

**UJI KEMAMPUAN KEDALAMAN PEMOTONGAN *ENDMILL*
HSS DIAMETER 16 MM TERHADAP MATERIAL S50C DI
MESIN *MILLING* LAGUN FU 100 (LFR 24)**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Jihanizar Fadil Muhammad

220411014



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Uji Kemampuan Kedalaman Pemotongan *Endmill* HSS Diameter
16 mm terhadap Material S50C di Mesin *Milling* Lagun FU 100
(LFR 24)**

Oleh:

Jihanizar Fadil Muhammad

220411014

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 29 Agustus 2024

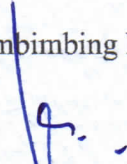
Disetujui,

Pembimbing I,



Antonius Adi Soetopo, S.ST., M.T.
NIP. 196506102003121001

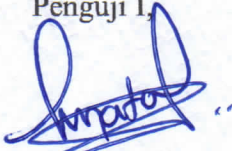
Pembimbing II,



Haris Setiawan, S.ST., M.T.
NIP. 197512042001121001

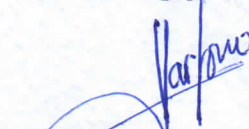
Disahkan,

Penguji I,



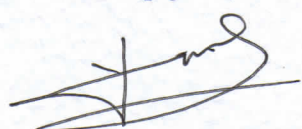
Jata Budiman, S.ST., M.T.
NIP. 197703052006041012

Penguji II,



**Hartono Widjaja, S.ST.,
M.T.**
NIP. 196111201988031003

Penguji III,



**Yogi Muldani H, S.ST.,
M.T., Ph.D., IPM**
NIP. 198611222009121004

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

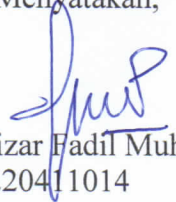
Nama	:	Jihanizar Fadil Muhammad
NIM	:	220411014
Jurusan	:	Teknik Manufaktur
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Uji Kemampuan Kedalaman Pemotongan Endmill HSS Diameter 16 mm terhadap Material S50C di Mesin Milling Lagun FU 100 (LFR 24)

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 29 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,


(Jihanizar Fadil Muhammad)
NIM 220411014

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

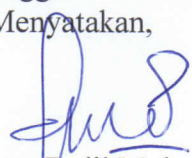
Nama : Jihanizar Fadil Muhammad
NIM : 220411014
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Uji Kemampuan Kedalaman Pemotongan
Endmill HSS Diameter 16 mm terhadap
Material S50C di Mesin Milling Lagun FU 100
(LFR 24)

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 29 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,


(Jihanizar Fadil Muhammad)
NIM 220411014

MOTO PRIBADI

لَا حَوْلَ وَلَا قُوَّةَ إِلَّا بِاللَّهِ

La Hawla Wala Quwwata illa Billah

“Tidak ada daya dan kekuatan kecuali atas izin Allah Subhanahu Wa Ta’ala”

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak-kakak saya, dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan Katsiran

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembahyan yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Uji Kemampuan Kedalaman Pemotongan *Endmill* HSS Diameter 16 mm terhadap Material S50C di Mesin *Milling* Lagun FU 100 (LFR 24)”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Teristimewa kepada Orang Tua penulis dan yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Antonius Adi Soetopo, SST., MT dan Bapak Haris Setiawan, SST., MT yang selalu mendampingi dan memberikan banyak masukan dan kritikan kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Bapak Haris Setiawan, SST., MT yang memberikan sosialisasi mengenai pelaksanaan tugas akhir ini.

4. Untuk kakak-kakak saya yang telah membantu dalam menyusun dan memberi masukan terkait penulisan pada tugas akhir ini.
5. Serta untuk teman-teman kelas MED 2020 yang memberikan semangat selama masa perkuliahan ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 29-08-2024

