

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PERANCANGAN 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 :

AHMAD DANI ISKANDAR TUMANGGOR
1207230166



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

LEMBAR PENGESAHAN- I

TUGAS SARJANA

KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

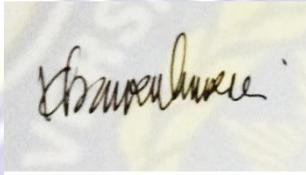
**PERANCANGAN INSTRUMEN DINAMOMETER PADA
MESIN FRAIS UNTUK MENGUKUR GAYA POTONG**

Disusun Oleh :

AHMAD DANI ISKANDAR TUMANGGOR
1207230166

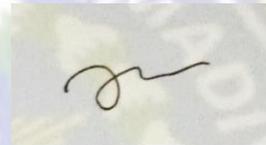
Disetujui Oleh :

Pembimbing – I



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

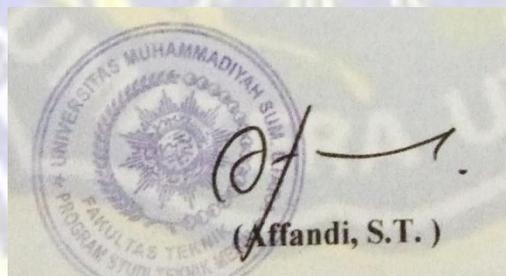
Pembimbing – II



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

Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin



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

LEMBAR PENGESAHAN- II

TUGAS SARJANA

KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

PERANCANGAN INSTRUMEN DINAMOMETER PADA MESIN FRAIS UNTUK MENGUKUR GAYA POTONG

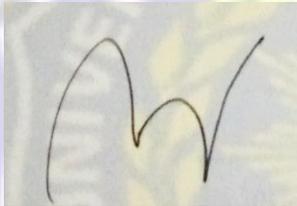
Disusun Oleh :

AHMAD DANI ISKANDAR TUMANGGOR
1207230166

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 28 Mei 2018

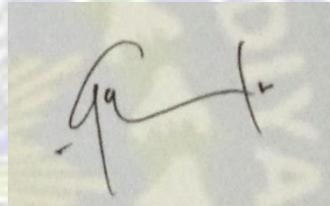
Disetujui Oleh :

Pembanding – I



(Dr. Eng Rakhmad. A. Siregar)

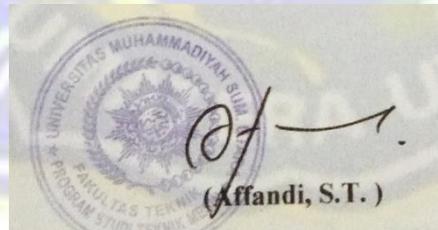
Pembanding – II



(Chandra. A. Siregar, S.T., M.T)

Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin

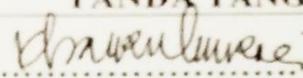
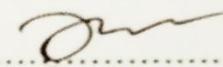
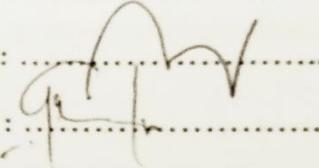
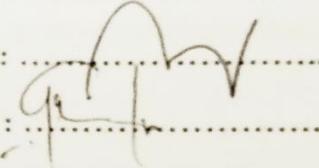


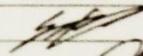
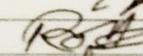
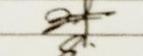
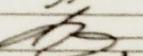
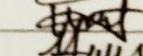
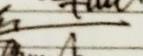
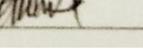
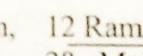
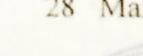
(Affandi, S.T.)

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

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

Peserta Seminar
 Nama : Ahmad Dani Iskandar Tumanggor
 NPM : 1207230166
 Judul Tugas Akhir : Perancangan Instrument Dynamometer Pada Mesin Frais Untuk Mengukur Gaya Potong.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembimbing – II	: Bakti Suroso.S.T.M.Eng	:	
Pembanding – I	: DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	:	
Pembanding – II	: Chandra A Siregar.S.T.M.T	:	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230169	SAKBAN SALEH	
2	1207230198	BAYU DIAN ANDIKA PURA	
3	1307230087	ROY CHARTIN SAGABIR	
4	1307230177	WAN MUKRIM	
5	1307230245	M GERVILWMB PRATIKA	
6	1307230126	RIZKI ANGGA PRATAMA	
7	1407230188	Wahyu Winardi	
8	1307230300	IMRANU.SYAHUARA.MG	
9	1307230320	BILLI FRIFA	
10	1307230035	Ahmad Panggabean	

Medan, 12 Ramadhan 1439 H
28 Mai 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Ahmad Dani Iskandar Tumanggor
NPM : 1207230166
Judul T.Akhir : Perancangan 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 : DR.Rakhmad Arief Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A 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 :

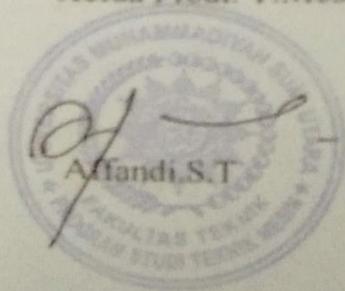
* *perbaiki semua perkakas*

* *Surat mengenai judul : Rancangan Burung -*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 12 Ramadhan 1439H
28 Mai 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I

DR.Rakhmad Arief Siregar M.Eng

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

NAMA : Ahmad Dani Iskandar Tumanggor
NPM : 1207230166
Judul T.Akhir : Perancangan Instrument Dynamometer Pada Mesin Frais Untuk Mengukur Gaya Potong.

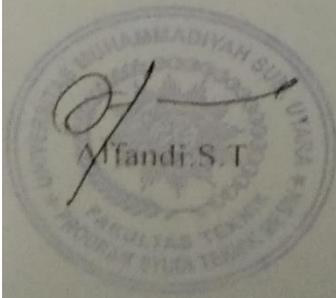
Dosen Pembimbing I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : DR.Rakhmad Arief Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain : *lihat buku skripsi*
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 12 Ramadhan 1439H
28 Mai 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II

(Handwritten Signature)
Chandra A Siregar.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : AHMAD DANI ISKANDAR TUMANGGOR
Tempat/Tgl Lahir : Tarutung, 04 Agustus 1994
Npm : 1207230166
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:

“PERANCANGAN 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 Sarjana saya secara orisinal 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, 21 Mei 2018

Saya yang menyatakan,



METERAI
TEMPEL
F106FAFF273768256
6000
ENAM RIBURUPIAH
AHMAD.D.I.TUMANGGOR

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 dinamometer. Adapun tujuan dalam perancangan ini adalah merancang instrumen dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong, dengan memperoleh gambar teknik sebagai acuan dalam proses pembuatan. Dinamometer yang didesain 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 oktagon-ring jenis dinamometer atau berbentuk pesegi panjang menggunakan bingkai dan meja pengikat benda kerja. Dinamometer dapat mengukur beban maksimum yang diizinkan 50 kg dan untuk putaran mesin yg diizinkan max 2200 RPM. 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.

Kata kunci : MesinFrais, 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, **“PERANCANAGAN INSTRUMEN DINAMOMETER PADA MESIN FRAIS UNTUK MENGUKUR GAYA POTONG”**, sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik S-1 program studi teknik mesin fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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 yaumil 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 Sauman Tumanggor dan Ibunda Rismala Dewi purba 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 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 Bakti Suroso S.T., 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 Dr. Ade Faisal, S.T.,M.sc.selaku wakil dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Chandra. A.Siregar, S.T.,M.T selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh Dosen dan Staf biro di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
9. Terima kasih kepada adik saya Hermanto Sujana Tumanggor, Halimah Sriningsih Tumanggor dan Teddy Tua Prayogo Tumanggor, yang telah mendukung dan memberikan semangat kepada saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Kepada istri saya tercinta Natalia Tampubolon dan anak saya Faiz Akbar Auzan Tumanggor, yang telah memberikan semangat support sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas C1 pagi 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. Kepada teman – teman satu grup tugas akhir Khoiri Ramadhan, Hamdan, Gemilang Prayogi, Bayu Dian, Wanmuhrim, Sakban Saleh, Wahyu Sebayang, yang selalu senantiasa membantu dan memberi dukungan dan semangat dalam tugas akhir 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, 21 Mei 2018

Penulis



AHMAD DANI ISKANDAR TUMANGGOR

1207230166

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	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Perancangan	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian perancangan	6
2.2. Penjelasan umum mesin	7
2.3. Prinsip kerja mesin	7
2.3.1. Defenisi freis (milling)	7
2.3.2. Gerakan – gerakan pada mesin milling (freis)	8
2.4. prinsip pemotongan pada mesin milling (freis)	9
2.4.1. Gaya pemotongan spesifik dalam proses freis	9
2.4.2. Fluktuasi gaya tangensial (gaya potong)	10
2.4.3. Mengefrais datar	12
2.4.4. Mengefrais tegak	13
2.4.5. Macam – macam mesin frais	14
2.5. Karakteristik pemilihan bahan	17
2.6. Aspek – aspek pemilihan bahan	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Waktu dan Tempat	19
3.1.1. Waktu	19
3.1.2. Tempat	19
3.2. Diagram alir penelitian	20
3.2.1. Penjelasan diagram alir	21
3.3. Alat	22
3.3.1. Laptop	22
3.3.2. Software solidworks	22
3.4. Konsep desain instrumen dinamometer	23
3.5. Detail desain	23

