

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *FEED PER TOOTH* DAN
KECEPATAN PUTARAN *SPINDLE* TERHADAP TINGKAT
KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM MELALUI PROSES CNC
*MILLING SUPERMILL ES-200-S***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan menyelesaikan
Program Pendidikan Strata Satu (S-1)



Oleh:

**DARMANSYAH HALIMY
41187001170009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM “45”
BEKASI
2022**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *FEED PER TOOTH* DAN KECEPATAN
PUTARAN *SPINDLE* TERHADAP TINGKAT KEKASARAN
PERMUKAAN ALUMINIUM MELALUI PROSES CNC MILLING
*SUPERMILL ES-200-S***

Dipersiapkan dan disusun oleh

Darmansyah Halimy
41187001170009

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
pada tanggal 28 Juli 2022

Disetujui oleh

Pembimbing I



Riri Sadiana, S.Pd., M.Si.
45104052015009

Pembimbing II



Gery Setiadi, S.Pd., M.T.
45403012017021

Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Bekasi, 28 Juli 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.
45101032013007

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dipertahankan di depan tim penguji sidang skripsi dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi

ANALISIS PENGARUH VARIASI *FEED PER TOOTH* DAN KECEPATAN PUTARAN *SPINDLE* TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM MELALUI PROSES *CNC MILLING* *SUPERMILL ES-100-S*

Nama : Darmasayah Hafidry
NPM : 41187001170009
Program Studi : Mesin S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 28 Juli 2022

Tim Penguji

Anggota Dewan Pengaji:

Nama

Tanda Tangan

1. Taufiqur Rokhman, S.T., M.T.

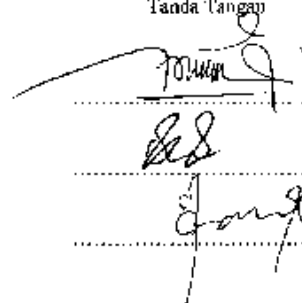
45101022008001

2. Paridawati, S.T., M.T.

451110182009024

3. Aep Surahro, S.T., M.T.

45114082009025



PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Darmansyah Halimy

NPM : 41187001170009

Program Studi : Mesin S1

Fakultas : Teknik

E-mail : halimydamansyah@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH VARIASI *FEED PER TOOTH* DAN KECEPATAN PUTARAN *SPINDLE* TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM MELALUI PROSES CNC *MILLING SUPERMILL ES-200-S*”** bebas dari plagiarisme. Rujukan penulisan sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku umum.

Bekasi, 28 Juli 2022

Yang buat pernyataan


(Darmansyah Halimy)

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN MOTTO

MOTTO

“Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat” [QS. Al-mujadalah : 11]

“Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui, sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran” [QS. Az-Zumar : 9]

"Dan orang-orang yang bersungguh-sungguh untuk (mencari keridhaan) Kami, benar-benar akan Kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan Kami. Dan sesungguhnya Allah benar-benar beserta orang-orang yang berbuat baik" [Al-'Ankabut : 69]

PERSEMBAHAN

skripsi ini adalah salah satu syarat terakhir untuk mendapatkan gelar, maka dari itu saya mengucapkan terimakasih kepada ayah dan ibu yang telah ikut berjuang, memberikan semangat serta kepercayaan kepada saya. Pencapaian ini adalah persembahan istimewa untuk ayah dan ibu.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan berkah, rahmat, dan hidayah- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ANALISIS PENGARUH VARIASI *FEED PER TOOTH* DAN KECEPATAN PUTARAN *SPINDLE* TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN ALUMUNIUM MELALUI PROSES CNC *MILLING SUPERMILL ES-200-S*”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya skripsi ini berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dengan segenap rasa tulus dan segenap kerendahan hati penulis sampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak R.Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 atas bimbingan, saran dan motivasi yang diberikan.
2. Bapak Riri Sadiana, S.Pd., M.Si. selaku dosen Pembimbing Skripsi I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi untuk setiap kerumitan atas kesulitan dalam skripsi ini.
3. Bapak Geri Setiadi, S.Pd., M.T. selaku dosen Pembimbing Skripsi II yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi untuk setiap kerumitan atas kesulitan dalam skripsi ini.
4. Semua Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam “45” Bekasi.
5. Staff Perpustakaan Universitas Islam “45” Bekasi.
6. Kedua orang tua, ayahanda tercinta Hermanto dan ibunda tersayang Alis Sholekhah yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya bagi penulis.
7. Segenap keluarga yang telah menyemangati dan membantu menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh teman seperjuangan teknik mesin angkatan 2017 yang selalu mensupport dan memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis.