Penulis

ABSTRAK

Proses *milling* merupakan proses konvensional yang membutuhkan alat potong lebih keras dari material benda kerja. Pada proses *milling*, salah satu alat potong atau *cutter* yang digunakan adalah jenis *endmill* HSS yang memiliki nilai kekerasan sekitar 735 HB (*Hardness Brinell*). *Endmill* HSS biasa digunakan sebagai alat potong utama dalam media pembelajaran untuk proses pemesinan *milling* dasar. Pada proses pemesinan *milling*, benda kerja adalah objek untuk membentuk suatu bentuk tertentu yang dikehendaki sesuai dengan kemampuan mesin dan gambar kerjanya. Salah satu material benda kerja yang mampu diproses *milling* adalah material S45C/S50C yang memiliki nilai kekerasan hingga 220 HB. Mesin yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan mesin *milling* konvensional yang dimiliki di laboratorium Manufaktur, yaitu mesin Lagun FU 100. Proses pengujian menggunakan kecepatan potong 18 m/min dengan kecepatan spindle 350 rpm dan kecepatan pemakanan sebesar 30 mm/min.

Proses pengujian dimulai dengan menghitung gaya tangensial yang terjadi secara teoritis, didapatkan gaya tangensial terbesar ketika melakukan kedalaman pemotongan 40 mm dengan nilai 2220 N, torsi pada cutter sebesar 17,76 Nm, *power* pada cutter sebesar 0,67 Kw, dan *power* pada motor sebesar 0,897 kw. Perhitungan defleksi pada pahat didapatkan nilai paling besar 0,093 mm berdasarkan simulasi, sedangkan untuk nilai *stress* terbesar berdasarkan hasil simulasi adalah 224,5N/mm². Hasil pengujian pada mesin *milling* Lagun didapatkan bahwa *end mill* HSS-Co mampu memotong material S50C hingga kedalaman 40 mm, tetapi dengan mempertimbangkan hasil pemesinan dan kemampuan mesin, pemotongan efektif hingga kedalaman 20 mm.

Kata kunci: kedalaman pemotongan, S50C, *endmill* HSS-Co, gaya tangensial.

ABSTRACT

The milling process is a conventional process that requires a cutting tool harder than the workpiece material. In the milling process, one of the cutting tools or cutters used is the HSS endmill type which has a hardness value of around 735 HB (Hardness Brinell). HSS endmills are commonly used as the main cutting tool in learning media for basic milling machining processes. In the milling machining process, the workpiece is an object to form a certain desired shape according to the machine's capabilities and working drawings. One of the workpiece materials that can be milled is the S45C/S50C material which has a hardness value of up to 220 HB. The machine used in this study is a conventional milling machine owned by the manufacturing laboratory, namely the Lagun FU 100 machine. The testing process uses a cutting speed of 18 m/min with a spindle speed of 350 rpm and a feed speed of 30 mm/min.

The testing process begins by calculating the tangential force that occurs theoretically, the largest tangential force is obtained when performing a cutting depth of 40 mm with a value of 2220N, the torque on the motor is 17.76 Nm, the power on the cutter is 0.67 Kw, and the power on the motor is 0.897 kw. The calculation of the deflection on the chisel obtained the largest value of 0.093 mm, while the largest stress value based on the simulation results is 224,5N / mm ². The test results on the Lagun milling machine showed that the HSS-Co end mill was able to cut S50C material to a depth of 40 mm, but considering the machining results and machine capabilities, effective cutting to a depth of 20 mm.

Keywords: Depth of cut, S50C, endmill HSS-Co, tangential force.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-4
I.3 Batasan Masalah.....	I-5
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-5
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 <i>End Milling Processes</i>	II-1
II.1.2 <i>Cutter End Mill</i>	II-1
II.1.3 HSS-Co	II-3
II.1.4 S50C.....	II-3
II.1.5 Parameter Pemesinan	II-5
II.1.6 Media Pendinginan.....	II-8
II.1.7 Pencekaman.....	II-8
II.1.8 Gaya Pemotongan	II-9
II.1.9 <i>Stress-Strain</i>	II-13
II.1.10 Defleksi Pahat <i>Endmill</i>	II-14
II.2 Tinjauan Alat.....	II-16
II.2.1 Tacho meter.....	II-16
II.2.2 Thermo gun	II-17
II.2.3 Dial Jarum	II-17