3.5.1. Detail instrumen dinamometer	24
3.5.2. Detail instrumen sensor	24
3.6. Tahapan awal perancangan	25
3.6.1. Dimensi perancangan meja pengikat spesimen	25
3.6.2. Dimensi perancangan bingkai sensor	25
3.7. Prosedur perancangan	26
3.7.1. Proses perancangan meja pengikat spesimen	26
3.7.2. proses perancangan bingkai sensor	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil	32
4.1.1. Hasil perancangan instrumen dinamometer	32
4.2. Pengujian	33
4.2.1. Pengujian alat dinamometer	34
4.2.2. Prosedur pengujian	35
4.3. Hasil pengujian	37
4.4. Pembahasan	40
4.4.1. Perhitungan kecepatan pemakanan pada mesin frais menggunakan dinamometer	40
4.4.2. Perhitungan putaran dan gaya potong pada mesin frais Menggunakan dinamometer	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar.2.1. Proses pemotongan a.proses frais datar (<i>slab milling</i>) dan b.proses frais muka (<i>face milling</i>)	10
Gambar.2.2. Mesin frais <i>vertical</i>	14
Gambar.2.3. Mesin frais <i>horizontal</i>	15
Gambar.2.4. Mesin frais <i>universal</i>	15
Gambar.3.1. Diagram alir perancangan	20
Gambar.3.2. Dimensi meja pengikat spesimen	25
Gambar .3.3. Dimensi bingkai sensor	25
Gambar.3.4. Tampilan awal <i>solidworks</i> 2012	26
Gambar.3.5. Tampilan layout	27
Gambar.3.6. <i>Sketch</i> awal meja pengikat	27
Gambar.3.7. Membuat ukuran meja pengikat	28
Gambar.3.8. Gambar 3D	28
Gambar.3.9. Hasil akhir meja pengikat bentuk 3D	29
Gambar.3.10. <i>Sketch</i> awal bingkai sensor	29
Gambar.3.11. Membuat ukuran bingkai sensor	30
Gambar.3.12. Gambar 3D	30
Gambar.3.13. Hasil akhir bingkai sensor bentuk 3D	31
Gambar.4.1. Hasil meja pengikat spesimen	32
Gambar.4.2. Hasil bingkai sensor	33
Gambar.4.3. Pemakanan <i>face milling</i>	33
Gambar.4.4. Mesin frais Emco F3 dan instrumen sensor	34
Gambar.4.5. Mata pahat <i>insert</i> karbida	35
Gambar.4.6. Arah pemakanan mata pahat	37
Gambar 4.7. Grafik perbandingan gaya potong dengan putaran mesin 80-720 rpm pada gaya potong 2 dan gaya Potong 4 dengan pemakanan 0.1 mm.	38
Gambar 4.7. Grafik perbandingan gaya potong dengan putaran mesin 80-720 rpm pada gaya potong 2 dan gaya Potong 4 dengan pemakanan 0.1 mm.	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Gaya potong spesifik referensi dalam proses freis	11
Tabel 2.2. Klasifikasi bahan dan paduan	17
Tabel 3.1. Jadwal waktu melakukan perancangan dan penelitian	19
Tabel 3.2. Pemilihan konsep desain	23
Tabel 3.3. Detail instrumen dinamometer	24
Tabel 4.1. Spesifikasi Mesin Frais Emco F3	34
Tabel 4.2. Spesifikasi bahan mata pahat insert karbida	35
Tabel 4.3. Hasil nilai gaya potong <i>load cell 2</i> dan <i>load cell 4</i> dengan putaran	38
Tabel 4.4. Hasil nilai kecepatan pemakanan 2 dan <i>load cell 2</i> kecepatan pemakanan 4 dan <i>load cell 4</i>	39

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
v	$\pi dn/1000$	m/min

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perancangan adalah penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Perancangan sistem dapat dirancang dalam bentuk bagan alir sistem (*system flowchart*), yang merupakan alat bentuk grafik yang dapat digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan proses dari sistem.

Perancangan instrumen dinamometer pada mesin frais dimana dari setiap mata potong (gigi) pahat frais relative terhadap benda kerja yang merupakan gerakan *sikloldal*, oleh sebab itu bagaimana pun posisi pahat frais relative terhadap lebar pemotongan (pada mengefrais tegak) atau kedalaman potong (pada mengefrais datar) selalu akan memotong benda kerja dengan ketebalan geram yang berubah. Jarak antara *sikloldal* yang berurutan, pada arah kecepatan makan, akan selalu sama dan jarak pemakanan ini dinamakan gerak makan pergigi.

Dalam Perancangan kali ini, mencoba mengangkat permasalahan tentang perancangan instrumen dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong merupakan suatu benda berbentuk persegi panjang dan bingkai untuk penempatan sensor berat / load cell 50 kg, dimana dibagian ini akan menerima tekanan dari putaran mata pahat. dimana pada proses frais ada dua jenis mata pahat frais (*milling cutter*) adalah pahat frais selubung / mantel (*slab milling cutter*) dan pahat frais muka (*face milling cutter*). Pahat frais termasuk pahat bermata jamak dengan mata potong sama dengan jumlah gigi frais (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 / 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 mata 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.

Pada dasarnya, perancangan itu sendiri terdiri dari beberapa serangkaian kegiatan yang berurutan, dimulai dari desain sketsa, dan pembuatan rancangan menggunakan aplikasi. Karena itu perancangan di sebut sebagai proses rancangan bangun yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan instrumen dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang alat instrumen dinamometer pada mesin frais yang berinstrumentasi ?
2. Bagaimana menentukan pemilihan konsep desain dalam pengerjaan perancangan alat instrumen dinamometer pada mesin frais ?
3. Bagaimanan menentukan bahan yang diperlukan dalam pengerjaan perancangan instrumen dinamometer pada mesin frais ?

1.3. Batasan Masalah

Dalam perancangan instrumen dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong yang berinstrumentasi untuk penggunaan laboratorium pada tugas akhir ini dapat dibatasi mengenai :

1. Batas kecepatan sensor FC 03 pada instrumen dinamometer max 2200 RPM.
2. Batas berat sensor *load cell* pada instrumen dinamometer max 50 kg.

1.4. Tujuan Perancangan

Adapun tujuan dari perancangan ini adalah :

1. Untuk membuat rancangan instrumen dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong.
2. Untuk membuat gambar rancangan instrumen dinamometer pada mesin frais.
3. Untuk membuat instrumen dinamometer pada mesin frais.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari perancangan dan instrumen 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 instrumen dinamometer pada proses frais.
3. Sebagai pengetahuan dan wawasan bagi penulis mengenai alat uji instrumen dinamometer pada proses frais untuk mengukur gaya potong.

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 perancangan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang tempat dan waktu perancangan instrumen dinamometer pada mesin frais, konsep desais, detail desain dan tahapan perancangan .

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang hasil dari rancangan dan menguraikan hasil rancangan, memmanufakturkan, pengujian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Perancangan

Perancangan (*design*) secara umum dapat didefinisikan sebagai formulasi suatu rencana untuk memenuhi kebutuhan manusia. Sehingga secara sederhana perancangan dapat diartikan sebagai kegiatan pemetaan dari ruang fungsional (tidak kelihatan/imajiner) kepada ruang fisik (kelihatan dan dapat diraba/dirasa) untuk memenuhi tujuan-tujuan akhir perancang secara spesifik atau obyektif.

Perancangan merupakan sebuah kegiatan awal dari sebuah usaha dalam merealisasikan sebuah produk yang keberadaannya diperlukan oleh masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraan hidupnya (Darmawan, 2004). Sedangkan perancangan mesin berarti perancangan dari sistem dan segala yang berkaitan dengan sifat mesin–mesin, produk, struktur, alat-alat, dan instrument (Joseph and Larry, 1986).

Dalam sebuah perancangan, khususnya perancangan mesin banyak menggunakan berbagai ilmu yang harus diterapkan di dalamnya. Ilmu-ilmu tersebut digunakan untuk mendapatkan sebuah rancangan yang baik, tepat dan akurat sesuai dengan apa yang diharapkan. Pada umumnya ilmu-ilmu yang diterapkan antara lain ilmu matematika, ilmu bahan, dan ilmu mekanika teknik (Shigley dan Mitchell, 2000).

Pada dasarnya, perancangan itu sendiri terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan, karena itu perancangan disebut sebagai proses perancangan yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan tersebut.

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 (*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 instrumen dinamometer pada mesin frais ini dalam penggunaannya menggunakan suatu penggerak motor (dynamo)dimana 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 load cell 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 .

2.4 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*

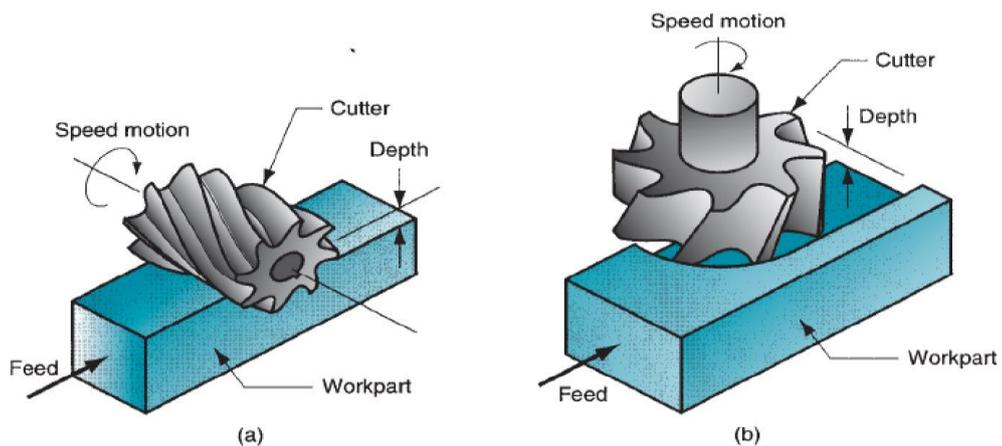
Pemotongan benda kerja dengan arah putaran alat potong (*Cutter*) searah dengan arah gerakan pemakanan benda kerja (*Cutter*).

b. Pemotongan *Conventional*

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

2.4.1. Gaya Pemotongan Spesifik Dalam Proses Frais

Seperti halnya yang telah dibahas dalam bab 1, geometri gerak sebelum terpotong dalam proses frais datar (*slab milling*) dan frais muka (*face milling*) adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 a. proses frais datar (*slab milling*) dan b. proses frais muka (*face milling*).



