

SKRIPSI

***ANALISIS SURFACE ROUGHNESS MATERIAL
STAINLESS STEEL 304 DINDING TIPIS PADA MESIN
MILLING MENGGUNAKAN PENDINGIN
KRIOGENIK***



MUHAMMAD GALUH KUSUMA BAYU

03051181823016

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SKRIPSI

**ANALISIS *SURFACE ROUGHNESS* MATERIAL
STAINLESS STEEL 304 DINDING TIPIS PADA
MESIN *MILLING* MENGGUNAKAN PENDINGIN
KRIOGENIK**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
MUHAMMAD GALUH KUSUMA BAYU
03051181823016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS *SURFACE ROUGHNESS* MATERIAL
STAINLESS STEEL 304 DINDING TIPIS PADA MESIN
MILLING MENGGUNAKAN PENDINGIN
KRIOGENIK**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD GALUH KUSUMA BAYU
03051181823016


Indralaya, 23 November 2022
Pembimbing I

Pembimbing II,


Dipl-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D.
NIP 196409111999031002


Arie Yudha Budiman S.T., M.T.
NIP 1671090705750004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP 197112251997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD GALUH KUSUMA BAYU
NIM : 03051181823016
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS *SURFACE ROUGHNESS*
MATERIAL *STAINLESS STEEL* 304 DINDING
TIPIS PADA MESIN *MILLING*
MENGUNAKAN PENDINGIN KRIOGENIK
DIBUAT TANGGAL : AGUSTUS 2021
SELESAI TANGGAL : NOVEMBER 2022

Indralaya, November 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Dipl-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D.
NIP. 196409111999031002

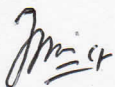
HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul “ANALISIS *SURFACE ROUGHNESS* MATERIAL *STAINLESS STEEL* 304 DINDING TIPIS PADA MESIN *MILLING* MENGGUNAKAN PENDINGIN KRIOGENIK” telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 3 November 2022 dan dinyatakan sah telah melakukan revisi.

Indralaya, November 2022

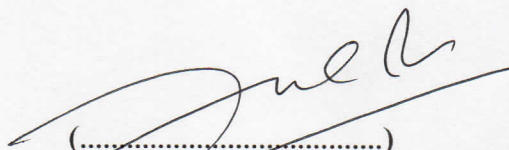
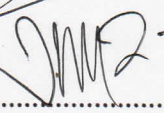
Ketua :

1. Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.
NIP. 197002281994121001


(.....)

Anggota :

1. Dr. H. Ismail Thamrin, S.T., M.T.
NIP. 197209021997021001
2. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T.
NIP. 198711302019031006

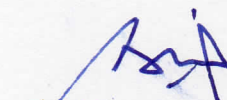

(.....)

(.....)

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112351997021001

Pembimbing Skripsi



Dipl-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D.
NIP : 196409111999031002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Galuh Kusuma Bayu

NIM : 03051181823016

Judul : Analisis *Surface Roughness* Material *Stainless Steel* 304 Dinding
Tipis pada Mesin *Milling* Menggunakan Pendingin Kriogenik

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (corresponding author).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, November 2022



Muhammad Galuh Kusuma Bayu
NIM. 03051181823016

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Galuh Kusuma Bayu

NIM : 03051181823016

Judul : Analisis *Surface Roughness* Material *Stainless Steel* 304 Dinding
Tipis pada Mesin *Milling* Menggunakan Pendingin Kriogenik

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, November 2022



Muhammad Galuh Kusuma Bayu

NIM. 03051181823016

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan pada Allah Subhanahuwata'ala atas rahmat-Nya lah saya dapat menyelesaikan skripsi dalam rangka Tugas Akhir yang dibuat untuk memenuhi syarat Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang berjudul “Analisis *Surface Roughness* Material *Stainless Steel* 304 Dinding Tipis pada Mesin *Milling* Menggunakan Pendingin Kriogenik”.

Pada saat proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, saran, dukungan serta do'a dari orang tua. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua atas dukungan moral, bantuan, nasihat, dan materi yang telah diberikan pada penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini baik secara langsung ataupun tak langsung kepada:

1. Kepada orang tua, kakak dan saudara penulis yang selalu memberi support dan selalu memeberi motivasi.
2. Bapak Dipl-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, ilmu yang bermanfaat dan motivasi untuk terus berkembang dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Arie Yudha Budiman S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan banyak waktu, ilmu yang bermanfaat untuk terus berkembang dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Kepada Bapak penguji, penulis berterimakasih telah memberikan saran dalam pembuatan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas ilmu, nasihat dan bimbingan selama proses perkuliahan.

Hanya terima kasih yang dapat penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, semoga Allah Subhanahuwata'ala membalas semua kebaikan yang sudah diberikan kepada penulis dengan rahmat dan karunia-Nya. Akhir kata Penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang datang.

Indralaya, November 2022



Muhammad Galuh Kusuma Bayu

RINGKASAN

ANALISIS *SURFACE ROUGHNESS* MATERIAL *STAINLESS STEEL* 304 DINDING TIPIS PADA MESIN *MILLING* MENGGUNAKAN PENDINGIN KRIOGENIK.

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, 3 November 2022

Muhammad Galuh Kusuma Bayu, dibimbing oleh Dipl-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D. dan Arie Yudha Budiman S.T., M.T.

xxv + 76 Halaman, 11 Tabel, 20 Gambar, 7 Lampiran.

RINGKASAN

Dalam pemesinan terdapat dalam dunia manufacturing dengan istilah pemesinan hijau merupakan suatu cara proses pemesinan atau pemotongan logam tanpa menggunakan cairan pendingin melainkan menggunakan partikel udara sebagai media pendingin selama proses pemesinan berlangsung. Cairan pendingin mencegah mata pahat dari panas berlebih dan mengurangi gesekan salah satunya ialah Cairan kriogenik yang digunakan adalah berupa cairan nitrogen. ketika nitrogen dialirkan ke daerah pemotongan, nitrogen segera berubah menjadi uap dan kembali ke atmosfer, meningkatkan produktivitas serta ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh parameter pemesinan pada proses frais kriogenik terhadap kekasaran permukaan Stainless steel menggunakan metode *Respon Surface Methodology*. Parameter pemesinan utama seperti kecepatan potong (V_c), Kecepatan makan (F_z) digunakan sebagai variabel bebas, dengan kedalaman potong radial (a_r) dan axial (a_x) secara konstan. Variabel terikat pada penelitian ini adalah parameter kekasaran R_a . Persamaan empiris model matematika untuk masing-masing respon kekasaran permukaan dibuat dalam bentuk faktor kode dan analisa varian (ANOVA) digunakan menganalisa persamaan empiris model matematika tersebut. Dari persamaan model matematika R_a didapatkan laju pemakanan f_z menyebabkan efek yang paling signifikan pada kekasaran permukaan R_a . Dan sebaliknya pada pengaruh kecepatan potong V_c dimana meningkatnya nilai V_c

menyebabkan menurunnya nilai Ra Nilai kekasaran permukaan akan turun ketika nilai kecepatan potong dinaikkan.dan Nilai kekasaran permukaan akan naik ketika nilai laju pemakanan diturunkan

Kata Kunci: Kriogenik, Mesin Frais, SS 304, Kekasaran Permukaan

SUMMARY

ANALYSIS OF THIN WALL STAINLESS STEEL 304 MATERIAL SURFACE ROUGHNESS IN MILLING MACHINE USING CRYOGENIC COOLING.

Scientific writing in the form of Thesis, 3 November 2022

Muhammad Galuh Kusuma Bayu, dibimbing oleh Dipl-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D. and Arie Yudha Budiman S.T., M.T.

xxv + 76 Pages, 11 Tables, 20 Figures, 7 Attachment.

SUMMARY

In machining found in the world of manufacturing with the term green machining is a method of machining or cutting metal without using coolant but using air particles as a cooling medium during the machining process. Cooling fluid prevents the chisel from overheating, reduces friction, one of which is the cryogenic liquid used is in the form of liquid nitrogen. when nitrogen is supplied to the cutting area, it immediately turns into vapor and returns to the atmosphere, increasing productivity and being environmentally friendly. The purpose of this study was to analyze the effect of machining parameters on the cryogenic milling process on the surface roughness of stainless steel using the Response Surface Methodology method. Main machining parameters such as cutting speed (V_c), Feeding speed (F_z) are used as independent variables, with constant radial (a_r) and axial (a_x) depth of cut. The dependent variable in this study is the parameter of roughness R_a . The empirical equation of the mathematical model for each surface roughness response is made in the form of a factor code and analysis of variance (ANOVA) is used to analyze the empirical equation of the mathematical model. From the R_a mathematical model equation, it is found that the feed rate f_z causes the most significant effect on the surface roughness R_a . And conversely, the influence of the cutting speed V_c where an increase in the value of V_c causes a decrease in the value of R_a . The surface roughness value

will decrease when the cutting speed value is increased. And the surface roughness value will increase when the feed rate value is decreased.

Keyword: Cryogenic, Milling Machine, SS 304, Surface Roughness

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiii
KATA PENGANTAR	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxv
DAFTAR TABEL	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Material Removal Process</i>	3
2.2 Proses Mesin Freis (<i>Milling</i>).....	3
2.3 Klasifikasi Proses Freis (<i>Milling</i>)	5
2.3.1 Freis Periperal (<i>Peripheral Milling</i>).....	5
2.3.2 Freis Muka (<i>Face Milling</i>).....	5
2.3.3 Freis Jari (<i>End Milling</i>).....	5
2.4 Parameter Proses Freis.....	6
2.5 <i>Cutting Tools</i>	7
2.5.1 Sisipan Pahat (<i>Inserts</i>).....	7
2.5.2 Pemegang Pahat (<i>Tool Holders</i>).....	9

2.5.3	Coated.....	11
2.6	<i>Stainless Steel</i>	12
2.6.1	<i>Stainless Steel Tipe 304</i>	13
2.7	<i>Green Machining</i>	13
2.7.1	<i>Minimum Quantity Lubrication</i>	14
2.7.2	<i>Dry Machining</i>	14
2.7.3	<i>Cryogenic Cooling Systems</i>	14
2.8	Kekasaran Permukaan.....	15
2.9	<i>Thin-walled (Dinding Tipis)</i>	18
2.10	<i>Response Surface Methodology (RSM)</i>	19
2.11	<i>Central Composite Design (CCD)</i>	21
2.12	Perangkat Lunak <i>Design Expert 13</i>	21
2.13	Ringkasan Penelitian Sebelumnya.....	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1	Pengenalan	25
3.2	Prosedur percobaan.....	25
3.3	Mesin CNC	27
3.4	Material Benda Kerja.....	28
3.5	Pisau Freis.....	29
3.6	Sistem Pendingin	30
3.7	Pengaturan kriogenik pada CO ₂	31
3.8	Pengukuran Kekasaran Permukaan.....	32
3.9	<i>Experimental Design</i>	32
3.10	Hasil Diharapkan	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan	37
4.2	Analisa kekasaran permukaan menggunakan RSM.....	38
4.2.1	Persamaan Linear Model Kekasaran Permukaan	38
4.2.2	Persamaan <i>Quadratic</i> Model Kekasaran Permukaan.....	39
4.3	<i>Model Graphs</i>	41
4.4	Prediksi Kekasaran Permukaan.....	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		45

5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	46
	DAFTAR RUJUKAN	47
	LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis pemakanan proses <i>milling</i> (Rochim, 2007A).....	4
Gambar 2.2 Klasifikasi proses freis: (a) Freis periperal <i>slab milling</i> (b) Freis muka <i>face milling</i> , dan (c) Freis jari <i>end milling</i> (Yanuar dkk., 2014).	5
Gambar 2.3 Kondifikasi Pahat sisipan (Rochim, 2007B).....	8
Gambar 2.4 Cara Pemasangan sisipan beberapa jenis pahat (Rochim, 2007B).....	9
Gambar 2.5 Kondifikasi pemegang dan jenis sisipan freis (Rochim, 2007B).....	10
Gambar 2.6 Contoh jenis pahat freis sisipan (Rochim, 2007B).....	11
Gambar 2.7 Profil suatu permukaan (Abbas dan Aminya, 2013).....	16
Gambar 2.8 <i>software Design Expert</i>	22
Gambar 3.1 Diagram Alir.	26
Gambar 3.2 Mesin Freis MC-750.	27
Gambar 3.3 Geometri dan dimensi dinding tipis pada benda kerja.	28
Gambar 3.4 Dimensi <i>Insert</i> dan <i>Tool Holder</i>	29
Gambar 3.5 Diagram Fasa CO ₂ (Pereira dkk., 2020).....	30
Gambar 3.6 Skema Penelitian	31
Gambar 3.7 <i>Accretech Handysurf tipe E-35 A/E</i>	32
Gambar 3.8 <i>Central Composite Design</i> (Myers dkk., 2016)	34
Gambar 4.1 <i>3D Surface Graph</i>	42
Gambar 4.2 Kekasaran Permukaan Aktual VS Prediksi Linear	43
Gambar 4.3 Kekasaran Permukaan Aktual VS Prediksi Kuadratik.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Freis	27
Tabel 3.2 <i>Mechanical Properties</i> 304 <i>Stainless Steel</i> (Ramadan, 2020)	28
Tabel 3.3 Spesifikasi dan Dimensi <i>Tool Holder</i> dan <i>Insert</i>	29
Tabel 3.4 Deskripsi kondisi kriogenik	31
Tabel 3.5 Input variabel dan kode level pada CCD	33
Tabel 3.6 Konfigurasi variabel masukan, data pengujian dan hasil percobaan	34
Tabel 4.1 Konfigurasi variabel masukan, data pengujian dan hasil percobaan	37
Tabel 4.2 <i>First-order</i> ANOVA model linear pada R_a	39
Tabel 4.3 <i>Second-order</i> ANOVA model <i>Quadratic</i> pada R_a	40
Tabel 4.4 Nilai Prediksi Kekasaran Permukaan linear dan <i>Quadratic</i>	43
Tabel 7.1 <i>First-order</i> ANOVA model linear pada R_a	59
Tabel 7.2 <i>Second-order</i> ANOVA model <i>Quadratic</i> pada R_a	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Parameter Proses Freis	51
Lampiran II Turunan Variabel input dan Nilai Level Code.....	52
Lampiran III Persamaan Model Linear	53
Lampiran IV <i>Analysis of Variance (ANOVA) for Linear Model</i>	55
Lampiran V Persamaan Model <i>Quadratic</i>	59
Lampiran VI <i>Analysis of Variance (ANOVA) untuk Model Quadratic</i>	61
Lampiran VII Gambar.....	73

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendingin adalah faktor penting pada mekanisme pemesinan sebab merupakan penentu hasil. Cairan pendingin adalah usaha preventif tepi alat dari *overhea*, melumasi, mempertahankan situasi operasi, memastikan alas kompatibel, *cleaner agent*, peningkat keausan, dan sebagai usaha *corrosive prevention*. sehingga, *coolant* harus memiliki sifat laiknya *thermal conductor* yang tinggi, *lubricants* yang baik. Ketahanan oksidasi dan korosi yang baik dan stabil. Lalu, *coolant* dapat cegah aus pada mata bor dan memengaruhi hasil (Affandi dan Fuadi, 2020).

Dalam dunia manufaktur, istilah *Green Machining* (Pemesinan Hijau) adalah suatu metode pemesinan atau pemotongan logam tanpa menggunakan cairan pendingin, melainkan menggunakan partikel udara sebagai media pendingin selama proses pemesinan untuk menekan biaya produksi. Memproduksi produk yang diinginkan untuk tujuan pengurangan, meningkatkan produktivitas dan keramahan lingkungan, mengalihkan pelumas pendingin ke teknologi permesinan, seperti menggunakan pelumas pendingin kriogenik, seharusnya lebih efisien, ekonomis, hemat biaya, dan ramah lingkungan (Ansyori, 2015).

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian kali ini menjelaskan latar belakang mengenai penggunaan kriogenik yang memakai CO₂ pada proses pemesinan freis pada benda kerja *stainless steel* 304 untuk mendapatkan hasil pemesinan terbaik.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mengetahui suatu permasalahan maka penelitian ini memberi limitasi masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan sistem pendingin kriogenik menggunakan CO₂
2. Menganalisis kekasaran permukaan
3. Proses pemesinan freis
4. Bahan material benda kerja *stainless steel* 304
5. V_c dan f_z variable bebas

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian kali ini bertujuan:

1. Mendapatkan kondisi pemesinan terbaik dalam hal nilai kekasaran permukaan (R_a) terkecil yang dihasilkan dari variasi variabel kecepatan potong (V_c), Kecepatan gerak pemakanan (f_z), dengan kedalaman potong radial (a_r), dan kedalaman potong axial (a_x) konstan.
2. Mendapatkan persamaan matematika menggunakan RSM.
3. Membandingkan nilai prediksi dengan nilai aktual.

1.5 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian penulis ingin Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah berikut:

1. Menyumbangkan kontribusi pada pengembangan ilmu permesinan yang *eco-friendly*.

DAFTAR RUJUKAN

- Abbas, H., and Aminya, Y., 2013. Pengaruh Parameter Pemotongan Pada Operasi Pemotongan Miling Terhadap Getaran Dan Tingkat Kekasaran Permukaan Surface Roughness, pp.971–976.
- Affandi, and Fuadi, Z., 2020. Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling. *Jurnal Rekayasa Material Manufaktur dan Energi*, 3(1), pp.16–22.
- Ansyori, A., 2015. Pengaruh Kecepatan Potong dan Makan terhadap Umur Pahat pada Pemesinan Freis Paduan Magnesium. *Mechanical*, 6(1), pp.28–35.
- Balaji, V., Ravi, S., Chandran, P., Naveen, Damodaran, K.M., 2015. Review of the Cryogenic Machining in Turning and Milling Process. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 04(10), pp.38–42. <https://doi.org/10.15623/ijret.2015.0410008>.
- Bhattacharya, S., 2021. Central Composite Design for Respnse Surface Methodology and Its Application in pharmacy.
- Boothroyd, G., and Knight, W. A., 1989. *Fundamentals of Machining and Machine Tools*. Marcel Dekker, INC:New York.
- Chang-Xue, 2002. Surface Roughness Preditive Modeling Neural Networks versus Regression. Departemen of Industrial & Manufacturing Engineering, College of Engineering and Technology Bradley Universty, Illois USA.
- Daniel Lawrence, I., Sakthi Kumar, J., and Kaviprakash, G., 2015. Optimization of machining parameters in turning of AISI 304 steel using GRA and RSM. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(55), pp.4052–4057.
- Davis, J. R., and Davis, 2000. *Stainless Steels*. United States of America.

- Gang, L., 2009. Study on deformation of titanium thin-walled Machining Proses. *Materials Processing Technology*, 209, pp.2788–2793. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2008.06.029>.
- Ginting, A., and Wirjosentono, B., 2015. Dampak Beban Mekanik Terhadap Pahat Karbida Berlapis Bahan TiAlN/TiN pada Pembubutan Kering. *Inovtek*, 5, pp. 52–55.
- Gupta, K., 2021. ScienceDirect A Review On Green Machining Techniques *Procedia Manufacturing*. Elsevier B.V., 51, pp.1730–1736. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.241>.
- Jerold, B.D., Kumar, M.P., 2011. Experimental investigation of turning AISI 1045 steel using cryogenic carbon dioxide as the cutting fluid. *J. Manuf. Process.* 13, 113–119. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2011.02.001>
- John Vernon, 1992. *Introduction to Engineering Materials*. london:Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-1-349-21976-6>.
- Martin, J., 2006. *Materials for engineering*. Cambridge England, Woodhead Publishing Limited.
- Myers, R.H., Montgomery, D.C., Anderson-cook, C.M., 2016. *Response Surface Methodology*.
- Pereira, O., Celaya, A., Urbikaín, G., Rodríguez, A., Fernández-Valdivielso, A., Noberto López de Lacalle, L., 2020. CO2 cryogenic milling of Inconel 718: Cutting forces and tool wear. *J. Mater. Res. Technol.* 9, 8459–8468. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.05.118>.
- Rahdiyanta, D., 2010. *Proses Frais Milling* . Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ramadan, N., 2020. Parametric Optimization of TIG Welding Influence On Tensile Strength of Dissimilar Metals SS-304 And Low Carbon Steel by Using Taguchi Approach *American Journal of Engineering Research (AJER)*

Parametric Optimization of TIG Welding Influence On Tensile Strength of Dissimilar Metals SS-304 And Low Carbon Steel by Using Taguchi Approach
Nizar Ramadan , 2 Abduladim Boghdadi.

Rochim, T., 2007a. Proses pemesinan Klasifikasi proses, gaya & daya pemesinan.
Penerbit ITB

Rochim, T., 2007b. Proses pemesinan Perkakas & Sistem Pemerkakasan Umur Pahat Cairan Pendingin Pemesinan. Penerbit ITB.

Sumarji, 2011. Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe Ss 304 Dan Ss 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu Dan Ph. Jurnal Rotor, 4(1), pp.1–8.

Thomas, J., Kunte, K., and Arote, V., 2016. Review On Machining Techniques Dry Machining And Cryogenic Machining. internasional journal of advance research in science and engineering. 5, 2319–8354, pp.188–194.

Yakup Yildiz, M. N., 2008. A review of cryogenic cooling in machining processes
A review of cryogenic cooling in machining processes, Department of Mechanical Education, Faculty of Technical Education, 48, pp.947–964.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2008.01.008>.

Yanis, M., Mohruni, A.S., Sharif, S., Yani, I., 2019. Optimum performance of green machining on thin walled ti6al4v using rsm and ann in terms of cutting force and surface roughness. J. Teknol. 81, 51–60.
<https://doi.org/10.11113/jt.v81.13443>

Yanuar, H., Syarief, A., and Kusairi, A., 2014. Pengaruh Variasi Kecepatan Potong dan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Berbagai Media Pendingin Pada Proses Frais Konvensional. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam, 03(1), pp.27–33.