II.2.4	Mesin Uji Kekerasan Material	II-18
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-18
BAB III	METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1	Metode Penelitian	III-1
III.2	Metode Pengolahan Data	III-1
III.3	Diagram Alir Penelitian	III-1
III.4	Tempat dan Waktu Penelitian.....	III-5
III.5	Instrumen Penelitian	III-6
III.5.1	Mesin <i>Milling</i> Lagun FU 100.....	III-6
III.5.2	ANSYS.....	III-7
III.6	Pertimbangan Pemilihan Objek Penelitian	III-7
III.6.1	Pemilihan <i>Tool</i>	III-7
III.6.2	Pemilihan <i>Interval Depth of Cut</i>	III-9
III.6.3	Pemilihan Material	III-9
III.6.4	Pemilihan Parameter	III-10
III.7	Langkah Pengoperasian Mesin	III-10
III.8	Skenario Penelitian	III-11
III.8.1	Persiapan Penelitian	III-11
III.8.2	Pengujian Material S50C	III-11
III.8.3	Simulasi Fitur Static Structural ANSYS	III-12
III.8.4	Tabel Data Perhitungan.....	III-13
III.8.5	Pengujian.....	III-14
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
IV.1	Data Hasil Perhitungan Teoritis.....	IV-1
IV.1.1	Hasil Perhitungan Gaya Tangensial	IV-1
IV.1.2	Hasil Perhitungan Torsi Pada <i>Cutter</i>	IV-20
IV.1.3	Hasil Perhitungan <i>Power</i>	IV-23
IV.1.4	Data Defleksi <i>End Mill</i>	IV-27
IV.2	Data <i>Stress End Mill</i> Hasil Software ANSYS	IV-31
IV.3	Hasil Pengujian Di Mesin <i>Milling</i> Lagun.....	IV-32
BAB V	PENUTUP	V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA		iii
LAMPIRAN 1.....		vi

LAMPIRAN 2.....	vii
LAMPIRAN 3.....	viii
LAMPIRAN 4.....	xx
LAMPIRAN 5.....	xxii

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Penjelasan diagram alir	III-2
Tabel III. 2 Spesifikasi Mesin Lagun FU 100.....	III-6
Tabel III. 3 Hasil pengujian kekerasan material S50C	III-12
Tabel III. 4 <i>Form</i> pengujian.....	III-14
Tabel IV. 1 <i>Cross sectional area of uncut chip</i> untuk <i>doc</i> 5 mm	IV-3
Tabel IV. 2 Gaya tangensial untuk <i>doc</i> 5mm.....	IV-6
Tabel IV. 3 Gaya Tangensial untuk <i>doc</i> 10 mm	IV-7
Tabel IV. 4 Gaya Tangensial untuk <i>doc</i> 15 mm	IV-9
Tabel IV. 5 Gaya tangensial untuk <i>doc</i> 20 mm.....	IV-11
Tabel IV. 6 Gaya Tangensial untuk <i>doc</i> 25 mm	IV-13
Tabel IV. 7 Gaya tangensial untuk <i>doc</i> 30 mm.....	IV-15
Tabel IV. 8 Gaya tangensial untuk <i>doc</i> 35 mm.....	IV-17
Tabel IV. 10 Gaya tangensial untuk <i>doc</i> 40 mm.....	IV-19
Tabel IV. 11 Tabel Torsi pada <i>Cutter</i>	IV-22
Tabel IV. 12 Tabel <i>Power</i> yang Dibutuhkan	IV-26
Tabel IV. 13 Tabel Perhitungan Nilai Defleksi <i>Tool</i>	IV-28
Tabel IV. 14 Hasil Pengukuran.....	IV-44
Tabel IV. 15 Rata-rata pengukuran.....	IV-44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Daftar Rpm Mesin Lagun FU100.....	I-2
Gambar 1. 2 Daftar Feedrate mesin Lagun FU100	I-3
Gambar 1. 3 ANSYS <i>Cutting Tool Analysis</i>	I-3
Gambar II. 1 Ilustrasi proses <i>end milling</i>	II-1
Gambar II. 2 Anatomi <i>cutter end mill</i>	II-2
Gambar II. 3 Jenis <i>rake angle</i>	II-2
Gambar II. 4 Komposisi material HSS-Co[4].....	II-3
Gambar II. 5 Sifat material HSS-Co[4].....	II-3
Gambar II. 6 Komposisi bahan S50C [6].....	II-4
Gambar II. 7 Nama material S50C untuk berbagai standar[2].....	II-4
Gambar II. 8 Sifat material S50C [2]	II-4
Gambar II. 9 <i>Feed per tooth</i>	II-5
Gambar II. 10 Jenis <i>depth of cut</i>	II-6
Gambar II. 11 Tabel <i>cutting speed</i> (vc)	II-7
Gambar II. 12 Pencekaman pada benda kerja (a) pencekaman yang salah, (b) pencekaman yang benar	II-9
Gambar II. 13 Sudut <i>Cutting Edge</i> [7].....	II-10
Gambar II. 14 Geometri dari pergerakan benda kerja[10]	II-11
Gambar II. 15 Faktor kemampuan pemesinan [7]	II-11
Gambar II. 16 Faktor keausan pahat [7].....	II-12
Gambar II. 17 Faktor efisiensi mesin	II-13
Gambar II. 18 Defleksi <i>tool</i>	II-14
Gambar II. 19 Defleksi pada batang kantilever	II-15
Gambar II. 20 Defleksi <i>tool</i> akibat gaya tangensial	II-15
Gambar II. 21 Tacho meter	II-16
Gambar II. 22 <i>Thermo gun</i>	II-17
Gambar II. 23 Dial jarum	II-17
Gambar II. 24 Alat uji kekerasan material	II-18
Gambar III. 1 Diagram alir penelitian.....	III-2
Gambar III. 2 Laboratorium Jurusan Teknik Manufaktur	III-5
Gambar III. 3 Mesin <i>Milling</i> Lagun FU 100.....	III-6

