

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN *NANO-CUTTING FLUID* PADA PROSES FREIS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



MUHAMMAD MAULVY SYAUKANI

03051281722037

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN *NANO-CUTTING* *FLUID* PADA PROSES FREIS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:

MUHAMMAD MAULVY SYAUKANI

03051281722037

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN *NANO-CUTTING* *FLUID* PADA PROSES FREIS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI


SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:


MUHAMMAD MAULVY SYAUKANI
03051281722037

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022
Memeriksa dan Menyetujui,
Pembimbing Skripsi



Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.
NIP. 19700228 199412 1 001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD MAULVY SYAUKANI
NIM : 03051281722037
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN
NANO-CUTTING FLUID PADA PROSES
FREIS TERHADAP KEKASARAN
PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI
DIBUAT TANGGAL : OKTOBER 2021
SELESAI TANGGAL : AGUSTUS 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanis, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022
Memeriksa dan Menyetujui,
Pembimbing Skripsi



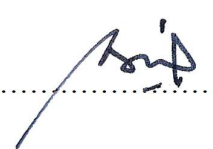
Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.
NIP. 19700228 199412 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN


Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Pengaruh Penggunaan *Nano-Cutting Fluid* pada Proses Freis terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Metode Taguchi.” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2022.

Palembang, Agustus 2022
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

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

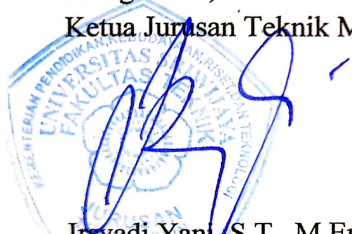
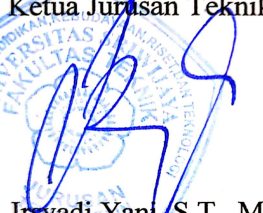
Sekretaris:

2. Arie Yudha Budiman, S.T., M.T. (.....)
NIP: 1671041412780004


Anggota:

3. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T. (.....)
NIP: 198711302019031006

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanis, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022
Memeriksa dan Menyetujui,
Pembimbing Skripsi


Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.
NIP. 19700228 199412 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Maulvy Syaukani

NIM : 03051281722037

Judul : Analisis Pengaruh Penggunaan *Nano-Cutting Fluid* pada Proses Freis Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Metode Taguchi

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.



Palembang, Agustus 2022



Muhammad Maulvy Syaukani
NIM. 03051281722037

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Maulvy Syaukani

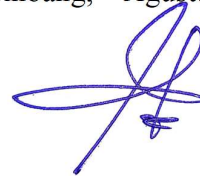
NIM : 03051281722037

Judul : Analisis Pengaruh Penggunaan *Nano-Cutting Fluid* pada Proses Freis Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Metode Taguchi

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.

Palembang, Agustus 2022



Muhammad Maulvy Syaukani

NIM. 03051281722037

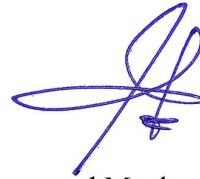
KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir yang dibuat untuk memenuhi syarat Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Analisis Pengaruh Penggunaan *Nano-Cutting Fluid* pada Proses Freis terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Metode Taguchi.” Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bentuk bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua ayahanda Meidian Prima S. dan ibunda Henny Hairani serta keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan, saran, serta nasihat dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. H. Ismail Thamrin. S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Seluruh Staf Laboratorium di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya khususnya Staf Laboratorium Manufaktur dan Laboratorium CNC/CAM yang telah banyak membantu dalam pengambilan data skripsi ini.
7. Seluruh Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
8. Seluruh teman dan sahabat Teknik Mesin Angkatan 2017 khususnya teman-teman seperbimbingan yang telah memberi dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Palembang, Agustus 2022



Muhammad Maulvy Syaukani
NIM. 03051281722037

RINGKASAN

“ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN *NANO-CUTTING FLUID* PADA PROSES FREIS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI.”

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Juli 2022

Muhammad Maulvy Syaukani, dibimbing oleh Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.

Analysis Of Nano-Cutting Fluid Effects On Surface Roughness In Milling Process Using Taguchi's Method.

xxv + 64 halaman, 12 tabel, 21 gambar, 10 lampiran.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat mendorong industri manufaktur untuk dapat meningkatkan kualitas produk, efisiensi waktu, rata-rata produksi lebih banyak, keakuratan dimensi tinggi, dan biaya produksi yang rendah sehingga dapat bersaing, salah satu proses pemesinan adalah mesin freis. Parameter pemotongan memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan suatu material pada proses freis dalam industri manufaktur. Gesekan yang terjadi antara permukaan benda kerja dengan permukaan mata pahat menghasilkan energi panas yang berakibat terhadap berkurangnya akurasi dimensi, menghasilkan kekasaran permukaan yang buruk, dan menurunkan kualitas mata pahat. Jadi, untuk mengurangi kekurangan tersebut, digunakanlah cairan pemotongan. Efisiensi pemesinan sangat tergantung pada gesekan antarmuka benda kerja dan pahat. Untuk meningkatkan efisiensi pemesinan dan mengurangi gesekan, cairan pemotongan banyak digunakan. Namun, penggunaan minyak mineral konvensional memiliki efek yang sangat merugikan baik pada lingkungan maupun pada kesehatan operator mesin. Oleh karena itu, minyak mineral konvensional sudah mulai diganti dengan cairan pemotongan yang lebih ramah lingkungan berupa minyak nabati. Untuk meningkatkan sifat cairan dasar, digunakanlah campuran partikel berukuran nano. Cairan tersebut disebut sebagai nanofluida. Penelitian ini bertujuan untuk

membandingkan pengaruh penggunaan minyak kelapa sebagai *cutting fluid* dan minyak kelapa campuran nanopartikel Al_2O_3 sebagai *nano-cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan benda kerja dan optimasi parameter pemesinan freis terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada pemotongan benda kerja baja AISI 1045. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis proses freis dengan membandingkan cairan pemotongan yang digunakan berupa minyak kelapa murni dan minyak kelapa dengan 1% campuran nanopartikel Al_2O_3 . Parameter pemesinan freis yang divariasikan adalah kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman makan aksial. Matriks ortogonal $L_9(3^3)$ desain eksperimental Taguchi, rasio *signal-to-noise*, dan analisis varian (ANOVA) digunakan untuk menganalisis dampak dari parameter pemesinan tersebut. Hasil penelitian yang telah dilakukan kemudian diolah menggunakan software Minitab sehingga diperoleh Hasil kekasaran tanpa nanopartikel rata-rata (\bar{R}_a) 0,673 – 0,877 μm dan SNR sebesar 0,882 – 3,376 dB sedangkan Nilai kekasaran dengan nano partikel memiliki nilai rata-rata (\bar{R}_a) 0,627 – 0,830 μm dan SNR sebesar 1,610 – 4,056 dB. Mean Response Table didapat kecepatan potong (V_c) 0,64 – 0,8367, gerak makan (f_z) 0,6311 – 0,8556 dan kedalaman makan aksial (a_x) 0,6733 – 0,8011. Data ANOVA yang didapatkan pada pengujian kekasaran permukaan tanpa nanopartikel didapatkan kecepatan potong (V_c) memiliki rasio sebesar 45%, gerak makan (f_z) 15%, dan kedalaman makan aksial (a_x) 2%. Sedangkan pengujian kekasaran permukaan menggunakan nanopartikel, gerak makan (f_z) sebesar 31%, kedalaman makan (a_x) 25%, dan kecepatan pemotongan (V_c) 10%. Penggunaan nanopartikel sebagai cairan pemotongan menghasilkan selisih nilai kekasaran rata-rata sebesar 11,2%. Parameter proses pemesinan freis optimum ada pada kecepatan potong (V_c) level 3 (40,82 m/min), gerak makan (f_z) level 1 (0,042 mm/gigi), dan kedalaman makan axial (a_x) level 1 (6 mm).

Kata Kunci : Kekasaran Permukaan, Metode Taguchi, Nanopartikel.

Kepustakaan : 27 (1993-2022)

SUMMARY

“ANALYSIS OF NANO-CUTTING FLUID EFFECTS ON SURFACE ROUGHNESS IN MILLING PROCESS USING TAGUCHI’S METHOD.”

Scientific writing in the form of Thesis, July , 2022

Muhammad Maulvy Syaukani, supervised by Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.

Analisis Pengaruh Penggunaan *Nano-Cutting Fluid* Pada Proses Freis Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Metode Taguchi

xxv + 64 pages, 12 tables, 21 pictures, 10 attachment.

Rapid technological developments encourage the manufacturing industry to be able to improve product quality, time efficiency, more average production, high dimensional accuracy, and low production costs so that they can compete, one of the machining processes is a milling machine. Cutting parameters have an influence on the surface roughness of a material in the milling process in the manufacturing industry. Friction that occurs between the surface of the workpiece and the surface of the tool blade produces heat energy which results in reduced dimensional accuracy, results in poor surface roughness, and reduces tool quality. So, to reduce these shortcomings, cutting fluid is used. Machining efficiency is highly dependent on the friction of the workpiece and tool interface. In order to improve machining efficiency and reduce friction, cutting fluids are widely used. However, the use of conventional mineral oil has a very detrimental effect both on the environment and on the health of machine operators. Therefore, conventional mineral oil has begun to be replaced with cutting fluids that are more environmentally friendly in the form of vegetable oils. To improve the basic fluid properties, a mixture of nano-sized particles is used. These liquids are referred to as nanofluids. This study aims to compare the effect of using coconut oil as a cutting fluid and coconut oil mixed with Al₂O₃ nanoparticles as a nano-cutting fluid on the surface roughness of the workpiece and optimization of milling machining parameters on the surface

roughness of the workpiece on cutting AISI 1045 steel workpieces. analyzed the milling process by comparing the cutting fluid used in the form of virgin coconut oil and coconut oil with a 1% mixture of Al₂O₃ nanoparticles. Varied milling machining parameters are cutting speed, feed motion, and axial feeding depth. Taguchi's experimental design L₉(3³) orthogonal matrix, signal-to-noise ratio, and analysis of variance (ANOVA) were used to analyze the impact of these machining parameters. The results of the research that have been carried out are then processed using Minitab software so that the average roughness without nanoparticles (\bar{R}_a) is 0.673 – 0.877 μm and the SNR is 0.882 – 3.376 dB while the roughness value with nanoparticles has an average value (\bar{R}_a) 0.627 – 0.830 μm and SNR of 1.610 – 4.056 dB. Mean Response Table obtained cutting speed (V_c) 0.64 – 0.8367, feeding motion (f_z) 0.6311 – 0.8556 and axial feeding depth (a_x) 0.6733 – 0.8011. ANOVA data obtained from the surface roughness test without nanoparticles found that the cutting speed (V_c) has a ratio of 45%, feed motion (f_z) 15%, and axial feeding depth (a_x) 2%. While the surface roughness test uses nanoparticles, feeding motion (f_z) is 31%, feeding depth (a_x) is 25%, and cutting speed (V_c) is 10%. The use of nanoparticles as a cutting fluid resulted in a difference in the average roughness value of 11.2%. The optimum milling process parameters are at cutting speed (V_c) level 3 (40.82 m/min), feed motion (f_z) level 1 (0.042 mm/tooth), and axial feeding depth (a_x) level 1 (6 mm).

Keywords : Surface Roughness, Taguchi Method, Nanoparticles.

Literature : 27 (1993-2022)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Proses Pemesinan Freis	5
2.1.1 Klasifikasi Proses Freis	6
2.1.2 Metode Proses Freis	7
2.1.3 Parameter Proses Freis	8
2.2 Baja	9
2.2.1 Jenis Baja Berdasarkan Komposisi	9
2.2.2 Jenis Baja Berdasarkan Aplikasi	11
2.3 <i>Cutting Fluid</i>	12
2.3.1 Jenis <i>Cutting Fluid</i>	12
2.3.2 Teknik Pendinginan	14
2.4 <i>Green Machining</i>	15
2.4.1 <i>Dry Machining</i>	16
2.4.2 <i>Cryogenic Machining</i>	16
2.4.3 <i>Minimum Quantity Lubrication</i>	16
2.5 Nanofluida	17
2.6 Kekasaran Permukaan.....	18
2.6.1 Parameter Kekasaran Permukaan.....	19
2.7 Metode Taguchi	20

2.7.1	Tahapan dalam Metode Taguchi	21
2.7.2	Proses Taguchi.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian	23
3.2	Studi Literatur	24
3.3	Identifikasi Parameter	24
3.3.1	<i>Independent Variable</i>	24
3.3.2	<i>Dependent Variable</i>	25
3.4	Penetapan <i>Orthogonal Array</i> (OA).....	25
3.5	Alat Uji dan Bahan.....	26
3.5.1	Mesin Freis	26
3.5.2	Pahat <i>End Mill</i>	27
3.5.3	Baja AISI 1045	27
3.5.4	Cairan Pemotongan	28
3.5.5	<i>Ultrasonic Cleaner</i>	28
3.5.6	<i>Minimum Quantity Lubrication</i>	29
3.5.7	Alat Uji Kekasaran Permukaan	30
3.6	Prosedur Pengujian.....	30
3.6.1	Proses Freis.....	31
3.6.2	Pengujian Kekasaran	31
3.6.3	Pengolahan dan Analisis Data	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan.....	33
4.2	Hasil	34
4.2.1	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA).....	34
4.2.2	<i>Mean</i> dan <i>S/N Ratio</i>	34
4.2.3	ANOVA dari <i>Mean Response</i> dari Setiap Faktor dan Level.....	36
4.2.4	ANOVA terhadap <i>Mean Response</i> dari Setiap Faktor SNR	41
4.2.5	<i>Optimum Level</i>	43
4.3	Pembahasan.....	44
4.3.1	Pengaruh Parameter Pemesinan terhadap Kekasaran Permukaan.....	44
4.3.2	Pengaruh <i>Nano-Cutting Fluid</i> terhadap Kekasaran Permukaan	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	49

5.2	Saran	49
DAFTAR RUJUKAN		i
LAMPIRAN		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian Mesin (a) Freis Vertikal dan (b) Freis Horizontal (Rahdiyanta, 2010).....	5
Gambar 2.2 Tiga Klasifikasi Proses Freis: (a) pheriperal milling, (b) face milling, (c) end milling (Paryanto, 2010).....	6
Gambar 2.3 Metode (a) freis naik (up-milling) dan (b) freis turun (down-milling) (Youssef & El-Hofy, 2008)	7
Gambar 2.4 Teknik pada <i>Green Machining</i> (Gupta, 2020)	15
Gambar 2.5 Profil Kekasaran Permukaan.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 Mesin Freis Konvensional.....	26
Gambar 3.3 Pahat End Mill Karbida.....	27
Gambar 3.4 Benda Kerja Baja AISI 1045 dan Dimensinya.....	27
Gambar 3.5 (a) Minyak Kelapa Barco, dan (b) Nanopartikel Al_2O_3	28
Gambar 3.6 <i>Magnetic Stirrer</i> dan Gelas Beaker	29
Gambar 3.7 (a) Sistem MQL, dan (b) Skematik Sistem MQL	29
Gambar 3.8 Alat Uji Kekasaran.....	30
Gambar 4.1 Grafik <i>Main Effect for Means</i> Pengujian tanpa Nanopartikel.....	37
Gambar 4.2 <i>Main Effect Plot for Means</i> Pengujian dengan Nanopartikel.....	38
Gambar 4.3 <i>SNR Response Graph</i> Pengujian tanpa Nanopartikel.....	42
Gambar 4.4 <i>SNR Response Graph</i> Pengujian dengan Nanopartikel.....	43
Gambar 4.5 Perbandingan Pengaruh Kecepatan Potong.....	45
Gambar 4.6 Perbandingan Pengaruh Gerak Makan.....	45
Gambar 4.7 Perbandingan Pengaruh Kedalaman Makan	46
Gambar 4.8 Perbandingan <i>Cutting Fluid</i> dengan <i>Nano-Cutting Fluid</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Independent Variable</i>	24
Tabel 3.2 Orthogonal Array $L_9(3^3)$	25
Tabel 3.3 Spesifikasi Mesin Freis	26
Tabel 3.4 Komposisi Kimia Baja AISI 1045	28
Tabel 3.5 Kekasaran Permukaan Rata-rata	32
Tabel 4.1 Hasil Uji Kekasaran	33
Tabel 4.2 <i>Mean</i> dan SNR	35
Tabel 4.3 <i>Mean Response Table</i>	37
Tabel 4.4 ANOVA Pengujian tanpa Nanopartikel.....	40
Tabel 4.5 ANOVA Pengujian dengan Nanopartikel.....	41
Tabel 4.6 <i>SNR Response Table</i>	42
Tabel 4.7 <i>Setting Level Optimum</i>	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin pesat mendorong industri manufaktur untuk dapat meningkatkan kualitas produk, efisiensi waktu, rata-rata produksi lebih banyak, keakuratan dimensi tinggi, dan biaya produksi yang rendah sehingga dapat bersaing, salah satu proses pemesinan adalah mesin freis. Proses pemesinan freis merupakan salah satu proses pemotongan atau pembentukan logam yang sering dilakukan pada industri manufaktur baik di industri kecil maupun besar dengan keunggulan dapat membuat produk berbentuk rata atau lurus dimana pahat potong bermata jamak melakukan gerak potong yang berupa putaran, benda bergerak translasi yang merupakan gerak makan. Parameter pemotongan memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan suatu material pada proses freis (Rochim, 2007).

Dalam industri manufaktur, proses pemesinan dengan mekanisme pemotongan logam atau pembuangan *chip* atau beram merupakan proses yang paling sering dan yang paling umum digunakan. Gesekan yang terjadi antara permukaan benda kerja dengan permukaan mata pahat (*tools*) menghasilkan energi panas yang berakibat terhadap berkurangnya akurasi dimensi, menghasilkan kekasaran permukaan yang buruk, dan menurunkan kualitas mata pahat. Jadi, untuk mengurangi kekurangan tersebut, digunakanlah cairan pemotongan (Sharma & Kumar, 2021).

Efisiensi pemesinan sangat tergantung pada gesekan antarmuka benda kerja dan pahat. Untuk meningkatkan efisiensi pemesinan dan mengurangi gesekan, cairan pemotongan banyak digunakan. Namun, penggunaan minyak mineral konvensional memiliki efek yang sangat merugikan baik pada lingkungan maupun pada kesehatan operator mesin. Oleh karena itu, selama dekade terakhir, *dry lubrication* dan *minimum quantity lubrication* digunakan untuk mengurangi penggunaan minyak mineral konvensional. Juga, minyak mineral sudah mulai diganti dengan

cairan pemotongan yang lebih ramah lingkungan berupa minyak nabati seperti minyak kelapa, minyak jagung, minyak kedelai, dan lain-lain. Berbagai cara telah dilakukan untuk membuat proses pemesinan lebih ramah terhadap lingkungan (Gajrani et al., 2021).

Untuk meningkatkan sifat cairan dasar, digunakanlah campuran partikel berukuran nano. Cairan tersebut disebut sebagai nanofluida. Nanopartikel dengan rasio perbandingan terhadap volume yang tinggi memiliki kecenderungan untuk memperbaiki sifat termal yang dihasilkan oleh fluida dasar. Para peneliti mengembangkan berbagai model untuk mengevaluasi konduktivitas termal dan kapasitas perpindahan panas nanofluida. Sifat-sifat ini memegang peran penting dalam mengurangi suhu pemotongan selama pemesinan. Peneliti meninjau penelitian tentang sifat termal dan tribologi nanofluida. Mereka menemukan bahwa nanofluida memiliki konduktivitas termal yang lebih baik, koefisien perpindahan panas dan fluks panas kritis dibandingkan dengan cairan pemotongan konvensional. Peneliti menemukan juga bahwa peningkatan konduktivitas termal nanofluida berbasis air dapat mencapai hingga 60%. Oleh karena itu nanofluida dikembangkan untuk menjadi alternatif cairan pemotongan konvensional (Padmini et al., 2019).

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan di atas, penelitian yang akan dilakukan berjudul “Analisis Pengaruh Penggunaan *Nano-Cutting Fluid* pada Proses Freis terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Metode Taguchi.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, rumusan masalah yang akan dianalisis adalah optimasi parameter dan pengaruh kondisi lubrikasi pemesinan freis menggunakan minyak kelapa sebagai *cutting fluid* dan minyak kelapa campuran nanopartikel Al_2O_3 (*aluminium oxide*) sebagai *nano-cutting fluid* pada sistem *minimum quantity lubrication*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini dibatasi oleh batasan sebagai berikut:

1. Mesin yang digunakan adalah mesin freis konvensional.
2. Jenis pahat yang digunakan adalah pahat *end milling* 4 *flute* karbida dengan ukuran diameter 10mm.
3. Material yang digunakan adalah baja karbon sedang AISI 1045.
4. Metode freis yang digunakan adalah proses *side milling* dengan arah pemotongan *down milling*.
5. Variasi pemotongan yang digunakan adalah kecepatan pemotongan (V_c), gerak makan (f_z), dan kedalaman makan axial (a_{axial}) dengan kedalaman makan radial (a_{radial}) konstan.
6. Cairan pemotongan yang digunakan adalah minyak kelapa murni dan minyak kelapa dengan campuran nanopartikel Al_2O_3 .
7. Laju aliran nanofluida MQL yang digunakan adalah 50ml/jam.
8. Parameter kekasaran yang digunakan adalah kekasaran rata-rata aritmatik (R_a).
9. Data yang didapatkan akan diolah menggunakan metode Taguchi.
10. Software pengolahan data yang digunakan adalah *Microsoft Excel* dan *Minitab 20.3*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Komparasi pengaruh penggunaan minyak kelapa sebagai *cutting fluid* dan minyak kelapa campuran nanopartikel Al_2O_3 sebagai *nano-cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan benda kerja.
2. Optimasi parameter pemesinan freis terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada pemotongan benda kerja baja AISI 1045.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bentuk kontribusi untuk perkembangan ilmu manufaktur di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bentuk penerapan *green machining* atau pemesinan yang lebih ramah terhadap lingkungan.
3. Dapat dijadikan sebagai referensi pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Abbas, Adel T., Ragab, Adham E., Benyahia, Faycal., Soliman, Mahmoud S. (2018). *Taguchi Robust Design for Optimizing Surface Roughness of Turned AISI 1045 Steel Considering the Tool Nose Radius and Coolant as Noise Factors*. Hindawi. *Advance in Materials Science and Engineering*: 2018-2560253 (9).
- Afriansyah, Arif. (2021). *Analisis Kondisi Pemesinan pada Proses Side Milling Baja AISI 1045 Menggunakan Response Surface Methodology*. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya: Palembang.
- Anggraini, D., Dewi, S. K., & Saputro, T. E. (2017). *Aplikasi Metode Taguchi untuk Menurunkan Tingkat Kecacatan Pada Produk Paving*. *Jurnal Teknik Industri*.
- Bagchi, Tapan P. (1993). *Taguchi Method Explained: Practical Steps to Robust Design*. Prentice-Hall of India Private Limited: New Delhi.
- Dayou, Sebastian., Ting, Tiew Wei., Vigolo, Brigitte. (2022). *Comparison of Heat Transfer Performance of Water-Based Graphene Nanoplatelet and Multi-Walled Carbon Nanotube-Nanofluids in a Concentric Tube Heat Exchanger*. *Diamond & Related Materials*: 125 (2022) 108976.
- Fiaz, Rashid. (2011). *Classification of Steel*. Imtisal E Noor (2010) 39-43.
- G. Mohana Rao, S. Dilkush, I. sudakhar, P. Anil Babu. (2019). *Effect of Cutting Parameters with Dry and MQL Nano Fluids in Turning of EN-36 Steel*. *Materials Today: Proceedings* 41 (2021) 1182–1187 Contents.
- Gajrani, K. K., Suvin, P. S., Kailas, S. V., Rajurkar, K. P., & Sankar, M. R. (2021). *Machining of Hard Materials using Textured Tool with Minimum Quantity Nano-green Cutting Fluid*. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 35, 410–421.
- Gupta, K. (2020). *A Review On Green Machining Techniques*. *Procedia Manufacturing*, 51(2019), 1730–1736.
- Gürgen, S., Tali, D., & Kushan, M. C. (2019). *An Investigation on Surface*

- Roughness and Tool Wear in Turning Operation of Inconel 718*. Journal of Aerospace Technology and Management, 11, 1–10.
- ISO 4287. (1998).
- Krishnaiah, K., Shahabudeen, P. (2012). *Applied Design of Experiments and Taguchi Methods*. PHI Learning Private Limited: New Delhi.
- Ni, J., Cui, Z., Wu, C., Sun, J., & Zhou, J. (2021). *Evaluation of MQL Broaching AISI 1045 Steel with Sesame Oil Containing Nano-Particles Under Best Concentration*. Journal Of Cleaner Production, 320.
- Nurhaniza, M. (2016). *Analyzing the Effect of Machining Parameters Setting to the Surface Roughness during End Milling of CFRP-Aluminium Composite Laminates*. Hindawi Publishing Corporation.
- Nostrand, R. Van. (1990). *A Primer On The Taguchi Method*. Society of Manufacturing Engineers: New York.
- Padmini, R., Vamsi Krishna, P., Mahith, Sai., Kumar, Satish. (2019). *Influence of Green Cutting Fluids on Machining Performance Using Minimum Quantity Lubrication Technique*. Materials Today: Proceedings 18 (2019) 1435–1449.
- Paryanto. (2010). *Proses Frais (Milling)*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- Pratama, A Akbar. (2021). *Optimasi Sambungan Las Tak Sejenis SMAW Baja Karbon 3430 dan Stainless Steel 304 dengan Metode Taguchi*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya: Palembang.
- Rahdiyanta. (2010). *Proses Frais (Milling)*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Malang: Malang.
- Rochim, T. (2007). *Klasifikasi Proses Gaya dan Daya Pemesinan*.
- Roy, Ranjit K. (2010). *A Primer On The Taguchi Method (Second Edition)* Society of Manufacturing Engineers: New York.
- Sajid, M. Usman., Bicer, Yusuf. (2022). *Impact of Ultrasonication Time and Surfactants on Stability and Optical Properties of CuO, Fe₃O₄, and CNTs Water Nanofluids for Spectrum Selective Applications*. Ultrasonic Sonochemistry: 88 (2022) 106079.
- Sharma, A., & Kumar, R. (2021). *Potential Use of Minimum Quantity Lubrication (MQL) In Machining of Biocompatible Materials Using Environment*

Friendly Cutting Fluids. Materials Today: Proceedings, 45, 5315–5319.

Thomas, J., Kunte, K., & Arote, V. (2019). *Review on Machining Techniques : Dry Machining and Cryogenic Machining*. International Journal of Advance Research in Science and Engineering, 5(2), 188–194.

Wahjudi, D., Pramono, Y. (2004). *Optimasi Proses Injeksi dengan Metode Taguchi*. Jurnal Teknik Mesin, (3)1, 24-28.

Walsh, Ron. A. (2001). *Handbook of Machining and Metalworking Calculations*. McGraw-Hill: USA.

Youssef, H. A., & El-Hofy, H. (2008). *Machining Technology Machine Tools and Operations*. Taylor and Francis Group: Florida.

Zurita, Omar., Di-Graci, Veronica., Cepage, Maria. (2017). *Effect of Cutting Parameters on Surface Roughness in Turning of Annealed AISI-1020 Steel*. Revista Facultad de Ingenieria.