

TUGAS SARJANA
KONTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH KECEPATAN PEMAKANAN
TERHADAP GAYA POTONG DENGAN BAHAN UJI
BESI COR PADA PROSES MESIN FRAIS
TANPA PENDINGIN

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

Disusun Oleh :

CHOIRI RHOMADAN
1307230079



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

LEMBAR PENGESAHAN – I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH KECEPATAN PEMAKANAN TERHADAP GAYA
POTONG DENGAN BAHAN UJI BESI COR PADA PROSES
MESIN FRAIS TANPA PENDINGIN

Disusun Oleh :

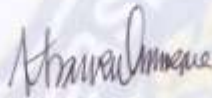
CHOIRI RHOMADAN

1307230079

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II



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



(Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar)

Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Afandi, S.T)

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

LEMBAR PENGESAHAN – II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH KECEPATAN PEMAKANAN TERHADAP GAYA
POTONG DENGAN BAHAN UJI BESI COR PADA PROSES
MESIN FRAIS TANPA PENDINGIN

Disusun Oleh :

CHOIRI RHOMADAN


1307230079

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 28 Mei 2018

Disetujui Oleh :

Pembanding – I


Pembanding – II


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


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

Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin


(Afandi, 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 Baeri 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 : CHOIRI RHOMADAN
NPM : 1307230079
Semester : X (Sepuluh)
SPESIFIKASI :

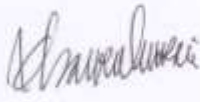
PENGARUH KECEPATAN PEMAKANAN TERHADAP GAYA POTONG DENGAN
BAHAN UJI BESI COR PADA PROSES MESIN FRAIS TANPA PENDINGIN

Diberikan Tanggal : 9 Desember 2017
Selesai Tanggal : 21 Mei 2018
Asistensi : Seminggu, 2 kali
Tempat Asistensi : Di kampus dan lab umsu

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin

Medan, 12 MARET 2018
Dosen Pembimbing – I


(Alfandi, S.T)


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



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 8611233 – 8624567 –
8622400 – 8610450 – 8619056 Fax. (061) 8625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGA SARJANA

NAMA : Choiri Rhomadan PEMBIMBING - I : Khairul Umurani,S.T.,M.T

NPM : 1307230079 PEMBIMBING - II : Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	09 Maret 2018	Pembinaan syarifudin Rully	ke
2	12 Maret 2018	Pertemuan bab I	ke
3	14 Maret 2018	Pertemuan bab II	ke
4	21 Maret 2018	Pertemuan bab III	ke
5	23 Maret 2018	lanjut pertemuan II	ke
6	05 April 2018	- pertemuan sketsa & bab 4	ke
7	14 April 2018	- pertemuan bab 4	ke
8	19 April 2018	- Aec Rambu Rambu I	ke
9	23 April 2018	Aec samudra	ke

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : CHOIRI RHOMADAN
Tempat/Tgl Lahir : AEK KANOPAN, 01 MARET 1995
Npm : 13072300079
Bidang Keahlian : Kontruksi Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

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

“PENGARUH KECEPATAN PEMAKANAN TERHADAP GAYA POTONG DENGAN BAHAN UJI BESI COR PADA PROSES MESIN FRAIS TANPA PENDINGIN”

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, Agustus 2018

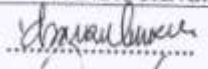

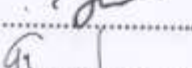
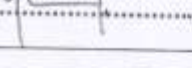
Saya yang menyatakan,












Choiri Rhomadan

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

Peserta Seminar
 Nama : Choiri Rhomadan
 NPM : 1307230079
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Kecepatan Pemahaman Terhadap Gaya Potong Dengan Bahan Uji Besi Cor Pada Proses Mesin Frais - Tanpa Pendingin.

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

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230169	SAHABAN SALEH	
2	1207230130	BAYU OMN ANDIKA PUSREP	
3	1307230126	RIZKI ANGGA PRATAMA	
4	1307230145	M. GEPH LAMIG PRATYCOI	
5	1307230187	ROY HARTAJ SAMBIR	
6	1307230177	WANI MUKRIM	
7	1407230188	Wahyu Winardi	
8	1307230264	BOU MUNDOLA PERCI	
9	1307230320	BILU REPIKA	
10			

Medan, 12 Ramadhan 1439 H
28 Mai 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin


Afandi.S.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NIMBA : Choiri Rhomadan
NPM : 1307230079
Judul T.Akhir : Pengaruh Kecepatan Pemahaman Terhadap Gaya Potong Dengan Bahan Uji Besi Cor Pada Proses Mesin Frais Tanpa Pendingin.

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

1. Buat pada mesin... tugas akhir

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 12 Ramadhan 1439H
28 Mai 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

[Signature]
S.T

Dosen Pembanding- I

[Signature]
Bekti Suroso.S.T.M. *Eng*

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

NAMA : Choiri Rhomadan
NPM : 1307230079
Judul T.Akhir : Pengaruh Kecepatan Pemahaman Terhadap Gaya Potong Dengan Bahan Uji Besi Cor Pada Proses Mesin Frais Tanpa Pendingin.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng
Dosen Pemanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pemanding - 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 :
..... *pelaksanaan skripsi dalam bentuk*
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 12 Ramadhan 1439H
28 Mai 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


S. Sidi.S.T

Dosen Pemanding- II


Chandra A Siregar.S.T.M.T

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mempunyai peranan yang penting dalam kemajuan bangsa sekaligus mempengaruhi keberhasilan pembangunan dalam bidang industri, hal itu dilihat dari kemajuan teknologi yang semakin canggih. Dalam dunia industri proses pemesinan merupakan hal yang penting. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kecepatan pemakanan terhadap gaya potong dengan bahan uji besi cor. Pengujian dilakukan dengan menggunakan instrumentasi dynamometer mesin frais dengan alat mesin frais emmco f3. Variasi kinerja yang dilakukan untuk mengetahui perbedaan kecepatan pemakanan terhadap gaya potong. Pada pengujian besi cor digunakan alat mesin frais pada berbagai variasi putaran mesin. Pengambilan data dilakukan dalam beberapa variasi putaran mesin frais yaitu dari 80 rpm dengan pemakanan 0,1 mm sampai dengan 720 rpm, maka akan diketahui seberapa besar perbedaan kecepatan pemakanan dengan gaya potong yang dihasilkan dari tiap-tiap putaran mesin frais. Penelitian eksperimen ini dilakukan dengan 6 kali percobaan untuk mendapatkan hasil kecepatan pemakanan dan gaya potong. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kecepatan pemakanan terhadap gaya potong pada mesin frais dengan bahan uji besi cor. Pengambilan data berupa gaya potong dan dilakukan setelah meja frais di letakkan. Kemudian pengujian pertama mesin dioperasikan dengan kecepatan 80 rpm, pengujian kedua mesin dioperasikan dengan kecepatan 160 rpm, pengujian ketiga mesin dioperasikan dengan kecepatan 245 rpm, pengujian keempat mesin dioperasikan dengan kecepatan 360 rpm, pengujian kelima mesin dioperasikan dengan kecepatan 490 rpm dan pengujian terakhir mesin dioperasikan dengan kecepatan 720 rpm. Dari hasil penelitian di dapati bahwa semakin besar kecepatan pemakanan maka hasil gaya potong semakin rendah. Dapat disimpulkan bahwa tingkatan putaran mesin sangat berpengaruh pada kecepatan pemakanan terhadap gaya potong.

Kata kunci : Kecepatan pemakanan, gaya potong, dynamometer mesin frais, putaran mesin

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 **“Pengaruh Kecepatan Pemakanan Terhadap Gaya Potong Dengan Bahan Uji Besi Cor Pada Proses Mesin Frais Tanpa Pendingin”**.

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 mengharap 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 Azhar Arif Ali dan Ibunda Maskanawati Nasution 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 Alfansuri Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Sarjana ini.
4. Bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing II Tugas Sarjana ini.
5. Bapak Affandi, S.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
8. Anggota Team Dynamometer Meja Mesin Frais Choiri Rhomadan, Ahmad Dani Iskandar Tumanggor, Bayu Dian, M. Gumilang Prayogi P, Wismakrim, Hamdani Hamadan, Wahyu Sebayang, Sakban Saleh Mid yang telah berkerja sama dalam menyelesaikan tugas sarjana dan alat uji Dynamometer Meja Mesin Frais.
9. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Khususnya A2 Siang.
10. Para sahabat tercinta dan keluarga dirumah yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Sarjana ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Sarjana ini masih jauh dari kata sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin ya rabbal alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 12 Maret 2018

Penulis



CHOIRI RHOMADAN

1307230079

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	2
1.3.Batasan Masalah	3
1.4.Tujuan Penelitian	3
1.5.Manfaat Penelitian	3
1.6.Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Pengertian Kecepatan Potong	5
2.2.Faktor Yang Mempengaruhi Harga Kecepatan Potong	5
2.3.Gaya Pemotongan Pada Proses Frais	6
2.4.Gaya Pemotongan Spesifik Dalam Proses Frais	7
2.5.Fluktuasi Gaya Tangensial (Gaya Potong)	10
2.6.Proses Frais	11
2.6.1.Defenisi Frais	11
2.6.2.Gerakan-Gerakan Pada Mesin Frais	14
2.6.3.Prinsip Pemotongan Pada Mesin Frais	14
2.6.4.Macam-Macam Pisau Frais	18
2.7.Besi Cor (<i>Cast Iron</i>)	24
2.7.1.Jenis-Jenis Besi Cor	26
2.7.2.Besi Tuang Kelabu	26
2.7.3.Besi Tuang Putih	26
2.7.4.Besi Tuang Mampu Tempa	27
2.7.5.Besi Tuang Nodular	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1.Waktu dan Tempat	28
3.1.1.Waktu	28
3.1.2.Tempat	28
3.2.Diagram Alir Penelitian	29
3.3.Penjelasan Diagram Alir Penelitian	30
3.4.Alat dan Bahan	33
3.4.1.Alat	33
3.4.2.Bahan	35
3.5.Metode Pengumpulan Data	36
3.6.Metode Pengolahan Data	36
3.7.Pengamatan dan Tahapan Pengujian	37

3.7.1.Pengamatan	37
3.7.2.Tahapan Pengujian	37
3.8.Alat Uji	37
3.9.Prosedur Pengujian	38
3.10.Pengambilan Data	38
3.9.1.Pengambilan Data Instrumentasi Dynamometer Mesin Frasi	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1.Hasil Penelitian	40
4.2.Pembahasan	44
4.2.1. Perhitungan Kecepatan Pemakanan Pada Mesin Frais Menggunakan Dynamometer Tanpa Pendingin	44
4.2.2. Perhitungan Gaya Potong Pada Mesin Frais Menggunakan Dynamometer Tanpa Pendingin	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1.Kesimpulan	51
5.2.Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Mesin Frais <i>Milling Vertical</i>	15
Gambar 2.2	Mesin Frais <i>Horizontal</i>	15
Gambar 2.3	Mesin Frais <i>Universal</i>	16
Gambar 2.4	Pisau Frais Rata	18
Gambar 2.5	Pisau Frais Samping	18
Gambar 2.6	Pisau Frais Gigi Berseling-seling	19
Gambar 2.7	Pisau Samping Satu Sisi	19
Gambar 2.8	Pisau Frais Muka	20
Gambar 2.9	Pisau Sudut Tunggal	20
Gambar 2.10	Pisau Sudut Ganda	20
Gambar 2.11	Pisau Frais Bentuk Ekor Burung	21
Gambar 2.12	Pisau Frais Bentuk	21
Gambar 2.13	Pisau Frais Roda Gigi	22
Gambar 2.14	Pisau Frais Alut-T	22
Gambar 2.15	Pisau Frais Belah	23
Gambar 2.16	Pisau Frais Alur Pasak	23
Gambar 2.17	Pisau Frais Ujung	23
Gambar 2.18	Pisau Frais Ujung Kasar	24
Gambar 2.19	Pisau Frais Ujung Halus	24
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2	Tempat <i>Load cell</i> dan gerak pemakanan mata pahat	32
Gambar 3.3	Mesin Frais	33
Gambar 3.4	Bingkai Dynamometer Meja Frais	33
Gambar 3.5	Dynamometer Meja Frais	34
Gambar 3.6	Dynamometer Meja Mesin Frais	34
Gambar 3.7	Besi Cor (<i>Cast Iron</i>)	35
Gambar 3.8	Mata Pahat Insert Karbida	35
Gambar 4.1	Besi cor sebelum di uji	40
Gambar 4.2	Besi cor setelah di uji	40
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Kecepatan Pemakanan Terhadap Gaya Potong Dengan Pemakanan 0,1 mm	41
Gambar 4.4	Grafik perbandingan kecepatan pemakanan dengan putaran mesin 80-720 rpm pada <i>load cell 2</i> dan <i>load cell 4</i> dengan pemakanan 0.1 mm	42
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Gaya Potong Dengan Putaran Mesin 80-720 rpm Pada Gaya Potong 2 Dan Gaya Potong 4 Dengan Pemakanan 0.1 mm	43

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Gaya Potong Spesifik Refrensi Dalam Proses Drais	11
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian dan pembuatan instrmen dynamometer mesin frais	28
Tabel 3.2	Spesifikasi Mesin Frais Emco F3	37
Tabel 3.3	Spesifikasi Bahan Mata Pahat Insert Karbida	37
Tabel 4.1	Hasil nilai kecepatan pemakanan 2 dan <i>load cell 2</i> kecepatan pemakanan 4 dan <i>load cell 4</i>	41
Tabel 4.2	Hasil nilai kecepatan pemakanan <i>load cell 2</i> dan <i>load cell 4</i> terhadap mesin	42
Tabel 4.3	Hasil nilai gaya potong <i>load cell 2</i> dan <i>load cell 4</i> terhadap putaran mesin	43