Penulis tak lupa akan mendoakan pihak-pihak yang telah membantu proses terselesaikannya skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga Allah membalas dengan balasan yang setimpal. Aamiin

Penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan karena keterbatasan ilmu dan pengetahuan. Oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan serta kesempurnaan sehingga skripsi ini bisa bermanfaat bagi dunia pendidikan dan diteruskan untuk dilakukan penelitian.

Wassalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh

Bekasi, 28 Juli 2022

Darmansyah Halimy

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH VARIASI *FEED PER TOOTH* DAN KECEPATAN PUTARAN *SPINDLE* TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM MELALUI PROSES CNC *MILLING* *SUPERMILL ES-200-S*

Industri mesin CNC digunakan untuk mengerjakan produk-produk dengan bentuk permukaan yang kompleks dan kepresisian yang akurat. Dalam proses *milling*, kekasaran permukaan adalah hal yang sangat penting. Pada penelitian ini dilakukan proses CNC *milling* pada material aluminium dengan variasi *feed per tooth* dan kecepatan putaran *spindle*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh atau tidak variasi *feed per tooth* dan kecepatan putaran *spindle* terhadap uji kekasaran permukaan aluminium dengan klarifikasi metode RAL ANOVA serta untuk mengetahui kombinasi *feed per tooth* dan kecepatan putaran *spindle* yang menghasilkan nilai kekasaran pada aluminium. Penelitian ini menggunakan *software* SPSS pada metode RAL (Rancangan Acak Lengkap). Parameter yang divariasikan yaitu *feed per tooth* 0,02 mm, 0,04 mm, dan 0,06 mm dengan kecepatan putaran *spindle* 3500 Rpm, 4500 Rpm, dan 5500 Rpm. Variasi *feed per tooth* dan kecepatan putaran *spindle* memberikan pengaruh terhadap kekasaran permukaan. Hasil metode RAL menggunakan SPSS menunjukkan pengaruh pada variasi *feed per tooth*, variasi kecepatan putaran *spindle*, dan kombinasi *feed per tooth* dengan kecepatan putaran *spindle* dapat dilihat dari nilai sig yaitu 0,000 lebih kecil dari taraf sig yaitu $\alpha = 0,05$. Maka dinyatakan variasi tersebut berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan. Sehingga terbukti menggunakan variasi *feed per tooth* yang lebih berpengaruh dengan hasil F hitung 281,452, sedangkan variasi kecepatan putaran *spindle* dengan hasil F hitung 89,301, dan kombinasi variasi *feed per tooth* dengan kecepatan putaran *spindle* dengan hasil F hitung 52,281 lebih besar dari F tabel 0,05. Kombinasi antara *feed per tooth* dan kecepatan putaran *spindle* CNC *milling*, meningkatkan nilai kekasaran permukaan. Hasil proses CNC *milling* memiliki nilai kekasaran yang tertinggi yaitu 0,943 μm pada *feed per tooth* 0,06 mm pada putaran *spindle* 4500 Rpm dan terendah yaitu 0,281 μm pada *feed per tooth* 0,02 mm pada putaran *spindle* 4500 Rpm. Maka nilai kekasaran tersebut sudah memenuhi standar yang dapat dilakukan proses pemesinan CNC *milling*.