Gambar III. 4 Pemilihan jumlah mata potong katalog Nachi	III-8
Gambar III. 5 Pemilihan sudut heliks pada <i>cutter</i>	III-9
Gambar III. 6 Kecepatan spindel mesin milling lagun	III-11
Gambar III. 7 Langkah pembuatan simulasi	III-12
Gambar III. 8 <i>Form</i> data perhitungan teoritis proses <i>milling</i>	III-13
Gambar IV. 1 <i>Cross sectional area of uncut chip</i> hingga kedalaman 40 mm ..	IV-4
Gambar IV. 2 Gaya tangensial diarea pemotongan untuk doc 5mm	IV-6
Gambar IV. 3 Gaya tangensial diarea pemotongan untuk doc 10 mm	IV-8
Gambar IV. 4 Gaya Tangensial diarea pemotongan untuk doc 15 mm	IV-10
Gambar IV. 5 Gaya Tangensial diarea pemotongan untuk doc 20 mm	IV-12
Gambar IV. 6 Gaya tangensial diarea pemotongan untuk doc 25 mm	IV-14
Gambar IV. 7 Gaya tangensial diarea pemotongan untuk doc 30 mm	IV-16
Gambar IV. 8 Gaya tangensial diarea pemotongan untuk doc 35 mm	IV-18
Gambar IV. 9 Gaya tangensial diarea pemotongan untuk doc 40 mm	IV-20
Gambar IV. 10 Grafik Torsi terhadap <i>Depth of Cut</i>	IV-22
Gambar IV. 11 Grafik Hubungan <i>Power</i> terhadap <i>Depth of Cut</i>	IV-26
Gambar IV. 12 Gambar batang kantilever dikenai beban pada posisi tertentu...	IV-27
Gambar IV. 13 Grafik <i>Depth of Cut</i> terhadap Nilai Defleksi <i>End Mill</i>	IV-29
Gambar IV. 14 Defleksi hasil simulasi pada <i>depth of cut</i> 40 mm.....	IV-30
Gambar IV. 15 Mengukur besaran deviasi α_1 dan α_2	IV-31
Gambar IV. 16 Hasil pengukuran defleksi eksperimen	IV-31
Gambar IV. 17 Simulasi <i>Static Stuctural</i>	IV-32
Gambar IV. 18 <i>Collet</i> ukuran 16-17 mm	IV-33
Gambar IV. 19 Hasil pemotongan 7 mm	IV-35
Gambar IV. 20 Pengukuran hasil pemotongan 10 mm	IV-36
Gambar IV. 21 Hasil <i>doc</i> 20 mm yang mengalami penambahan nilai <i>doc</i>	IV-36
Gambar IV. 22 Hasil pengukuran <i>doc</i> 10 mm	IV-37
Gambar IV. 23 Hasil pengukuran <i>doc</i> 20mm diakhir pemotongan	IV-38
Gambar IV. 24 Hasil Pemotongan 20 mm	IV-38
Gambar IV. 25 Hasil Pengukuran Pemotongan 20 mm.....	IV-39
Gambar IV. 26 <i>End Mill</i> mengalami penurunan posisi.....	IV-39

Gambar IV. 27 Collet ISO40 ukuran 16 mm	IV-40
Gambar IV. 28 Notasi Pengukuran Benda Kerja	IV-44
Gambar IV. 29 Grafik hasil pengukuran berdasarkan nilai rata-rata lebar pemotongan.....	IV-45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 pengujian Kekerasan material S50C.....	vi
Lampiran 2 Pengujian kekeraan End mill HSS-Co.....	vii
Lampiran 3 Pengukuran hasil pemotongan.....	viii
Lampiran 4 <i>Form maintenance</i> Mesin Lagun FU 100 LFR 24	xx
Lampiran 5 Defleksi Pada Endmill HSS Berdasarkan Simulasi Software ANSYS	xxii

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Milling merupakan operasi pemesinan untuk melakukan pemotongan terhadap benda kerja menggunakan alat potong yang berputar sehingga menjadi bentuk yang diinginkan [1]. Proses *milling* merupakan proses konvensional yang membutuhkan alat potong lebih keras dari material benda kerja.

Penggunaan material alat potong pada pemesinan *milling* sangat mempengaruhi hasil pemesinan. Salah satu material alat potong pada proses pemesinan *milling* adalah HSS (*High Speed Steel*). Walaupun saat ini terdapat banyak jenis material alat potong yang digunakan pada proses pemesinan *milling*, material HSS tetap digunakan untuk memotong material pada proses *milling* terutama untuk material yang lunak.

Salah satu jenis alat potong yang digunakan pada proses *milling* adalah *endmill*. *Endmill* digunakan untuk membuat berbagai profil *cavity* dan alur di pemesinan dasar *milling*[2]. Salah satu material *endmill* adalah HSS. *Endmill* HSS biasa digunakan sebagai alat potong utama dalam media pembelajaran untuk proses pemesinan *milling* dasar. Biaya yang *relative* lebih murah dibandingkan material *endmill carbide* juga kecepatan potong yang tidak terlalu cepat menjadi alasan *endmill* HSS digunakan sebagai media pembelajaran mahasiswa. Sebelum banyaknya penggunaan *endmill carbide*, *endmill* HSS merupakan pilihan utama pada proses pemesinan *milling*. HSS memiliki nilai kekerasan antara 658-752 HB (*Harness Brinell*). Dari data-data tersebut, HSS merupakan material yang tangguh dengan harga yang *relative* lebih murah serta *endmill* HSS dapat diasah kembali menjadi salah satu faktor *endmill* HSS digunakan untuk proses pemesinan *milling*.

Pada pemesinan *milling*, benda kerja adalah objek untuk membentuk suatu bentuk tertentu yang dikehendaki sesuai dengan kemampuan mesin dan gambar kerjanya. Salah satu material benda kerja yang mampu diproses *milling* adalah material S50C. S50C merupakan jenis baja pemesinan (*machinery steel*) yang termasuk pada baja paduan karbon sedang (*medium carbon steel*) sekitar 0,50%C dengan nilai kekerasan antara 160-220 HB[3]. Baja S50C sering digunakan sebagai bahan utama

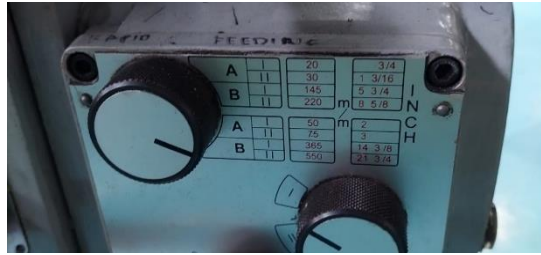
peralatan mesin dan konstruksi pada mesin seperti pena, pasak, roda gigi, dan poros[4]. Sifat unggul material S50C yaitu sedikit ulet, mampu dilakukan pemesinan, dan tangguh[4]. Dari data-data tersebut, dapat disimpulkan bahwa HSS mampu memotong material S50C karena memiliki nilai HB yang lebih tinggi dibandingkan material HSS.

Selain kemampuan alat potong dalam memotong benda kerja, kemampuan mesin juga perlu diperhatikan. Mesin *milling* konvensional yang digunakan harus memiliki spesifikasi yang mampu melaksanakan proses pemotongan tersebut. Salah satu mesin *milling* konvensional yang dimiliki di laboratorium Manufaktur adalah mesin Lagun FU 100. Spesifikasi motor *spindle* mesin ini adalah 1,5 Kw dan tenaga motor *feeding* otomatisnya sebesar 0,55 Kw. Untuk *spindle speed*, mesin Lagun memiliki 2 pilihan kecepatan dengan tiap pilihan kecepatan mempunyai 3 tingkatan. Berikut ini ditampilkan kecepatan *spindle* pada mesin Lagun FU 100:



Gambar 1. 1 Daftar Rpm Mesin Lagun FU100

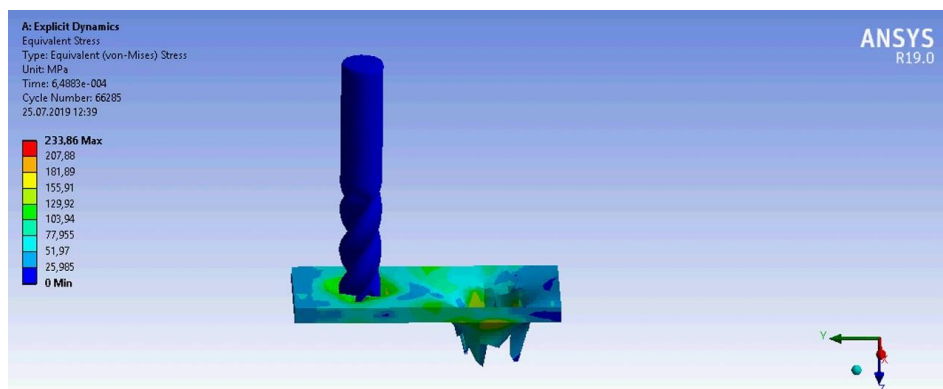
Sementara untuk *feedrate*, mesin Lagun FU 100 dilengkapi dengan 2 pilihan pemakanan dan tiap pilihan pemakanan mempunyai 2 tingkatan. Berikut ini ditampilkan tabel *feeding* pada mesin Lagun FU 100:



Gambar 1. 2 Daftar Feedrate mesin Lagun FU100

Penggunaan mesin *milling* Lagun yang mempunyai daya motor spindel 1,5 kilowatt adalah untuk mengetahui kemampuan kedalaman pemotongan efektif yang mampu dilakukan terhadap material S50C menggunakan *end mill* HSS-Co. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk melakukan operasi pemotongan dengan spesifikasi material dan alat potong yang serupa. Kemampuan memotong benda kerja dalam satu kali pemakanan juga dipengaruhi oleh alat potong *Endmill* HSS yang digunakan. Dalam hal ini, *endmill* HSS diameter 16mm digunakan dalam penelitian untuk mengetahui kemampuannya dalam memotong benda kerja S50C dalam sekali pemakanan berdasarkan kedalaman pemotongannya.

Saat ini, media untuk melakukan suatu pengujian banyak ditemukan, salah satunya adalah menggunakan *software* 3D untuk menyimulasikan apa yang akan terjadi pada suatu pengujian. Salah satu *software* 3D yang mampu menyimulasikan bagaimana kemampuan suatu alat potong ketika melakukan pemotongan adalah *software* ANSYS. Hasil dari simulasi ini adalah dengan melihat bagian mana yang mendapatkan *stress* terbesar yang ditunjukkan dengan adanya perubahan warna.



Gambar 1. 3 ANSYS Cutting Tool Analysis

Proses simulasi ini digunakan untuk membandingkan hasil simulasi berupa defleksi dan stress alat potong pada *software* dengan yang terjadi saat melakukan pengujian dengan mesin *milling* Lagun FU100. Penggunaan *software* ANSYS sebelumnya belum pernah digunakan untuk melakukan simulasi terhadap kemampuan alat potong sebagai media pembanding sehingga memiliki potensi untuk digunakan sebagai media pembelajaran di jurusan Teknik Manufaktur.