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
v	Kecepatan	m/min
π	Nilai konstanta	$22/7$
d	Diameter luar	mm^2
n	Putaran poros utama	r/mm
F	gerak makan	mm/r
f_z	Gerak makan pergigi	mm/gigi
h	Tebal gera, sebelum terpotong	mm
ϕ	Sudut	rad
b	Lebar geram sebelum terpotong	mm
ϕ_c	Sudut persentuhan	rad
f_{tm}	Sayat potong pergigi rata-rata	N
Am	Penampang geram sebelum terpotong	mm
ϕ_z	Sudut sektor gigi	rad
ϕ_1	Sudut masuk	rad
ϕ_2	Sudut keluar	rad
h_m	Tebal geram rata-rata	mm
k_r	Sudut potong utama	90°
h_{max}	Tebal geram	mm
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
Rpm	Rotasi per menit	p/min
v_f	Kecepatan makan	
z	Jumlah gigi pahat frais	
F_t	Gaya potong tangensial	
a	Kedalaman potong	
w	Lebar pemotongan	
Fe	Iron	
C	Carbon	
Si	Silicon	
Mn	Manganese	
P	Phosphorus	
S	Sulfur	
Cr	Chromium	
Mo	Molibdenum	
Ni	Nikel	
Al	Aluminum	
Co	Cobalt	
Cu	Copper	
Nb	Niobium	
Ti	Titanium	
V	Vanadium	

W
Pb

Tungsten
Lead

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mempunyai peranan yang penting dalam kemajuan bangsa sekaligus mempengaruhi keberhasilan pembangunan dalam bidang industri, hal itu dilihat dari kemajuan teknologi yang semakin canggih. Tetapi hal itu tentunya bukan berarti permesinan secara konvensional ditinggalkan, hal ini masih diperlukan untuk menunjang permesinan secara modern karena dasar dari pada permesinan tersebut berasal dari permesinan konvensional industri yang memakai permesinan secara konvensional.

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 permesinan merupakan proses membentuk sebuah benda kerja menjadi benda jadi dengan tujuan untuk mendapatkan produk jadi dengan ukuran dan bentuk dengan proses frais.

Mesin frais 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 spindel dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi harga kecepatan potong diantaranya yaitu bahan benda kerja/material semakin tinggi kekuatan bahan yang dipotong maka harga kecepatan potong semakin kecil. Selain beberapa faktor

diatas kedalaman pemotongan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Kalpakjian Serope dan Schmid R. Steven (2002) mengatakan bahwa parameter yang sangat menentukan kekasaran permukaan adalah kedalaman pemakanan (*depth of cut*) laju pemakanan (*feed rate*) dan kecepatan potong (*cutting speed*).

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.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan Masalah didalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh kecepatan pemakanan terhadap proses frais tanpa pendingin?
2. Bagaimana pengaruh gaya potong terhadap proses frais tanpa pendingin ?
3. Bagaimana pengaruh kecepatan pemakanan terhadap gaya potong dengan bahan uji besi cor pada proses mesin frais tanpa pendingin ?

1.3.Batasan Masalah

Pembahasan masalah diperlukan untuk menghindari pembahasan atau pengkajian yang tidak terarah dan agar dalam pemecahan masalah dapat dengan mudah dilaksanakan. Adapun batasan-batasan masalah yang diambil adalah :

1. Material uji adalah besi cor.
2. Pengujian dilakukan pada variasi putaran mesin dengan kecepatan 80-720 rpm.
3. Mesin frais Emco f3.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan pemakanan terhadap proses frais tanpa pendingin.
2. Untuk mengetahui pengaruh gaya potong terhadap proses frais tanpa pendingin.
3. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan pemakanan terhadap gaya potong dengan bahan uji besi cor pada proses mesin frais tanpa pendingin.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Dapat dijadikan topik penulisan untuk menambah informasi sekaligus dapat dijadikan sebagai salah satu bahan bagi penulisan ilmiah terkait.
2. Dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penulis selanjutnya sebagai referensi penyempurnaan.

1.5.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 mesin frais,

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang tempat dan waktu percobaan, material yang diuji, bentuk tiap komponen utama.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang berisi tentang spesifikasifatik dan menguraikan hasil pengujian dan perhitungan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

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

DAFTAR PUSTAKA.

BAB 2

TUJUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah suatu harga yang diperlukan dalam menentukan kecepatan pada proses penyayatan atau pemotongan benda kerja. Harga kecepatan potong tersebut ditentukan oleh jenis alat potong dan jenis benda kerja yang dipotong. 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.

Adapun Rumus yang digunakan dalam Kecepatan potong:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot s}{1000} \text{ m / min} \quad (2.1)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Harga Kecepatan Potong

1. Bahan benda kerja/material

Semakin tinggi kekuatan bahan yang dipotong, maka harga kecepatan potong semakin kecil.

2. Jenis alat potong

Semakin tinggi kekuatan alat potong maka harga kecepatan potong semakin besar.

3. Besarnya kecepatan penyayatan

Semakin besar jarak penyayatan maka kecepatan potong semakin kecil.

4. Kedalaman penyayatan

Jumlah putaran

Jika harga kecepatan potong benda kerja diketahui maka jumlah putaran sumbu utama dapat dihitung dengan ketentuan :

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad (2.2)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

2.3. Gaya Pemotongan Pada Proses Frais

Gerakan dari setiap mata potong (gigi) pahat frais relatif terhadap benda kerja merupakan gerakan sikloldal. Oleh sebab itu bagaimanapun posisi mata pahat frais relatif terhadap lebar pemotongan (pada mengefrais tegak) atau kedalaman pemotong (pada mengefrais datar) selalu akan memotong benda kerja dengan ketebalan beram yang berubah. Jarak antara sikloldal yang berurutan pada arah kecepatan makan akan selalu sama dan jarak ini dinamakan dengan gerak makan pergigi (*Feed per tooth*). Gerak makan pergigi merupakan variabel yang penting dalam proses frais dan harganya ditentukan oleh kecepatan makan V_f , putaran n , serta jumlah gigi z yaitu :

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

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Tebal beram pada setiap saat ditentukan oleh sudut posisi ϕ sebagai mana yang diperlihatkan oleh rumus (2.19) dan (2.25) yaitu :

$$h = f_z \sin \phi \sin k_r$$
$$= f_z \phi, \text{ untuk } k_r = 90^\circ$$

Dengan demikian gaya pemotongan untuk setiap gigi akan berfluktuasi mengikuti perubahan sudut posisi gigi. Sesuai dengan rumus pada proses membubut maka gaya tangensial pada setiap mata potong pada setiap saat adalah.

$$F_t = \tau_{shi} b \cdot f_z \sin \phi \sin k_r \frac{\cos(\eta - \gamma_0)}{\sin \phi \cos(\phi + \eta - \gamma_0)} \quad (2.4)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Karena tebal beram menentukan besarnya gaya potong maka fluktuasi dari gaya potong dapat di analisis dari fluakuasi penampang beram. Fluktuasi tersebut dipengaruhi juga oleh jumlah gigi efektif yang memotong material pada suatu saat yaitu :

$$\tau_e = \frac{\phi_c}{2 \pi} z \quad (2.5)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Jika jumlah gigi efektif kurang dari satu berarti pada setiap saat maksimum hanya ada satu gigi yang aktif memotong (pada saat yang lain tidak ada) sehingga fluktuasi penampang beram akan mencapai harga maksimum. Untuk menghindari hal ini jikalau mungkin sudut persentuhan diperbesar atau mengganti pahat frais dengan jumlah gigi yang banyak. Selain itu dapat juga dipakai pahat frais selubung yang mempunyai sudut helix ($\lambda_s \neq 0^\circ$) yang memungkinkan penerusan pemotongan oleh gigi berikutnya sebelum satu gigi selesai melakukan pemotongan.

2.4. Gaya Pemotongan Spesifik Dalam Proses Frais

Geometri beram sebelum terpotong dalam proses frais datar (slab milling) dan frais muka (*face milling*) adalah dimana dicantumkan beberapa rumus tebal geram h. Karena tebal beram tersebut berubah selama proses pemotongan

berlangsung (setiap gigi akan mengikuti lintasan sikloldal) maka dipilih harga tebal geram rata-rata h_r atas mana gaya potong spesifik ditentukan.

Bila gaya potong tangensial F_t didefinisikan sebagai berikut :

$$f_t = A k_s, \text{ maka}$$

$$f_{tm} = A_m k_{sm} : N \quad (2.6)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Perbedaan antara proses frais datar dan tegak (muka) terletak pada penampang beram A_m yaitu :

$$A_m = b h_m : mm^2 \quad (2.7)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Daya potong per gigi rata-rata N_{zm} dapat dihitung daya gaya potong per gigi rata-rata dan kecepatan potong yaitu :

$$N_{zm} = \frac{f_{tm} v}{60.000} : kW \quad (2.8)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Pada proses frais tidak seluruh gigi pahat frais melakukan pemotongan pada suatu saat, mungkin tidak ada atau mungkin ada satu atau beberapa buah saja gigi yang efektif bekerja, tergantung pada besarnya persentuhan ϕ_c . Dengan demikian dapat didefinisikan jumlah gigi efektif z_c yang tidak selalu merupakan bilangan bulat yaitu :

$$z_c = \phi_c / \phi_z = \phi_c / (2\pi / z) \quad (2.9)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Dengan mengabungkan rumus (2.8) dengan rumus (2.9) maka akan diperoleh daya potong rata-rata yaitu :

$$N_{cm} - N_{zm} z_c : kW \quad (2.10)$$

(Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Atau dituliskan dalam bentuk lengkap :

$$N_{cm} - \frac{k_{zm} b h_m d n \phi_c z}{120\,000\,000} : kW \quad (2.11)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Daya potong tersebut merupakan daya potong rata-rata yang harga dapat diketahui memulai dinamometer (bukan dari wattmeter) berdasarkan perata-rataan harga momen puntir yang berfluktuasi sebagaimana terekam pada alat pencatat (atau memulai oscilloscop)

$$N_{cm} - \frac{M_{tm} 2\pi n}{60\,000\,000} \quad (2.12)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Dari pengabungan rumus (2.10) dan (2.11) maka didapat :

$$k_{sm} - \frac{4\pi M_{tm}}{b d z h_m \phi_c} \quad (2.13)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

sebagai analisis berikut :

Mengefrais Datar

$$h_m - f_z \sqrt{a/d} : b = w$$

$$\phi_c - \text{arc sin} (2\sqrt{a/d})$$

$$-2\sqrt{a/d} : \text{untuk } a/d \text{ yang kecil}$$

$$\text{Maka } k_{sm} = \frac{4 \pi M_{tm}}{w d z f_z \sqrt{a/d} 2 \sqrt{a/d}} - \frac{2 \pi M_{tm}}{w f a}$$

Mengefrais Tegak

$$h_m = f_z \sin k_r \sin \phi_m - f_z (\sin k_r) 2w / (d \phi_c), b - a \sin k_r$$

$$\text{Maka } k_{sm} = \frac{4 \pi M_{tm}}{a (\sin k_r)^{-1} d z f_z (\sin k_r) 2 w (d \phi_c)^{-1} \phi_c} - \frac{2 \pi M_{tm}}{w f a}$$

Dengan demikian gaya potong spesifik rata-rata untuk proses frais datar maupun tegak adalah :

$$k_{sm} = \frac{2 \pi M_{tm}}{w a f} - \frac{2 \pi n M_{tm}}{w a v_f} : N / mm^2 \quad (2.14)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Berdasarkan hasil percobaan untuk berbagai kondisi pemotongan dengan beberapa benda kerja k_{sm} tersebut hanya dipengaruhi oleh tebal beram rata-rata h_m sebagai mana rumus korelasi berikut.

$$k_{sm} = k_{s.1.1} h_m^{-p} : N / mm^2 \quad (2.15)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

2.5. Fluktuasi Gaya Tangensial (Gaya Potong)

Sebagai mana yang telah kita ketahui besarnya gaya potong ditentukan oleh luas penampang beram dan gaya potong spesifik. Gaya potong spesifik tersebut dipengaruhi oleh gerak makan f atau lebih tepatnya tebal beram sebelum terpotong h , yaitu sebagai mana rumus korelasi yang telah dibahas dalam proses frais. Semakin tebal h maka gaya potong spesifik akan menurun. Khusus untuk proses frais harga tebal beram 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.

Dalam proses frais tegak maka beberapa rumus gaya tangensial per gigi dapat diturunkan sebagai berikut :

Tabel 2.1. Gaya Potong Spesifik Refrensi Dalam Proses Frais

Jenis Benda Kerja	Klasifikasi DIN	Kekuatan UTS, N/mm ²	$K_{s1.1}$ (N/mm ²)	P
Baja struktur (<i>Struktural Steels</i>)	St 50	520	1990	0.25
	St 60	620	2110	0.16
Baja Mampu Laku Panas (<i>Heat Traebel Steels</i>)	Ck 45	670	2220	0.14
	Ck 60	770	2130	0.17
Baja Samentasi (<i>Cementation Steels</i>)	16 Mn Cr 5	770	2100	0.27
	18 Cr Ni 6	630	2260	0.30
	42 Cr Mo 4	730	2500	0.26
	34 Cr Mo 4	800	2240	0.21
	50 Cr V 4	600	2220	0.27
	EC Mo 80	590	2290	0.17
Baja Perkakas Panas (<i>Hot Work Tool Stells</i>)	55 Ni Mo V6	940	1740	0.25
	-annealed -treated	(352 BHN)	1920	0.24
Baja Perkakas Ekstrusi (<i>Cold Extrusion T.S</i>)	210 Cr 46	-	2100	0.26
	34 Cr 4	-	2100	0.26
Besi Tuang (<i>Cast Iron</i>)	GG 26	(200 BHN)	1160	0.26
	GG 30		1100	0.26

Sumber

Teknik Produksi Mesin FTI-ITB

Dari tabel ini didapat diturunkan kolerasi antara gaya potong spesifik reperensi dengan kekuatan tarik (tidak termasuk material kondisi annealed) yaitu

$$K_{s1.1} = 939 \cdot \sigma_u^{0.13}$$

2.6. Proses Frais

2.6.1. Definisi Frais

Proses frais 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 frais 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 ditumukan 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.

Elemen dasar proses frais adalah sebagai berikut :

$$1. \text{ Kecepatan potong : } v = \frac{\pi d n}{1000} = m / \text{min} \quad (2.16)$$

$$2. \text{ Gerak makan pergigi : } f_z = v_f / (zn) = mm / (\text{gigi}) \quad (2.17)$$

$$3. \text{ Waktu pemotongan : } t_c = \ell_t / v_f = \text{min} \quad (2.18)$$

$$4. \text{ Kecepatan penghasil geram : } Z = \frac{v_f a w}{1000} = \text{cm}^3 / \text{min} \quad (2.19)$$

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Mengefraisi Datar :

Untuk mengefraisi datar dengan pahat fraisi selubung bergigi lurus tebal beram (Sebelum terpotong) pada saat (h) dituliskan sebagai berikut :

$$h - f_z \sin \phi : mm \quad (2.19)$$

Dimana : $f_z - v_f / (zn) = mm / (gigi)$ (2.20)

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

Tebal beram (Sebelum terpotong) maksimum (h_{max}) terjadi sewaktu sudut posisi mencapai harga terbesar (di sebut dengan sudut persentuhan ϕ_c).

Karena : $\cos \phi_c = \frac{d/2 - a}{d/2}$

Maka : $\sin \phi_c = \sqrt{1 - \cos^2 \phi_c} = 2\sqrt{a/d - (a/d)^2} = 2\sqrt{a/d}$ (2.21)

Sehingga : $h_{max} - f_z \sin \phi_c - 2 f_z \sqrt{a/d} = mm$ (2.23)

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

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

Karena : $\sin \frac{\phi_c}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \phi_c}{2}} = \sqrt{\frac{a}{d}}$

Maka : $h_m - f_z \sin \frac{\phi_c}{2} - f_z \sqrt{\frac{a}{d}} = mm$ (2.24)

(Sumber : Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan*)

2.6.2. Gerakan-Gerakan Pada Mesin 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**.

2.6.3. Prinsip Pemotongan Pada Mesin Frais

1. Pemotongan *Face Cutting*

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

2. Pemotongan *Side Cutting*

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

- a. Pemotongan *Climbing*

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

- b. Pemotongan *Conventional*

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

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

1. Mesin frais *Vertical*



Gambar 2.1 Mesin Frais *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. Mesin frais *milling vertical* ditampilkan pada gambar 2.1.

2. Mesin Frais *Horizontal*



Gambar 2.2 Mesin Frais *Horizontal*

Merupakan mesin frais yang porong utamanya sebagai pemutar dan pemegang alat potong pada posisi mendatar. Mesin frais *horizontal* ditampilkan pada gambar 2.2.

3. Mesin Frais *Universal*



Gambar 2.3 Mesin Frais *Universal*

Mesin frais universal ini adalah mesin produksi dari konstruksi yang kasar bangkunya ini adalah benda cor yang kaku dan berat serta menyangga sebuah meja yang hanya memiliki gerakan logitudinal. Penyataan vertical di berikan dalam kepal spindel dan suatu penyetelan lintang di buat dalam pena atau ram spindel. Mesin frais *universal* ditampilkan pada gambar 2.3.

4. Bagian-bagian Mesin Frais

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

1. Lengan untuk kedudukan penyokong obor
2. Penyokong obor
3. Tunas untuk menggerakkan meja secara otomatis
4. Nok pembatas untuk membatasi jarak gerakan otomatis meja
5. Meja mesin tempat untuk memasang benda kerja dengan perlengkapan mesin
6. Engkol untuk menggerakkan meja dalam arah melintang

7. Tuas untuk mengunci meja
8. Baut menyetel untuk menghilangkan getaran meja
9. Engkol untuk menggerakkan lutut dalam arah melintang
10. Engkol untuk menggerakkan lutut dalam arah gerak
11. Tuas untuk mengunci meja
12. Tabung pendukung dengan bantalan 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

(Sumber : Wirawan Subodo, dkk. *Teknik Produksi Mesin industri* Jilid 2.)

2.6.4. Macam - Macam Pisau Frais

Ada bermacam-macam pisau pada mesin frais. Berikut ini jenis pisau frais adalah :

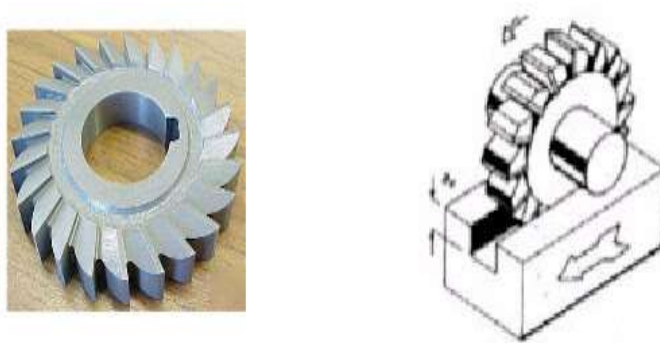
1. Pisau Frais Rata (*Plain Milling Cutter*)



Gambar 2.4 Pisau Frais Rata

Pisau frais rata merupakan pisau frais yang berbentuk silinder yang memiliki gigi-gigi pemotong dibagian kelingnya tetapi di kedua sisinya tidak terdapat gigi pemotong. Pisau frais rata ditampilkan pada gambar 2.4.

2. Pisau Frais Samping (*Side Milling Cutter*)



Gambar 2.5 Pisau Frais Samping

Pisau frais samping mirip dengan frais rata tetapi pada salah satu atau kedua sisinya terdapat gigi pemotong. Pisau frais samping ditampilkan pada gambar 2.5.

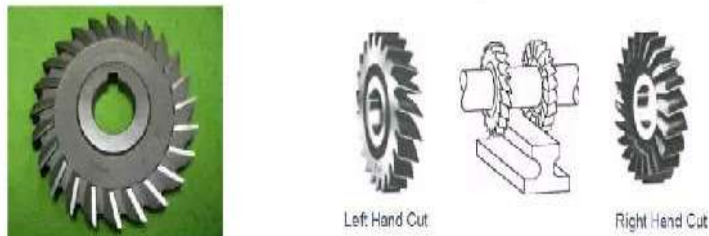
3. Pisau Samping Gigi Berselang-seling (*Staggered Tooth Side Milling Cutter*)



Gambar 2.6 Pisau Frais Gigi Berselang-seling

Pisau ini memiliki gigi yang berselang-seling ke arah kiri dan arah kanan di susunya gigi yang berselang-seling ini dimaksudkan untuk menghilangkan gaya dorong ke samping pada pisau dan arbor. Pisau frais gigi berselang-seling ditampilkan pada gambar 2.6.

4. Pisau Samping Satu Sisi (*Half Side Milling Cutter*)



Gambar 2.7 Pisau Samping Satu Sisi

Pisau samping ini mempunyai gigi pemotong hanya pada satu sisi saja dan pada bagian mukanya. Pisau samping satu gigi ditampilkan pada gambar 2.7.

5. Pisau Frais Muka (*Face Milling Cutter*)



Gambar 2.8 Pisau Frais Muka

Pisau frais muka ada yang berbentuk pisau frais solid ada juga yang berupa pisau frais dengan gigi pemotong sisipan. Pisau frais muka ditampilkan pada gambar 2.8.

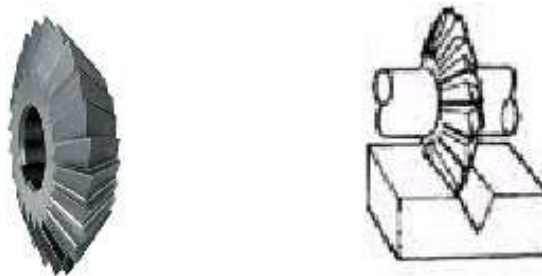
6. Pisau Sudut Tunggal (*Single Angle Milling Cutter*)



Gambar 2.9 Pisau Sudut Tunggal

Pisau sudut tunggal mempunyai satu sisi sudut dengan gigi-gigi pemotong pada permukaannya. Pisau sudut tunggal ditampilkan pada gambar 2.9.

7. Pisau Sudut Ganda (*Double Angle Milling Cutter*)



Gambar 2.10 Pisau Sudut Ganda

Pisau sudut ganda memiliki dua sisi sudut dengan gigi-gigi pemotong pada permukaannya. Pisau sudut ganda ditampilkan pada gambar 2.10.

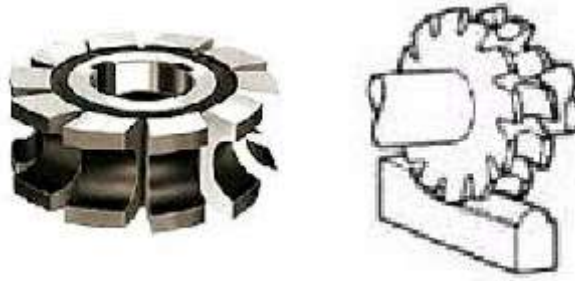
8. Pisau Bentuk Ekor Burung (*Dove Tail Milling Cutter*)



Gambar 2.11 Pisau Frais Bentuk Ekor Burung

Pisau bentuk ekor burung juga mempunyai satu sisi sudut dengan gigi-gigi pemotong pada permukaannya. Pisau frais bentuk ekor burung ditampilkan pada gambar 2.11.

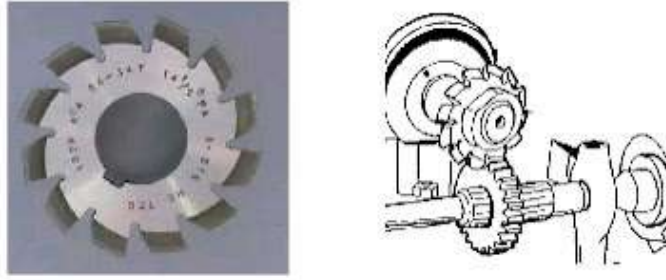
9. Pisau Frais Bentuk



Gambar 2.12 Pisau Frais Bentuk

Pisau frais ini bentuk digunakan untuk mengfrais benda kerja dengan bentuk-bentuk tertentu seperti bentuk cekung bentuk cembung dan lain-lain. Pisau frais bentuk ditampilkan pada gambar 2.12.

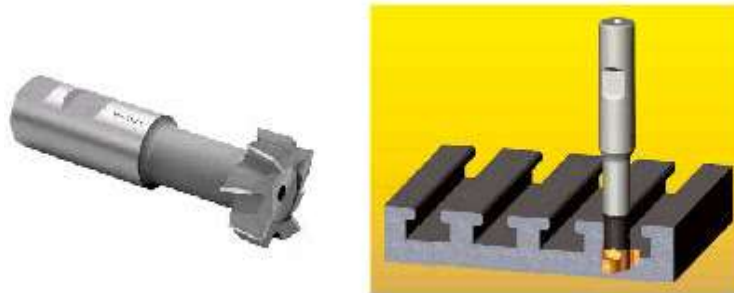
10. Pisau Frais Roda Gigi



Gambar 2.13 Pisau Frais Roda Gigi

Pisau frais roda gigi sebenarnya merupakan pisau frais bentuk pisau ini digunakan untuk menyayat atau membentuk gigi-gigi pada roda gigi. Pisau frais broda gigi ditampilkan pada gambar 2.13.

11. Pisau Frais Alur-T (*T-Slot Milling Cutter*)



Gambar 2.14 Pisau Frais Alur-T

Pisau ini digunakan untuk membuat alur yang berbentuk T seperti alur-alur yang terdapat pada meja mesin frais meja mesin bor dan meja-meja kerja sejenis lainnya. Pisau frais alur-T ditampilkan pada gambar 2.14.

11. Pisau Frais Belah (*Slitting Saw Milling Cutter*)



Gambar 2.15 Pisau Frais Belah

Pisau belah mempunyai bermacam-macam ukuran dengan jumlah gigi yang berbeda-beda. Pisau frais fraisbelah ditampilkan pada gambar 2.15.

12. Pisau Alur Pasak (*Keyseat Milling Cutter*)



Gambar 2.16 Pisau Alur Pasak

Pisau frais ini bertangkai digunakan untuk membuat alur pasak pada benda kerja membuat alur pasak pada poros atau alur pasak jenis *woodruff*. Pisau alur pasak ditampilkan pada gambar 2.16.

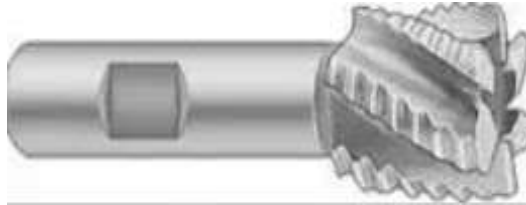
13. Pisau Frais Ujung (*End Mill Cutter*)



Gambar 2.17 Pisau Frais Ujung

Pisau frais ujung memiliki gigi-gigi pemotong disekeliling badannya dan dibagian ujungnya. Pisau frais ujung ditampilkan pada gambar 2.17.

14. Pisau Ujung Kasar (*Roughing End Mill*)



Gambar 2.18 Pisau Ujung Kasar

Pisau ujung kasar dapat menyayat benda kerja lebih cepat dibandingkan pisau ujung halus tetapi hasil sayatannya kasar. Pisau ujung kasar ditampilkan pada gambar 2.18.

15. Pisau Frais Ujung Halus (*Finishing End Mill*)



Gambar 2.19 Pisau Frais Ujung Halus

Pisau ujung jenis ini menghasilkan permukaan sayatan yang halus dimana pisau frais ujung halus ini digunakan untuk pekerjaan penyelesaian benda kerja yang sebelumnya telah dikerjakan dengan pisau ujung kasar. Pisau frais ujung halus ditampilkan pada gambar 2.19.

(Sumber : Wirawan Subodo, dkk. *Teknik Produksi Mesin industri* Jilid 2.)

2.7. Besi Cor (*Cast iron*)

Cast Iron adalah Besi tuang atau besi cor (*Cast iron*) adalah paduan besi carbon-karbon dengan kandungan lebih dari 2%. Paduan besi dengan karbon kurang dari 2% disebut sebagai baja. Unsur paduan utama yang membentuk karakter besi tuang adalah karbon (C) antara 3-3,5% dan silikon (Si) antara 1,8-

2,4%. Perbedaan kadar C dan Si menyebabkan titik lebur besi tuang yang terkandung lebih rendah dari baja, yakni sekitar 1.150 sampai 1.200° C. Unsur paduan yang terkandung didalamnya mempengaruhi warna patahannya ; besi tuang putih mengandung unsur karbida sedangkan besi tuang kelabu mengandung serpihan drafit.

Besi tuang cenderung rapuh, kecuali besi tuang mampu tempa (*malleable cast iron*). Dengan titik relatif rendah, fluiditas yang baik, mampu tempa, mampu mesin yang sangat baik, ketahanan terhadap deformasi dan ketahanan aus, besi tuang telah menjadi rekayasa dengan berbagai aplikasi dan juga digunakan dalam pipa, mesin dan suku cadang industri otomotif, seperti kepala silinder, block silinder dan gearbox.

Artefak besi tuang tertua yang ditemukan arkeolog adalah dari abad ke-5 SM di Jiangsu Tiongkok. Di masa Tiongkok kuno, besi tuang digunakan untuk alat perang, pertanian dan arsitektur. Selama abad ke-15, besi tuang digunakan untuk artileri di Burgundy, Prancis dan di Inggris selama masa Reformasi. Jembatan besi tuang pertama dibangun pada tahun 1770-an oleh Abraham Darby III yang dikenal sebagai Iron Bridge. Besi tuang juga banyak digunakan dalam konstruksi bangunan.

Besi tuang dibuat dengan meleburkan kembali besi kasar (*pig iron*) hasil tanur tinggi dari bijih besi, dan ditambahkan dengan besi tua, baja tua, batu kapur untuk membantu pembuatan terak (*slag*) yang dapat mengikat kotoran sehingga memisahkan kotoran dari besi cair, dan karbon (*kokas*) sebagai bahan bakar. Peleburan besi tuang biasanya dilakukan dalam tanur tinggi jenis khusus yang sering disebut kupola, namun dewasa ini banyak pabrik pengecoran menggunakan

tanur listrik jenis tanur induksi dan tanur busur listrik untuk mengantikan kupola. Logam cair yang keluar dari kupola diangkut menggunakan ladle.

2.7.1. Jenis - Jenis Besi Cor

2.7.2. Besi Tuang Kelabu

Besi tuang kelabu (*gray cast iron*) mengandung grafit berbentuk serpihan-serpihan tipis yang terbagi merata dalam seluruh strukturnya, sehingga menyebabkan bidang patahannya berwarna kelabu. Besi tuang jenis ini sering banyak dipakai karena biayanya yang murah dan mudah ddi tuang dalam jumlah besar. Komposisi kimia besi tuang jenis ini adalah 2,5-4% karbon dan 1-3% silikon. Pada kadar karbon yang tinggi, besi tuang juga mempunyai kadar silikon yang tinggi, dengan presentase sulfur dan mangan yang rendah. Oleh karena itu, pembentukan bebas meningkat dan setelah didinginkan besi tuang kelabu mengandung grafit. Besi tuang kelabu memiliki kekuatan tarik dan ketangguhan yang lebih rendah dari baja, namun kekuatan tekannya setara dengan baja karbon rendah dan sedang. Sifat mekanis tersebut dipengaruhi oleh bentuk, ukuran dan distribusi serpihan grafit yang terdapat dalam struktur mikro.

2.7.3. Besi Tuang Putih

Besi tuang putih (*white cast iron*) memiliki bidang patahan yang berwarna putih karena mengandung sejumlah semenit dengan kandungan karbon lebih dari 1,7%. Dengan kandungan silikon yang rendah dan perbandingan yang cepat, maka setelah didinginkan akan terbentuk fasa metastabil semenit, Fe₃C. Karena semenit bersifat keras dan getas, besi tuang putih memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi namun mampu mesin dan kekuatan tariknya rendah.

Besi tuang putih ini merupakan bahan baku untuk pembuatan besi tuang mampu tempa.

2.7.4. Besi Tuang Mampu Tempa

Besi tuang mampu tempa (*malleable cast iron*) merupakan besi tuang putih yang diberikan perlakuan panas sampai kurang lebih dari 900°C. Perlakuan panas yang diterapkan pada besi tuang putih umumnya adalah anil yang bertujuan untuk memisahkan karbida besi Fe₃C menjadi besi dan grafit. Secara umum, besi tuang ini memiliki sifat yang sama seperti baja ringan. Besi tuang jenis ini memiliki mampu tempa yang sangat baik sehingga banyak digunakan pada industri kereta api, otomotif, sambungan pipa dan industri pertanian.

2.7.5. Besi Tuang Nodular

Besi tuang nodular (*nodular cast iron*) memiliki bentuk grafit yang bulat. Penambahan magnesium dan cerium (paduan Fe-Si-Mg) pada saat besi tuang dalam keadaan cair menyebabkan grafit menjadi bulat (nodularisasi). Besi tuang nodular mempunyai kekuatan, keuletan dan ketangguhan.

(Sember : Wikipedia. Online https://id.wikipedia.org/wiki/Besi_tuang)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

3.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan uji coba dilakukan sejak tanggal 9 Desember 2017 sampai 21 Mei 2018.

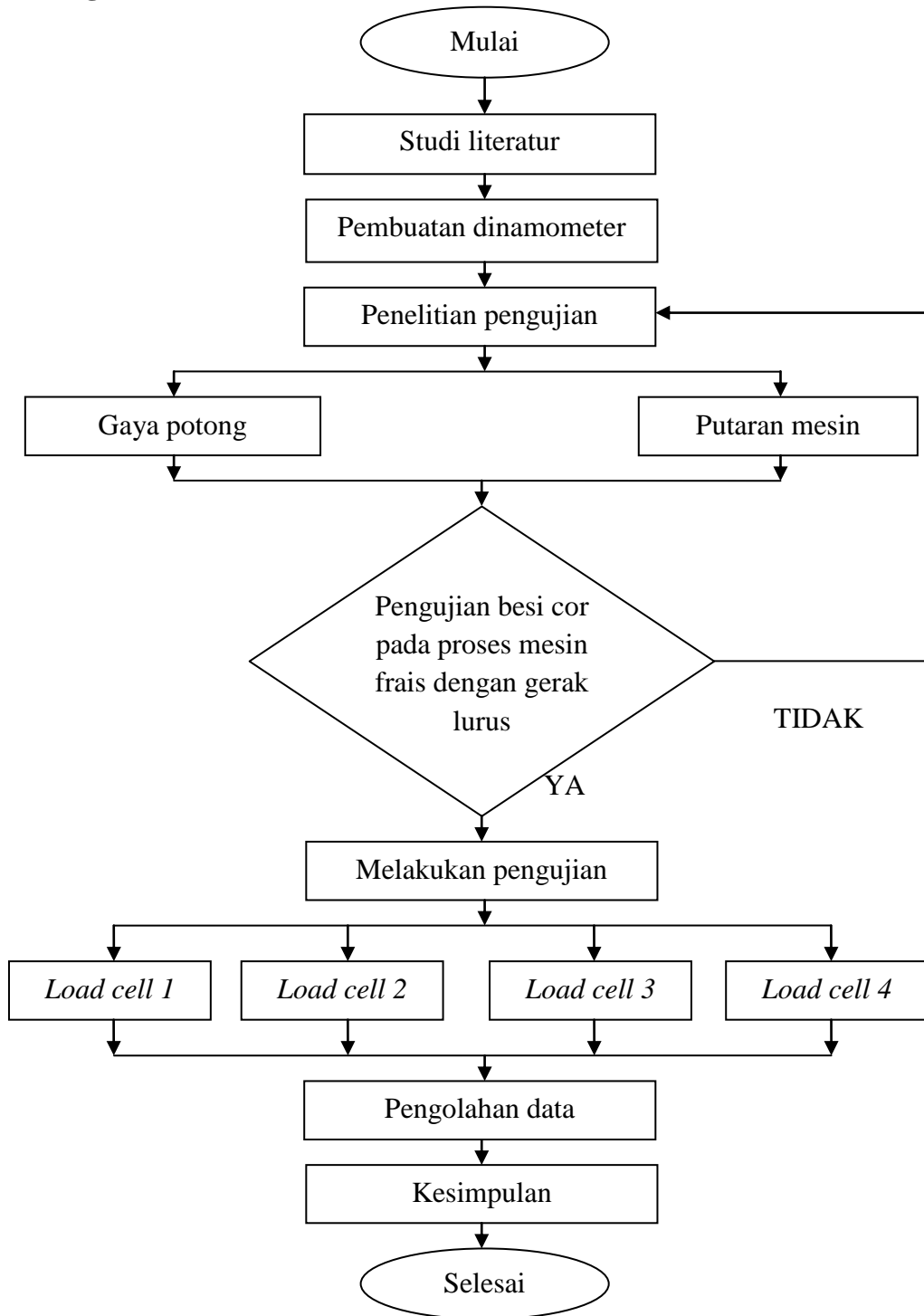
Tabel 3.1 Jadwal penelitian dan pembuatan instrumen dynamometer mesin frais

Nama kegiatan	Des 2017	Jan 2018	Feb 2018	Mar 2018	Apr 2018	Mei 2018	Jun 2018	Jul 2018	Ags 2018
Pengajuan judul	■	■							
Studi literature		■	■						
Penyiapan alat dan bahan			■						
Pengujian				■					
Penyelesaian skripsi				■	■	■	■	■	

3.1.2. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3. Penjelasan Diagram Alir Penelitian

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

1. Mulai

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

2. Studi literatur

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

3. Pembuatan dynamometer

Pembuatan adalah untuk memmanufakturkan konsep desain alat.

4. Pengujian penelitian

Mencari hasil nilai gaya potong terhadap kecepatan pemakanan.

5. Gaya potong

Hasil pengujian.

6. Putaran mesin

Untuk melakukan pemotongan. Dalam hal ini mencari nilai gaya potong.

7. Pengujian besi cor pada proses mesin frais dengan gerak lurus

Melakukan pengujian besi cor dengan gerak lurus dari sumbu $-x$ menuju ke arah x .

8. Melakukan pengujian

Melakukan pengujian besi cor dengan menggunakan instrument dinamometer.

9. Load cell 1

Tidak berfungsi (-y)

10. Load cell 2

Berfungsi (x)

11. Load cell 3

Tidak berfungsi (y)

12. Load cell 4

Berfungsi (-x)

13. Pengolahan data

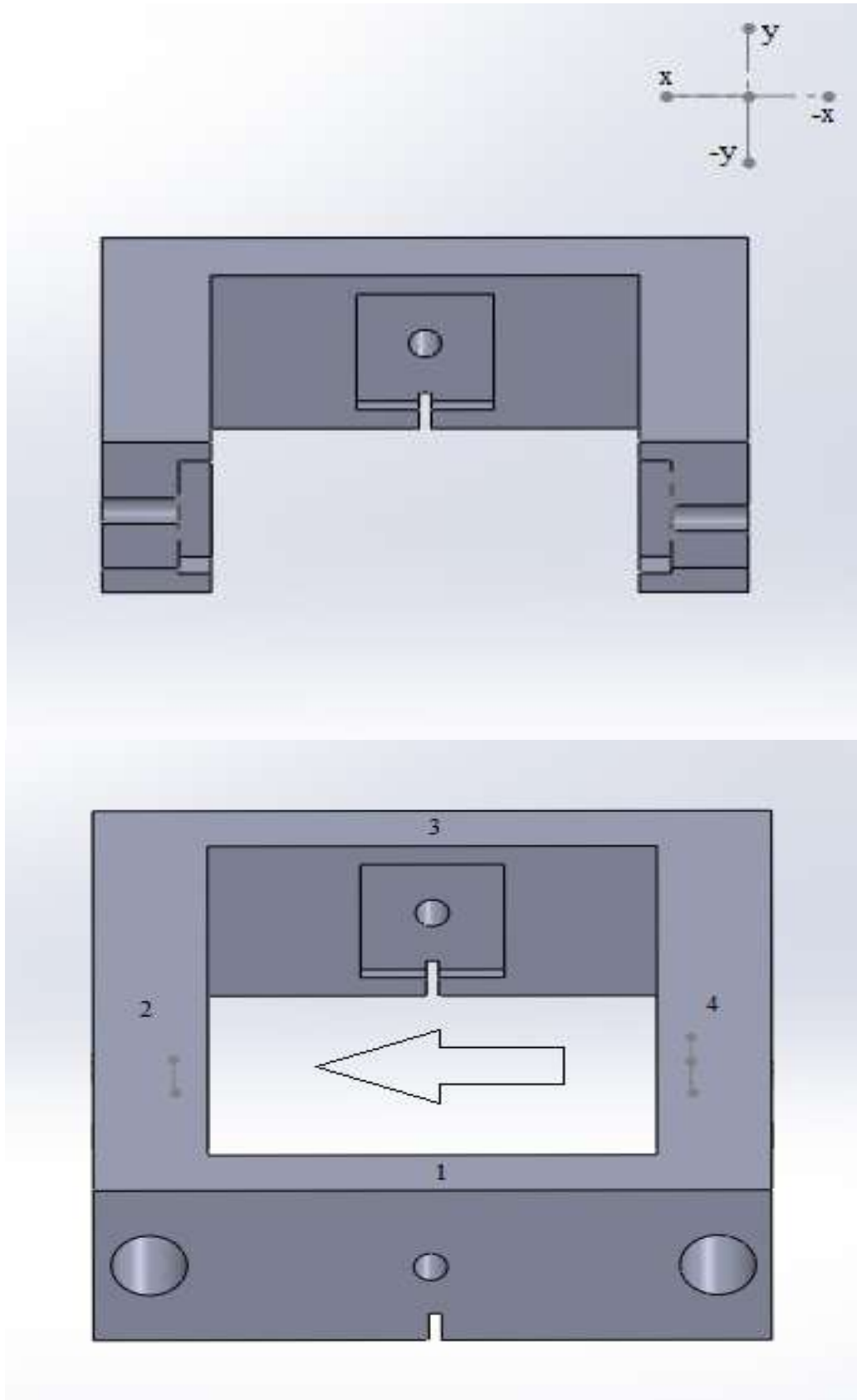
Salah satu kegiatan pengambilan data. Kegiatan pengumpulan data dilakukan dilakukan dengan teknik tertentu dan menggunakan alat dinamometer dan spesimen yang di gunakan adalah besi cor.

14. Kesimpulan

Kesimpulan adalah hasil nilai dari penelitian.

15. Selesai

Setelah selesai dari pengujian besi cor menggunakan instrumen dinamometer dan sudah mendapat hasil nilai gaya potong.



Gambar 3.2 Tempat *load cell* dan gerak pemakanan mata pahat

3.4. Alat dan Bahan

3.4.1. Alat

Alat yang dipakai dalam pengujian ini terdiri dari :

1. Mesin Frais

Berfungsi sebagai alat pengujian yang akan diuji pada mesin frais.



Gambar 3.3 Mesin Frais

2. Bingkai Dynamometer Meja Frais

Berfungsi sebagaiudukan sensor *load cell*.



Gambar 3.4 Bingkai Dynamometer Meja Frais

3. Dynamometer Meja Frais

Berfungsi sebagai penekan sensor *load cell* pada bingkai meja frais.



Gambar 3.5 Dynamometer Meja Frais

4. Dynamometer Meja Mesin Frais

Berfungsi sebagai alat uji mesin frais.

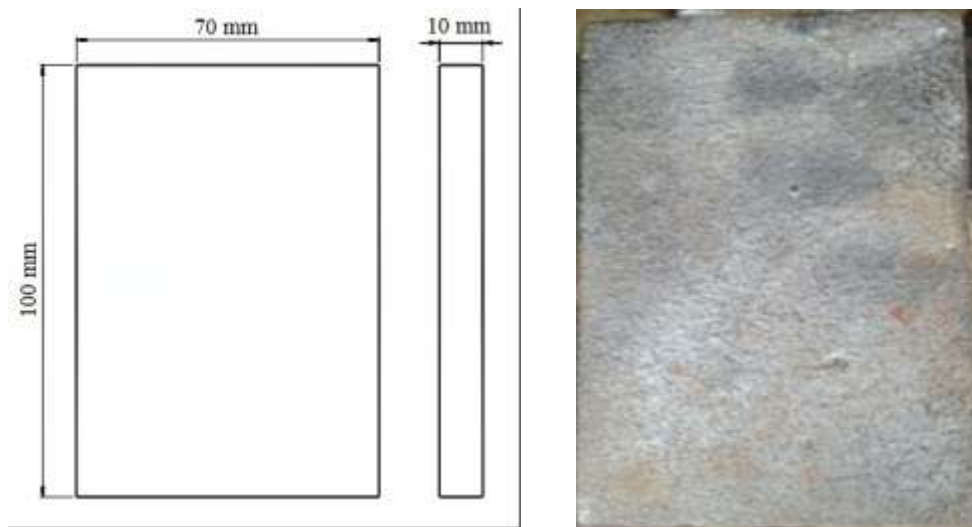


Gambar 3.6 Dynamometer Meja Mesin Frais

3.4.2. Bahan

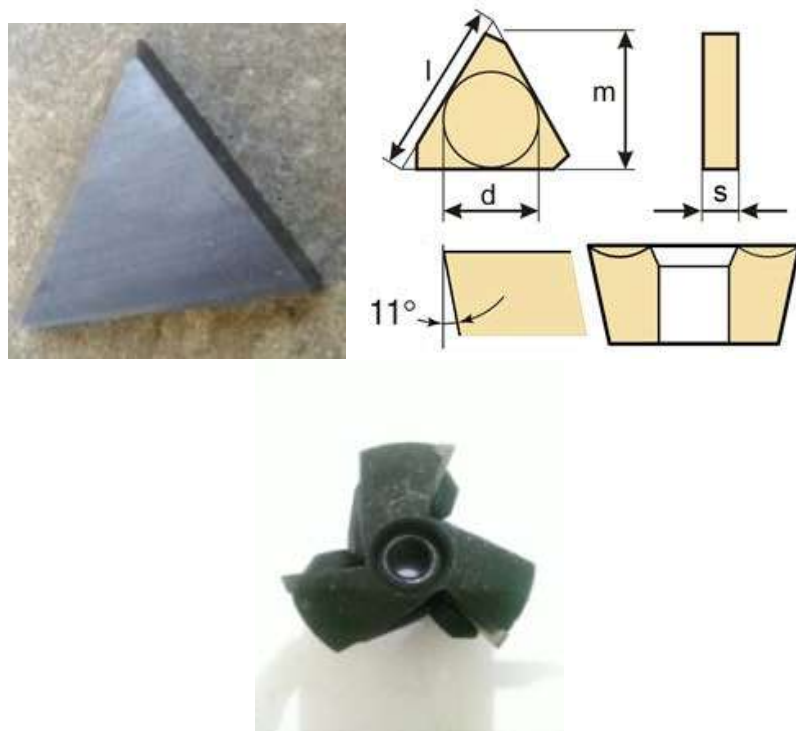
Bahan yang digunakan menjadi objek pengujian ini adalah besi cor (*cast iron*).

1. Besi Cor (*Cast Iron*)



Gambar 3.7 Besi Cor (*Cast Iron*)

2. Mata Pahat Insert Karbida



Gambar 3.8 Mata Pahat Insert Karbida

3.5. Metode Pengumpulan Data

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian proses frais dengan penggunaan dua jenis bahan uji mata pahat insert karbida dan besi cor yaitu :

1. Menguji mesin frais dengan tanpa pemakanan.
2. Melakukan pengujian untuk pengambilan data pertama pada kecepatan 80 rpm.
3. Melakukan pengujian untuk pengambilan data kedua pada kecepatan 160 rpm.
4. Melakukan pengujian untuk pengambilan data ketiga pada kecepatan 245 rpm.
5. Melakukan pengujian untuk pengambilan data keempat pada kecepatan 360 rpm.
6. Melakukan pengujian untuk pengambilan data kelima pada kecepatan 490 rpm.
7. Melakukan pengujian untuk pengambilan data keenam pada kecepatan 720 rpm.

3.6. Metode Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari data primer dan data sekunder diolah kedalam rumus empiris, kemudian data perhitungan disajikan dalam bentuk tabulasi dan grafik.

3.7. Pengamatan dan Tahap Pengujian

3.7.1. Pengamatan

Pada penelitian yang akan diamati adalah :

1. Parameter putaran mesin (Rpm)
2. Parameter gaya potong (N)

3.7.2. Tahapan Pengujian

Pada tahapan ini yang menjadi acuan adalah besi cor dan mata pahat insert karbida. Kemudian dilakukan pengujian untuk mendapatkan data karekteristik dari gaya potong.

3.8. Alat Uji

Untuk melakukan penelitian ini alat uji yang digunakan adalah :

1. Mesin Frais Emco F3

Tabel 3.2. 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

Tabel 3.3Spesifikasi 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 beso 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)

3.9. Prosedur Pengujian

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

1. Merangkai sensor *load cell* ke instrumentasi dynamometer mesin frais.
2. Menghidupkan 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 dynamometer mesin frais.
5. Kemudian bahan uji diikat dengan menggunakan ragum.
6. Lalu menyetel mata pahat agar menyentuh permukaan benda kerja.
7. Kemudian menghidupkan mesin frais tanpa pemakanan.
8. Menyalakan laptop lalu memasang kabel *USB* arduino uno ke laptop, kemudian membuka program *PLX DAQ* untuk menyimpan data hasil dynamometer mesin frais.
9. Menjalankan Program *PLX DAQ* dengan cara klik tombol *connect*.
10. Mengoprasikan mesin frais pada kecepatan 80 rpm dengan pemakanan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan meja 20 mm/min.
11. Mengoprasikan mesin frais pada kecepatan 160 rpm dengan pemakanan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan meja 20 mm/min.
12. Mengoprasikan mesin frais pada kecepatan 245 rpm dengan pemakanan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan meja 20 mm/min
13. Mengoprasikan mesin frais pada kecepatan 360 rpm dengan pemakanan 0,1 mm dan kecepatan pergerakan meja 20 mm/min..

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

3.10. Pengambilan Data

3.10.1. Pengambilan Data Instrumentasi Dynamometer Mesin Frais

Pengambilan data berupa putaran spindel dan gaya potong. Kemudian mesin frais dioprasikan dari kecepatan putaran 80-720 rpm.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian diambil dari alat instrumentasi mesin frais dengan menggunakan mesin frais EMCO F3. Parameter penelitian adalah kecepatan dan 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.



Gambar 4.1 Besi cor sebelum di uji

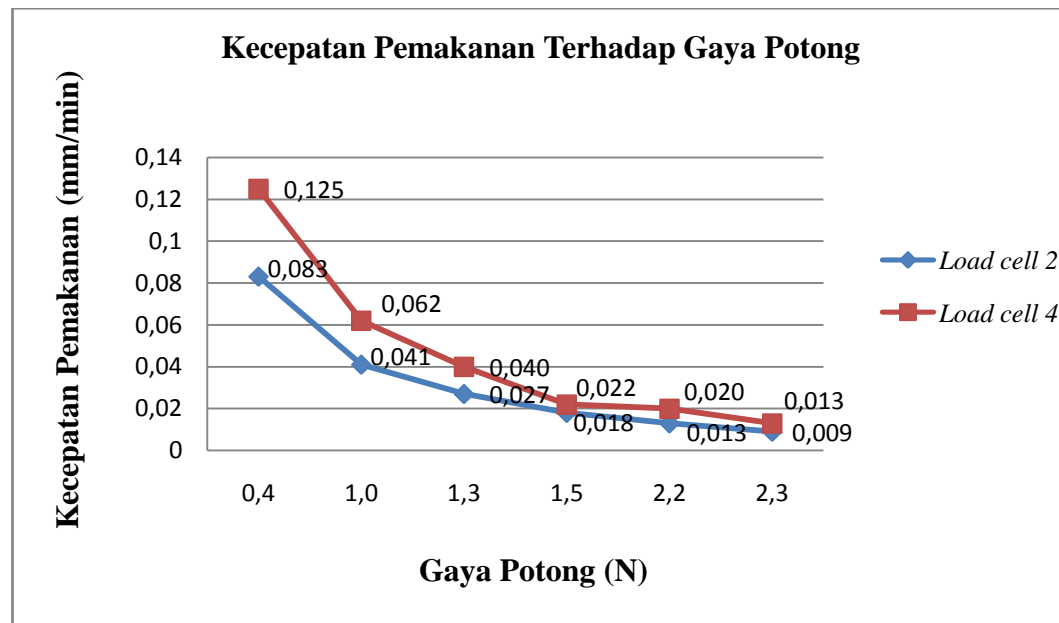


Gambar 4.2 Besi cor setelah di uji

1. Kecepatan Pemakanan Terhadap Gaya Potong

Tabel 4.1 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



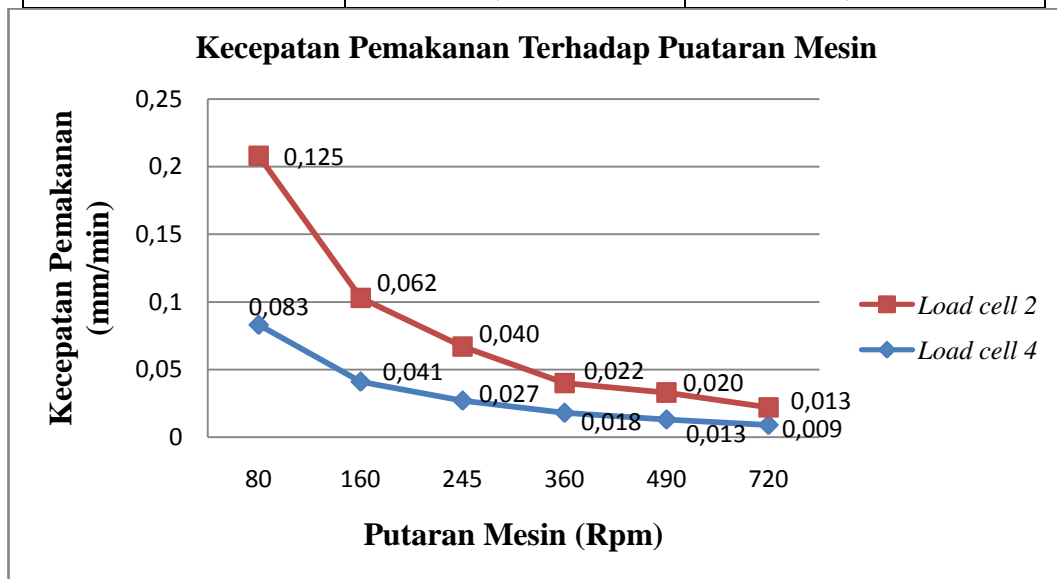
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Kecepatan Pemakanan Terhadap Gaya Potong Dengan Pemakanan 0,1 mm.

Dari gambar 4.3 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.

2. Kecepatan Pemakanan Terhadap Putaran Mesin

Tabel 4.2 Hasil nilai kecepatan pemakanan *load cell 2* dan *load cell 4* terhadap putaran mesin.

<i>Putaran (Rpm)</i>	<i>Kecepatan Pemakanan (Load cell 2)</i>	<i>Kecepatan Pemakanan (Load cell 4)</i>
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



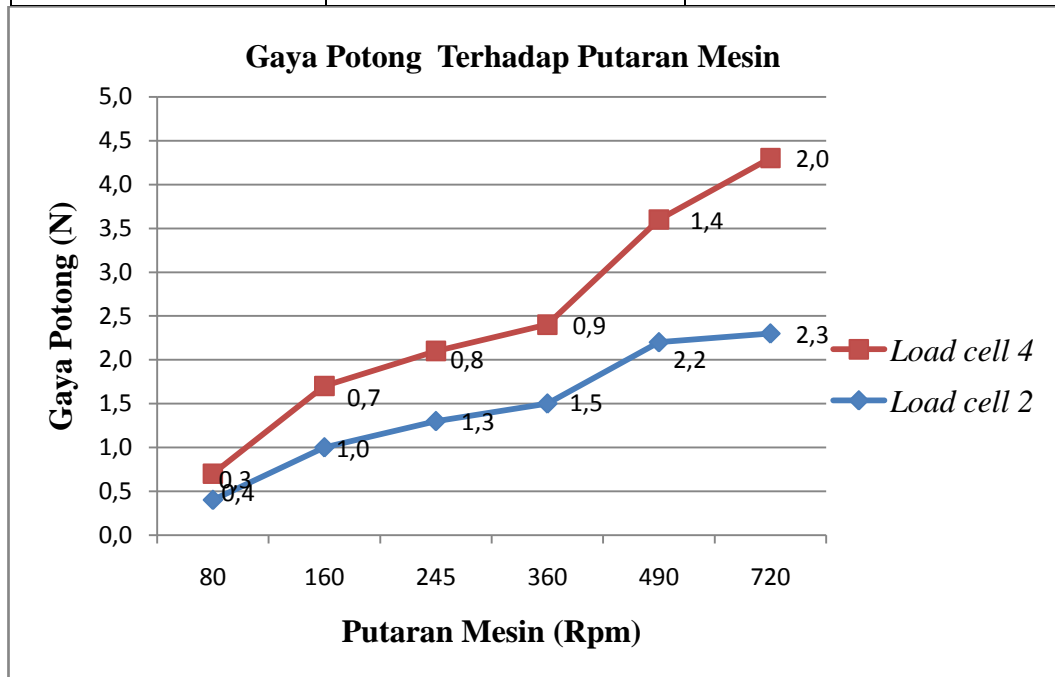
Gambar 4.4 Grafik perbandingan kecepatan pemakanan dengan putaran mesin 80-720 rpm pada *load cell 2* dan *load cell 4* dengan pemakanan 0.1 mm.

Dari gambar 4.4 dapat di lihat hasil pengujian kecepatan pemakanan terhadap putaran mesin pada *load cell 2* dan *load cell 4* bahwa semakin tinggi putaran mesin yang diberikan maka hasil pemakanannya semakin kecil.

3. Gaya Potong Terhadap Putaran Mesin

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

<i>Putaran Spindel (Rpm)</i>	<i>Gaya Potong (Load cell 2) (N)</i>	<i>Gaya Potong (Load cell 4) (N)</i>
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 4.5 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 4.5 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.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Perhitungan Kecepatan Pemakanan Pada Mesin Frais Menggunakan Dynamometer Tanpa Pendingin.

Perhitungan Kecepatan Pemakanan Pada *Load cell 2*.

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 2* putaran 160 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (3 \times 160)$$

$$f_z = 0.041 \text{ mm/ gigi}$$

3. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell 2* putaran 245 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (3 \times 245)$$

$$f_z = 0.027 \text{ mm/ gigi}$$

4. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell 2* putaran 360 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (3 \times 360)$$

$$f_z = 0.018 \text{ mm/ gigi}$$

5. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell* 2putaran 490 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (3 \times 490)$$

$$f_z = 0.013 \text{ mm/ gigi}$$

6. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell* 2putaran 720 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (3 \times 720)$$

$$f_z = 0.009 \text{ mm/ gigi}$$

Perhitungan Kecepatan Pemakanan Pada *Load cell* 4.

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

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

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

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

2. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell* 4 putaran 160 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (2 \times 160)$$

$$f_z = 0.062 \text{ mm/ gigi}$$

3. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell* 4 putaran 245 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (2 \times 245)$$

$$f_z = 0.040 \text{ mm/ gigi}$$

4. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell* 4 putaran 360 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (2 \times 360)$$

$$f_z = 0.022 \text{ mm/ gigi}$$

5. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell* 4 putaran 490 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (2 \times 490)$$

$$f_z = 0.020 \text{ mm/ gigi}$$

6. Perhitungan kecepatan pemakanan pada *load cell* 4 putaran 720 Rpm.

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

$$f_z = 20 / (2 \times 720)$$

$$f_z = 0.013 \text{ mm/ gigi}$$

4.2.2. Perhitungan Putaran Dan Gaya Potong Pada Mesin Frais Menggunakan Dynamometer Tanpa Pendingin.

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

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

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

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

$$R = \sqrt{0.25}$$

$$= 0.5 \text{ N}$$

Sudut resultan gaya potong

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

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

$$= 10.08^\circ$$

2. Perhitungan nilai resultan gaya potong *Load cell 2* dan *Load cell 4* di putaran 160 rpm.

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

$$R = \sqrt{1.0^2 + 0.7^2}$$

$$R = \sqrt{1 + 0.49}$$

$$R = \sqrt{1.49}$$

$$= 1.220 N$$

Sudut resultan gaya potong

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

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{1}{0.49} \right)$$

$$= 63.89^\circ$$

3. Perhitungan nilai resultan gaya potong *Load cell 2* dan *Load cell 4* di putaran 245 rpm.

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

$$R = \sqrt{1.3^2 + 0.8^2}$$

$$R = \sqrt{1.69 + 0.64}$$

$$R = \sqrt{2.33}$$

$$= 1.526 N$$

Sudut resultan gaya potong

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

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{1.69}{0.64} \right)$$

$$= 69.25^\circ$$

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

360 rpm.

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

$$R = \sqrt{1.5^2 + 0.9^2}$$

$$R = \sqrt{2.25 + 0.81}$$

$$R = \sqrt{3.06}$$

$$= 1.749 N$$

Sudut resultan gaya potong

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

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{2.25}{0.81} \right)$$

$$= 70.20^\circ$$

5. Perhitungan nilai resultan gaya potong *Load cell 2* dan *Load cell 4* di putaran 490 rpm.

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

$$R = \sqrt{2.2^2 + 1.4^2}$$

$$R = \sqrt{23.42 + 1.96}$$

$$R = \sqrt{25.38}$$

$$= 5.037 N$$

Sudut resultan gaya potong

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

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{23.42}{1.4} \right)$$

$$= 62.53^\circ$$

6. Perhitungan nilai resultan gaya potong *Load cell 2* dan *Load cell 4* di putaran 720 rpm.

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

$$R = \sqrt{2.3^2 + 2.0^2}$$

$$R = \sqrt{5.29 + 4}$$

$$R = \sqrt{9.29}$$

$$= 3.047 N$$

Sudut resultan gaya potong

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

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{2.3}{4} \right)$$

$$= 29.89^\circ$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian pada spesimen besi cor dengan mencari kecepatan pemakanan terhadap gaya potong dengan putaran mesin pada mesin frais.

1. Kecepatan Pemakanan Terhadap Putaran Mesin

Semakin tinggi kecepatan putaran mesin maka hasil kecepatan pemakanannya semakin kecil.

2. Gaya Potong Terhadap Putaran Mesin

Semakin tinggi kecepatan putaran mesin maka hasil gaya potong semakin tinggi.

3. Kecepatan Pemakanan Terhadap Gaya Potong

Semakin tinggi kecepatan pemakanan maka hasil gaya potong semakin rendah.

5.2. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya agar disempurnakan alat pengujian instrumentasi dynamometer meja mesin frais yang ada di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Untuk pengujian selanjutnya agar disempurnakan program *Load cell* dan *Rpm* agar menjadi lebih stabil.

3. Untuk pengujian mesin frais harus mengutamakan keamanan saat pengujian sedang berlangsung.

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.*
- Brianti satrianti utama, 2008. *Proses manufaktur dan optimasinya : FT Universitas Indonesia.*
- Kalpakkjian Serope dan Schmid R. Steven 2002. *Manufacturing Engineering and Technology*
- Sharifah Noor Shahirah Bt Syed Mohd Nordin, 2007. *Cutting force of end cutting tool milling machining.* A report submitted in partial fulfilment of the requirements for the award of the degree of Bacheor of Machanical Engineering. Faculty of Mechanical Engineering Universiti Malaysia Pahang.
- Taufiq rochim, 1993. *Teori & teknologi proses permesinan* hugher education development support project.
- Virido Bagus Irawan, Tjuk Oerbandono Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. *Alisis pengaruh cutting speed, feed rate, dan depth of cut terhadap gaya potong pada proses bubut dengan simulasi metode elemen.* Online
<http://tin421.weblog.esaunggul.ac.id/wpcontent/uploads/sites/836/2015/02/Metode-Taguchi-Pertemuan-11.pdf>
- Wirawan Subodo, dkk. *Teknik Produksi Mesin industri* Jilid 2. Online
http://mirror.unpad.ac.id/bse/Kurikulum_2006/11_SMK/kelas11_smk_teknik-produksi-mesin-industri_wirawan.pdf
- Wikipedia. Online
https://id.wikipedia.org/wiki/Besi_tuang

LAMPIRAN

1. Tabel pengujian kecepatan putaran mesin 80 rpm.

<i>Load Cell 1</i> (N)	<i>Load Cell 2</i> (N)	<i>Load Cell 3</i> (N)	<i>Load Cell 4</i> (N)	<i>Putaran</i> (Rpm)
0,0	0,3	0,0	0,0	80,0
0,0	0,4	0,0	0,0	80,0
0,0	0,5	0,0	0,0	80,0
0,0	0,4	0,0	0,0	80,0
0,0	0,3	0,0	0,0	80,0
0,0	0,3	0,0	0,0	80,0
0,0	0,5	0,0	0,1	80,0
0,0	0,5	0,0	0,1	80,0
0,0	0,4	0,0	0,1	80,0
0,0	0,4	0,0	0,1	80,0
0,0	0,3	0,0	0,4	80,0
0,0	0,4	0,0	0,4	80,0
0,0	0,3	0,0	0,3	80,0
0,0	0,3	0,0	0,3	80,0
0,0	0,4	0,0	0,4	80,0
0,0	0,5	0,0	0,5	80,0
0,0	0,5	0,0	0,7	80,0
0,0	0,3	0,0	0,8	80,0
0,0	0,3	0,0	0,7	80,0
0,0	0,5	0,0	0,8	80,0
0,0	0,5	0,0	0,8	80,0
0,0	0,4	0,0	0,7	80,0
0,0	0,2	0,0	0,8	60,0
0,0	0,4	0,0	1,0	60,0
0,0	0,3	0,0	1,3	60,0
0,0	0,2	0,0	1,3	60,0
0,0	0,1	0,0	1,3	60,0
0,0	0,1	0,0	1,3	60,0
0,0	0,3	0,0	1,3	60,0
0,0	0,2	0,0	1,4	60,0
0,0	0,1	0,0	1,5	60,0
0,0	0,0	0,0	1,4	60,0
0,0	0,3	0,0	1,4	60,0
0,0	0,4	0,0	1,4	40,0
0,0	0,5	0,0	1,3	40,0
0,0	0,3	0,0	1,4	40,0
0,0	0,4	0,0	1,4	40,0
0,0	0,5	0,0	1,4	40,0

0,0	0,6	0,0	1,4	40,0
0,0	0,5	0,0	1,4	20,0
0,0	0,4	0,0	1,4	20,0
0,0	0,4	0,0	1,4	20,0
0,0	0,4	0,0	1,5	20,0
0,0	0,7	0,0	1,4	20,0
0,0	0,7	0,0	1,3	20,0
0,0	1,0	0,0	1,3	20,0
0,0	1,2	0,0	1,2	20,0
0,0	1,2	0,0	1,1	20,0
0,0	1,1	0,0	1,2	20,0
0,0	1,0	0,0	1,1	20,0
0,0	1,1	0,0	0,9	20,0
0,0	1,0	0,0	1,0	20,0
0,0	0,9	0,0	1,0	20,0
0,0	0,9	0,0	0,9	20,0
0,0	0,9	0,0	0,9	20,0
0,0	1,0	0,0	1,0	20,0
0,0	1,0	0,0	1,0	20,0
0,0	1,0	0,0	1,1	20,0
0,0	1,0	0,0	1,0	20,0
0,0	1,0	0,0	0,9	20,0
0,0	1,0	0,0	0,9	20,0
0,0	1,0	0,0	1,1	20,0
0,0	0,9	0,0	1,1	20,0
0,0	0,9	0,0	1,2	20,0
0,0	1,0	0,0	1,1	20,0
0,0	1,0	0,0	1,0	20,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

2. Tabel pengujian kecepatan putaran mesin 160 rpm.

<i>Load Cell 1</i> (N)	<i>Load Cell 2</i> (N)	<i>Load Cell 3</i> (N)	<i>Load Cell 4</i> (N)	<i>Putaran</i> (Rpm)
0,0	0,0	0,0	0,0	224,0
0,0	0,0	0,0	0,0	224,0
0,0	0,0	0,0	0,0	224,0
0,0	0,0	0,0	0,6	224,0
0,0	0,0	0,0	0,6	224,0
0,0	0,0	0,0	0,6	192,0
0,0	0,0	0,0	0,6	192,0
0,0	0,0	0,0	0,8	192,0
0,0	1,0	0,0	0,8	192,0

0,0	1,3	0,0	0,8	128,0
0,0	1,0	0,0	0,9	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,1	0,0	0,8	96,0
0,0	1,1	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,8	96,0
0,0	1,1	0,0	0,8	96,0
0,0	1,0	0,0	0,7	96,0
0,0	1,0	0,0	0,9	96,0
0,0	1,0	0,0	1,0	32,0
0,0	1,0	0,0	1,0	32,0
0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
0,0	1,0	0,0	1,0	0,0

3. Tabel pengujian kecepatan putaran mesin 245 rpm.

<i>Load Cell 1</i> (N)	<i>Load Cell 2</i> (N)	<i>Load Cell 3</i> (N)	<i>Load Cell 4</i> (N)	<i>Putaran</i> (Rpm)
0,0	0,0	0,0	0,1	245,0
0,0	0,0	0,0	0,1	245,0
0,0	0,0	0,0	0,1	245,0
0,0	0,0	0,0	0,3	245,0
0,0	0,0	0,0	0,6	245,0
0,0	0,0	0,0	0,7	245,0
0,0	0,0	0,0	0,9	245,0
0,0	0,0	0,0	0,8	245,0
0,0	0,0	0,0	0,8	245,0
0,0	0,0	0,0	0,9	245,0
0,0	0,0	0,0	0,9	245,0
0,0	0,0	0,0	0,8	245,0
0,0	0,0	0,0	0,8	245,0

0,0	0,0	0,0	0,9	245,0
0,0	0,0	0,0	0,9	245,0
0,0	0,0	0,0	0,8	245,0
0,0	0,0	0,0	0,7	245,0
0,0	0,0	0,0	0,7	245,0
0,0	0,0	0,0	0,7	245,0
0,0	0,0	0,0	0,8	245,0
0,0	0,0	0,0	0,9	245,0
0,0	0,0	0,0	0,9	245,0
0,0	4,7	0,0	0,8	245,0
0,0	7,7	0,0	0,9	245,0
0,0	7,7	0,0	0,8	245,0
0,0	7,7	0,0	0,8	245,0
0,0	4,6	0,0	0,8	245,0
0,0	3,5	0,0	0,9	245,0
0,0	1,7	0,0	0,8	245,0
0,0	1,2	0,0	0,8	245,0
0,0	1,3	0,0	0,9	245,0
0,0	1,4	0,0	0,9	245,0
0,0	1,4	0,0	0,9	245,0
0,0	1,4	0,0	0,9	245,0
0,0	1,5	0,0	0,9	245,0
0,0	1,5	0,1	0,9	245,0
0,0	1,4	0,1	0,8	210,0
0,0	1,5	0,1	0,8	210,0
0,0	1,5	0,1	0,9	210,0
0,0	1,5	0,1	1,0	210,0
0,0	1,5	0,1	0,9	210,0
0,0	1,5	0,1	0,8	210,0
0,0	1,4	0,2	0,7	210,0
0,0	1,5	0,2	0,7	210,0
0,0	1,5	0,3	0,8	210,0
0,0	1,5	0,3	0,9	210,0
0,0	1,6	0,3	0,9	210,0
0,0	1,5	0,4	0,8	210,0
0,0	1,6	0,3	0,7	210,0
0,0	1,5	0,3	0,7	210,0
0,0	1,5	0,4	0,6	210,0
0,0	1,5	0,4	0,7	210,0
0,0	1,6	0,4	0,7	210,0
0,0	1,7	0,4	0,6	210,0
0,0	1,6	0,4	0,4	210,0
0,0	1,6	0,4	0,4	210,0

0,0	1,7	0,4	0,4	210,0
0,0	1,7	0,4	0,4	210,0
0,0	1,7	0,4	0,4	210,0
0,0	1,7	0,4	0,4	210,0
0,0	1,7	0,5	0,4	210,0
0,0	1,7	0,4	0,3	210,0
0,0	1,8	0,4	0,3	210,0
0,0	1,8	0,4	0,4	210,0
0,0	1,8	0,4	0,5	210,0
0,0	1,8	0,4	0,6	210,0
0,0	1,8	0,4	0,6	210,0
0,0	1,8	0,4	0,0	210,0
0,0	1,8	0,5	0,1	210,0
0,0	1,7	0,5	0,1	210,0
0,0	1,7	0,5	0,1	210,0
0,0	1,8	0,5	0,2	210,0
0,0	1,7	0,5	0,3	210,0
0,0	1,8	0,5	0,3	210,0
0,0	1,8	0,5	0,3	210,0
0,0	1,7	0,5	0,4	210,0
0,0	1,8	0,5	0,9	210,0
0,0	1,7	0,5	0,9	210,0
0,0	1,8	0,4	0,8	210,0
0,0	1,8	0,4	0,7	210,0
0,0	1,8	0,4	0,9	210,0
0,0	1,7	0,5	0,9	210,0
0,0	1,8	0,5	0,8	210,0
0,0	1,8	0,4	0,7	210,0
0,0	1,8	0,5	0,7	210,0
0,0	1,8	0,4	0,7	210,0
0,0	1,9	0,4	0,8	210,0
0,0	1,8	0,4	0,8	210,0
0,0	1,8	0,5	0,8	210,0
0,0	1,8	0,5	0,8	175,0
0,0	1,8	0,5	0,7	175,0
0,0	1,7	0,5	0,7	175,0
0,0	1,7	0,5	0,8	175,0
0,0	1,7	0,5	0,8	175,0
0,0	1,7	0,5	0,8	175,0
0,0	1,7	0,5	0,8	175,0
0,0	1,8	0,5	0,8	175,0
0,0	1,8	0,5	0,9	175,0
0,0	1,8	0,5	0,9	175,0

0,0	1,8	0,5	0,9	175,0
0,0	1,8	0,5	0,9	175,0
0,0	1,8	0,5	0,9	175,0
0,0	1,8	0,5	0,9	175,0
0,0	1,8	0,5	0,1	175,0
0,0	1,8	0,5	0,1	175,0
0,0	1,8	0,5	0,1	175,0
0,0	1,6	0,5	0,0	175,0
0,0	1,6	0,5	0,0	175,0
0,0	1,7	0,5	0,1	175,0
0,0	1,7	0,5	0,2	175,0
0,0	1,8	0,5	0,2	175,0
0,0	1,8	0,5	0,1	175,0
0,0	1,8	0,5	0,9	175,0
0,0	1,8	0,5	0,9	175,0
0,0	1,8	0,5	0,1	175,0
0,0	1,8	0,5	0,1	175,0
0,0	1,8	0,5	0,1	175,0
0,0	1,8	0,5	0,0	175,0
0,0	1,8	0,5	0,0	140,0
0,0	1,7	0,5	0,1	140,0
0,0	1,6	0,5	0,2	140,0
0,0	1,6	0,5	0,2	140,0
0,0	1,6	0,5	0,1	140,0
0,0	1,6	0,5	0,0	140,0
0,0	1,6	0,5	0,0	0,0

4. Tabel pengujian kecepatan putaran mesin 360 rpm.

<i>Load Cell 1</i> (N)	<i>Load Cell 2</i> (N)	<i>Load Cell 3</i> (N)	<i>Load Cell 4</i> (N)	<i>Putaran</i> (Rpm)
0,0	0,0	0,0	0,0	400,0
0,0	0,0	0,0	0,0	400,0
0,0	0,0	0,0	0,0	400,0
0,0	0,0	0,0	0,6	400,0
0,0	0,0	0,0	0,6	400,0
0,0	0,0	0,0	0,6	400,0
0,0	0,0	0,0	0,6	400,0
0,0	0,0	0,0	0,8	400,0
0,0	0,0	0,0	0,8	400,0
0,0	0,0	0,0	0,8	400,0
0,0	0,0	0,0	0,9	360,0
0,0	0,0	0,0	0,8	360,0

0,0	0,0	0,0	0,8	360,0
0,0	0,0	0,0	0,8	360,0
0,0	0,0	0,0	0,8	360,0
0,0	0,0	0,0	0,8	360,0
0,0	0,0	0,0	0,9	360,0
0,0	0,0	0,0	0,9	360,0
0,0	0,0	0,0	0,8	360,0
0,0	0,0	0,0	0,8	360,0
0,0	4,7	0,0	0,9	360,0
0,0	4,7	0,0	1,1	360,0
0,0	4,7	0,0	1,0	360,0
0,0	3,7	0,0	0,9	360,0
0,0	3,7	0,0	0,9	360,0
0,0	3,6	0,0	0,8	360,0
0,0	1,5	0,0	1,0	360,0
0,0	1,7	0,0	1,0	360,0
0,0	1,5	0,0	0,9	360,0
0,0	1,5	0,0	0,9	360,0
0,0	1,5	0,0	0,9	360,0
0,0	1,5	0,0	0,8	360,0
0,0	1,4	0,0	0,8	360,0
0,0	1,5	0,0	0,9	360,0
0,0	0,8	0,0	0,9	320,0
0,0	0,5	0,0	0,8	320,0
0,0	0,5	0,0	0,8	320,0
0,0	0,5	0,0	0,8	320,0
0,0	0,5	0,0	0,9	320,0
0,0	0,5	0,0	0,9	320,0
0,0	0,6	0,0	0,8	320,0
0,0	0,6	0,0	0,8	320,0
0,0	0,6	0,0	0,8	320,0
0,0	0,5	0,0	0,8	320,0
0,0	0,5	0,0	0,8	320,0
0,0	0,4	0,0	0,8	320,0
0,0	0,3	0,0	0,8	320,0
0,0	0,3	0,0	0,8	320,0
0,0	0,4	0,0	0,8	320,0
0,0	0,3	0,0	0,8	320,0
0,0	0,4	0,0	0,8	320,0
0,0	0,4	0,0	0,8	320,0
0,0	0,4	0,0	0,8	320,0
0,0	0,4	0,0	0,9	320,0
0,0	0,4	0,0	0,8	280,0

0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,9	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	240,0
0,0	0,6	0,0	0,8	200,0
0,0	0,6	0,0	0,8	0,0

5. Tabel pengujian kecepatan putaran mesin 490 rpm.

<i>Load Cell 1</i> (N)	<i>Load Cell 2</i> (N)	<i>Load Cell 3</i> (N)	<i>Load Cell 4</i> (N)	<i>Putaran</i> (Rpm)
0,0	0,0	0,0	0,0	531,0
0,0	1,1	0,0	0,0	531,0
0,0	1,1	0,0	0,7	531,0
0,0	1,1	0,0	0,8	531,0
0,0	1,1	0,0	1,4	531,0
0,0	3,9	0,0	1,9	531,0
0,0	3,9	0,0	1,8	531,0
0,0	3,9	0,0	1,6	531,0
0,0	3,9	0,0	1,5	531,0
0,0	1,6	0,0	1,6	531,0
0,0	1,7	0,0	1,6	531,0
0,0	1,7	0,0	1,6	490,0
0,0	1,7	0,0	1,5	490,0
0,0	3,7	0,0	1,4	490,0
0,0	3,8	0,0	1,4	490,0
0,0	3,8	0,0	1,3	490,0
0,0	3,6	0,0	1,3	490,0
0,0	3,5	0,0	1,4	490,0
0,0	3,5	0,0	1,4	490,0
0,0	1,4	0,0	1,4	490,0
0,0	1,7	0,0	1,5	490,0
0,0	1,8	0,0	1,5	490,0
0,0	1,8	0,0	1,6	490,0
0,0	1,8	0,0	1,4	490,0
0,0	1,8	0,0	1,5	490,0

0,0	1,8	0,0	1,4	490,0
0,0	1,8	0,0	1,4	490,0
0,0	1,8	0,0	1,4	490,0
0,0	1,8	0,0	1,4	490,0
0,0	1,8	0,0	1,4	490,0
0,0	1,9	0,0	1,4	490,0
0,0	1,9	0,0	1,4	490,0
0,0	1,9	0,0	1,2	490,0
0,0	2,0	0,0	1,2	490,0
0,0	2,0	0,0	1,2	490,0
0,0	2,0	0,0	1,2	490,0
0,0	2,1	0,0	1,2	490,0
0,0	2,2	0,0	1,2	490,0
0,0	2,3	0,0	1,3	490,0
0,0	1,2	0,0	1,2	490,0
0,0	0,8	0,0	1,2	490,0
0,0	2,0	0,0	1,2	490,0
0,0	2,5	0,0	1,2	490,0
0,0	2,5	0,0	1,4	490,0
0,0	2,6	0,0	2,0	408,0
0,0	2,6	0,0	2,1	408,0
0,0	2,6	0,0	2,1	408,0
0,0	2,6	0,0	2,0	408,0
0,0	2,6	0,0	2,1	408,0
0,0	2,6	0,0	2,2	408,0
0,0	2,7	0,0	2,2	408,0
0,0	2,7	0,0	2,1	408,0
0,0	2,8	0,0	2,1	408,0
0,0	2,7	0,0	2,0	408,0
0,0	2,7	0,0	2,0	408,0
0,0	2,7	0,0	1,9	408,0
0,0	2,8	0,0	2,0	408,0
0,0	2,8	0,0	2,0	408,0
0,0	2,9	0,0	2,0	408,0
0,0	2,9	0,0	1,8	408,0
0,0	2,9	0,0	1,6	408,0
0,0	2,9	0,0	1,7	408,0
0,0	2,9	0,0	1,7	408,0
0,0	2,9	0,0	1,7	408,0
0,0	2,9	0,0	1,8	368,0
0,0	2,9	0,0	1,7	368,0
0,0	2,9	0,0	1,6	368,0
0,0	2,9	0,0	1,6	368,0

0,0	2,8	0,0	1,6	368,0
0,0	2,8	0,0	1,6	368,0
0,0	2,8	0,0	1,6	368,0
0,0	2,8	0,0	1,5	368,0
0,0	2,9	0,0	1,5	368,0
0,0	2,8	0,0	1,4	368,0
0,0	2,9	0,0	1,5	368,0
0,0	2,7	0,0	1,6	368,0
0,0	2,8	0,0	1,3	368,0
0,0	2,8	0,0	1,2	368,0
0,0	2,8	0,0	1,2	368,0
0,0	2,9	0,0	1,2	368,0
0,0	3,0	0,0	1,2	368,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,1	327,0
0,0	3,0	0,0	1,3	327,0
0,0	2,9	0,0	1,3	327,0
0,0	2,9	0,0	1,3	327,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,3	327,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,1	327,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,2	327,0
0,0	3,0	0,0	1,1	327,0
0,0	3,0	0,0	1,1	327,0
0,0	3,0	0,0	1,1	286,0
0,0	2,9	0,0	1,1	286,0
0,0	2,9	0,0	1,1	286,0
0,0	2,9	0,0	1,1	286,0
0,0	3,0	0,0	1,2	286,0
0,0	3,0	0,0	1,2	286,0
0,0	2,9	0,0	1,2	286,0
0,0	2,9	0,0	1,3	286,0
0,0	2,9	0,0	1,2	286,0
0,0	2,9	0,0	1,2	286,0
0,0	2,9	0,0	1,2	286,0
0,0	2,9	0,0	1,2	286,0

0,0	2,9	0,0	1,2	286,0
0,0	2,9	0,0	1,1	286,0
0,0	2,9	0,0	1,2	286,0
0,0	2,9	0,0	1,2	286,0
0,0	1,6	0,0	1,2	286,0
0,0	1,6	0,0	1,1	286,0
0,0	1,6	0,0	1,1	286,0
0,0	1,5	0,0	1,1	286,0
0,0	1,5	0,0	1,1	0,0

6. Tabel pengujian kecepatan putaran mesin 720 rpm.

<i>Load Cell 1</i> (N)	<i>Load Cell 2</i> (N)	<i>Load Cell 3</i> (N)	<i>Load Cell 4</i> (N)	<i>Putaran</i> (Rpm)
0,0	0,0	0,0	1,1	805,0
0,0	1,1	0,0	1,1	805,0
0,0	1,1	0,0	1,1	763,0
0,0	1,1	0,0	1,1	763,0
0,0	1,1	0,0	1,1	763,0
0,0	3,9	0,0	1,1	763,0
0,0	3,9	0,0	1,2	763,0
0,0	3,9	0,0	1,3	720,0
0,0	3,9	0,0	1,1	720,0
0,0	1,9	0,0	1,3	720,0
0,0	1,7	0,0	2,7	720,0
0,0	1,7	0,0	2,8	720,0
0,0	1,7	0,0	2,5	720,0
0,0	1,7	0,0	2,3	720,0
0,0	1,8	0,0	2,0	720,0
0,0	1,8	0,0	1,1	678,0
0,0	1,7	0,0	1,2	678,0
0,0	1,7	0,0	1,2	678,0
0,0	1,8	0,0	1,5	678,0
0,0	1,4	0,0	1,4	678,0
0,0	1,7	0,0	1,8	678,0
0,0	1,8	0,0	2,0	678,0
0,0	1,8	0,0	4,8	678,0
0,0	1,8	0,0	5,8	678,0
0,0	1,8	0,0	5,8	678,0
0,0	1,8	0,0	5,7	678,0
0,0	1,8	0,0	4,7	678,0
0,0	1,8	0,0	4,0	678,0
0,0	1,8	0,0	3,1	678,0

0,0	1,8	0,0	3,4	678,0
0,0	1,9	0,0	3,2	635,0
0,0	1,9	0,0	3,3	635,0
0,0	1,9	0,0	3,4	635,0
0,0	2,0	0,0	3,3	635,0
0,0	2,0	0,0	3,3	635,0
0,0	2,0	0,0	3,2	635,0
0,0	2,1	0,0	3,3	635,0
0,0	2,2	0,0	3,2	635,0
0,0	2,3	0,0	3,2	635,0
0,0	1,2	0,0	3,2	635,0
0,0	0,8	0,0	3,2	635,0
0,0	2,0	0,0	3,2	635,0
0,0	2,5	0,0	3,4	635,0
0,0	2,5	0,0	3,3	635,0
0,0	2,6	0,0	3,4	635,0
0,0	2,6	0,0	3,3	635,0
0,0	2,6	0,0	3,2	635,0
0,0	2,6	0,0	3,2	635,0
0,0	2,6	0,0	3,3	635,0
0,0	2,6	0,0	3,4	635,0
0,0	2,7	0,0	3,4	635,0
0,0	2,7	0,0	3,3	635,0
0,0	2,8	0,0	3,3	635,0
0,0	2,7	0,0	3,2	635,0
0,0	2,7	0,0	3,3	635,0
0,0	2,7	0,0	3,2	635,0
0,0	2,8	0,0	3,2	635,0
0,0	2,8	0,0	3,1	635,0
0,0	2,9	0,0	3,1	593,0
0,0	2,9	0,0	3,1	593,0
0,0	2,9	0,0	3,2	593,0
0,0	2,9	0,0	3,2	593,0
0,0	2,9	0,0	3,2	593,0
0,0	2,9	0,0	3,2	593,0
0,0	2,9	0,0	3,1	593,0
0,0	2,9	0,0	3,1	593,0
0,0	2,9	0,0	3,1	593,0
0,0	2,8	0,0	3,1	593,0
0,0	2,8	0,0	3,2	593,0
0,0	2,8	0,0	3,1	593,0
0,0	2,8	0,0	3,2	593,0

0,0	2,9	0,0	3,2	593,0
0,0	2,8	0,0	3,2	593,0
0,0	2,9	0,0	3,3	593,0
0,0	2,7	0,0	3,4	593,0
0,0	2,8	0,0	3,4	593,0
0,0	2,8	0,0	3,2	593,0
0,0	2,8	0,0	3,2	593,0
0,0	2,9	0,0	3,1	593,0
0,0	3,0	0,0	3,2	593,0
0,0	3,0	0,0	3,3	593,0
0,0	3,0	0,0	3,2	593,0
0,0	3,0	0,0	3,2	593,0
0,0	3,0	0,0	3,1	593,0
0,0	3,0	0,0	3,1	593,0
0,0	3,0	0,0	3,1	593,0
0,0	2,9	0,0	3,1	593,0
0,0	2,9	0,0	3,1	593,0
0,0	3,0	0,0	3,1	593,0
0,0	3,0	0,0	3,2	593,0
0,0	3,0	0,0	3,3	593,0
0,0	3,0	0,0	3,3	551,0
0,0	3,0	0,0	3,3	551,0
0,0	3,0	0,0	3,3	551,0
0,0	3,0	0,0	3,3	551,0
0,0	3,0	0,0	3,2	551,0
0,0	3,0	0,0	3,2	551,0
0,0	3,0	0,0	3,2	551,0
0,0	3,0	0,0	3,3	551,0
0,0	2,9	0,0	3,3	551,0
0,0	2,9	0,0	3,2	551,0
0,0	2,9	0,0	3,1	551,0
0,0	3,0	0,0	3,1	551,0
0,0	3,0	0,0	3,6	551,0
0,0	2,9	0,0	2,9	551,0
0,0	2,9	0,0	3,1	551,0
0,0	2,9	0,0	3,0	551,0
0,0	2,9	0,0	2,8	551,0
0,0	2,9	0,0	2,8	551,0
0,0	2,9	0,0	2,8	551,0
0,0	2,9	0,0	2,7	508,0
0,0	2,9	0,0	2,7	508,0
0,0	2,9	0,0	2,7	508,0
0,0	2,9	0,0	2,7	508,0

0,0	1,6	0,0	2,7	508,0
0,0	1,6	0,0	2,7	508,0
0,0	1,6	0,0	2,7	508,0
0,0	1,5	0,0	2,7	508,0
0,0	1,5	0,0	2,8	446,0
0,0	1,5	0,0	2,8	0,0

7. Gambar saat melakukan pengujian di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



8. Gambar saat melakukan pengujian bahan uji besi cor (*Cast Iron*) di Universitas Negeri Medan.





**LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**
Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate. Telp. (061) 6625971



SURAT KETERANGAN
No. 0014/LAB-MAT/I/2018

Tentang Pengujian Material

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr. Ir. Erma Yulia, MT.
Jabatan : Kepala Laboratorium Pengujian Material
Teknik Mesin Unimed

Menyatakan bahwa :

No	Nama	NPM	Jurusan	Fakultas/ Instansi
1	Choiri Rhomadan	1307230079	Teknik Mesin	FTI, UMSU

Adalah benar nama tersebut diatas telah melakukan pengujian material Metode Uji Komposisi di Laboratorium Pengujian Material Teknik Mesin UNIMED dalam pelaksanaan penelitian TUGAS AKHIR dengan data hasil terlampir.

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 7 Febuari 2018
Kepala



Dr. Ir. Erma Yulia, MT
NIP.19680611 199702 2 001

LABORATORIUM/WORKSHOP TEKNIK MESIN
 UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
 Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate 20221
 Medan - Sumatera Utara
 Telp. (061) 6625971/085206008181

WORDLWIDE ANALYTICAL SYSTEMS AG
 WAS Sampel Testing of Different Qualities



Chemical Result

Sample ID	131	Material	Beesi Tuang
Customer	Choiri FT.DMSO	Dimension	-
Institution	Universitas Negeri Medan	Filler Metal	-
Lab No	131/Lab-Mat/1/2018	Heat Treatment	-
PTQ No	0	Heat No	-

	Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
1	87.3	> 4.50	1.16	0.568	0.338	> 0.300	0.110	0.0895
2	85.7	> 4.50	1.13	0.548	0.311	> 0.300	0.106	0.0761
3	77.0	> 4.50	1.15	0.478	> 0.700	> 0.300	0.125	0.135
Ave	83.3	> 4.50	1.15	0.531	0.462	> 0.300	0.114	0.100

	Ni	Al	Co	Cu	Nb	Ti	V	W
1	0.981	0.0086	0.0022	1.18	0.0481	0.0357	0.0564	0.204
2	2.00	0.0139	0.0011	1.26	0.0432	0.0313	0.0613	0.190
3	6.39	0.0209	< 0.0010	2.27	0.0831	0.0301	0.0784	1.18
Ave	3.12	0.0145	0.0011	1.57	0.0581	0.0324	0.0653	0.527

	Pb
1	0.111
2	0.0991
3	> 0.200
Ave	> 0.200

Date 06/01/2018
 Tester
 Engineer Mhd. Agus Salim, S.T.
 University State University of Medan
 Foundry Master Grade

Kepala Laboratorium


 Dr. Hana Y.
 1998061

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Choiri Rhomadan
NPM : 1307230079
Tempat /Tanggal Lahir : Aek Kanopan, 01 Maret 1995
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jln. Budi Luhur Gang Keluarga Baru Kel.
Dwikora Kec. Medan Helvetia
Nomor HP : 082165512408
Email : Choirirhomadan07@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Azhar Arif Ali
Ibu : Maskanawati Nasution

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD SWASTA ALWASHLIYAH 87 LEDONG TIMUR
KECAMATAN AEK KUASAN ASAHAN
2007-2010 : SMP NEGERI 1 AEK LEDONG ASAHAN
2010-2013 : SMK SWASTA PELITA 1 AEK KANOPAN KABUPATEN
LABUHANBATU UTARA