Kata Kunci : RAL, Kekasaran, *feed per tooth*, kecepatan *spindle*, CNC *milling*.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF FEED VARIATIONS PER TOOTH AND SPINDLE ROTATION SPEED ON THE LEVEL OF ALUMINUM SURFACE ROUGHNESS THROUGH THE CNC MILLING SUPERMILL ES-200-S PROCESS

The CNC machining industry is used to work products with complex surface shapes and accurate precision. In the milling process, surface roughness is very important. In this study, the CNC milling process was carried out on aluminum material with variations in feed per tooth and spindle rotation speed. The purpose of this study was to determine whether or not the variation of feed per tooth and spindle rotation speed on the surface roughness test of aluminum with the clarification of the RAL ANOVA method and to determine the combination of feed per tooth and spindle rotation speed that resulted in the roughness value of aluminum. This study uses SPSS software on the CRD method (Completely Randomized Design). Parameters that were varied were feed per tooth 0.02 mm, 0.04 mm, and 0.06 mm with spindle rotation speed of 3500 Rpm, 4500 Rpm, and 5500 Rpm. Variations in feed per tooth and spindle rotation speed have an effect on surface roughness. The results of the RAL method using SPSS show the effect on variations in feed per tooth, variations in spindle rotation speed, and the combination of feed speed per tooth with spindle rotation speed can be seen from the sig value, which is 0.000, which is smaller than the sig level = 0.05. It is stated that this variation has a significant effect on surface roughness. So it was proven to use feed per tooth variations which were more influential with a calculated F result of 281.452, while the variation in spindle rotation speed with a calculated F result of 89.301, and a combination of feed variation per tooth with spindle rotation speed with a spindle rotation speed with a calculation F result of 52.281 was greater than F table 0.05. The combination of feed per tooth and the rotational speed of the CNC milling spindle increases the surface roughness value. The results of the CNC milling process have the highest roughness value, namely 0.943 m at feed per tooth 0.06 mm at a spindle speed of 4500 Rpm and the lowest at 0.281 m at a feed per tooth 0.02 mm at a spindle speed of 4500 Rpm. Then the roughness value already meets the standards that can be carried out by the CNC milling machining process.

Keyword : CRD, roughness, feed per tooth, spindle speed, CNC milling.

DAFTAR ISI

HALAMAN

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Aluminium (Al)	7
2.1.1 Klasifikasi paduan Aluminium.....	8
2.1.2 Sifat-Sifat Mekanik Aluminium	8

2.2	Mesin Frais CNC	14
2.2.1	Klarifikasi CNC frais.....	16
2.2.2	Metode Proses Frais (<i>Milling</i>).....	17
2.2.3	Parameter Pada Mesin Frais (<i>Milling</i>).....	19
2.3	Pahat.....	22
2.3.1	Jenis Pahat	23
2.3.2	Baja Karbon.....	23
2.3.3	Paduan Cor Non Ferro	24
2.3.4	Karbida	24
2.4	CNC (<i>Computer Numerically Control</i>)	24
2.4.1	Prinsip Kerja Mesin Frais CNC TU 3 Axis.....	26
2.4.2	CAD/CAM	26
2.4.3	CNC <i>SUPERMILL</i> ES-200-S	28
2.4.4	Cairan Pendingin	28
2.5	Kekasaran Permukaan.....	29
2.5.1	Pengertian Permukaan	31
2.5.2	Parameter Kekasaran	32
2.6	Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	34
2.7	Uji Homogen Varians	34
2.8	ANOVA (<i>Analyses of variance</i>)	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1	Diagram Alir Penelitian	36
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	37
3.3	Alat dan Bahan.....	37