Pemotongan menggunakan *endmill* HSS pada proses *milling* banyak dilakukan dengan tingkat kedalaman pemotongan yang relatif kecil, hal ini tentu dapat membuat proses pemotongan berlangsung lebih lama. Pemotongan juga dilakukan tanpa mengetahui kemampuan daya motor mesin, sehingga proses untuk memotong hingga kedalaman yang efektif tidak dapat dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mendapatkan data dan menjadi referensi tentang proses pemotongan berdasarkan *depth of cut* dengan menggunakan *Endmill* HSS terhadap material S50C di mesin *milling* Lagun FU 100 yang mempunyai daya motor spindel 1,5 kilowatt.

Adanya penambahan dalam mengembangkan pengetahuan khususnya dibidang pemesinan dasar dengan mengambil data aktual di mesin dan hasil simulasi *software* diharapkan menambah sarana pengetahuan bagi Mahasiswa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kedalaman pemotongan yang mampu dilakukan alat potong *Endmill* HSS memotong material S50C pada mesin *milling* Lagun FU100 yang dibandingkan dengan hasil simulasi *software* ANSYS versi *student*.

I.2 Rumusan Masalah

Dalam mengatasi permasalahan ini, beberapa permasalahan yang harus diselesaikan dalam pengujian kemampuan alat potong *endmill* HSS ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perhitungan teoritis untuk mesin *milling* Lagun FU100 dalam melakukan proses uji kedalaman pemotongan *Endmill* HSS terhadap material S50C?
2. Bagaimana nilai *stress* yang didapatkan pada kedalaman pemotongan maksimum menggunakan *software* ANSYS?

3. Bagaimana hasil pengujian kedalaman pemotongan *end mill* HSS di mesin *milling* Lagun terhadap material S50C?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Menggunakan *cutter endmill* HSS-Co (Cobalt) Merek NACHI diameter 16 mm dan material benda kerja adalah S50C ukuran 75x50x50mm.
2. Parameter pemotongan yang tidak diubah adalah kecepatan pemakanan (*feed rate*) sebesar 30 mm/min, kecepatan putar *spindle* (*spindle speed*) sebesar 350 rpm, sedangkan parameter yang diubah adalah kedalaman pemotongan (*depth of cut*) dengan interval 5 mm.
3. Selama proses pengujian, menggunakan pendingin atau pemakaian *coolant* tipe *soluble oil* dan aquades.
4. Pengambilan data dan proses pengujian menggunakan mesin *milling* konvensional Lagun tipe FU 100 (LFR 24).
5. Proses *milling* yang dilakukan adalah proses *slotting* atau *end milling*.
6. Mesin yang digunakan untuk proses pengujian dalam kondisi layak digunakan dan sedang tidak dalam masa perawatan.
7. Menggunakan *software* analisis ANSYS versi student 2024 dengan fitur analisis bernama *static structural*.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan pembuatan Tugas Akhir ini secara umum adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil kemampuan kedalaman pemotongan yang dapat dilakukan oleh *end mill* HSS terhadap material S50C secara perhitungan teoritis.
2. Untuk mendapatkan nilai *stress* pada kedalaman pemotongan maksimum menggunakan *software* ANSYS berdasarkan hasil perhitungan pada tujuan pertama.
3. Menghasilkan nilai kedalaman pemotongan yang dapat dilakukan oleh *end mill* HSS terhadap material S50C di mesin *milling* lagun FU100.

Melalui pembuatan Tugas Akhir ini diharapkan diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Diharapkan dapat menjadi pengetahuan dan menjadi bahan literasi tambahan untuk Mahasiswa mengenai proses pemesinan *milling* konvensional.
2. Diharapkan dapat menjadi referensi bagi Mahasiswa dalam pengembangan ilmu khususnya mengenai ilmu teknik manufaktur.
3. Dapat bermanfaat untuk kepentingan akademik khususnya di bidang Teknik Manufaktur.
4. Bagi penulis, diharapkan dapat bermanfaat dalam mengamalkan ilmu selama masa kuliah dan menambah ilmu selama pembuatan Tugas Akhir.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum penelitian serta perancangan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan mengenai penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.