Gambar 2.1 proses pemotongan a. proses freis datar (*slab milling*) dan b. proses freis muka (*face milling*).

bila gaya potong tangensial F_t didefinisikan sebagai berikut :

$$f_t = A k_s \quad (2.1)$$

$$f_{tm} = A_m K_{sm} ; N \quad (2.2)$$

perbedaan antara proses freis datar dan tegak (muka) terletak pada penampang geram A_m , yaitu :

$$A_m = b h_m ; mm^2 \quad (2.3)$$

Daya potong pergigi rata – rata N_{zm} dapat di hitung dari gaya potong pergigi rata – rata dan kecepatan potong yaitu :

$$N_{zm} = \frac{F_{tm} v}{60.000} ; kw \quad (2.4)$$

2.4.2. Fluktuasi Gaya Tangensial (Gaya Potong)

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 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 freis tegak maka beberapa rumus gaya tangensial per gigi dapat diturunkan sebagai berikut. (seperti pada tabel 1.1 gaya potong spesifik referensi dalam proses frais).

Tabel 2.1. gaya potong spesifik referensi dalam proses freis (Taufiq Rochim.1993)

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
	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	940	1740	0,25
	-treated	(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

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 :

$$K_{s1.1} = 939\sigma_u^{0.13} \quad (2.5)$$

Untuk material dengan kekuatan tarik sekitar 600 N/mm² (harga titik tengah) diperkirakan rumus kolerasi tsb akan mempunyai gaya potong spesifik referensi sebesar 20157 N/mm². Dari tabel 2.1, 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 :

$$K_{s1.1 \text{ mengefris}} = 1,40 K_{s1.1 \text{ membubut}} \quad (2.6)$$

Untuk setiap sudut posisi :

$$F_t = C (\sin \Phi)^{1-p} ; N \quad (2.7)$$

$$C = K_{s1.1} a f_z^{1-p} (\sin k_r)^{-p} \quad (2.8)$$

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 .

$$F_{ts} = \sum_1^e F_t = C \sum_1^e (\sin \Phi)^{1-p} \quad (2.9)$$

2.4.3. Mengefris Datar

Untuk proses mengefris datar, dengan pahat freis selubung bergigi lurus tebal geram (sebelum terpotong) pada setiap saat (h) dituliskan sebagai berikut,

$$h = f_z \sin \Phi ; mm \quad (2.10)$$

Dimana :

$$f_z = v_f / (z n) : mm / (gigi) \quad (2.11)$$

Tebal geram sebelum terpotong maksimum (h_{max}) terjadi sewaktu sudut posisi mencapai harga terbesar (disebut dengan sudut persentuhan Φ_c).

Karena :

$$\cos \Phi_c = \frac{d/2 - a}{d/2} \quad (2.12)$$

Maka :

$$\sin \Phi_c = \sqrt{1 - \cos^2 \Phi_c} = 2\sqrt{a/d - (a/d)^2} = 2\sqrt{a/d} \quad (2.13)$$

Sehingga :

$$h_{\max} = f_z \sin \Phi_c - 2f_z \sqrt{a/d} ;\text{mm} \quad (2.14)$$

Tebal geram rata – rata (h_m) terjadi pada waktu sudut posisi mencapai harga setengah dari harga maksimum.

Karena :

$$\sin \frac{\Phi_c}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \Phi_c}{2}} = \sqrt{\frac{a}{d}} \quad (2.15)$$

Maka :

$$h_m = f_z \sin \frac{\Phi_c}{2} - f_z \sqrt{\frac{a}{d}} ;\text{mm} \quad (2.16)$$

2.4.4. Mengefrais Tegak

Untuk mengefrais tegak dengan memakai pahat freis muka, tebal geram pada setiap saat dapat dituliskan sebagai berikut,

$$h = f_z \sin \kappa_r \sin \Phi ;\text{mm} \quad (2.17)$$

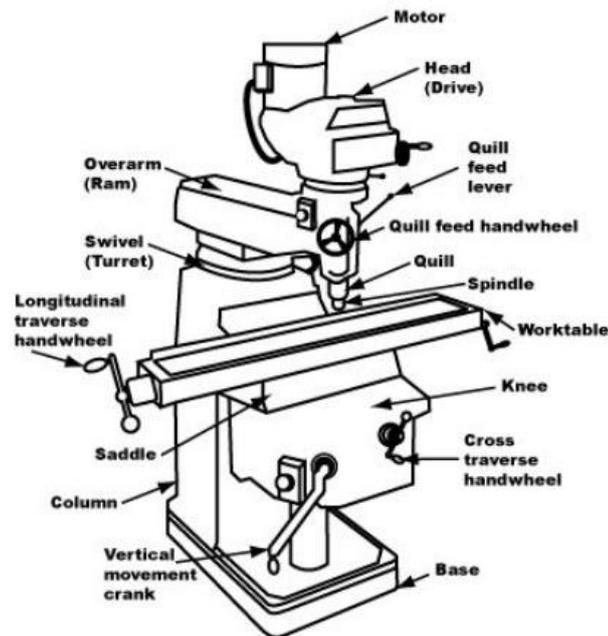
Tebal geram rata-rata didapatkan dengan car mengintegrai rumus (2.17) kemudian dibagi dengan sudut persentuhan Φ_c yaitu,

$$h_m = \frac{1}{\Phi_c} \int_{\Phi_1}^{\Phi_2} h d\Phi = \frac{f_z \sin \kappa_r}{\Phi_c} \int_{\Phi_1}^{\Phi_2} \sin \Phi d\Phi \quad (2.18)$$

2.4.5. Macam – Macam Mesin Frais (milling)

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

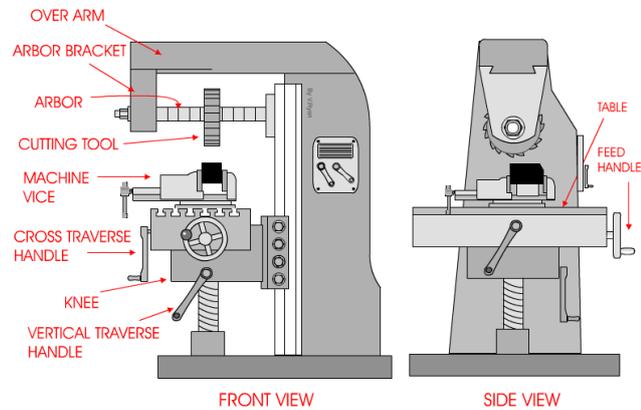
1. Mesin frais *Vertical*



Gambar 2.2 Mesin *Frais 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. (seperti gambar 2.2 mesin *frais vertical*)

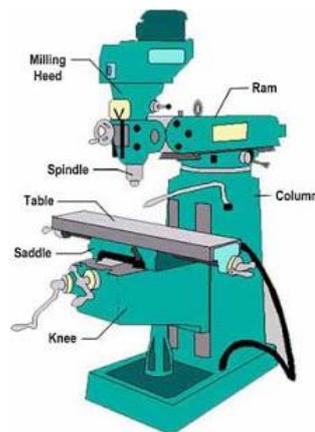
2. Mesin Frais *Horizontal*



Gambar 2.3 Mesin Frais *Horizontal*

Merupakan mesin frais yang porong utamanya sebagai pemutar dan pemegang alat potong pada posisi mendatar.(seperti gambar 2.3 mesin frai *horizontal*)

3. Mesin Frais *Universal*



Gambar 2.4 Mesin *Frais Universal*

Mesin frais universal ini adalah mesin produksi dari kontruksi yang kasar.Bangkunya ini adalah benda cor yang kaku dan berat serta menyangga sebuah meja yang hanya memiliki gerakan logitudinal. Penyatan vertical di

berikan dalam kepal spindel dan suatu penyetelan lintang di buat dalam pena atau ram spindle.(seperti pada Gambar 2.4 Mesin *Frais Universal*)

4. Bagian-bagian Mesin Frais

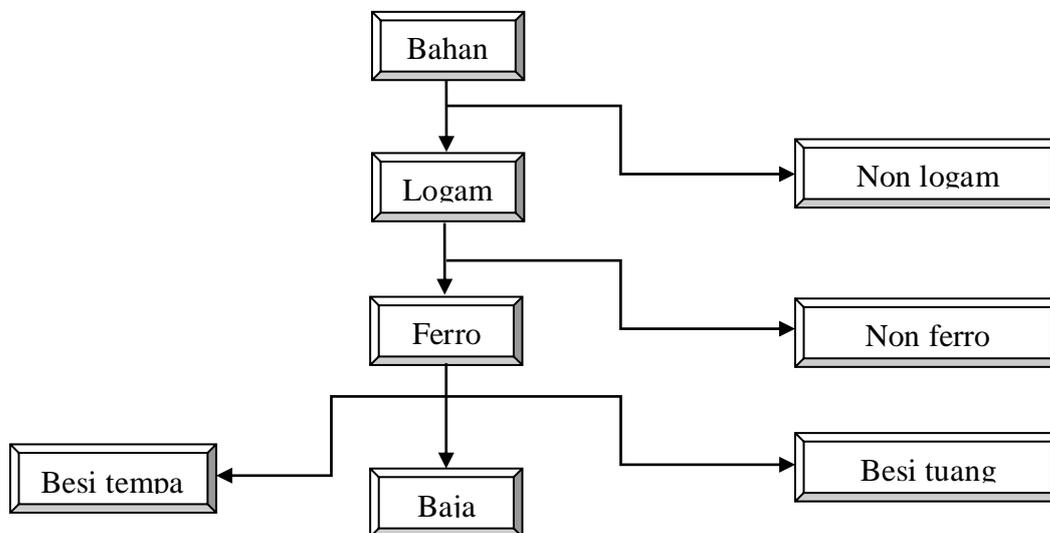
Bagian-bagian mesin frais dapat dilihat pada gambar di bawah ini yaitu:

