

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN INSTRUMEN DINAMOMETER PADA
MESIN FRAIS UNTUK MENGUKUR GAYA POTONG

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

Disusun oleh :

BAYU DIAN ANDIKA PUTRA
1207230198



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

LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN INSTRUMEN DINAMOMETER PADA MESIN FRAIS
UNTUK MENGUKUR GAYA POTONG

Disusun Oleh :

BAYU DIAN ANDIKA PUTRA
1207230198

Diperiksa Dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II



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



(Bekti Suroso S.T., M.Eng)

Diketahui oleh :

Ka.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 INSTRUMEN DINAMOMETER PADA MESIN FRAIS
UNTUK MENGUKUR GAYA POTONG

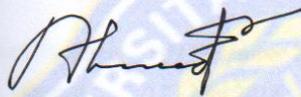
Disusun Oleh :

BAYU DIAN ANDIKA PUTRA
1207230198

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 08 juni 2018

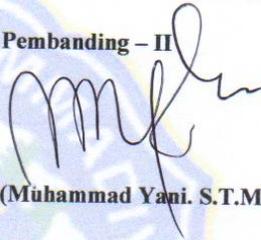
Disetujui Oleh :

Pembanding - I



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

Pembanding - II



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

Diketahui oleh :

Ka.Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
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 Mahasiswa : BAYU DIAN ANDIKA PUTRA
NPM : 1207230198
Semester : XII (Dua Belas)
SPESIFIKASI : PEMBUATAN INSTRUMEN DINAMOMETER PADA MESIN
FRAIS UNTUK MENGUKUR GAYA POTONG

Diberikan Tanggal : 09 Desember 2017
Selesai Tanggal : 21 Mei 2018
Asistensi : 1 Minggu 3 Kali
Tempat Asistensi : Dikampus Umsu Ruang Dosen

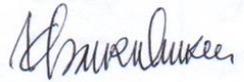
Medan, 11 Mei 2018

Diketahui Oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


(AFFANDI,S.T)

Dosen Pembimbing – I



(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: BAYU DIAN ANDIKA. P PEMBIMBING – I : Khairul Umurani, S.T.,M.T
NPM : 1207230198 PEMBIMBING – II : Bekti Suroso S.T.,M.eng

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	09 - maret - 2018	- Pembelian Spesifikasi Tugas -	U
2	12 - maret - 2018	- Pembelian Rumusan masalah, tugas -	U
3	14 - maret - 2018	- Pembelian tugas pustaka -	U
4	21 - maret - 2018	- Pembelian Metode penelitian -	U
5	23 - maret - 2018	- Pembelian sumber -	U
6	26 - maret - 2018	- lanjut ke penulisan	
7	28 - maret - 2018	- Perbaiki pada Bab I, II, & III	Ju
8	21 - mei - 2018	- Gerakan Bahasa baku	Ju
9	21 - mei - 2018	- Gambar teknik ukuran kertas A3.	Ju
10	21 - mei - 2018	- Perbaiki penomoran halaman	Ju
11	21 - mei - 2018	- Perbaiki penulisan Abstrak	Ju
12	21 - mei - 2018	- Acc. Semua hasil - Acc, sumber	Ju U

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

Peserta Seminar

Nama

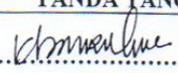
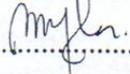
: Bayu Dian Andika Putra

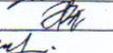
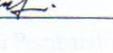
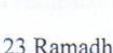
NPM

: 1207230198

Judul Tugas Akhir

: Pembuatan Instrument Dynamometer Pada Mesin Frais –
Untuk mengukur Gaya Potong.

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

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230195	Hamdani Hamadun	
2	1307230264	BAHU MANDALA PUTRA	
3	1307230126	RIZKI ANGGA PRATAMA	
4	1307230087	ROY CHARTIN SUDAR	
5	1307230125	WAHYONO AJI	
6	1307230219	HERLIN CAHYA KUSUMA	
7	1307230245	M. GEMILANG PRATIWI P.	
8	1401230169	SAKIBAN SALEH	
9	1307230075	CHOIREI RHMADAN	
10	1307230320	BILLI AEDIKA	

Medan, 23 Ramadhan 1439 H
08 Jun 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin


Affandi.S.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Bayu Dian Andika Putra
NPM : 1207230198
Judul T.Akhir : Pembuatan Instrument Dynamometer Pada Mesin Frais Untuk -
Mengukur Gaya Potong.

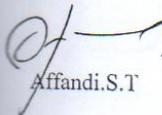
Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso.S.T.M. *Eng*
Dosen Pembanding - I : Ahmad marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Muhammad Yani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
..... - *Lihat Laporan Tugas Sarjana yang telah*
..... *& koreksi*
..... *pastikan & buat penjelasan bahwa*
..... *rancangan ini bekerja*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 23 Ramadhan 1439H
08 Juni 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T

Dosen Pembanding- I


Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : Bayu Dian Andika Putra
NPM : 1207230198
Judul T.Akhir : Pembuatan Instrument Dynamometer Pada Mesin Frais Untuk -
Mengukur Gaya Potong.

