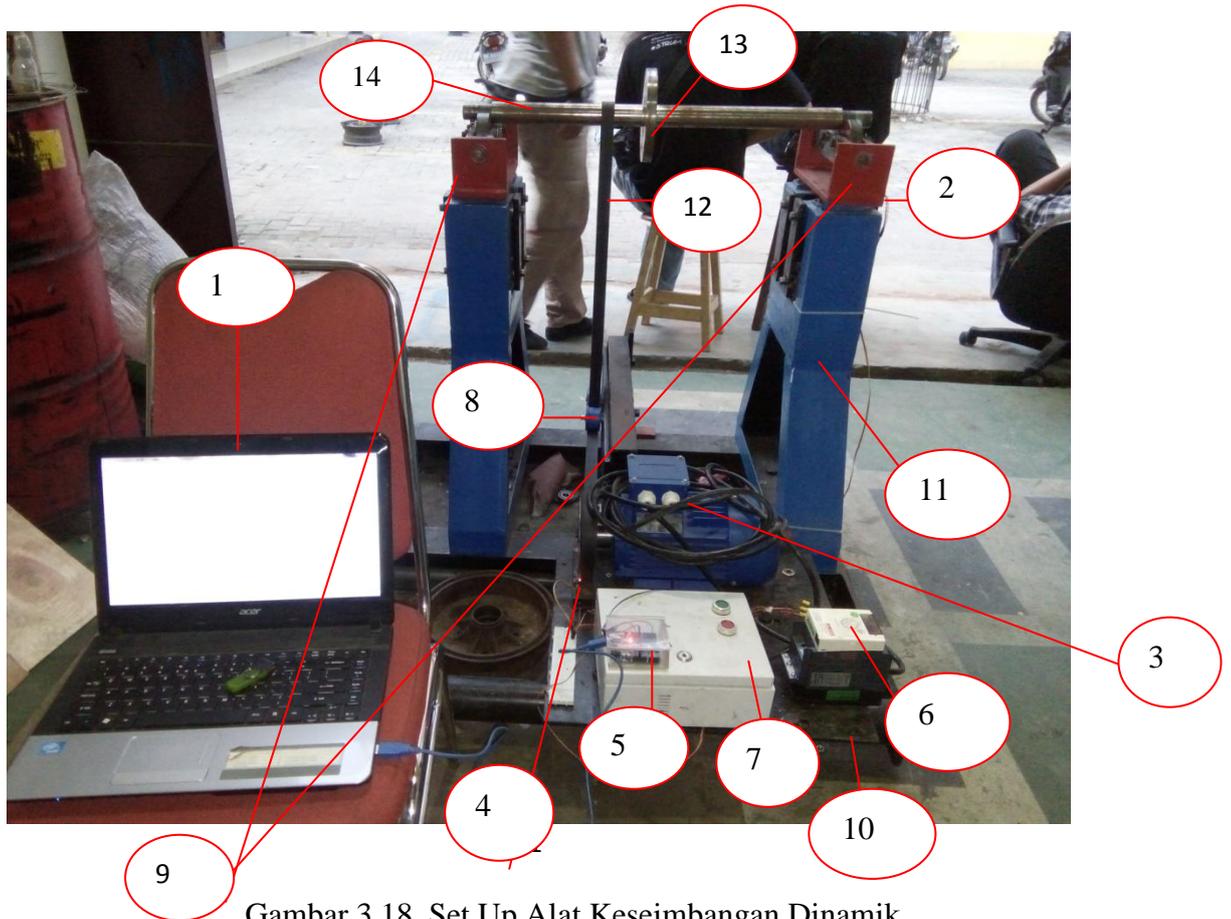
12. Timbangan Neraca Digital

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



Gambar 3.17. Timbangan neraca digital

3.3. Set Up Alat Keseimbangan Dinamik

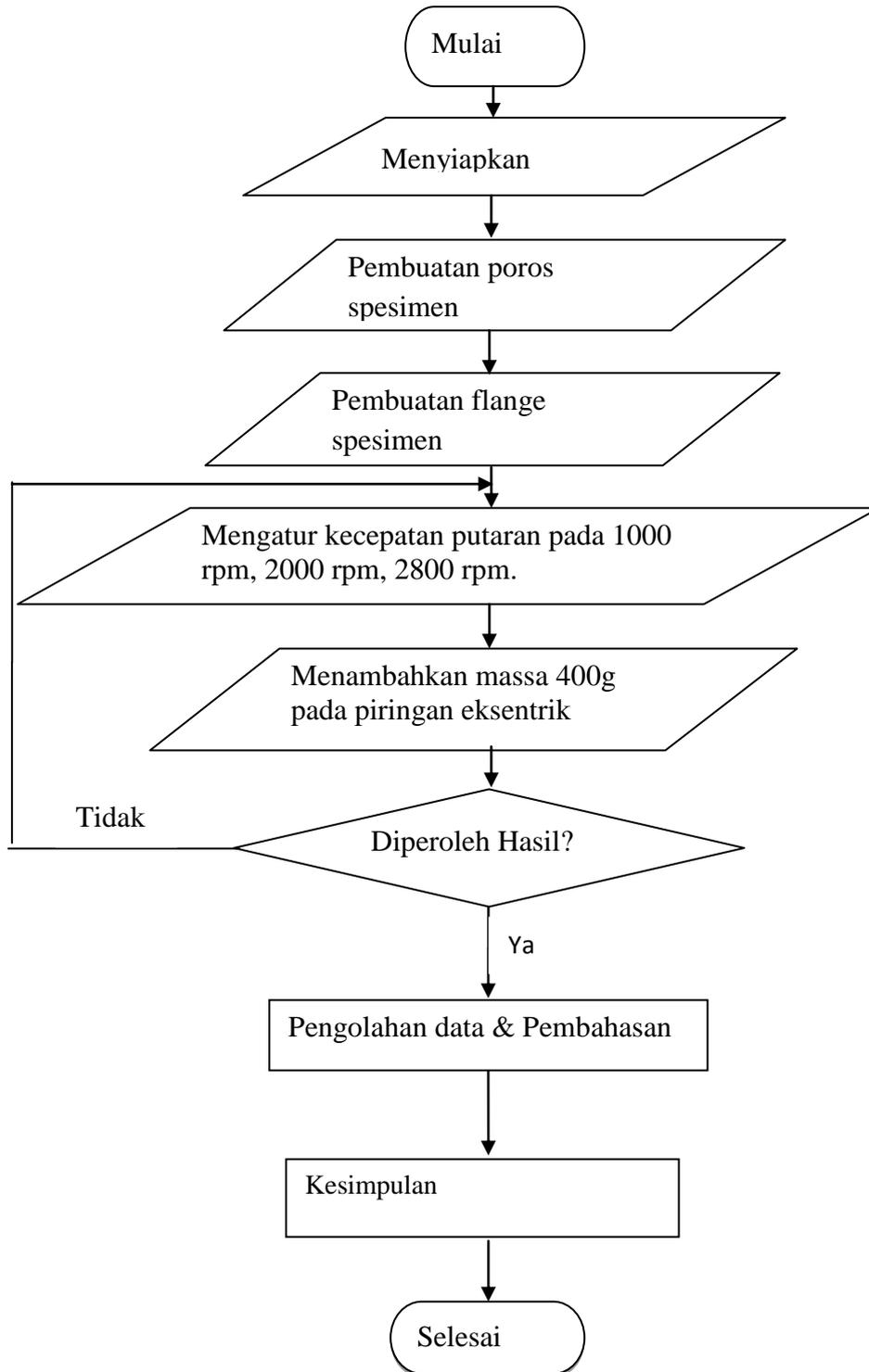


Gambar 3.18. Set Up Alat Keseimbangan Dinamik

Keterangan :

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

3.4. Diagram Alir Eksperimen



Gambar 3.19. Diagram Alir Eksperimen

3.5. Prosedur Eksperimen

1. Menyiapkan spesimen piringan



Gambar 3.20. spesimen piringan

2. Membubut poros untuk spesimen yang akan diuji.



Gambar 3.21. poros

3. Membubut flange untuk mengikat spesimen yang akan di uji.



Gambar 3.22. flange

4. Memasang flange dan piringan pada poros .



Gambar 3.23. Pemasangan Flange dan Piringan

5. Menaikan poros yang sudah ada spesimennya ke mesin *balancing*.
6. Mengkoneksikan semua sensor/alat ukur yang terprogram dalam *Arduino Uno* ke laptop, dan buka *software* penunjuk alat ukur tersebut.
7. Hidupkan mesin *balancing*.
8. Memvariasikan putaran spesimen yang konsentrik pada putaran 1000, 2000, dan 2800.

- Menimbang massa yang akan ditambahkan pada spesimen piringan eksentrik dan memvariasikannya pada putaran 1000 rpm dengan sudut 0^0 .



Gambar 2.24. Massa yang ditimbang

- Menambakan massa pada piringan eksentrik



Gambar 2.25. Massa yang ditambahkan pada spesimen

- Memulai pengambilan data saat mesin *balancing* hidup.
- Menyimpan data yang telah direkam oleh *Arduino Uno* sebagai data pengujian.
- Membaca ketidakseimbangan piringan konsentrik eksentrik dengan melihat getaran yang terjadi pada mesin *balancing*. Getaran tersebut akan direkam oleh sensor dan hasilnya dicatat sebagai data pengujian.

BAB 4

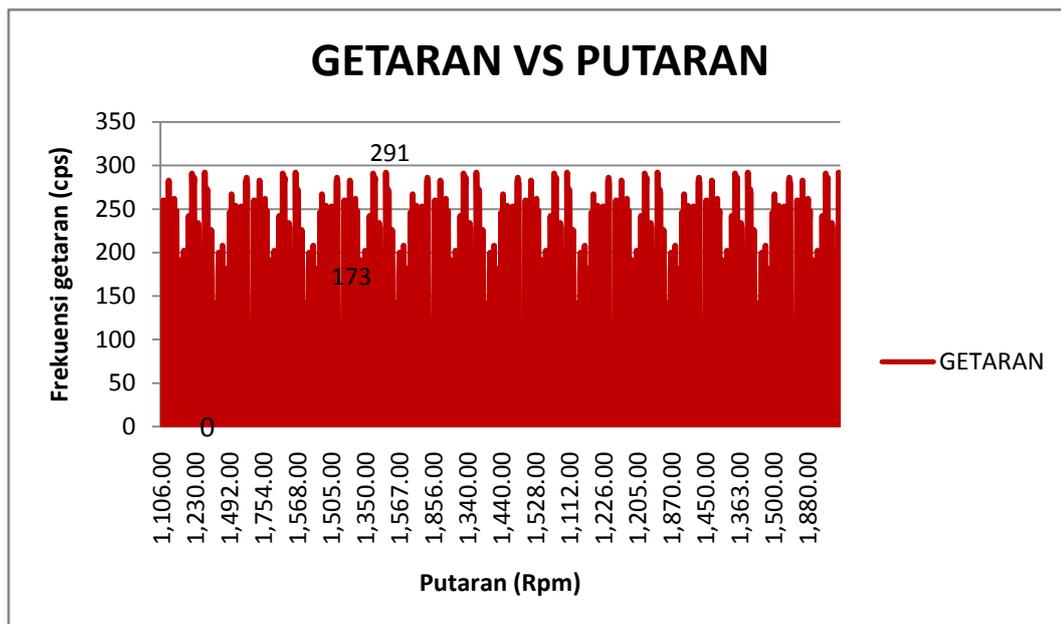
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian

4.1.1. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian

Dari perbandingan grafik dengan memvariasikan putaran 1000 rpm, 2000 rpm, dan 2800 rpm pada piringan Konsentrik Eksentrik dapat dilihat sebagai berikut:

1. Grafik Konsentrik Pada Putaran 1000 Rpm

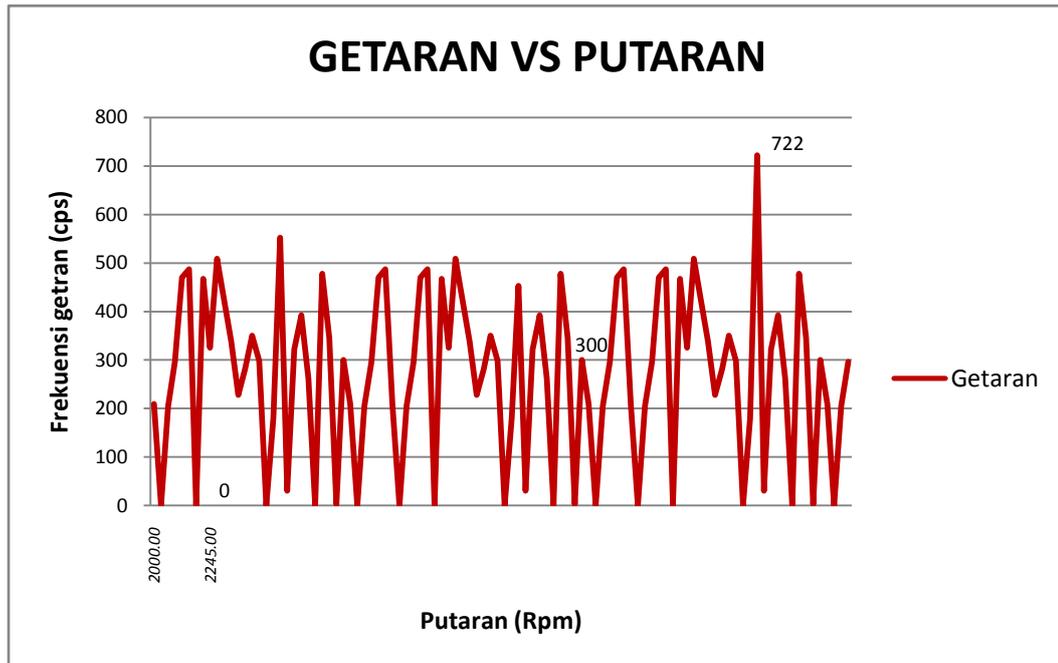


Gambar 4.1 Grafik konsentrik pada putaran 1000 Rpm

Dapat kita lihat pada gambar 4.1 Grafik menunjukkan keseimbangan piringan konsentrik pada putaran 1000 Rpm dan getaran tertinggi menunjukkan

angka 291 frekuensi (*cycles per second*) dengan menggunakan sensor getaran maka dapatlah hasil konsentrik pada piringan.

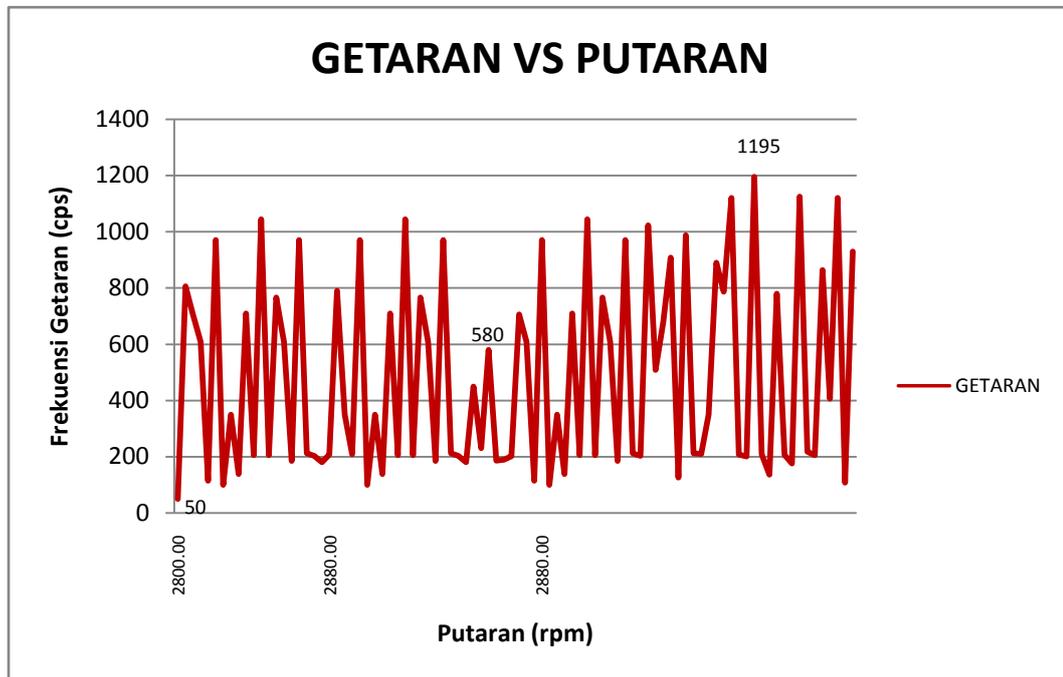
2. Grafik Konsentrik Pada Putaran 2000 Rpm



Gambar 4.2 Grafik konsentrik pada putaran 2000 Rpm

Dapat kita lihat pada gambar 4.2 Grafik menunjukkan keseimbangan piringan konsentrik pada putaran 2000 Rpm dan getaran tertinggi menunjukkan angka 722 frekuensi (*cycles per second*) dengan menggunakan sensor getaran maka dapatlah hasil konsentrik pada piringan.

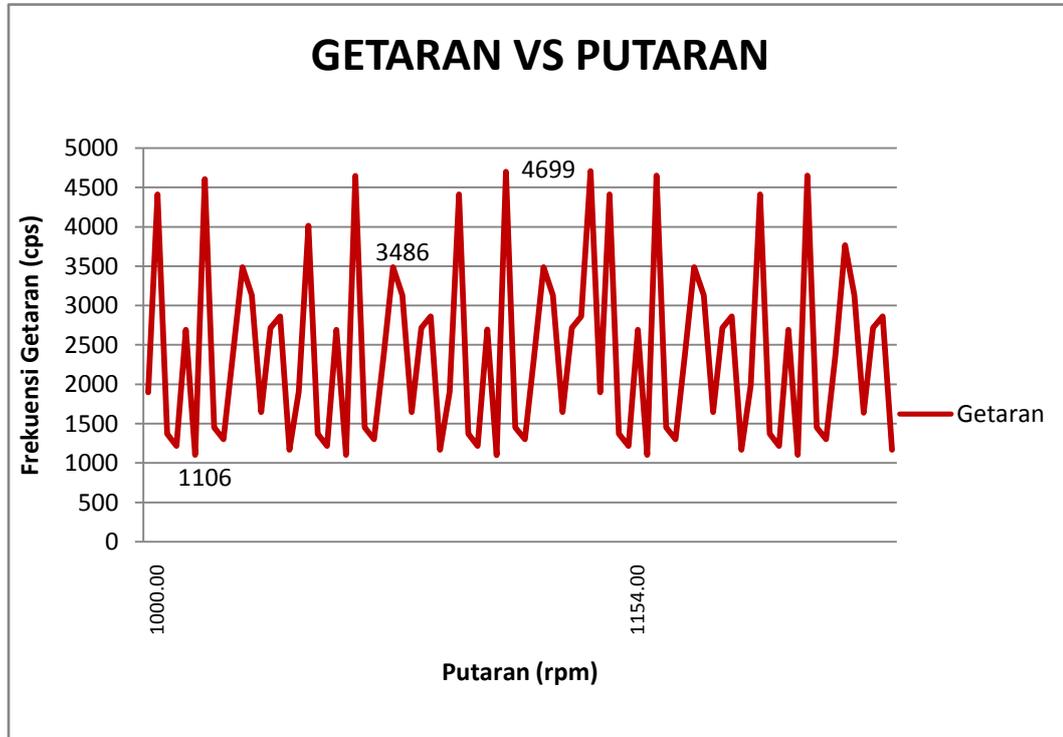
3. Grafik Konsentrik Pada Putaran 2800 Rpm



Gambar 4.3 Grafik konsentrik pada putaran 2800 Rpm

Dapat kita lihat pada gambar 4.3 Grafik menunjukkan keseimbangan piringan konsentrik pada putaran 2800 Rpm dan getaran tertinggi menunjukkan angka 1995 frekuensi (*cycles per second*) dengan menggunakan sensor getaran maka dapatlah hasil konsentrik pada piringan.

4. Grafik Eksentrik Pada Putaran 1000 Rpm



Gambar 4.4 Grafik Eksentrik pada putaran 1000 Rpm

Dapat kita lihat pada gambar 4.4 Grafik menunjukkan piringan eksentrik pada putaran 1000 Rpm dan getaran tertinggi menunjukkan angka 4699 frekuensi (*cycles per second*) dengan menggunakan sensor getaran maka dapatlah hasil konsentrik pada piringan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Pada putaran 1000 rpm frekuensi 291 *cycles per second* , putaran 2000 rpm frekuensi 722 *cycles per second*, dan putaran 2800 rpm frekuensi 1195 *cycles per second*. dapat dilihat adanya ketidakseimbangan pada masing-masing variasi putaran pada piringan konsentrik .
2. Pada penambahan massa dengan berat 400g pada sudut 0^0 dengan putaran 1000 Rpm terjadi getaran yang tidak seimbang dikarenakan adanya massa yang ditambahkan pada piringan eksentrik dengan frekuensi 4699 *cycles per second*.
3. Pada grafik – grafik tersebut terdapat perbedaan antara getaran konsentrik dan eksentrik dengan memvariasikan putaran motor.

5.2. Saran

1. Pada studi eksperimental selanjutnya diharapkan untuk lebih memperhatikan penggunaan material bahan untuk membuat alat keseimbangan dinamik.
2. Untuk di pengujian alat uji keseimbangan dnamik selanjutnya diharapkan kecepatan putaran dapat di variasikan lebih banyak lagi supaya ketelitian kesimbangannya lebih baik.

3. Untuk studi eksperimental selanjutnya dengan menggunakan sensor *Rotary Encoder* atau *Proximity* agar alat lebih akurat pembacaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aifu Zainur Rahman, 2015, "Rancang Bangun Alat Ukur Getaran Mesin Berbasis Arduino", Universitas Negeri Semarang, [Online : lib.unnes.ac.id/21129/1/5301410037-s.pdf. diakses pada tanggal 6 juni 2017].
- Andromina robot V.2.0, "Encoder and Arduino Tutorial About The IR Speed Sensor Module With The Comperator LM393 (Encoder FC-03), [Online : andromina_robot.english.blogspot.co.id/2017/03/encoder.and.arduino.tutorial-about-tutorial-about-ir.html. Diakses pada tanggal 8 juni 2017].
- Arduino, [Online : <https://forum.arduino.cc/index.php?.topic=476382.0> diakses pada tanggal 8 juni 2017].
- Arduino Uno, [Online : illearning.mc/sample.page.162/arduino/pengertian-arduino.uno/ diakses pada tanggal 8 juni 2017].
- Automotive education. Rem cakram", [Online : arifotomotif-smkn-2-garut.blogspot.co.id/2014/rem-cakram-uraian-rem-cakram-disc-brake.html. diakses pada tanggal 8 juni 2017].
- Dwi Rahmanto, 2007, "Pengaruh Variasi Putaran Terhadap Efektivitas *Balancing* Poros Fleksible Pada Poros *Two-plane Balancing*", Universitas Sepuluh Maret Surakarta, [Online : <https://eprint.uns.ac.id/5099/1/71200607200908391.pdf> diakses pada tanggal 6 juni 2017].
- George H. Martin, 1994, "Kinematika dan dinamika teknik", diterjemahkan oleh Ir. Setiyobakti, Penerbit Erlangga.
- Harie Satiyadi Jaya, 2010, "Tesis Studi Eksperimental Karakteristik Variasi Ukuran Roda Untuk Mendapatkan *Balance Performance* Maksimal Pada Proses *Balancing*", Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, [Online : digilib.its.acs.ac.id/public/ITS-master-13680/resentation-1395492.pdf diakses pada tanggal 6 juni 2017].

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 : RIZKI PERDANA IBRAHIM
2. Jenis Kelamin : Laki – Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Kisaran, 04 April 1992
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 164 cm / 50 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : Sepadan Jaya
Kel. Tanjung Selamat
Kec. Kampung Rakyat
Kab. Labuhan Batu Selatan
9. No. Hp : +6285207271584
10. Email : rizkiperdanaibrahim@yahoo.com

B. Riwayat Pendidikan

1. 1998 – 2004 : Lulus SD Negeri 112238 Sepadan Jaya
2. 2004 – 2007 : Lulus MTS Swasta Ridho Allah
Kampung Perlavian
3. 2007 – 2010 : Lulus SMK-2 Raudlatul Ullum
Aek Nabara
4. 2012 – 2017 : Kuliah di Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara, Fakultas Teknik, Program
Studi Teknik Mesin S1