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 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

2.5. Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan

Perancangan suatu elemen mesin mempunyai beberapa aspek yang harus diperhatikan. Salah satu aspek tersebut adalah pemilihan jenis bahan teknik yang akan digunakan. Pemilihan bahan untuk elemen atau komponen sangat berpengaruh terhadap kekuatan elemen tersebut. Penentuan bahan yang tepat pada dasarnya merupakan kompromi antara berbagai sifat, lingkungan dan cara penggunaan sampai dimana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Berikut gambar.2 Klasifikasi bahan dan paduannya



Tabel 2.2 Klasifikasi bahan dan paduannya

2.6 Aspek – Aspek Pemilihan Bahan

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

Peninjauan tersebut antara lain :

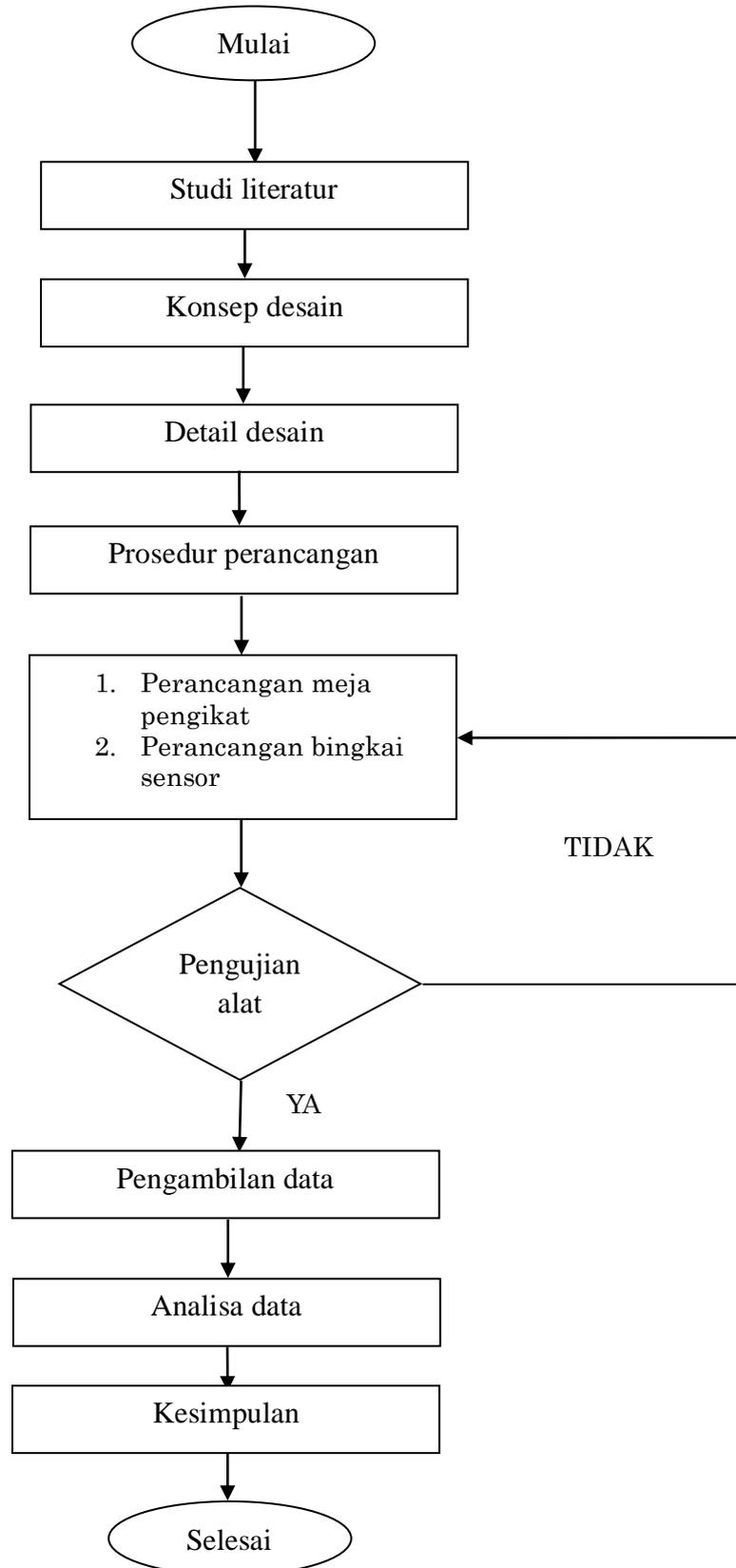
1) Pertimbangan Sifat, meliputi :

- 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 tuang
- d).Mampu las

3.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir perancangan

3.2.1. Penjelasan Diagram Alir

Dari diagram alir diatas dapat dijelaskan tahap-tahapan dalam perancangan instrument dynamometer pada mesin frais sebagai berikut :

1. Mulai

Pertama yang dilakukan ialah persiapan. Persiapan yang dilakukan seperti pengaturan jadwal kegiatan perancangan agar berjalan terencana dan mendapat hasil rancangan yang diinginkan.

2. Studi literatur

Berfungsi untuk memperoleh literatur dan contoh – contoh macam – macam instrumen dynamometer dan rumus – rumus yang berkaitan.

3. Konsep desain

Berfungsi untuk menentukan bentuk konsep instrument dynamometer yang akan dirancang.

4. Detail desain

Berfungsi untuk menentukan dimensi dari rancangan dan ukuran dari desain rancangan instrumen dynamometer.

5. Prosedur perancangan

Prosedur perancangan yaitu proses dimana untuk perancangan instrumen dynamometer pada mesin frais seperti, membuat meja pengikat spesimen, bingkai sensor , dan instrument sensor pada perancangan dynamometer untuk mengukur gaya potong.

6. Perancangan

Perancangan instrumen dynamometer pada mesin frais ini akan dibuat sesuai dengan konsep desain yang telah di pilih.

7. Pengambilan data

Pengambilan data ini digunakan untuk memperoleh hasil dari rancangan apakah data yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan.

8. Analisa data

Berfungsi untuk menganalisa data hasil pengujian perancangan instrument untuk mengukur gaya potong pada mesin frais.

9. Kesimpulan

Kesimpulan adalah apakah rancangan instrumen dinamometer akurat.

10. Selesai

Setelah selesai dari perancangan instrumen dinamometer dan alat sudah akurat maka alat dapat dipakai untuk mengukur gaya potong pada mesin frais.

3.3. Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam proses perancangan ini adalah :

3.3.1. Laptop

Spesifikasi laptop yg digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Processor : Intel core i.3 1.40 with turbo boost 2.5 GHz
2. RAM : 2.00 GB (1,47 GB usable)
3. Operation system : windows 7 pro 64 bit operation system

3.3.2. Software Solidworks

Software solid works yang sudah terinstal pada laptop adalah solidworks 2012 . dengan spesifikasi system komputer adalah sebagai berikut :

1. Processor : AMD 64 bit Operation system
2. RAM : 2 GB or more
3. Disk space : 5 GB or more

3.4. Konsep Desain Instrumen Dinamometer

Metode pemilihan desain instrumen dinamometer ini menggunakan metode perbandingan relatif sehingga menghasilkan beberapa penilaian. Seperti yang dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.2. Tabel konsep desain

No	Kriteria	Bobot	Jenis Dinamometer	
			Load Cell	Dial Indikator
1	Gaya potong dapat tersimpan dan terbaca di komputer	4	+	-
2	Bisa di pasang pahat karbida dan HSS	4	S	S
3	Konstruksi dinamometer kuat	4	S	S
4	Output berupa gaya	4	S	S
5	Mampu membaca gaya tangensial	4	+	-
6	Mudah di rakit	2	S	S
7	Harga pembuatan terjangkau	4	S	S
	Jumlah (+) dikalikan bobot		0	8
	Jumlah (-) dikalikan bobot		8	0
	Nilai akhir		8	-8
	Lanjutkan		YA	Tidak

Keterangan bobot

- 0 : Tidak penting
- 1 : Kurang penting
- 2 : Cukup penting
- 3 : Penting
- 4 : Sangat penting
- S : Sama

3.5. Detail Desain

Detail desain dari rancangan instrumen dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong dibagi menjadi 2 :

3.5.1. Detail Instrumen Dinamometer

Pada tabel (tabel 3.2) di bawah ini dapat dilihat dimensi keseluruhan dari instrumen dinamometer.