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

*lihat pada draft skripsi bayu dian andika putra
harus diperbaiki*

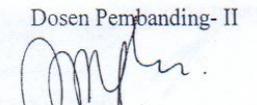
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 23 Ramadhan 1439H
08 Juni 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T

Dosen Pembanding- II

Muhammad Yani.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : BAYU DIAN ANDIKA PUTRA
Tempat / Tgl Lahir : Kisaran, 10 September 1994
NPM : 1207230198
Bidang Keahlian : Konstruksi dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

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

“PEMBUATAN INSTRUMEN DINAMOMETER PADA MESIN FRAIS UNTUK MENGUKUR GAYA POTONG”

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian 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, 03 Agustus 2018

Saya yang menyatakan,



Bayu Dian Andika Putra

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 bisa 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 dinamometer. Berbagai penelitian mengenai desain dinamometer dan konstruksi dapat ditemukan menggunakan oktagonal-ring jenis dinamometer atau berbentuk pesegi panjang menggunakan bingkai dan meja pengikat benda kerja. Dinamometer dapat mengukur beban maksimum yang diizinkan 50kg. Untuk Dimensi dinamometer dirancang dengan panjang 300 mm, lebar 100 mm dan tebal 45 mm untuk meja pengikat, Dan untuk bingkai dengan panjang 376 mm, lebar 160 mm dan tebal 45 mm. Dinamometer yang dibuat ini adalah untuk menentukan besarnya gaya potong (F_t). pada gaya potong (F_t) didapatkan gaya sebesar N/mm^2 Berbagai penelitian mengenai desain dinamometer dan konstruksi dapat ditemukan menggunakan oktagonal-ring jenis dinamometer atau berbentuk pesegi 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 Instrumen Dinamometer Pada Mesin Frais Untuk Mengukur Gaya Potong”**.

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 Saidi dan Ibunda Hj.Ida Yanti serta kakak saya Setri Dian Pratiwi dan adik saya Ayu Dian Sahfira yang 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 Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Ade Faisal,S.T.,M.Sc. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Affandi, S.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Chandra A Siregar, S.T selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Pembuatan Instrumen Dinamometer Pada Mesin Frais Untuk Mengukur Gaya Potong dan selaku wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Bakti Suroso S.T.,M.eng selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Pembuatan Instrumen Dinamometer Pada Mesin Frais Untuk Mengukur Gaya Potong.
8. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Pembuatan Instrumen Dinamometer Pada Mesin Frais Untuk Mengukur Gaya Potong.
9. Bapak Muhammad Yani,S.T.M.T selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Pembuatan Instrumen Dinamometer Pada Mesin Frais Untuk Mengukur Gaya Potong.
10. 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.
11. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas C1 pagi dan A2 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.
12. Terimakasih untuk yang teristimewa yang selama ini sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi Ananda Febriani S.M

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

BAYU DIAN ANDIKA PUTRA

1207230198

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN I	
LEMBAR PENGESAHAN II	
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	
LEMBAR ASISTENSI TUGAS SARJANA	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Pembuatan	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian dynamometer	6
2.2. Penjelasan umum mesin	6
2.3. Prinsip kerja mesin	7
2.4. Karakteristik pemilihan bahan	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1. Waktu dan Tempat	17
3.2. Alat dan bahan yang digunakan	17

3.3. Diagram alir penelitian	22
3.4. Prosedur penelitian	23
3.5. Metode pengujian	26
BAB 4 HASIL DAN PEBAHASAN	27
4.1. Hasil pembuatan	27
4.2. Pengujian Dynamometer	28
4.3. Prosedur pengujian	30
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Kesimpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Mesin frais vertical	13
Gambar 2.2. Mesin frais horizontal	14
Gambar 2.3. Mesin frais universal	14
Gambar 3.1. Mesin Milling	19
Gambar 3.2. Mesin bubut	19
Gambar 3.3. Mesin Las	20
Gambar 3.4. Alat Potong	20
Gambar 3.5. Mesin Gerinda Tangan	21
Gambar 3.6. Mesin Bor Tangan	21
Gambar 3.7. Bahan besi baja biasa	22
Gambar 3.8. Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.9. Pemotongan besi baja	25
Gambar 3.10. Pembubutan	25
Gambar 3.11. Proses freis	26
Gambar 3.12. Proses tab danbor	26
Gambar 3.13. Perakitan	26
Gambar 3.14. Perakitan semua alat	27
Gambar 4.1. Meja spesimen	28
Gambar 4.2. Binkai sensor beban	29
Gambar 4.3. Mesin frais Emco F3 (<i>fraes maschenine universal</i>)	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Gaya potong spesifik referensi dalam proses frais	11
Tabel 2.2. Klasifikasi bahan dan paduan	16
Tabel 3.1. Jadwal waktu melakukan perancangan dan penelitian	18

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat di era globalisasi membuat kebutuhan akan penggunaan material logam semakin meningkat itu sebabnya industri penempaan alat material logam berupaya meningkatkan produksi sehingga kebutuhan pasar terpenuhi. Dalam upaya untuk meningkatkan kebutuhan produksi, industri penempaan logam di butuhkan teknologi yang mampu mendukung untuk menghasilkan produksi yang lebih besar.

Pembuatan dan perencanaan instrument dinamometer pada mesin frais, atau merangkai dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh. Pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais dapat dibuat dalam bentuk bagan alir sistem (*system flowchart*), yang merupakan alat bentuk grafik yang dapat digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan proses dari pembuatan dinamometer.

Dalam dunia industri proses pemesinan merupakan hal yang penting. Untuk meningkatkan produktifitas pada proses permesinan selalu diikuti dengan kualitas hasil pengerjaan yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Proses pemesinan adalah suatu proses pemesinan yang pada umumnya menghasilkan bentukan bidang datar (bidang datar ini terbentuk karena pergerakan dari meja mesin) dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara alat potong yang berputar pada spindle dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin.

Mesin frais termasuk pahat bermata jamak dengan mata potong sama dengan jumlah gigi frais (z).dimana dua jenis pahat frais(*milling cutter*) adalah pahat frais selubung / mantel (*slab*

milling cutter) dan pahat frais muka (*face milling cutter*). 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/convensional milling*) dan mengefrais turun (*down milling*).

Proses frais turun akan menyebabkan benda kerja lebih tertekan kemeja dan meja terdorong oleh pahat yang mungkin suatu saat (secara periodic) gaya dorong akan melebihi gaya dorong ulir/roda gigi penggerak meja. Apabila system kompensasi“ keterlambatan gerak balik “ (*back lash compensator*) tidak begitu baik maka mengefrais turun dapat menimbulkan getaran atau kerusakan.

Proses naik lebih banyak dipilih karena alasan diatas sehingga dinamakan cara konvensional. Akan tetapi mengefrais naik akan mempercepat keausan pahat Karena mata potong lebih banyak mengesek benda kerja yaitu pada saat mulai memotong (dimulai dengan ketebalan geram nol) dan selain itu permukaan benda akan lebih kasar.

Kecepatan potong berpengaruh terhadap hasil kualitas permukaan benda kerja. Semakin tinggi kecepatan potong yang digunakan maka hasil kualitas semakin baik. Kecepatan potong yang tinggi mengakibatkan menurunnya gaya potong dan luas penampang bidang geser,pada hasil kedalaman potong yang digunakan ada perbedaan tingkat kekasaran permukaan benda kerja.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk mengambil judul tugas akhir yaitu
“ Pembuatan Instrumen Dinamometer Pada Mesin Frais Untuk Mengukur Gaya Potong ”

1.2. Rumusan Masalah

Dalam melakukan pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais yang berinstrumentasi untuk penggunaan laboratorium dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong ?
2. Bagaimana menganalisa instrument dinamometer gerak meja dan gaya potong pada mesin frais?
3. Bagaimana menentukan bahan yang diperlukan dalam pengerjaan pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong pada proses frais ?

1.3. Batasan Masalah

Dalam pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais yang berinstrumentasi untuk penggunaan laboratorium pada tugas akhir ini dapat dibatasi mengenai

1. Pemilihan konsep desain dan bahan pada instrument dinamometer pada mesin frais yang berinstrumentasi.
2. pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais.

1.4. Tujuan Pembuatan

Adapun tujuan dari pembuatan ini adalah :

1.4.1 Tujuan Umum

1. Untuk pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong.

1.4.2 Tujuan khusus

1. Untuk membuat instrument dinamometer mesin frais untuk mengukur gaya potong.
2. Untuk menganalisa instrument dinamometer gerak meja dan gaya potong pada mesin frais.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan instrument dinamometer pada mesin 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.

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 pembuatan, material yang diuji, bentuk tiap komponen utama.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

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

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 Dinamometer

Dinamometer, adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengukur torsi (torque), kecepatan putaran (rpm) dari tenaga yang dihasilkan oleh suatu mesin, motor atau penggerak lainnya yang berputar. Dinamometer digunakan untuk membuat simulasi jalan baik untuk mesin frais dan lain –lain, sebenarnya diluar pengukuran beban dan rpm dinamometer 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 freis *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 dinamometer milling ini dalam penggunaanya 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, misalnya : uliran, spiral, roda gigi, cam, drum scale, poros bintang, poros cacing, dll.

Pada tahun 1818 mesin milling pertama kali ditemukan di New Heaven Conecticut 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*

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

c. 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 :

$$F = u \cdot s \cdot \tau_{geser}$$

Sebagaimana yang telah kita ketahui besarnya gaya potong di tentukan oleh luas penampang geram dan gaya potong spesifik. Gaya potong spesifik tersebut dipengaruhi oleh gerakan makan f atau tepatnya tebal geram sebelum terpotong h , yaitu sebagaimana rumus korelasi yang telah di bahas dalam proses bubut, gurdi dan freis. Semakin tebal h maka gaya potong spesifik akan menurun. Khusus untuk proses reisi 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 per gigi dapat diturunkan sebagai berikut.

Tabel 2.1 gaya potong spesifik referensi dalam proses frais (sumber buku teknik produksi, mesin FTHTB)

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

2.3.5. Macam- macam mesin frais

1. Mesin frais *Vertical*



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

Seperti (gambar 2.1. mesin milling vertical) merupakan mesin frais dengan poros utama sebagai pemutar dengan pemegang alat potong dengan posisi tegak.

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>)

Seperti (gambar 2.2. mesin frais horizontal) merupakan mesin frais yang porong utamanya sebagai pemutar dan pemegang alat potong pada posisi mendatar.