3.3.1 Alat-alat Penelitian	37
3.3.2 Bahan Penelitian.....	40
3.4 Variabel Penelitian.....	41
3.5 Spesimen Penelitian.....	41
3.6 Prosedur Pengujian	42
3.6.1 Tahapan Proses CNC <i>Milling</i>	42
3.6.2 Proses Pengujian Kekerasan.....	44
3.6.3 Proses pengujian Homogenitas Varians dan Uji ANOVA ..	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Hasil Proses CNC <i>Milling</i>	46
4.1.1 Hasil <i>Feed Per Tooth</i> dan Kecepatan Putaran <i>Spindle</i> Terhadap Kekasaran	46
4.2 Pengaruh <i>Feed Per Tooth</i> dan Kecepatan Putaran <i>Spindle</i> Terhadap Kekasaran.....	48
4.2.1 Hasil Uji Homogenitas Varians.....	50
4.2.2 Hasil Uji ANOVA	50
BAB V PENUTUP.....	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN-LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat - sifat fisik aluminium	11
Tabel 2.2	Cutting Speed untuk Proses frais	20
Tabel 2.3	Feed untuk Proses Frais	21
Tabel 2.4	Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a	30
Tabel 2.5	Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a	31
Tabel 2.6	Struktur data RAL.....	34
Tabel 2.7	ANOVA	36
Tabel 3.1	Spesifikasi CNC SUPERMILL ES-200-S	40
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Kekasaran serta rata-rata kekasaran (R_a)	46
Tabel 4.2	Metode RAL	49
Tabel 4.3	Hasil uji homogenitas varians.....	50
Tabel 4.4	Hasil uji ANOVA	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin Frais CNC tipe bed (bed type CNC milling machine). (Sumber. Widarto, 2008:201)	14
Gambar 2.2	Berbagai macam asesoris yang digunakan pada Mesin Frais (Widarto.2008:211)	15
Gambar 2.3	Cara pengejakan benda kerja, bagian kanan pengejakan yang salah (incorrect) dan bagian kiri pengejakan yang benar (correct). (Widarto, 2008:215)	16
Gambar 2.4	Tiga klasifikasi proses frais : (a) Frais periperal (slab milling), (b) frais muka (face milling), dan (c) frais jari (end milling). ..	17
Gambar 2.5	(a)Frais naik (up milling) dan (b) frais turun (down milling). .	18
Gambar 2.6	Sistem koordinat Mesin CNC TU-3A	26
Gambar 2.7	Skema pergerakan koordinat Mesin CNC TU-3A.	26
Gambar 2.8	Disyplay CNC SUPERMILL ES-200-S.....	28
Gambar 2.9	kekasaran. Gelombang dan kesalahan bentuk dari suatu permukaan	32
Gambar 2.10	Profil suatu permukaan.....	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3.2	End Mill Cutter 4 Flute	37
Gambar 3.3	Ragum	38
Gambar 3.4	Autodesk Fusion 360.....	39
Gambar 3.5	CNC SUPERMILL ES-200-S	39
Gambar 3.6	Alumunium.....	41
Gambar 3.7	Setting Kerataan Permukaan	43
Gambar 3.8	Setting Program CAM CNC Milling	43

Gambar 3.9	Benda Berja Setelah Proses Milling CNC.....	44
Gambar 3.10	Mesin Uji Mitutoyo Surfets JS-210 Fortable Surface.....	44
Gambar 3.11	Logo SPSS.....	45
Gambar 3.12	Software SPSS.....	46
Gambar 4.1	Grafik Hasil Feed Per Tooth dan Kecepatan Putaran Spindle Terhadap Kekasaran Permukaan	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Feed Per Tooth dan Kecepatan Putaran Spindle Proses CNC Milling Terhadap Kekasaran Permukaan	55
Lampiran 2 Metode RAL Homogenitas Varians dan ANOVA (SPSS).....	56
Lampiran 3 Metode RAL Menggunakan Perhitungan	57
Lampiran 4 Dokumentasi proses CNC Milling.....	60
Lampiran 5 Surat Bukti Pengujian Kekasaran Permukaan	61