Tabel 3.3. Detail instrumen dinamometer

Nama	panjang	lebar	Tebal	Lebar dudukan baut	Jumlah dudukan sensor	Jumlah baut setelan sensor	Lebar dudukan sensor
Meja dudukan spesimen	300 mm	100 mm	45 mm	15 mm	-	-	-
Bingkai dudukan sensor	376 mm	160 mm	45 mm	ϕ 22	4 buah	4 buah	34 x 34 mm
Sensor load cell	34 mm	34 mm	8mm	-	-	-	-
Sensor FC 03	40 mm	15 mm	10 mm	-	-	-	-

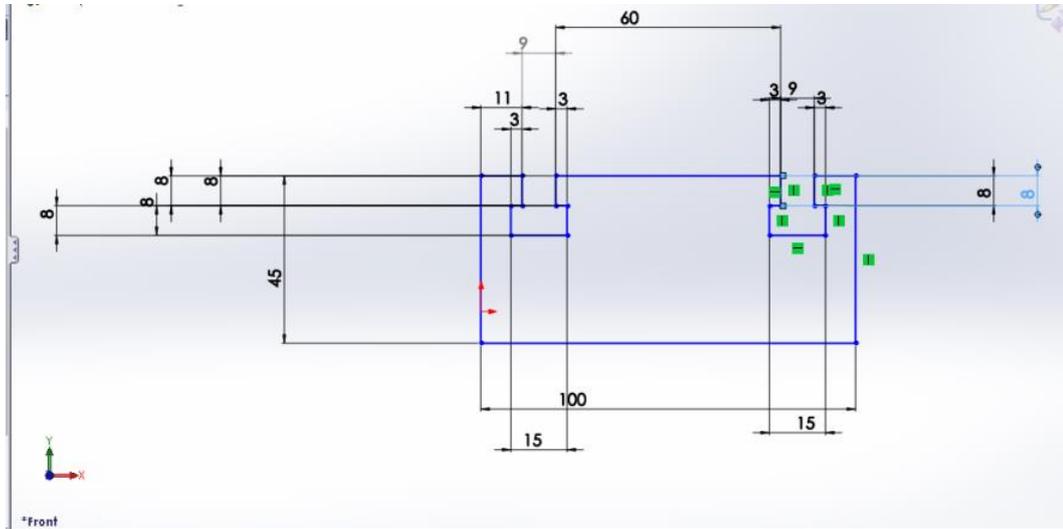
3.5.2. Detai Instrumen Sensor

Bagian – bagian penyusun instrumen sensor pada instrumen dinamometer pada mesin frais untuk mengukur gaya potong , terdiri dari :

1. Sensor load cell 50 KG.
2. HX 711
3. LCD 16 x 2
4. Arduino uno
5. Sensor FC 03
6. Kabel in-out PC

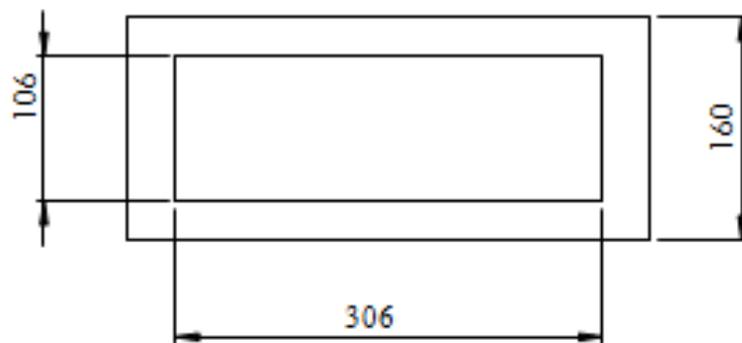
3.6. Tahap Awal Perancangan

3.6.1. Dimensi Perancangan Meja Pengikat Spesimen



Gambar 3.2. Dimensi meja pengikat spesimen satuan dalam mm

3.6.2. Dimensi Perancangan Bingkai Sensor



Gambar 3.3. Dimensi bingkai sensor satuan dalam mm

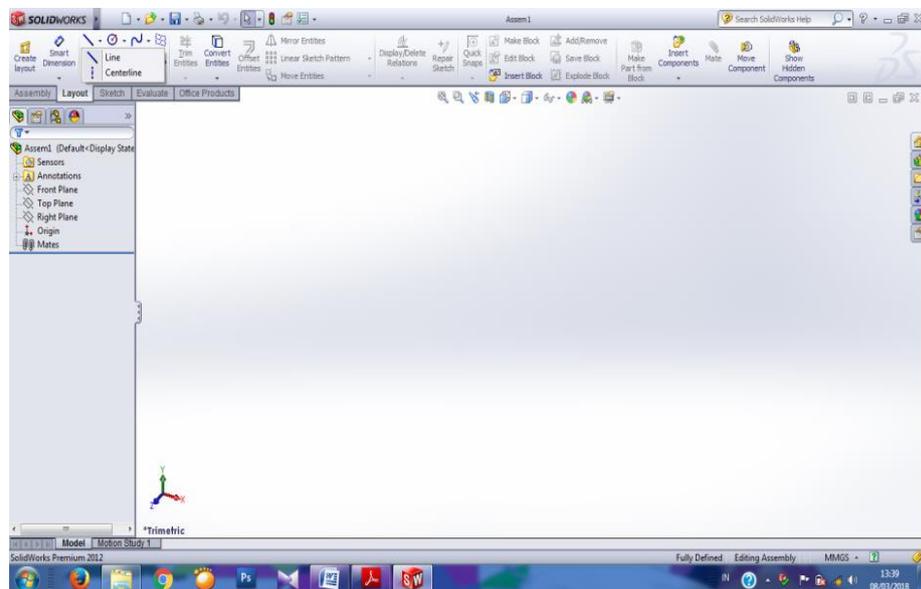
Dimensi instrument dinamometer bahan yang digunakan adalah baja biasa, pada umumnya bahan instrumen dinamometer menggunakan baja karbon ASTM C45, pada instrumen dinamometer ini digunakan baja biasa dikarenakan karakteristiknya yang mudah dibentuk dan mudah didapat dipasaran.

3.7. Prosedur perancangan

1. Menyalakan laptop dan memilih *software solidworks 2012*.
2. Memilih *fornt plane* pada layout.
3. Membuat desain awal instrumen dinamometer.
4. Membuat ukuran ketebalan, lebar, panjang, parit dudukan baut pengikat spesimen, lubang baut pengikat bingkai, lubang setelan sensor dan dudukan sensor.
5. Membuat desain awal kedalam gambar 3D.
6. Menampilkan bentuk hasil dari instrumen dinamometer dalam bentuk 3D.

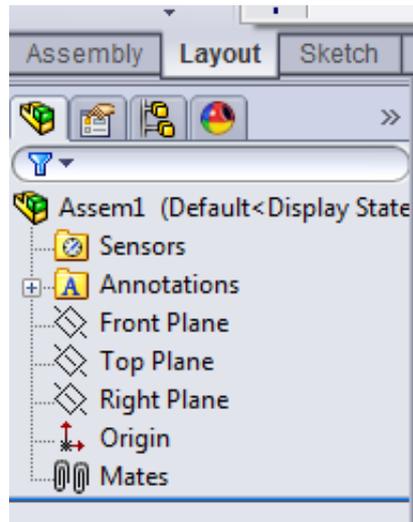
3.7.1. Proses Perancangan Meja Pengikat Spesimen

1. Menyalakan laptop dan memilih *software solidworks 2012* dan kan muncul tampilan awal *solidworks 2012* dan juga tmpilan awal ini langsung menampilkan lembar kerja untuk kita mulai mendesain sketch.



Gambar 3.4. Tampilan awal *solidworks 2012*

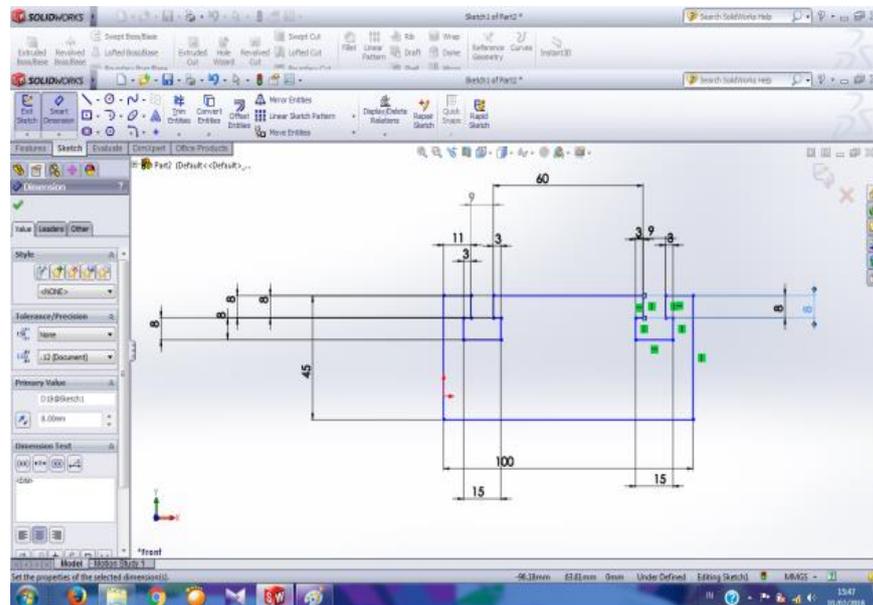
2. Memilih *front plane* pada layout.



Gambar 3.5. Tampilan layout

3. Membuat desain awal instrumen dinamometer.

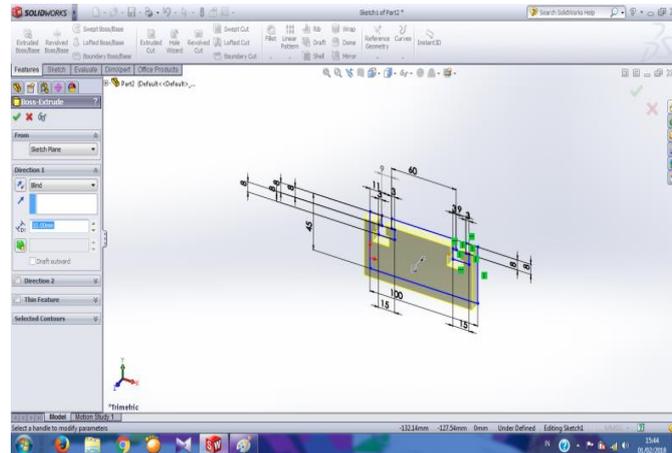
Pada toolbar di atas pilih line untuk memulai membuat sketch instrumen dinamometer.