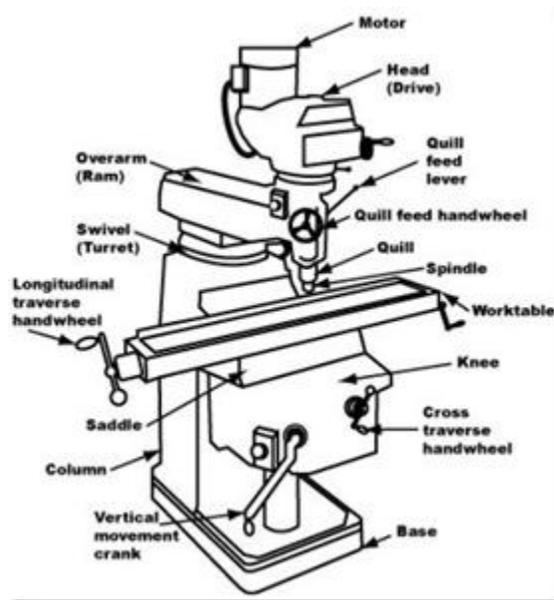
3. Mesin Frais *Universal*



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

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

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 mengerjakan lutut dalam arah melintang
10. Engkol untuk mengerjakan lutut dalam arah gerak
11. Tuas untuk mengunci meja
12. Tabung pendukung dengan bantalan uli, 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 sampai dimana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan (Amstead, 1995). Berikut gambar klasifikasi bahan dan paduan (Beumer,1985). Dapat dilihat pada gambar 2.4 klasifikasi bahan dan paduan.

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 Pembuatan

Tempat pelaksanaan pembuatan mesin meja milling untuk penggunaan laboratorium bengkel bubut jln.Sutomo ujung medan

3.1.2. Waktu

Tabel 3.1.Jadwal waktu pembuatan

No	Uraian kegiatan	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei
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

a. Mesin Milling

Seperti (gambar 3.1. mesin milling) mesin ini digunakan untuk pengerjaan pembentukan dan meratakan hasil desain yang telah dibuat.



Gambar 3.1 Mesin Milling

b. Mesin Bubut

Seperti (gambar 3.2. mesin bubut) merupakan mesin yang di gunakan untuk meratakan benda kerja.



Gambar 3.2 Mesin Bubut

c. Mesin Las

Seperti (gambar 3.3. mesin las) digunakan untuk menyambungkan plat meja dan dudukan pada sensor dan master rem. Gambar mesin las dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.3 Mesin Las

d. Alat Potong Gas

Seperti (gambar 3.4. alat potong gas) yang dimaksud dengan nama dari alat potong menggunakan gas oksigen dan elpiji, yang berguna untuk memotong pola desain yang diperlukan.



Gambar 3.4 Alat Potong Gas

e. Mesin Gerinda Tangan

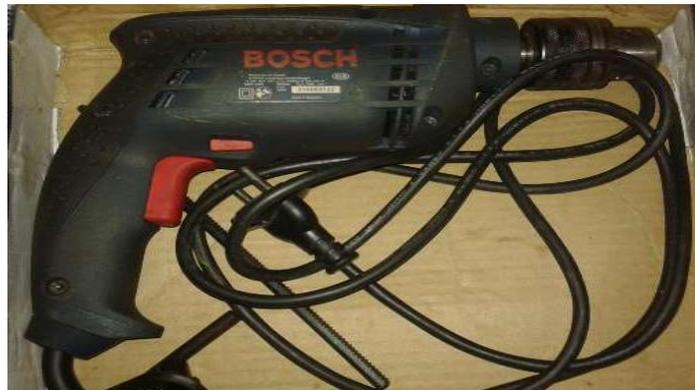
Seperti (gambar 3.5. mesin gerinda tangan) ini berguna untuk meratakan besi baja biasa yang memiliki ketebalan 50 mm untuk meja pemegang spesimen dan bingkai sensor yang akan dibuat.



Gambar 3.5 Mesin Gerinda Tangan

f. Mesin Bor Tangan

Seperti (gambar 3.6. mesin bor tangan) ini digunakan untuk membuat lubang pada meja guna menyatukan dari holder supaya duduk dengan rata.



Gambar 3.6 Mesin Bor Tangan

3.2.2 Bahan yang Digunakan

a. Baja

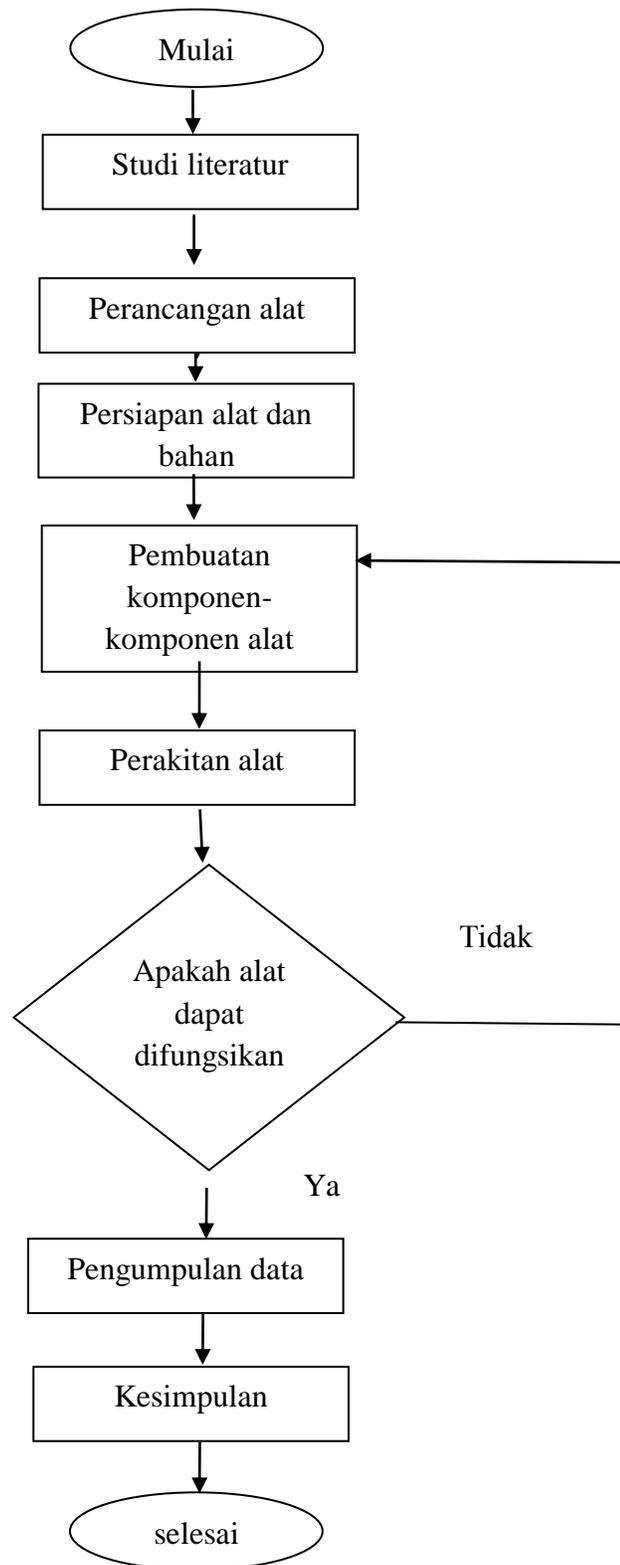
Baja memiliki karakteristik yang keras, permukaan yang rata, dan tidak mudah dalam perubahan bentuk. Baja ini dipilih oleh penulis karena dianggap lebih baik dan mudah dipergunakan. Penulis menggunakan baja dengan ukuran tebal 45 mm dan lebar 160 mm dengan

panjang 376 mm untuk bingkai dan untuk meja pemegang spesimen dengan ukuran tebal 45 mm dan lebar 100 mm dengan panjang 300 mm, seperti (gambar 3.7. bahan besi baja)



Gambar 3.7 bahan besi baja

3.3 Diagram Alir Pembuatan Alat



Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

3.4.1 Studi Literatur

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

3.4.2 Penyiapan dan Pembuatan Bahan

Mengumpulkan semua bahan-bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais. Diantaranya yaitu cetakan, besi baja biasa dan alat pendukung lainnya.

Langkah-langkah pembuatan sebagai berikut :

1. Menyiapkan bahan besi baja
2. Memotong baja biasa menggunakan las potong
3. Membubut besi baja dari ukuran 50 mm menjadi 45 mm
4. Memfrais besi baja untuk membuat parit pada meja dan membuat dudukan sensor
5. Menskarp besi baja untuk menghaluskan permukaan yang lebih baik .
6. Merangkai alat sampai dengan selesai

3.4.3. Proses Pembuatan

Proses pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais adalah sebagai berikut :

1. Memotong baja sesuai dengan sketsa gambar meja dan bingkai dengan mesin las potong.

Seperti (gambar 3.9. pemotongan baja)



Gambar 3.9 pemotongan besi baja

2. Membubut baja untuk mendapatkan ukuran 45 mm dari ketebalan sebelumnya 50 mm.

Seperti (gambar 3.10. pembubutan)



Gambar 3.10 pembubutan

3. Mengefrais bahan untuk membuat parit dan dudukan sensor. Seperti (gambar 3.11. proses frais)



Gambar 3.11 proses frais

4. Proses pembuatan lubang baut pada bingkai menggunakan bor dan tab untuk membuat drat. Seperti (gambar 3.12. proses tab dan bor)



Gambar 3.12 proses tab dan bor

5. Proses perakitan. Seperti (gambar 3.13. perakitan)



Gambar 3.13 perakitan

6. Proses perakitan sensor hingga selesai. Seperti (gambar 3.14. perakitan semua alat)



Gambar 3.14 perakitan semua alat

3.5. Metode Pengujian

Adapun prosedur yang dilakukan dalam percobaan pengujian ini adalah :

- a) Memasang sensor pada bingkai
- b) Memasang bingkai kemeja frais
- c) Memasang meja pengikat spesimen
- d) Memasang sensor rpm pada poros output
- e) Memasang bahan uji di mejas pesimen
- f) Memasang mata pahat
- g) Menghidupkanmesin
- h) Megkalibrasi sensor RPM
- i) Setelah dapat dikalibrasi dari putaran rpm yang diinginkan
- j) Pengujian pada putaran rpm yang diinginkan
- k) Data keluar di LCD dan PLX

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pembuatan

Adapun hasil pembuatan instrument dinamometer pada mesin frais:

4.1.1. Hasil pembuatan instrument dinamometer

A. Meja Tengah

Meja tengah dibuat dengan menggunakan baja, dimana meja ini akan menjadi dudukan dari spesimen percobaan dengan panjang 300 mm dan lebar 100 mm, dan tebal 45 mm memiliki dua lubang panjang disisi kiri dan kanan dengan kedalaman 16 mm, lebar lubang bawah 15mm dan 11mm. Seperti (gambar 4.1. meja spesimen)



