

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN INSTRUMENTASI SENSOR GAYA
POTONG PADA PROSES FRAIS

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

Disusun oleh :

NAMA : MUHAMMAD GEMILANG PRAYOGI
NPM : 1307230245



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN – I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN INSTRUMENTASI SENSOR GAYA
POTONG PADA PROSES FRAIS

Disusun Oleh :

MUHAMMAD GEMILANG PRAYOGI
1307230245

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II



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



(Bektisuroso, S.T., M.Eng)

Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN – II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN INSTRUMENTASI SENSOR GAYA
POTONG PADA PROSES FRAIS

Disusun Oleh :

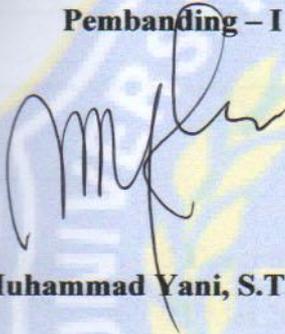
MUHAMMAD GEMILANG PRAYOGI

1307230245

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 08 Juli 2018

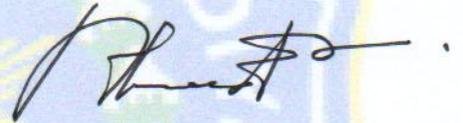
Disetujui Oleh :

Pembanding – I



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

Pembanding – II



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

Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018



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>

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama : MUHAMMAD GEMILANG PRAYOGI
NPM : 1307230245
Semester : X (Sepuluh)
SPESIFIKASI :

PEMBUATAN INSTRUMENTASI SENSOR GAYA POTONG PADA PROSES

FRAIS

Diberikan Tanggal : 9 Desember 2017
Selesai Tanggal : 21 Mei 2018
Asistensi : Seminggu, 3 Kali
Tempat Asistensi : Di Kampus UMSU Ruangan Dosen

Diketahui oleh :

Medan, 11 MEI 2018

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>

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

NAMA: M GEMILANG PRAYOGI PEMBIMBING – I : Khairul Umurani, S.T.,M.T
NPM : 1307230245 PEMBIMBING – II : Bekti Suroso S.T.,M.eng

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	09 - maret - 2018	- Pemberian spesifikasi tugas	ke
2.	12 - maret - 2018	- Perbaiki Argumen, Rumusan Tugas	ke
3.	14 - maret - 2018	- Perbaiki Argumen per Jude.	ke
4.	21 - maret - 2018	- Perbaiki Metode . . .	ke
5.	23 maret - 2018	- Perbaiki Analisis	ke
6.	26 maret - 2018	- Lanjut ke paragraf II	ke .
7.	28 maret - 2018	- Perbaiki dan perbaiki pada bab I, II, dan III.	ke
8.	21 mei - 2018	- Konsisten pada kata yg digunakan .	ke
9.	21 mei - 2018	- Perbaiki penulisan Abstrak, diagram Alir dan penomoran	ke
10.	21 mei - 2018	- Acc. Semesta keril	ke
		- ke, summa	ke

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : MUHAMMAD GEMILANG PRAYOGI
Tempat/Tgl Lahir : SEI BIRUNG 10-FEBRUARI-1995
Npm : 1307230245
Bidang Keahlian : Kontruksi Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

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

"PEMBUATAN INSTRUMENTASI SENSOR GAYA POTONG PADA PROSES FRAIS "

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 Sarjana 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 melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2018

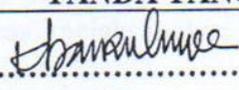
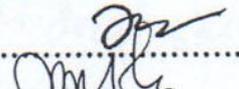
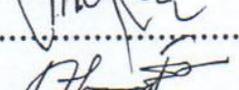
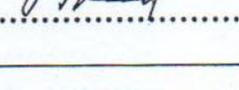
Saya yang menyatakan,



MUHAMMAD GEMILANG PRAYOGI

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

Peserta Seminar
 Nama : Muhammad Gemilang Prayogi
 NPM : 1307230245
 Judul Tugas Akhir : Pembuatan Instrument Sensor Gaya Potong Pada Proses Frais.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng	: 
Pembanding – I : Muhammad Yani.S.T.M.T	: 
Pembanding – II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230155	HAMIDANI HAMIDAH	
2	1307230264	BAYU MANDALA PUTRA	
3	1307230079	CHIRU KHOMADAN	
4	1407230197	AZKHA WICHTYASMORO	
5	1407230035	SANDI IRAWAN	
6	1307230017	SANDI ARIAN	
7	1407230169	SAKBANI SALEFI	
8	1307230177	WAN MUKRIM	
9	1207230198	RAHM DION ANIKI PERCI	
10	1307230126	RIZKI ANCECA RATUMCA	

Medan, 23 Ramadhan 1439 H
08 Jun 2018 M

Ketua Prodi. F. Mesin

 Affandi.S.T



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

NAMA : Muhammad Gemilang Prayogi
NPM : 1307230245
Judul T.Akhir : pembuatan Instrument Sensor Gaya Potong Pada Proses Frais.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Muhammad Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
Perbaikan yg telah ditulis di draft skripsi
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 23 Ramadhan 1439H
08 Juni 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I
[Signature]
Muhammad Yani.S.T.M.T

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

A : Muhammad Gemilang Prayogi
: 1307230245
T.Akhir : pembuatan Instrument Sensor Gaya Potong Pada Proses Frais.

Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Pembimbing - II : Bekti Suroso.S.T.M.T
Pembanding - I : Muhammad Yani.S.T.M.T
Pembanding - II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

- Lihat Laporan tugas Sarjana yg sudah
di koreksi.....
- Partitur Instrumen Berfungsi.....

Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

Medan 23 Ramadhan 1439H
08 Juni 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II

Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

ABSTRAK

Mesin frais adalah proses penyayatan benda kerja dengan alat potong berupa mata potong jamak yang berputar. Proses penyayatan dengan gigi / mata potong yang banyak yang mengitari pahat ini bias menghasilkan proses pemesinan lebih cepat. Saat proses pengefraisan berlangsung, material yang terpotong akan menghasilkan gaya potong. Alat yang digunakan untuk mengukur besarnya gaya potong yang terjadi dinamakan dynamometer. Adapun tujuan dalam perakitan dynamometer adalah merakit instrument dynamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong .pada gaya potong (F_t) didapatkan gaya sebesar N/mm^2 Dynamometer dapat mengukur beban maksimum yang diizinkan 50 kg .Berbagai penelitian mengenai desain dynamometer dan kontruksi dapat ditemukan menggunakan oktagonal-ring jenis dynamometer atau bebentuk persegi panjang menggunakan bingkai dan meja pengikat benda kerja.

Kata kunci: Mesin Frais, Tool Dynamometer, Gaya potong, Gaya pemakanan..

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik. Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya, untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan dari para Dosen Pembimbing merencanakan sebuah **“Pembuatan instrumentasi sensor gaya potong pada proses frais”**.

Shalawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat muslim dari alam kegelapan menuju alam yang terang menderang. Semoga kita mendapat syafa'atnya di yaumul akhir kelak amin yarabbal alamin.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan baik dalam kemampuan pengetahuan dan penggunaan bahasa. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Dalam penulisan Tugas Sarjana ini, penulis banyak mendapat bimbingan, masukan, pengarahan dari Dosen Pembimbing serta bantuan moril maupun material dari berbagai pihak sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

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

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda M Amin Akip Purba dan Ibunda Nur Aminiyang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Sarjana ini.

2. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Sarjana ini dan selaku wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Bekti Suroso, ST,M.Eng selaku Dosen Pembimbing II Tugas Sarjana ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
8. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas A2 Siang dan B2 Siang yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Sarjana ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Sarjana ini masih jauh dari kata 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, 20 April 2018

Penulis

MUHAMMAD GEMILANG PRAYOGI

1307230245

DAFTAR ISI

Halaman	
LEMBAR PENGESAHAN I	
LEMBAR PENGESAHAN II	
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	
LEMBAR ASISTENSI TUGAS SARJANA	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Batasan Masalah	2
1.4.Tujuan Pembuatan	2
1.4.1. Tujuan Umum	3
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5.Manfaat Penelitian	3
1.6.Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Pengertian dynamometer	5
2.2.Penjelasan umum mesin	5
2.3. Prinsip kerja mesin	5
2.3.1. Defenisi frais (milling)	6
2.3.2. Gerakan – gerakan pada mesin milling (frais)	7
2.3.3. Prinsip pemotongan pada mesin milling (frais)	7
2.3.4. Gaya – gaya potong pada mesin frais	8
2.3.5. Macam – macam mesin frais	10
2.4. Karakteristik pemilihan bahan	13
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1.Waktu dan Tempat	16
3.1.1.Waktu	16

3.1.2.Tempat	16
3.2. Alat dan bahan yang digunakan	16
3.2.1. Alat yang digunakan	16
3.2.2. Bahan	19
3.3. Diagram alir	22
3.4. Studi literature ²³	
3.5. Penyiapan dan pembuatan	23
BAB 4 HASIL RANCANGAN DAN PENGUJIAN	42
4.1.Hasil Pembuatan	26
4.1.1. Hasil pembuatan instrument dynamometer	26
4.1.2. Rangkaian keseluruhan	28
4.2. Metode pengujian instrument gaya potong pada proses frais	29
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1.Kesimpulan	32
5.2.Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1.Mesin frais vertical	11
Gambar 2.2.Mesin frais horizontal	12
Gambar 2.3.Mesin frais universal	13
Gambar 2.4.Klasifikasi bahan dan paduaan	15
Gambar 3.1.Latop	17
Gambar 3.2.Solder	17
Gambar 3.3.Timah	18
Gambar 3.4.Lem tembak	18
Gambar 3.6.Arduino	19
Gambar 3.7. LCD	19
Gambar 3.8. HX 711	20
Gambar 3 9. FC 03	20
Gambar 3.10.Load cell	20
Gambar 3.11.Kabel	21
Gambar 3.12.Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.13.Arduino uno dan HX 711	23
Gambar 3.14.Arduino uno dan RPM	24
Gambar 3.15.Arduino uno, HX 711dan load cell	24
Gambar 3.15.Arduino uno, HX 711dan RPM	25
Gambar 3.16.Bahasa pemograman	25
Gambar 4.1.Rangkaian load cell	26
Gambar 4.2 penempatan load cell	27
Gambar 4.3.spesimen sebelum jadi	27
Gambar 4.4.spesimen sesudah jadi	30
Gambar 4.5.Rangkaian lcd	30
Gambar 4.6.rangkaian fc 03	31
Gambar 4.7Rangkaian HX 711 dan arduin	31
Gambar 4.8 Rangkaian keseluruhan instrumentasi	32
Gambar 4.9 Pengujian alat	33

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Gaya potong spesifik referensi dalam proses frais	9
Tabel 2.2. Klasifikasi bahan dan paduan	14
Tabel 3.1. Jadwal waktu melakukan pembuatan dan penelitian	16

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
v	kecepatan	m/min
π	nilai konsanta	-
d	diameter luar	mm ²
n	putaran poros utama	r/mm
F	gerak makan	mm/r
f_z	gerak makan pergiggi	mm/gigi
v_f	kecepatan makan	-
z	jumlah gigi pahat frais	-
h	tebal geram, sebelum terpotong	mm
F_t	gaya potong tangensial	-
b	lebar geram sebelum terpotong	mm
h_m	tebal geram rata-rata	mm
k_r	sudut potong utama	90°
h_{max}	tebal geram	mm
a	kedalaman potong	-
w	lebar pemotongan	-
t_c	waktu total pemotongan	mm/min
k_{sm}	gaya spesifik rata-rata	N/mm ²
$k_{s\ 1.1}$	gaya potong spesifik	N/mm ²
Φ_1	sudut masuk	-
Φ_2	sudut keluar	-
A_m	penampang geram sebelum terpotong	mm
Φ_z	sudut sektor gigi	rad

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam dunia industri proses permesinan merupakan hal yang penting. Untuk meningkatkan produktifitas pada proses permesinan selalu diikuti dengan kualitas hasil pengerjaan yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Proses permesinan merupakan proses membentuk sebuah benda kerja menjadi benda jadi dengan tujuan untuk mendapatkan produk jadi dengan ukuran, bentuk, dan yaitu proses bubut, proses sekrap, proses milling, proses gerinda, dan proses drilling.

Mesin Milling adalah suatu proses pemesinan yang pada umumnya menghasilkan bentuk dan bidang datar. Mesin milling yang digunakan pada saat pengujian tidak memiliki sensor gaya potong dan sensor load cell (sensor berat). Jadi tujuan utama dari pembuatan instrumentasi sensor gaya potong pada proses frais adalah untuk mengetahui kecepatan pemakanan pada saat mesin bekerja dan dapat dilihat hasil pemakanannya melalui load cell yang di sambungkan ke arduino dan dapat dilihat hasilnya melalui laptop yang sedang di operasikan pada saat mesin bekerja.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan potong diantaranya yaitu bahan benda kerja/ material yang dimana saat proses pemakanan yang menggunakan pelumas terjadi lebih cepat pemakanannya dari pada saat tidak menggunakan minyak pelumas, dan mata pahat yang digunakan saat pengujian menggunakan pelumas lebih tahan dari pada saat tidak menggunakan minyak pelumas.

Dalam pembuatan instrumentasi sensor gaya potong pada proses frais untuk mengukur gaya potong merupakan penelitian yang sedang kami kembangkan untuk mengetahui kecepatan potong pada mesin frais yang dimana menggunakan sensor load cell 50 kg dan sensor RPM FC 03.

Pahat frais termasuk pahat bermata jamak dengan mata potong sama dengan jumlah gigi freus (z). Sesuai dengan jenis pahat yang digunakan dikenal dua macam cara yaitu mengefrais datar (*slab milling*) dengan sumbu putaran pahat frais selubung sejajar benda kerja, dan mengefrais tegak (*face milling*) dengan

sumbu putaran pahat frais muka tegak lurus permukaan benda kerja. Selanjutnya mengefrais dibedakan menjadi dua macam cara yaitu, *mengefrais naik (up milling/convensinal milling)* dan *mengefrais turun (down milling)*.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam melakukan pembuatan instrumentasi sensor gaya potong pada proses frais yang berinstrumentasi untuk penggunaan laboratorium dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merakit instrumentasi sensor gaya potong pada proses frais yang berinstrumentasi ?
2. Bagaimana hasil pemakanan setelah menggunakan sensor load cell (sensor berat) ?
3. Apakah sensor load cell berfungsi secara baik atau tidak?

1.3. Batasan Masalah

Dalam pembuatan instrumentasi pada proses meja mesin frais yang berinstrumentasi untuk penggunaan laboratorium pada tugas akhir ini dapat dibatasi mengenai :

1. Instrumentasi gaya potong menggunakan load cell 50 kg.
2. Pembuatan instrumentasi pada gerak meja mesin frais
3. Pengujian instrumentasi sensor gaya potong pada proses frais yang berinstrumentasi.

1.4. Tujuan pembuatan

Adapun tujuan umum dari pembuatan ini adalah :

1.4.1 Tujuan umum

1. Untuk membuat instrumentasi sensor gaya potong pada proses frais.

1.4.2 Tujuan khusus

1. Untuk membuat gambar rancangan instrument sensor gaya potong pada proses frais.
2. Untuk merakit instrument instrument sensor gaya potong pada proses frais.
3. Untuk membuat instrumentasi sensor gaya potong pada proses frais
4. Mengevaluasi instrumentasi sensor gaya potong pada pengerjaan mesin frais.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan instrument sensor gaya potong pada proses frais. Yang berinstrumentasi untuk penggunaan laboratorium tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sebagai sarana untuk pengujian dalam menentukan gaya potong material yang diuji.
2. Sebagai bahan acuan dalam pengembangan selanjutnya alat uji kinerja gaya potong pada mesin frais.
3. Sebagai pengetahuan dan wawasan bagi penulis mengenai alat untuk mengukur gaya potong pada mesin frais.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan perencanaan yang meliputi tujuan umum dan khusus, manfaat penelitian dan sistematik penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab penulis menjelaskan tentang teori yang digunakan seperti karakteristik, gambar berupa skema untuk perencanaan pembuatan komponen utama.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang tempat dan waktu, bahan dan pembuatan, bentuk tiap komponen utama.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang berisi tentang spesifikasi instrumentasi dan menguraikan hasil pengujian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Dynamometer

Dynamometer, adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengukur torsi (torque), kecepatan putaran (rpm) dari tenaga yang di produksi oleh suatu mesin, motor atau penggerak lainnya yang berputar. Dynamometer digunakan untuk membuat simulasi jalan baik untuk mesin frais dan lain –lain, sebenarnya diluar pengukuran beban dan rpm dynamometer juga dapat digunakan untuk pengujian untuk berbagai aktifitas pengembangan mesin.

2.2 Penjelasan Umum Mesin

Mesin adalah alat mekanik atau elektrik yang mengirim atau mengubah energi untuk melakukan atau membantu pelaksanaan tugas manusia. Dalam hal ini, mesin frais force milling mesin yang membantu atau mempermudah pengerjaan manusia untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam. Seperti pengerjaan untuk bidang rata, permukaan lengkung, alur, pembuatan gigi, dan pembuatan alur pasak.

Proses force milling adalah penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar dan penggerak utama motor listrik.

2.3 Prinsip Kerja Mesin

Alat uji kinerja dynamometer milling ini dalam penggunaannya menggunakan suatu penggerak motor atau dinamo tersebut akan menyambung sebuah poros utama atau spindle dengan perantara poros pemegang mata pahat karbida dan menggerakkan suatu poros yang akan memutar mata pahat, dimana input akan menghitung kecepatan (rpm), dan diberi sebuah inverter dan dimana output tersebut akan memiliki suatu meja dan suatu besi berbentuk bingkai yang akan menjadi suatu beban yang akan di dorong dan meja tersebut akan mengenai besi/bingkai tersebut kekanan, kiri, atas, dan bawah suatu bingkai besi tersebut dan akan terhitung dengan suatu beban (sensor loadcell 50 kg).

2.3.1 Definisi Frais (*Milling*)

Proses milling adalah suatu proses permesinan pada umumnya menghasilkan bentuk bidang datar bidang datar ini terbentuk karena pergerakan adanya kontak antara alat potong yang berputar pada spindle dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin.

Mesin milling jika dikolaborasikan dengan suatu alat bantu atau alat potong pembentuk khusus, akan dapat menghasilkan beberapa bentukan-bentukan lain yang sesuai dengan tuntutan produksi, misal : uliran, spiral, roda gigi, cam, drum scale, poros bintang, poros cacing, dll.

Pada tahun 1818 mesin milling pertama kali ditemukan di New Heaven Connecticut oleh Eli Whitney. Pada tahun 1952 John Parson mengembangkan milling dengan control basis angka (*Milling Numeric Control*) dalam perkembangannya mesin milling mengalami berbagai perkembangan baik secara mekanisme maupun secara teknologi pengoperasiannya.

1. Prinsip dasar kerja milling

Proses pemotongan benda kerja yang diam dengan meja yang bergerak menuju alat potong yang berputar.

2. Tujuan

Menghasilkan benda kerja dengan permukaan yang rata bentuk-bentuk lain yang spesifik (profil, radius, silindris, dan lain-lain) dengan ukuran dan kualitas tertentu.

2.3.2 Gerakan-gerakan pada mesin milling (*frais*)

Ada 3 gerakan yang terdapat pada milling (*frais*) yaitu :

1. Gerakan Utama

Gerakan berputarnya alat potong pada spindle utama. Satuan yang digunakan adalah rpm (rotasi permenit) dan simbolnya **n**.

2. Gerakan pemakanan (*feeding*)

Gerakan benda kerja pada waktu proses pemotongan. Satuan yang digunakan adalah **mm / menit** dan simbolnya **s**.

3. Gerakan seting (*Depth Of Cut*)

Gerakan mendekatkan benda kerja pada alat potong. Satuan yang digunakan adalah **mm** dan simbolnya **a / t**.

2.3.3. Prinsip Pemotongan Pada Mesin Milling(*Frais*)

1. Pemotongan *Face Cutting*

Pemotongan benda kerja dengan menggunakan sisi potong sebagian depan (*face*) dari alat potong (*Cutter*).

2. Pemotongan *Side Cutting*

Pemotongan dengan menggunakan sisi potong bagian samping (*side*) dari alat potong (*Cutter*). Pemotongan ini juga dibedakan menjadi :

a. Pemotongan *Climbing*

Pemotongan benda kerja dengan arah putaran alat potong (*Cutter*) searah dengan arah gerakan pemakanan benda kerja (*Cutter*).

b. Pemotongan *Conventional*

Pemotongan benda kerja dengan arah putaran alat potong (*Cutter*) berlawanan arah dengan arah gerakan pemakanan benda kerja (*feeding*).

Terdapat beberapa jenis mesin frais. Berdasarkan spindelnya mesin frais dibedakan atas :

2.3.4. Gaya – gaya potong pada mesin frais

Gaya potong dalam proses permesinan merupakan hal yang sangat penting untuk di ketahui. Gaya potong yang besar akan memperbesar dalam proses permesinan serta meningkatkan gesekan antara pahat dan benda kerja, sehingga akan mempengaruhi kualitas produk yang di hasilkan, misalnya produk yang dihasilkan akan memiliki kekasaran permukaan yang besar.

Berikut adalah rumus dan perhitungan gaya potong :

$$F = u \cdot s \cdot \tau_{geser} \quad (2.1)$$

Sebagaimana yang telah kita ketahui besarnya gaya potong di tentukan oleh luas penampang geram dan gaya potong spesifik. Gaya potong spesifik tersebut dipengaruhi oleh gerak makan f atau tepatnya tebal geram sebelum terpotong h , yaitu sebagaimana rumus korelasi yang telah di bahas dalam prose bubut, gurdi dan frais. Semakin tebal h maka gaya potong spesifik akan menurun. Khusus untuk proses frais harga tebal geram tersebut berubah sesuai dengan sudut posisi dari suatu gigi pada saat tertentu. Dengan demikian untuk menghitung gaya potong / gaya tangensial perlu diketahui harga tebal geram h pada

saat tersebut. Pada frais tegak maka beberapa rumus gaya tangensial pergigi dapat diturunkan sebagai berikut.

Tabel 2.1 gaya potong spesifik referensi dalam proses frais

Jenis benda kerja	Klasifikasi DIN	Kekuatan UTS,N/mm ²	K _{at.t} (N/mm ²)	P
Baja struktur	St 50	520	1990	0,25
Baja mampu panas	St 60	620	2110	0,16
	Ck 45	670	2220	0,14
Baja perkakas	Ck 60	770	2130	0,17
	55 Ni Mo V6	940	1740	0,25
Baja perkakas ekstrusi	-annealed	(352 BHN)	1920	0,24
	-treated	-	2100	0,26
	210 Cr 46	-	2100	0,26
Besi tuang	34 Cr 4	(200 BHN)	1160	0,26
	GG 26		1100	0,26
	GG 30			

Dari tabel yang di atas (tabel 2.1 gaya potong spesifik referensi dalam proses frais) dapat diturunkan kolerasi antara gaya potong spesifik referensi dengan kekuatan tarik (tidak termasuk material kondisi annealed), yaitu :

$$K_{s1.1} = 939\sigma_u^{0.13} \quad (2.2)$$

Untuk material dengan kekuatan tarik sekitar 600 N/mm² (harga tengah) diperkirakan rumus kolerasi tsb akan mempunyai gaya potong spesifik referensi sebesar 20157 N/mm². Dari tabel 1.1, gaya potong spesifik referensi dalam proses frais dapat dihitung dengan rumus kolerasi bahwa untuk material dengan kekuatan tarik 600N/mm² akan mempunyai gaya potong spesifik referensi sebesar = 1536 N/mm². Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa :

$$K_{s1.1 \text{ mengefrais}} = 1,40 K_{s1.1 \text{ membubut}} \quad (2.3)$$

Untuk setiap sudut posisi :

$$F_t = C(\sin \Phi)^{1-p} ; N \quad (2.4)$$

$$C = K_{s1.1} a f_z^{1-p} (\sin k_r)^{-p} \quad (2.5)$$

Gaya tangensial total akan sama dengan jumlah gaya tangensial yang bereaksi pada satu atau beberapa buah gigi, sesuai dengan lokasinya masing masing (Φ) pada suatu daerah yang ditentukan oleh sudut pesentuhan Φ_c .

$$F_{ts} = \sum_1^e F_t = C \sum_1^e (\sin \Phi)^{1-p} \quad (2.6)$$

2.3.5. Macam- macam mesin frais

1. Mesin frais *Vertical*



Gambar 2.1 Mesin *Milling Vertical*(sumber <https://www.google.co.id/search>)

Mesin milling vertical merupakan mesin frais dengan poros utama sebagai pemutar dengan pemegang alat potong dengan posisi tegak seperti gambar 2.1.

Mesin ini adalah terutama sebuah mesin raung perkakas yang di kontruksi untuk pekerjaan yang sangat teliti. Penampilan mirip dengan mesin frais jenis datar. Perbedaan adalah bahwa meja kerjanya dilengkapi gerak empat yang memungkinkan meja untuk berputar horizontal.

2. Mesin Frais *Horizontal*



Gambar 2.2 Mesin Frais *Horizontal*(sumber <https://www.google.co.id/search>)

Mesin frais horizontal merupakan mesin frais yang porong utamanya sebagai pemutar dan pemegang alat potong pada posisi mendatar seperti gambar 2.2.

3. Mesin Frais *Universal*



Gambar 2.3 Mesin Frais *Universal*(sumber <https://www.google.co.id/search>)

Mesin frais universal ini adalah mesin produksi dari konstruksi yang kasar. Bangkunya ini adalah benda cor yang kaku dan berat serta menyangga sebuah meja yang hanya memiliki gerakan logitudinal. Penyetelan vertical di berikan dalam kepala spindel dan suatu penyetelan lintang di buat dalam pena atau ram spindle seperti gambar 2.3.

4. Bagian-bagian Mesin Frais

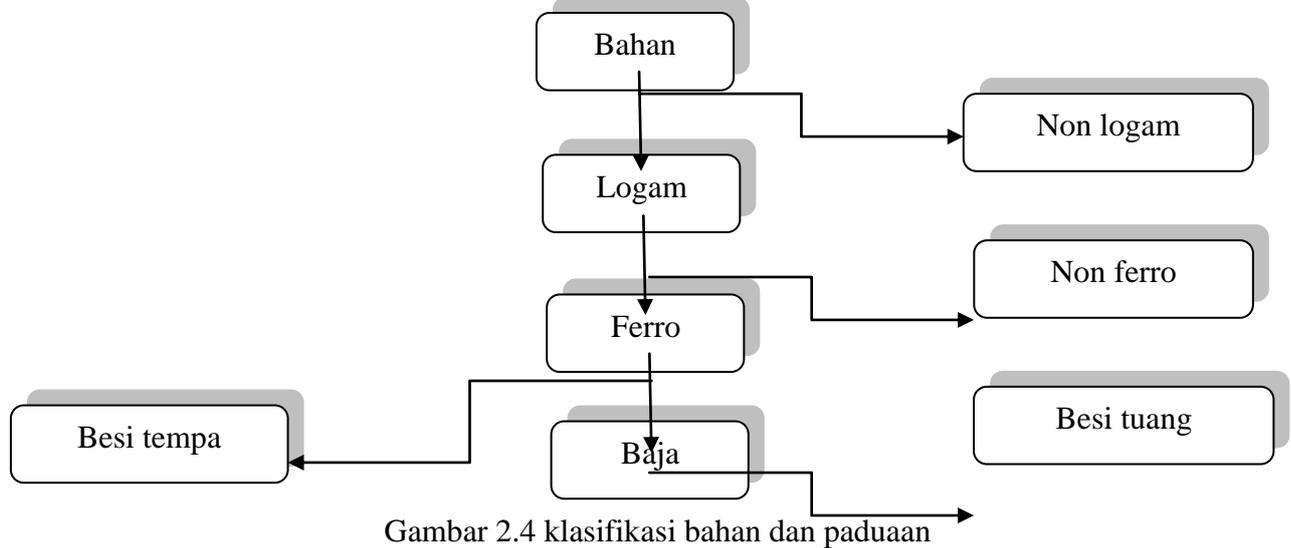
Bagian-bagian mesin frais dapat dilihat pada gambar di bawah ini yaitu:

1. Lengan untuk kedudukan penyokong obor
2. Penyokong obor
3. Tunas untuk menggerakkan meja secara otomatis
4. Nok pembatas untuk membatasi jarak gerakan otomatis meja
5. Meja mesin tempat untuk memasang benda kerja dengan perlengkapan mesin
6. Engkol untuk menggerakkan meja dalam arah melintang
7. Tuas untuk mengunci meja
8. Baut menyetel untuk menghilangkan getaran meja
9. Engkol untuk menggerakkan lutut dalam arah melintang
10. Engkol untuk menggerakkan lutut dalam arah gerak
11. Tuas untuk mengunci meja
12. Tabung pendukung dengan bantalan ulir, untuk mengatur tingginya meja
13. Lutut untuk kedudukan alas meja
14. Tuas untuk mengunci sadel
15. Alas meja tempat kedudukan meja
16. Tuas untuk merubah kecepatan motor listrik
17. Engkol meja
18. Tuas untuk menentukan besarnya putaran spindel / pisau frais
19. Tuas untuk mengatur angka-angka kecepatan spindel / pisau frais
20. Tiang untuk mengantar turun naiknya meja
21. Spindel untuk memutar arbor dan pisau frais
22. Tuas untuk menjalankan spindle

2.4 Karakteristik dasar pemilihan bahan

Pembuatan suatu elemen mesin mempunyai beberapa aspek yang harus diperhatikan. Salah satu aspek tersebut adalah pemilihan bahan untuk elemen mesin atau komponen sangat berpengaruh terhadap kekuatan elemen mesin tersebut. Penentuan bahan yang tepat pada dasarnya merupakan komponen antara

berbagai sifat, lingkungan dan cara penggunaan samapai dimana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan (Amstead, 1995). Berikut gambar klasifikasi bahan dan padua (Beumer,1985). Dapat dilihat pada gambar 2.4 klasifikasi bahan dan paduan seperti gambar 2..4.



Pemilihan suatu bahan teknik mempunyai beberapa aspek yang benar-benar memerlukan peninjauan yang cukup teliti menurut Amstead (1995:15). Peninjauan tersebut antara lain :

- 1) Pertimbangan Sifat, meliputi :
 - a) Kekuatan
 - b) Kekerasan
 - c) Elastisitas
 - d) Keuletan
 - e) Daya tahan terhadap korosi
 - f) Daya tahan fatik
 - g) Daya tahan mulur
 - h) Sifat mampu dukung
 - i) Konduktifitas panas
 - j) Daya tahan terhadap panas
 - k) Muai panas
 - l) Sifat kelistrikan
 - m) Berat jenis

n) Sifat kemagnetan

2) Pertimbangan Fabrikasi, meliputi :

a) Mampu cetak

b) Mampu mesin

c) Mampu tempa

d) Mampu tuang

e) Kemudahan sambungan las

BAB 3 METODE PEMBUATAN

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Pembuatan

3.1.1. Tempat pelaksanaan perancangan dan pembuatan mesin meja milling untuk penggunaan laboratorium dibuat di jln prona 1, gg keluarga no 35f, selayang 2

3.1.2. Waktu

Tabel 3.1. Jadwal waktu pembuatan

No	Uraian kegiatan	desember	januari	februari	maret
1	Pengajuan judul				
2	Studi literature				
3	Penyiapan alat dan bahan				
4	Penyelesaian skripsi				

3.2. Alat dan Bahan yang digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam proses pembuatan instrument dynamometer pada mesin frais adalah sebagai berikut :

3.2.1 Alat yang Digunakan

- 1) Laptop digunakan untuk menginstal arduino dengan menggunakan software arduino uno seperti gambar 3.1.



Gambar 3.1 laptop

- 2) Solder untuk mengabungkan memanaskan timah seperti gambar 3.2.



Gambar 3.2 solder

- 3) Timah untuk merangkai instrument sensor, rpm ke arduino uno seperti gambar 3.3.



Gambar 3.3 timah

- 4) Lem tembak seperti gambar 3.4.



Gambar 3.4 lem tembak

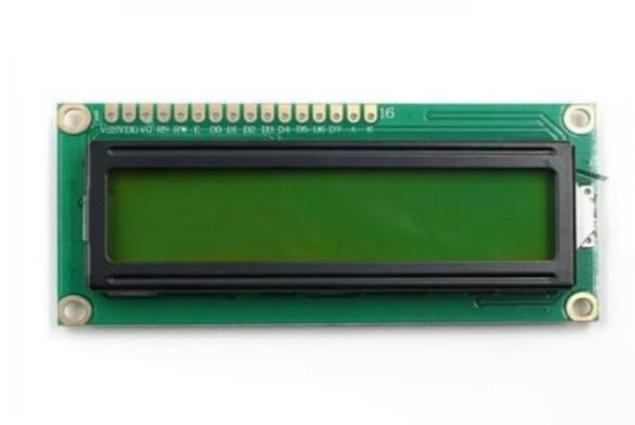
3.2.2 Bahan

1. Arduino uno Digunakan untuk membuat program dan mengendalikan semua komponen sensor dan LCD seperti gambar 3.6.



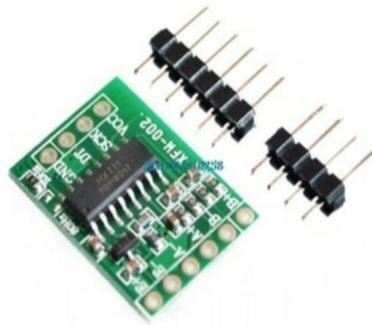
Gambar 3.6 arduino

2. LCD Digunakan untuk memunculkan data pada layar LCD seperti gambar 3.7.



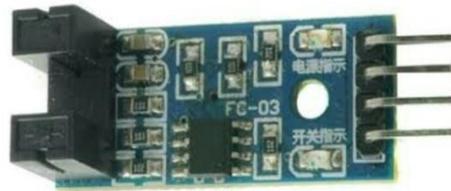
Gambar 3.7 LCD

3. HX 711 Digunakan untuk mengkonversikan perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi seperti gambar 3.8.



Gambar 3.8 HX 711

4. FC 03 Digunakan untuk membaca putaran poros out put pada mesin frais seperti gambar 3.9.



Gambar 3.9 FC 03

5. Sensor load cell Digunakan untuk membaca beban yang diletakkan pada bingkai sensor seperti gambar 3.10.



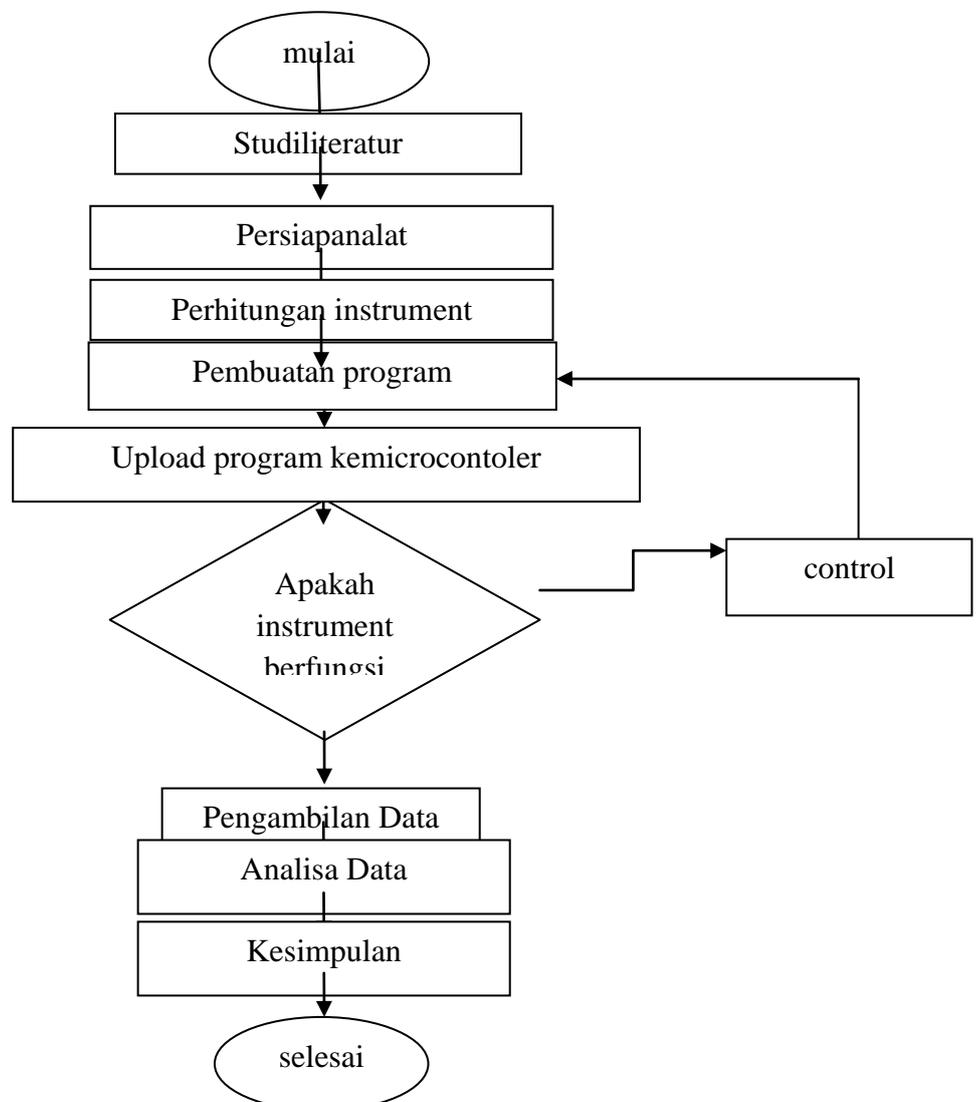
Gambar 3. 10 load cell

6. Kabel digunakan untuk menghubungkan semua bagian– bagian sensor, lcd, arduino uno seperti gambar 3.11.



Gambar 3.11 kabel

3.3. Diagram alir



Gambar3.12 Diagram Alir Penelitian

3.4. Studi Literatur

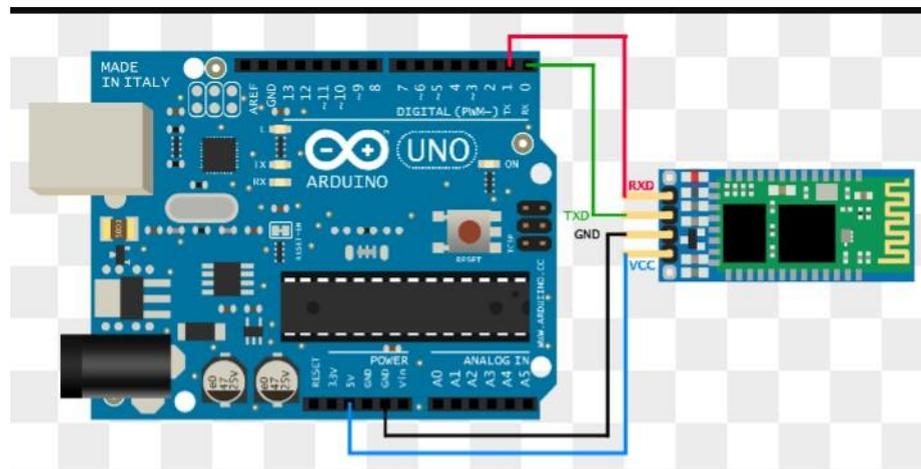
Proses yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data awal sebagai studi instrument. Studi instrument bertujuan untuk mengetahui masalah yang dihadapi, serta untuk menyusun rencana kerja yang dilakukan.

3.5. Penyiapan dan pembuatan

Mengumpulkan semua bahan-bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan instrumentasi pada gerak meja mesin frais.

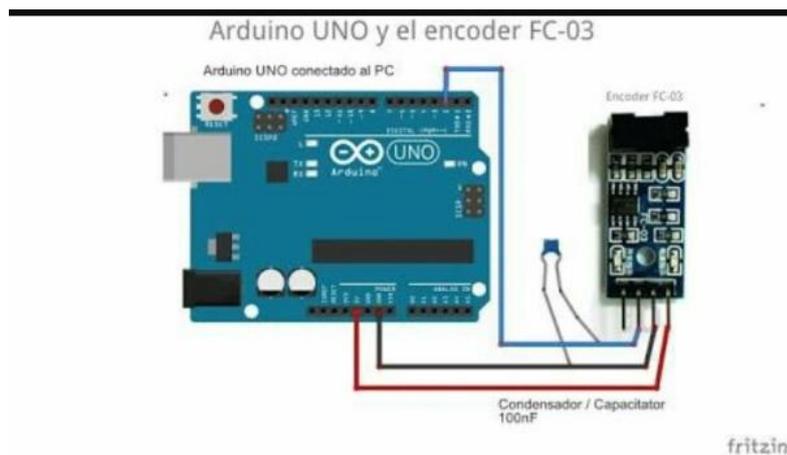
Langkah-langkah pembuatan sebagai berikut :

1. Merangkai arduino uno dan HX 711 seperti gambar 3.12



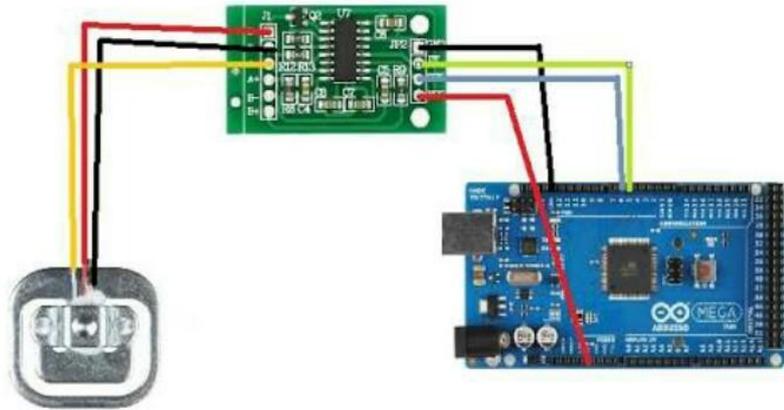
Gambar 3.13 arduino uno dan HX 711(sumber<https://www.google.co.id/search>)

2. Merangkai arduino uno dan RPM seperti gambar 3.13



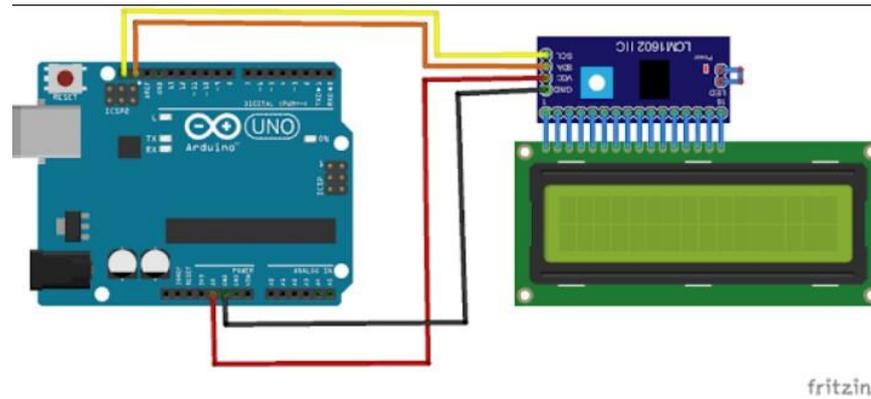
Gambar 3.14 arduino uno dan RPM(sumber<https://www.google.co.id/search>)

3. Merangkai arduino uno, HX 711 dan load cell seperti gambar 3.14



Gambar 3.15 arduino uno, HX 711 dan load cell (sumber <https://www.google.co.id/search>)

4. Merangkai arduino uno, HX 711 dan RPM seperti gambar 3.15



Gambar 3.15 arduino uno, HX 711 dan RPM (sumber <https://www.google.co.id/search>)

5. Menginstal software arduino dengan menggunakan bahasa pemrograman

```

KeyboardProgram (Arduino 1.6.5)
Date: Berkenan Sketch Workspace 10/6

KeyboardProgram
#include "Keyboard.h"

// use this option for USB
// Comment it out if using Windows 10/11
#define KEYBOARD_USB
// use this option for Windows and Linux
// leave commented out if using USB
// #define KEYBOARD_USB

void setup() {
  // Make pin 2 an input and turn on the
  // pullup resistor so it won't float when
  // connected to ground:
  pinMode(2, INPUT_PULLUP);
  // Initialize serial over the keyboard:
  Keyboard.begin();
}

void loop() {
  while (Keyboard.available() > 0) {
    // Do nothing until pin 2 goes low
    delay(100);
  }
}

```

Gambar 3. 16 Bahasa pemrograman

BAB 4

HASIL DAN PENGUJIAN

4.1. Hasil Pembuatan

Adapun hasil dari pembuatan instrumentasi sensor gaya potong pada proses frais adalah sebagai berikut :

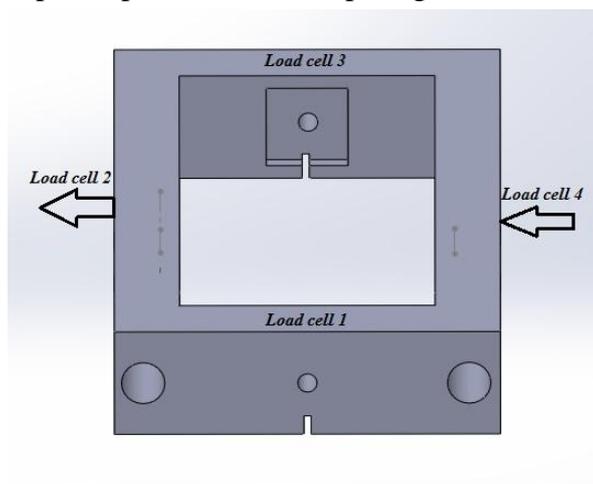
4.11 Hasil Konsep Desain Perancangan Mesin Kinerja Roda Gigi

1. rangkaian load cell seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1 rangkaian load cell

2. penempatan *load cell* seperti gambar 4.2.



Gambar 4.2. penempatan load cell

3. spesimen seperti gambar 4.3.



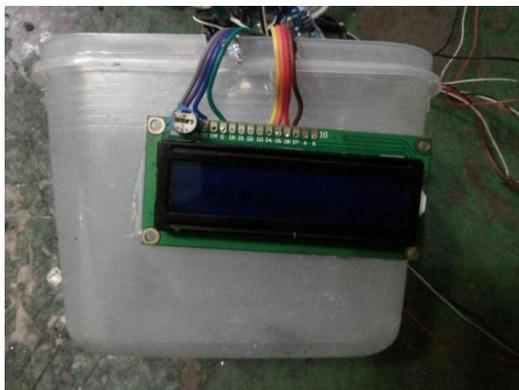
Gambar 4.3. Spesimen sebelum diuji

4. Spesimen sesudah diuji seperti gambar 4.4.



Gambar 4.4. spesimen sesudah jadi

5. rangkaian LCD seperti gambar 4.5.



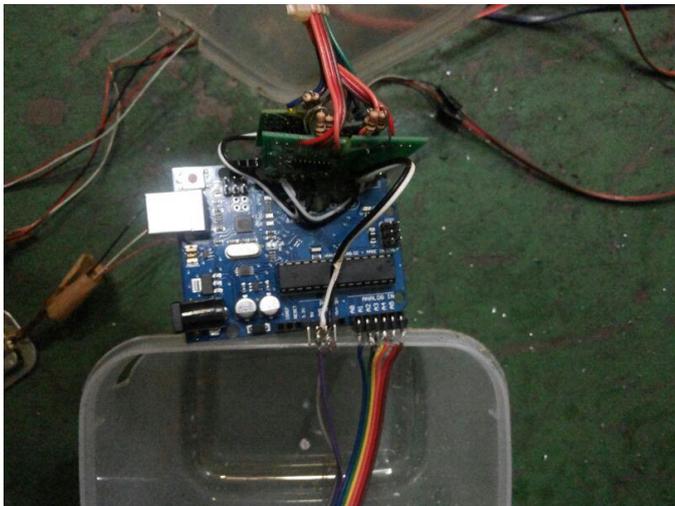
Gambar 4.5. rangkaian lcd

6 rangkaian FC 03 seperti gambar 4.6.



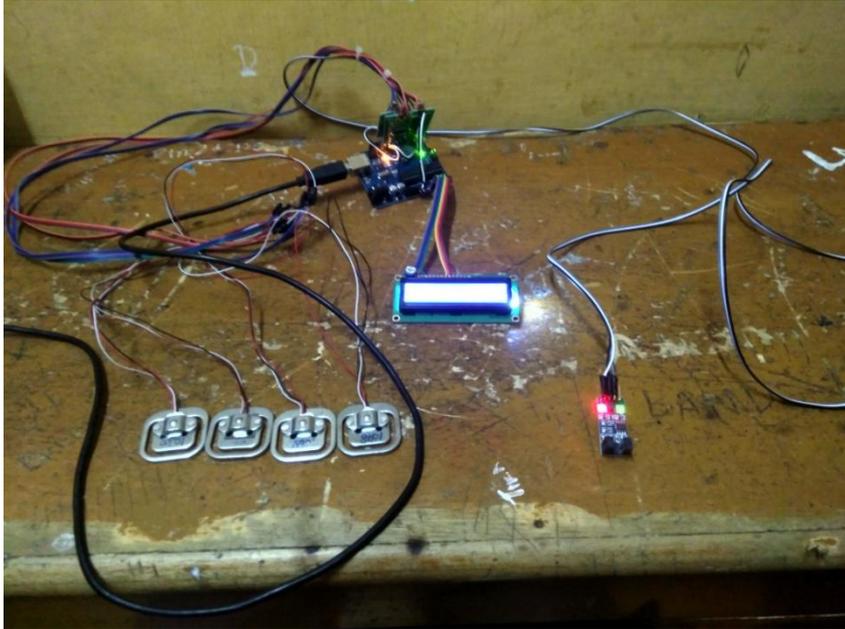
Gambar 4.6. rangkaian fc 03

7 rangkaian HX 711 dan arduino uno seperti gambar 4.7.



Gambar 4.7 rangkaian HX 711 dan arduino uno

4.1.2 Rangkaian keseluruhan instrumentasi



Gambar 4.8 Rangkaian keseluruhan instrumentasi

4.2. Metode pengujian instrumentasi gaya potong pada proses frais



Gambar 4.9 pengujian alat

Keterangan

1. Meja milling
2. Spesimen benda kerja yang mau di uji
3. Rangkaian load cell arduino
4. laptop
5. mata pahat

Spesifikasi :

Rentang meja kerja	: 300 x 200 x 350 mm
Alat pemegang	: SK 30, 8
Kecepatan poros	: 80 – 2200 Rpm
Berat	: 500 kg
Dimensi	: 1,30 x 1,20 x 1,80 m

sumbu X dan Y, termasuk alat pendingin

Pada pengujian kinerja mesin ini digunakan alat instrumentasi dynamometer mesin frais untuk mendapatkan nilai kecepatan dan gaya potong adalah sebagai berikut:

1. Merangkai instrumentasi sensor gaya potong pada mesin frais.
2. Menyetel putaran mesin frais, menyetel kecepatan gerak meja.
3. Memasang mata pahat insert karbida ke spindel mesin frais.
4. Memasang bahan uji yaitu besi cor ke alat instrumentasi sensor gaya potong pada mesin frais.
5. Kemudian bahan uji diikat dengan menggunakan ragum.
6. Lalu menyetel mata pahat agar menyentuh permukaan benda kerja.
7. Kemudian menghidupkan mesin frais tanpa pemakanan.
8. Menyalakan laptop lalu memasang kabel USB arduino uno ke laptop, kemudian membuka program PLX DAQ untuk menyimpan data hasil dynamometer mesin frais.
9. Menjalankan program PLX DAQ dengan cara klik tombol connect.
10. Mengoperasikan mesin frais pada kecepatan 80 rpm dengan pemakan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan meja 20/min.
11. Mengoperasikan mesin frais pada kecepatan 160 rpm dengan pemakan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan meja 20 mm/min.
12. Mengoperasikan mesin frais pada kecepatan 245 rpm dengan pemakan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan 20 mm/min.

13. Mengoperasikan mesin frais pada kecepatan 360 rpm dengan pemakan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan meja 20 mm/min.
14. Mengoperasikan mesin frais pada kecepatan 490 rpm dengan pemakan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan meja 20 mm/min.
15. Mengoperasikan mesin frais pada kecepatan 720rpm dengan pemakan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan meja 20 mm/min.
16. Setelah mesin frais selesai melakukan pemakanan kemudian klik tombol disconnect pada program PLX DAQ lalu simpan data hasil pengujian.
17. Kemudian matikan alat uji mesin frais.
18. Setelah mendapatkan semua hasil data pengujian, kemudian melepaskan mata pahat bersama arbor dari spindel, selanjutnya melepaskan alat instrumentasi dynamometer mesin frais dari penjepit ragum, dan selanjutnya membersihkan mesin frais dan alat-alat yang digunakan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembuatan yang dilanjutkan dengan pengujian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Instrument dynamometer pada mesin frais ini, memiliki panjang keseluruhan 376 mm, lebar 160 mm dan ketebalan 45 mm, terbuat dari baja biasa.
2. Untuk putaran menggunakan FC 03 putaran max 2200 Rpm.
3. Untuk beban menggunakan load cell max beban 50 kg.
4. Dan menggunakan arduinouno untuk program dan mengendalikan komponen – komponen instrument.

5.2 Saran

1. Untuk pengembangan selanjutnya bahasa pemrograman lebih di sempurnakan agar tidak memakan waktu banyak untuk mengkalibrasi mencari kecepatan putaran mesin.

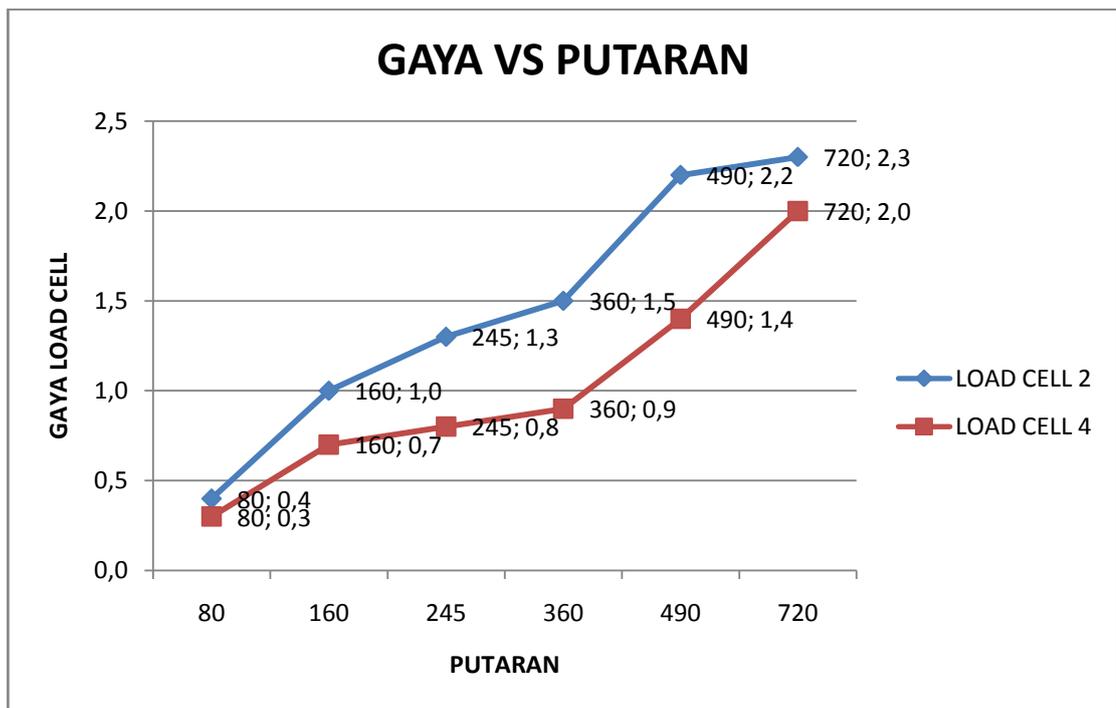
DAFTAR PUSTAKA

- Avner. H, Sidney, 1974, *Introduction To Physical Metallurgy*, Exclusif Rights By McGraw-Hill Book Co, Singapore.
- Baldoukas,. Soukatzidis,. Demosthenous dan Lontos, A. E (2008). *Experimental investigation of the effect of cutting depth, toll rake angle and workpiece material type on the main cutting force during a turning process*. 3 rd Internasional Conference on Manufacturing Engineering.
- Dandage, R,. Bathwadekar, S.G.2 dan Baghawat, M, M (2012). *Design Development and testing of a four component milingtoll dynamometer*. Jurnal : *Internasional Journal of applied Engineering and Technology*. Vol.2
- DonaldsonCyrll,1983,*ToolDesign*,TataMcGraw-HillPublishingCompanyLimited, New York
- Rochim, Taufik (1993). *Teori & Teknologi Proses Pemesinan* . Jakarta : *Hugher Education Development Support Project*
- Purwanto, D., Rancang Bangun Load Cell Sebagai Sensor Gaya Pada Sistem Uji, Peneliti Balai
- Yaldız, S., and Ünsaçar, F., 2006, *Adynamometer design for measurement the cutting forces on turning*, *Journal of Measurement*, Volume 39
- Rao, J.N.M., Reddy, A.C.K., and Rao, P.V.R., Besar Teknologi Kekuatan Struktur 2010 BPPT *Design and fabrication of new type of dynamometer to measure radial component of cutting force and experimental investigation*

LAMPIRAN

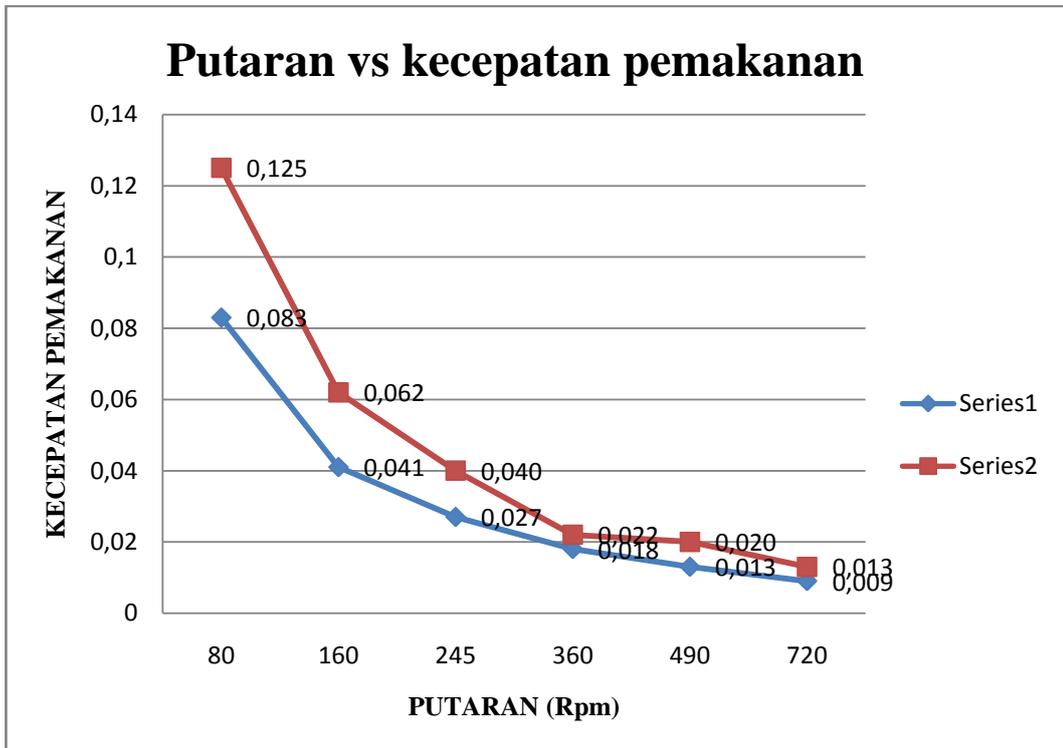
1

PUTARAN	GAYA LOAD 2	GAYA LOAD 4
80	0,4	0,3
160	1,0	0,7
245	1,3	0,8
360	1,5	0,9
490	2,2	1,4
720	2,3	2,0



LAMPIRAN 2

PUTARAN (Rpm)	KECEPATAN PEMAKANAN LOAD CELL 2	KECEPATAN PEMAKANAN LOAD CELL 4
80	0,083	0,125
160	0,041	0,062
245	0,027	0,040
360	0,018	0,022
490	0,013	0,020
720	0,009	0,013



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : MUHAMMAD GEMILANG PRAYOGI
NPM : 1307230245
Tempat/Tanggal lahir : Sei Birung, 10 - Februari - 1995
Agama : Islam
Alamat : Dusun Simpang Sei Birung
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Anak ke : 2 Dari 3 Bersaudara
No.Hp : 082273413208
Telp :-
Status Perkawinan : Belum Menikah
Email : Gemilangprayogi96@gmail.com
Nama Orang Tua :
Ayah : M. AMIN AKIP
Ibu : NUR AMINI

PENDIDIKAN FORMAL

2001 – 2006 : SD NEGERI 102087
2007 – 2010 : SMP NEGERI 1 BDR KHALIPAH
2010 – 2013 : SMK BUDHI DARMA INDRAPURA