Gambar 3.6. Sketch awal meja pengikat

4. Membuat ukuran ketebalan, lebar, panjang, parit kedudukan baut pengikat spesimen.

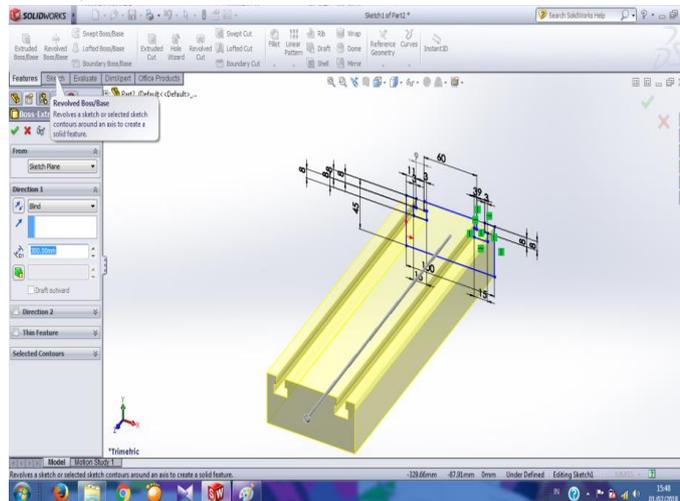
Dalam pengerjaan ini masukkan ukuran dari perancangan menggunakan smart dimension yang berada pada toolbar sebelah kiri atas.



Gambar 3.7. Membuat ukuran meja pengikat

5. Membuat desain awal kedalam gambar 3D.

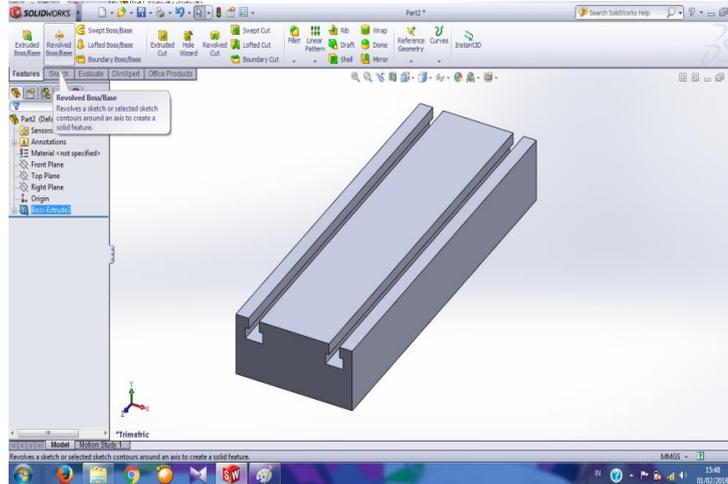
Pada saat mengklik extruded boss/base pilih extruded to 3D akan muncul tampilan di samping kiri lembar kerja direction 1 isi data berupa panjang dari meja tersebut 300 mm.



Gambar 3.8. Gambar 3D

6. Menampilkan bentuk hasil dari instrumen dinamometer dalam bentuk 3D.

Hasil akhir dari perancangan meja kita dapat gambar 3D meja pegikat spesimen yang akan di manufakturkan.

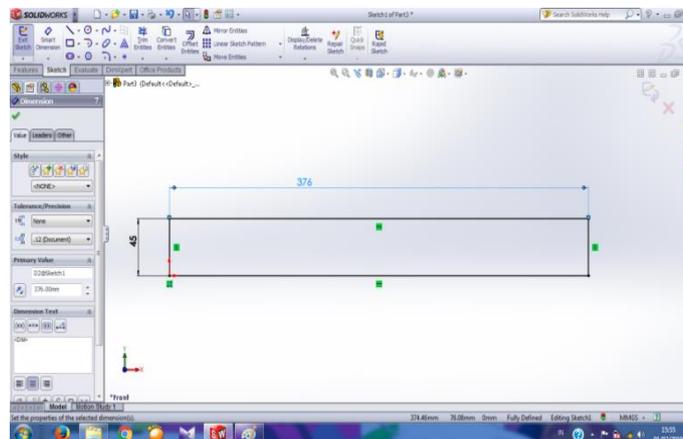


Gambar 3.9. Hasil akhir meja pengikat bentuk 3D

3.7.2. Proses Perancangan Bingkai Sensor

1. Membuat desain awal instrumen dinamometer.

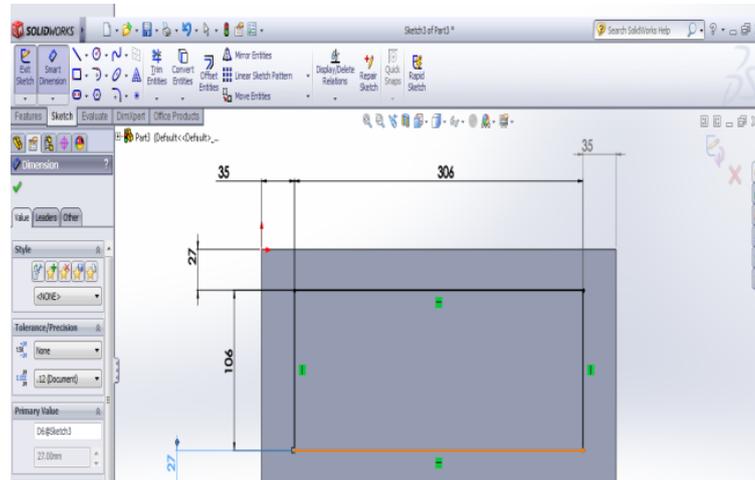
Pada toolbar diatas pilih line untuk memulai membuat sketch instrumen dinamometer.



Gambar 3.10. Sketch awal bingkai sensor

2. Membuat ukuran ketebalan, lebar, panjang, lubang baut pengikat bingkai, lubang setelan sensor dan dudukan sensor.

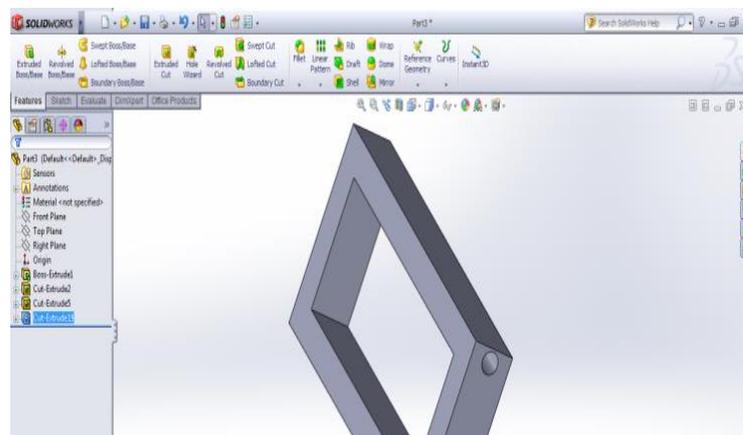
Dalam pengerjaan ini masukkan ukuran dari perancangan menggunakan smart dimension yang berada pada toolbar sebelah kiri atas.



Gambar 3.11. Membuat ukuran bingkai sensor

3. Membuat desain awal kedalam gambar 3D.

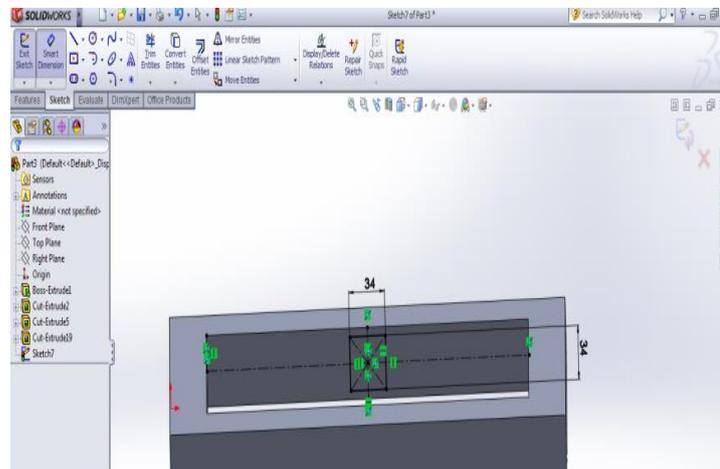
Pada saat mengklik extruded boss/base pilih extruded to 3D akan muncul tampilan di samping kiri lembar kerja direction 1 isi data berupa panjang dari bingkai sensor tersebut 376 mm.



Gambar 3.12. Gambar 3D

4. Menampilkan bentuk hasil dari instrumen dinamometer dalam bentuk 3D.

Hasil akhir dari perancangan meja kita dapat gambar 3D bingkai sensor yang akan di manufakturkan.



Gambar 3.13. Hasil akhir bingkai sensor bentuk 3D

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

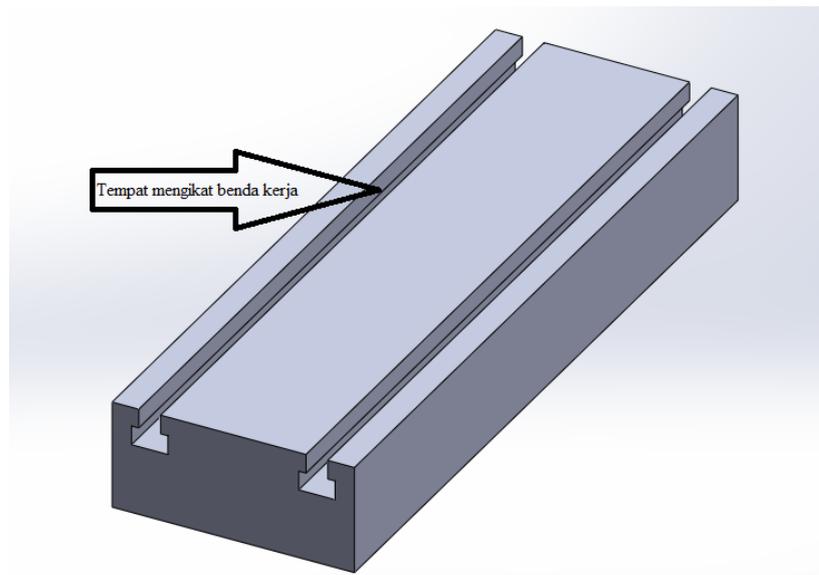
4.1. Hasil

Adapun hasil perancangan instrumen dinamometer pada mesin frais:

4.1.1. Hasil Perancangan Instrumen Dinamometer

A. Meja Tengah

Meja tengah ini menggunakan besi baja dimana meja ini akan menjadi dudukan dari spesimen percobaan dengan panjang 300 mm dan lebar 100 mm, dan tebal 45 mm memiliki parit 2 buah ditengah dengan kedalaman 16 mm lebar parit bawah 15 mm dan parit bawah 11 mm.