Gambar 4.1 meja spesimen

B. Bingkai Sensor

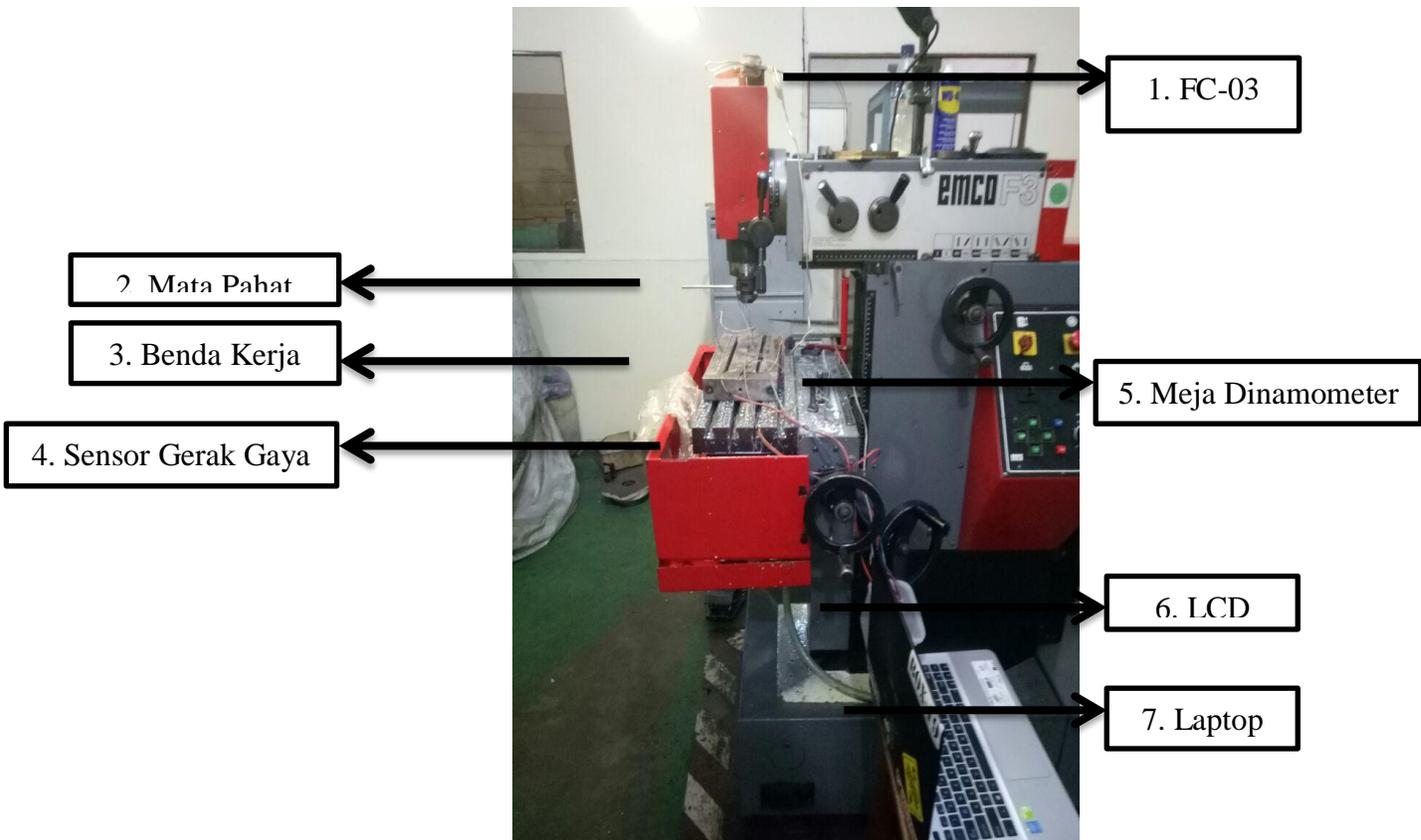
Bingkai sensor ini menggunakan baja dimana bingkai ini sebagai dudukan sensor load cell yang akan menerima beban tekan dari meja dudukan spesimen, dengan ukuran panjang 376mm, lebar 160mm, tebal sisi kiri dan kanan 34mm, tebal sisi depan dan belakang 27 mm. lubang tempat dudukan sensor ditiap sisi panjang 34mm dan lebar 34mm, diameter lubang baut 22mm. Seperti (gambar 4.2. bingkai sensor beban)



Gambar 4.2 Bingkai sensor beban

4.2. Pengujian Dinamometer

Pada Pembuatan alat terdapat pengujian dinamometer, Peralatan utama yang digunakan untuk pengujian instrument dinamometer adalah mesin milling Emco F3. Spesifikasinya dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 mesin frais Emco F3 (*fraesmaschenine universal*)

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

4.3. Metode Pengujian

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

1. Merangkai sensor load cell ke instrumentasi dinamometer 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 dinamometer 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 dinamometer mesin frais.
9. Menjalankan program PLX DAQ dengan cara klik tombol connect.
10. Setelah mesin frais selesai melakukan pemakanan kemudian klik tombol disconnect pada program PLX DAQ lalu simpan data hasil pengujian.
11. Kemudian matikan alat uji mesin frais.
12. Setelah mendapatkan semua hasil data pengujian, kemudian melepaskan mata pahat bersama arbor dari spindel, selanjutnya melepaskan alat instrumentasi dinamometer 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 dilanjut 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 arduino uno untuk program dan mengendalikan komponen – komponen instrument.

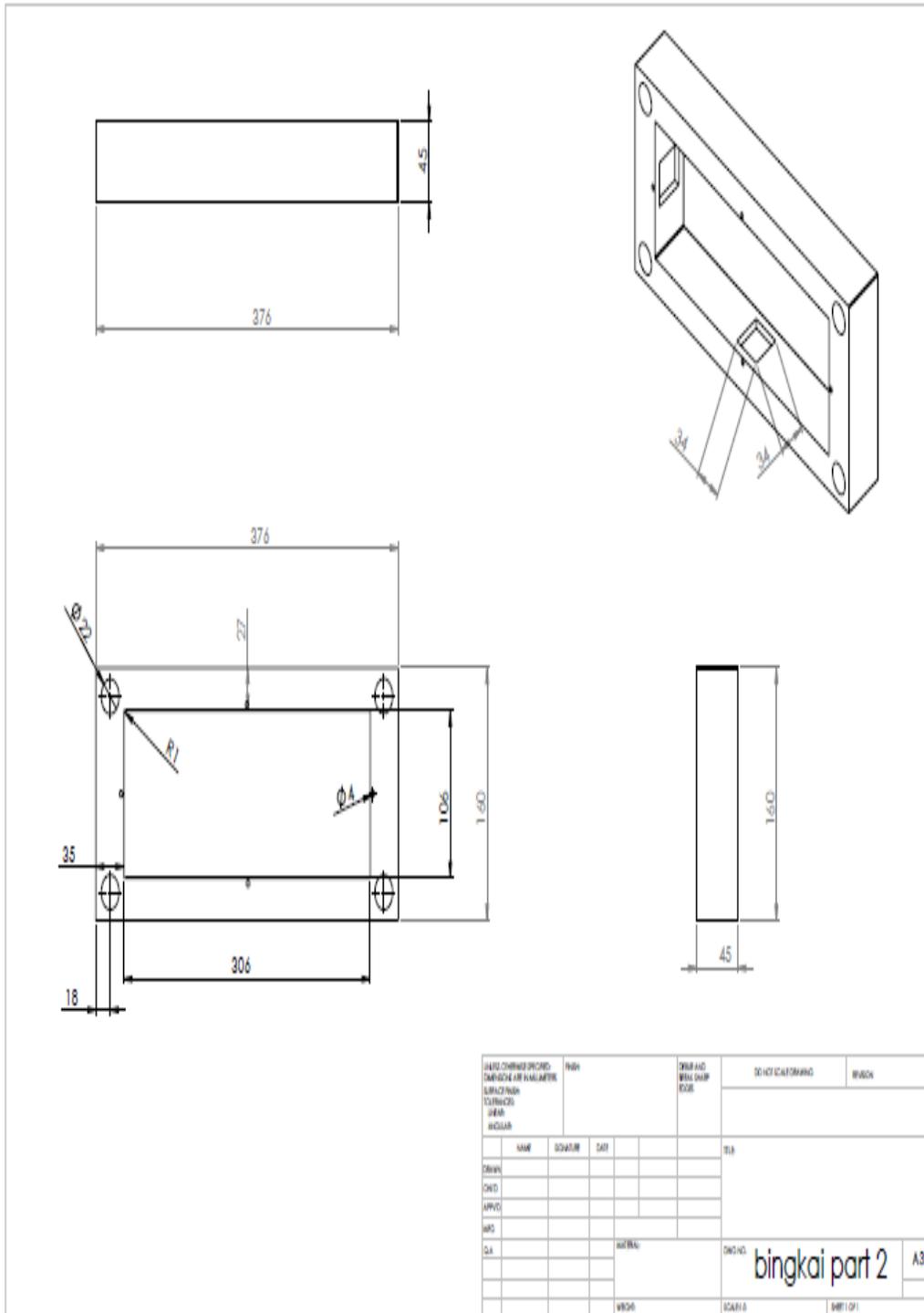
5.2 Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

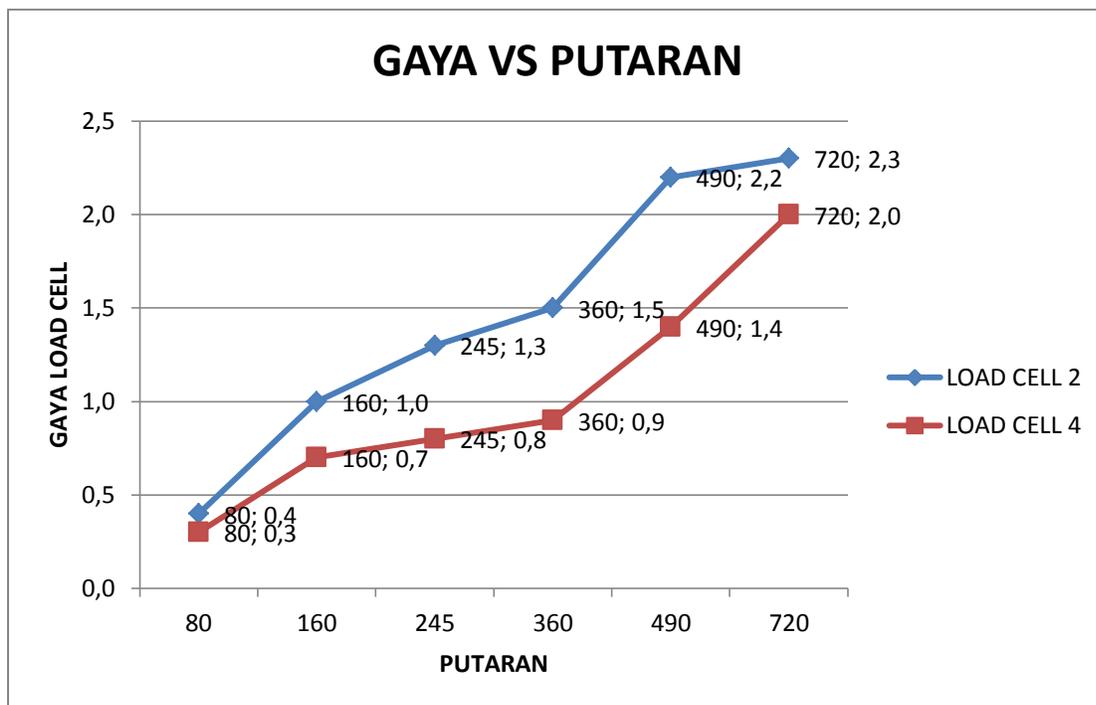
- Avner, H, Sidney, 1974, *Introduction To Physical Metallurgy*, Exclusif Rights By McGraw-Hill Book Co, Singapore.
- Baldoukas, S., Soukatzidis, D., Demosthenous dan Lontos, A. E (2008). *Experimental investigation of the effect of cutting depth, tool rake angle and workpiece material type on the main cutting force during a turning process*. 3 rd Internasional Conference on Manufacturing Engineering.
- Dandage, R., Bathwadekar, S.G.2 dan Baghwat, M, M (2012). *Design Development and testing of a four component milling dynamometer*. Jurnal : *Internasional Journal of applied Engineering and Technology*. Vol.2
- Darmawan, W., Loa, 1984, *Konstruksi Baja I*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan.
- Donaldson Cyril, 1983, *Tool Design*, Tata McGraw - Hill Publishing Company Limited, 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
- 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 2



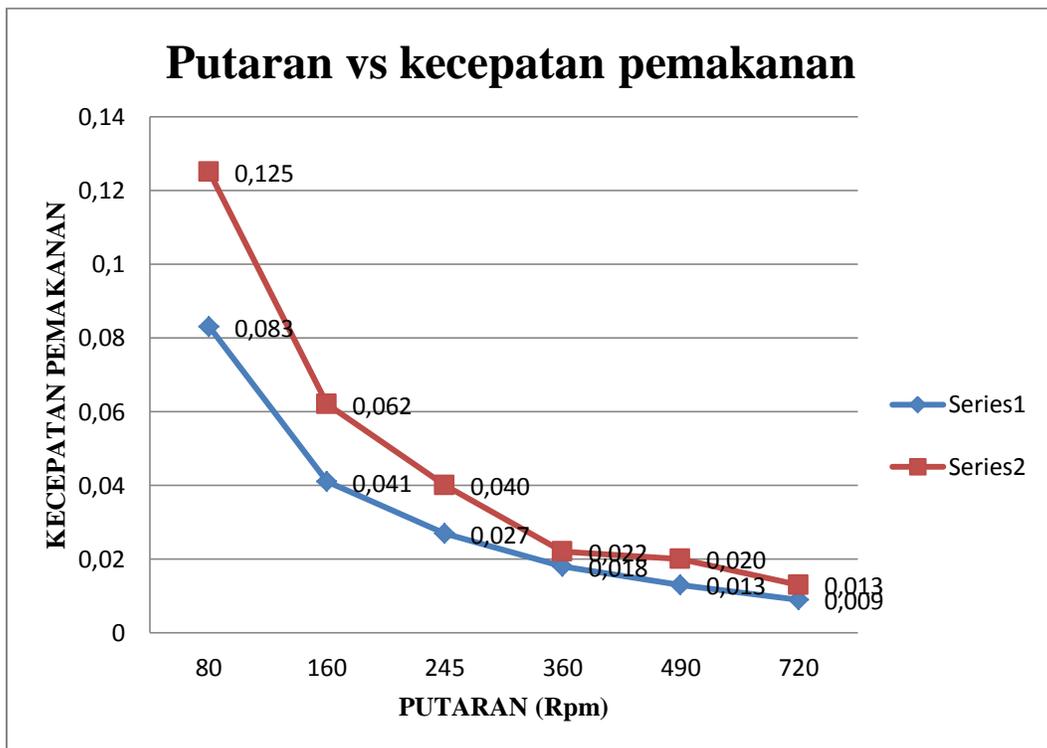
LAMPIRAN
3

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 4

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 : Bayu Dian Andika Putra
NPM : 1207230198
Tempat/Tanggal Lahir : Kisaran, 10 September 1994
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Lingkungan V
Kel/Desa : Indrapura Kota
Kecamatan : Air Putih
Kabupaten : Batu Bara
Agama : Islam
Status : Pelajar / Mahasiswa
Email : bayudian1093@gmail.com
No. HP : 082370495554
Nama Orang Tua :
Ayah : Saidi
Ibu : Hj.Ida Yanti

PENDIDIKAN FORMAL

2000 - 2006 : SD Negeri 010083 Kisaran
2006 - 2009 : SMP Negeri 3 Kisaran
2009 - 2012 : SMA Negeri 1 Air Putih
2012 - 2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik
Mesin Fakultas Teknik Muhammadiyah Sumatera Utara