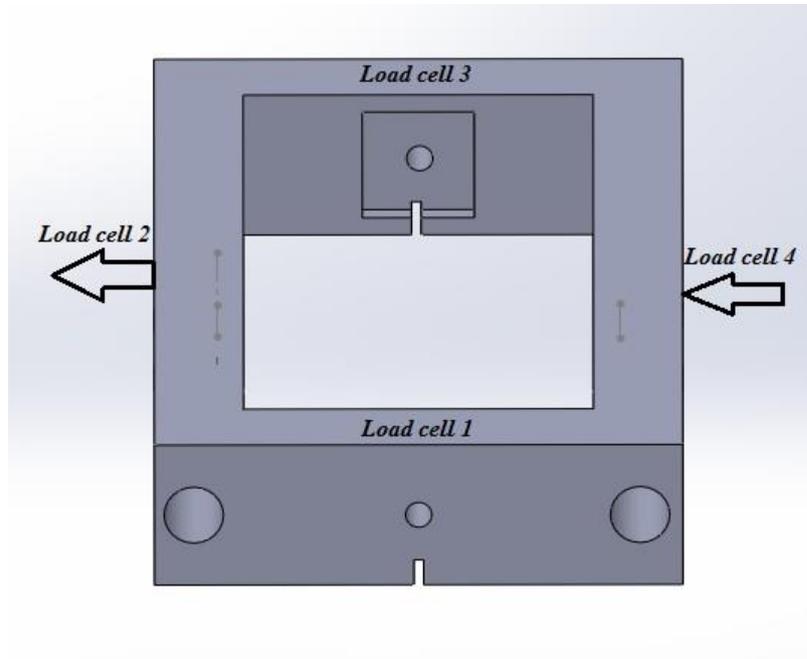


Gambar 4.1. Hasil meja pengikat spesimen

B. Bingkai Sensor

Bingkai sensor ini menggunakan besi baja dimana bingkai ini sebagai dudukan sensor load cell yang akan menerima beban tekan dari meja dudukan spesimen, dengan ukuran panjang 376 mm, lebar 160 mm, tebal sisi kiri dan kanan

34 mm, tebal sisi depan dan belakang 27 mm. lubang tempat dudukan sensor ditiap sisi panjang 34 mm dan lebar 34 mm, diameter lubang baut 22 mm.



Gambar 4.2 Hasil bingkai sensor

4.2. Pengujian

Dalam pembahasan kali ini akan dilakukan pengujian terhadap instrumen dinamometer apakah alat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara pemakanan *face milling*. (gambar 4.3.).



Gambar 4.3. Pemakanan *face milling*

4.2.1. Pengujian Alat Dinamometer

1. mesin frais

Peralatan utama yang digunakan untuk pengujian instrumen dinamometer adalah mesin frais Emco F3. Spesifikasinya dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Mesin frais Emco F3 dan instrumen sensor

Tabel 4.1. Spesifikasi Mesin Frais Emco F3

Rentang meja kerja	: 300 x 200 x 350 mm
Alat pemegang	: SK30, 8
Kecepatan poros	: 80 – 2200 rpm
Berat	: 500kg
Dimensi	: 1,30 x 1,20 x 1,80 m
Sumbu X dan Y, termasuk alat pendingin	

2. Mata Pahat Insert Karbida



Gambar 4.5. Mata pahat insert karbida

Tabel 4.2 Spesifikasi Bahan Mata Pahat Insert Karbida

Grade Name	: VC 2 (<i>valenite solid carbide</i>)
Insert Material	: Uncoated medium grain
Tingkat Iso	: M10 – 20 (Untuk pengerjaan stainless steel) : K10 – 20 (Untuk pengerjaan besi cor)
Penggunaan	: Rouging, Semi Finishing, Threading-Grooving
Kekerasan	: 1300 – 1800 (Hardness Vickers)
Daya Tahan Panas	: 1000°C
Masa Jenis	: 7.2 – 5 (g/cm ³)

4.2.2. Prosedur Pengujian

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

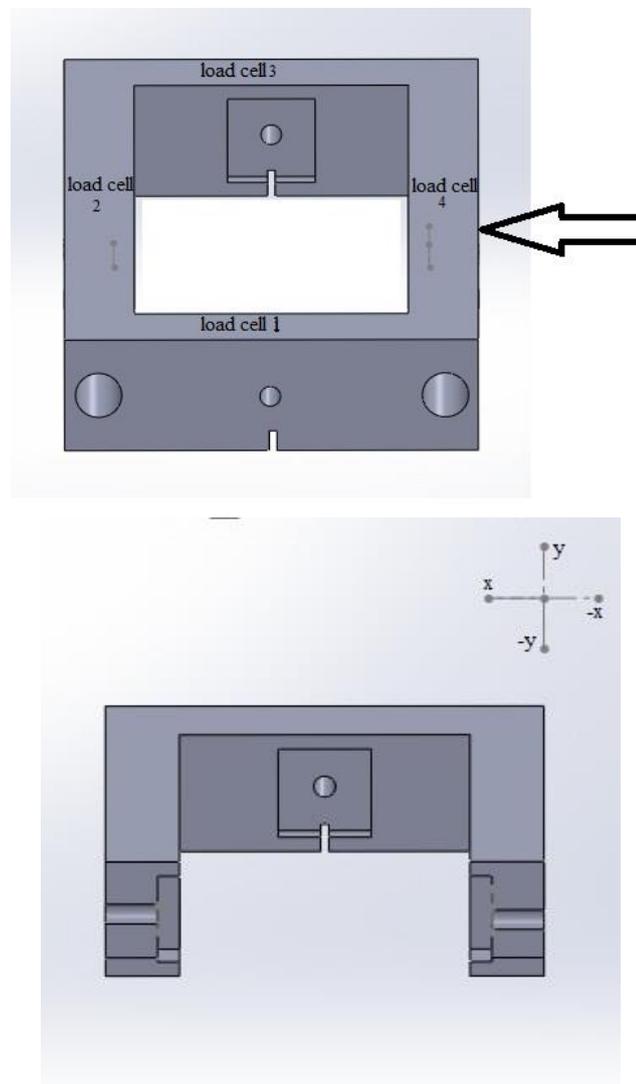
1. Merangkai sensor load cell ke instrumen dinamometer mesin frais.
2. Menyetel putaran mesin frais, menyetel kecepatan gerak meja.
3. Memasang mata pahat insert karbida ke spindel mesin frais.
4. Memasang bahan uji yaitu besi cor ke alat instrumen dinamometer mesin frais.
5. Kemudian bahan uji diikat 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. 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 720 rpm 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. Setelah mendapatkan semua hasil data pengujian, kemudian melepaskan mata pahat bersama arbor dari spindel, selanjutnya melepaskan alat instrumen dinamometer mesin frais dari penjepit ragum, dan selanjutnya membersihkan mesin frais dan alat-alat yang digunakan.

4.3. Hasil pengujian

Pengujian dari alat instrumentasi mesin frais dengan menggunakan mesin frais EMCO F3. Parameter pengujian gaya potong.

Pengambilan data dilakukan dalam beberapa variasi putaran mesin yaitu 80 rpm, 160 rpm, 245 rpm, 360 rpm, 490 rpm, 720 rpm, maka akan diketahui seberapa besar perbedaan gaya potong yang dihasilkan dari variasi kecepatan putaran mesin yang digunakan. Dan gerakan pemakanan mata pahat dapat dilihat pada (gambar 4.5. arah pemakanan).



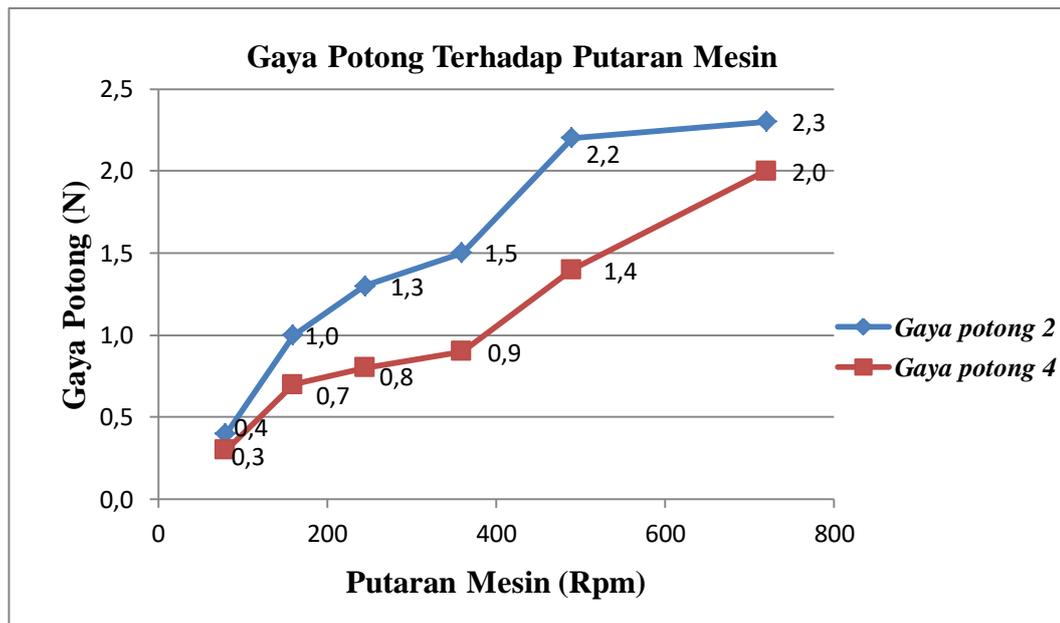
Gambar 4.6. arah pemakanan mata pahat

1. Pengujian Gaya Potong Terhadap Putaran Mesin

Bahan yang digunakan menjadi objek pengujian ini adalah besi cor (*cast iron*), dan menggunakan pahat insert karbida, pengujian dilakukan tanpa cairan pendingin. (Data diperoleh dari analisa gaya potong tanpa pendingin).

Tabel 4.3. Hasil nilai gaya potong *load cell 2* dan *load cell 4* dengan putaran.

Putaran Spindel (Rpm)	Gaya Potong (Load cell 2) (N)	Gaya Potong (Load cell 4) (N)
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



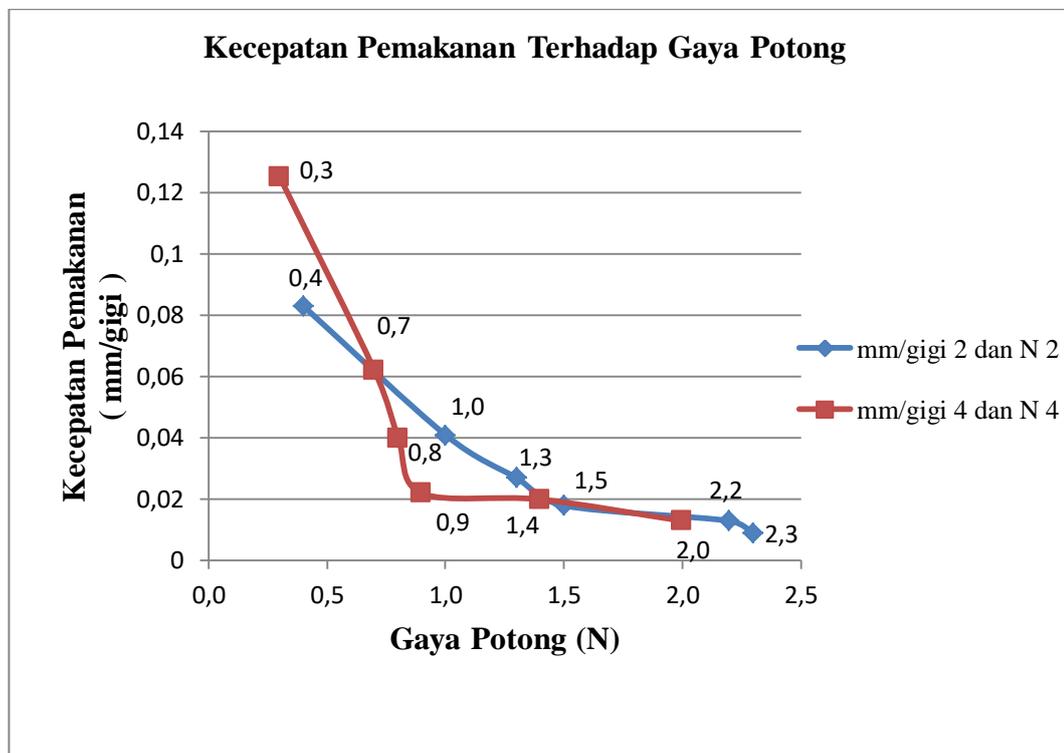
Gambar 4.7. Grafik perbandingan gaya potong dengan putaran mesin 80-720 rpm pada gaya potong 2 dan gaya Potong 4 dengan pemakanan 0.1 mm.

Dari gambar 4.7 dapat di lihat hasil pengujian gaya potong terhadap putaran mesin pada *load cell 2* dan *load cell 4* bahwa semakin tinggi putaran mesin maka hasil gaya potong semakin tinggi.

2. Kecepatan Pemakanan Terhadap Gaya Potong

Tabel 4.4. Hasil nilai kecepatan pemakanan 2 dan *load cell 2* kecepatan pemakanan 4 dan *load cell 4*.

<i>Kecepatan pemakanan 2 (mm/gigi)</i>	<i>Load cell 2 (N)</i>	<i>Kecepatan pemakanan 4 (mm/gigi)</i>	<i>Load cell 4 (N)</i>
0,083	0,4	0,125	0,3
0,041	1,0	0,062	0,7
0,027	1,3	0,040	0,8
0,018	1,5	0,022	0,9
0,013	2,2	0,020	1,4
0,009	2,3	0,013	2,0



Gambar 4.8. Grafik perbandingan kecepatan pemakanan terhadap gaya potong dengan pemakanan 0,1 mm.

Dari gambar 4.8 dapat di lihat hasil pengujian kecepatan pemakanan terhadap gaya potong pada *load cell 2* dan *load cell 4* bahwa semakin tinggi kecepatan pemakanan maka hasil gaya potong rendah.

4.4. Pembahasan

Pada pembahasan ini bisa diambil contoh Perhitungan Kecepatan Pemakanan Pada Mesin Frais Menggunakan Dynamometer Tanpa Pendingin. Kita ambil contoh perhitungan pada kecepatan pemakanan 80 rpm.

4.4.1. Perhitungan Kecepatan Pemakanan Pada Mesin Frais Menggunakan Dynamometer.

1. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell 2* putaran 80 Rpm.

$$f_z = v_f / (z n)$$

$$f_z = 20 / (3 \times 80)$$

$$f_z = 0.083 \text{ mm/ gigi}$$

2. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell 4* putaran 80 Rpm.

$$f_z = v_f / (z n)$$

$$f_z = 20 / (2 \times 80)$$

$$f_z = 0.125 \text{ mm/ gigi}$$

4.4.2. Perhitungan Putaran Dan Gaya Potong Pada Mesin Frais Menggunakan Dynamometer.

1. Perhitungan nilai resultan gaya potong *Load cell 2* dan *Load cell 4* di putaran 80 rpm.

$$R = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$R = \sqrt{0.4^2 + 0.3^2}$$

$$R = \sqrt{0.16 + 0.09}$$

$$R = \sqrt{1,06}$$

$$= 1.029 \text{ N}$$

Sudut resultan gaya potong

$$\tan \lambda = \left(\frac{\text{Gaya Potong } x}{\text{Gaya Potong } y} \right)$$

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{0.16}{0.9} \right)$$

$$= 10.08^\circ$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan 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. semakin tinggi putaran mesin maka hasil gaya potong semakin tinggi.
5. semakin tinggi kecepatan pemakanan maka hasil gaya potong rendah.

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

- Baldoukas, K., Soukatzidis, F. A., Demosthenous, G. A., and 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, 3rd International Conference on Manufacturing Engineering.*
- Dharmawan.,2004.pengantar perancangan teknik (perancangan produk),direktorat jendral pendidikan tinggi, departemen pendidikan nasional.
- Dieter, G. E., 1991. *Engineering Design: a materials and processing approach*, Mc Graw-Hill, Singapore.
- Dandage R. V.1, Bhatwadekar S.G.2, Bhagwat M.M.,2012, *Design, Development and testing of a four component milling tool dynamometer* , *International Journal of Applied Engineering and Technology*, volume 2
- [Http://docplayer.info/67869973-Rancang-bangun-dynamometer-untuk-pengukuran-gaya-potong-mesin-bubut.html](http://docplayer.info/67869973-Rancang-bangun-dynamometer-untuk-pengukuran-gaya-potong-mesin-bubut.html), diakses 10 maret 2018.
- [Http://docplayer.info/56175758-Perancangan-tool-dynamometer-pada-mesin-frais-konvensional-untuk-mengukur-gaya-potong.html](http://docplayer.info/56175758-Perancangan-tool-dynamometer-pada-mesin-frais-konvensional-untuk-mengukur-gaya-potong.html), diakses 10 maret 2018.
- Indian Institute of Technology Kharagpur. India,2011,*dynamometer for measuring cutting force.*
- International Towing Tank Conference,2002, *Sample Work Instruction Calibration of Load Cells.*
- Joseph and Larry.,1986. Perencanaan teknik mesin edisi keempat jilid pertama. departemen pendidikan perguruan tinggi.
- Taufiq rochim.,1993.Teori & teknologi proses permesinan *hugher education development support project*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Ahmad Dani Iskandar Tumanggor
NPM : 1207230166
Tempat / Tanggal lahir : Tarutung, 04 Agustus 1994
Jenis Kelamin : Laki - laki
Agama : Islam
Anak : Pertama Dari 4 Bersaudara
Status : Menikah
Alamat : Jln. Balige km2 Tarutung

Kel / Desa : Parbaju Julu
Kecamatan : Tarutung
Kabupaten : Tapanuli Utara
Provinsi : Sumatera Utara
No hp / WA : 0821 6252 3110
E-mail : dani_tumanggor@yahoo.com
Nama Orang Tua
Ayah : Sauman Tumanggor
Ibu : Rismala Dewi Purba

PENDIDIKAN FORMAL

2000 – 2006 : SD Negeri 173104 Tarutung
2006 – 2009 : SMP Negeri 2 Tarutung
2009 – 2012 : SMK 1 Swasta HKBP Sipoholon
2012 – 2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara