



ANALISIS PENGARUH NANOFUIDA *HEAT TRANSFER OIL* (HTO) / SiO₂ DENGAN METODE TAGUCHI PADA PEMBUBUTAN *MINIMUM QUANTITY LUBRICATION* (MQL) BAJA ST 37



TESIS

OLEH
RAFLAN
55822010008

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**



ANALISIS PENGARUH NANOFUIDA *HEAT TRANSFER OIL* (HTO) / SiO₂ DENGAN METODE TAGUCHI PADA PEMBUBUTAN *MINIMUM QUANTITY LUBRICATION* (MQL) BAJA ST 37

TESIS

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Mesin**

**UNIVERSITAS
OLEH
RAFLAN
55822010008
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

PEGESAHAN TESIS

Judul :ANALISIS PENGARUH NANOFLUIDA *HEAT TRANSFER OIL* (HTO) / SiO₂ DENGAN METODE TAGUCHI PADA PEMBUBUTAN *MINIMUM QUANTITY LUBRICATION* (MQL) BAJA ST 37

Nama : Raflan

NIM : 55822010008

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 16 Juli 2024



(Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D)

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi MTM

A blue ink signature of Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. is written in cursive.

(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)

A blue ink signature of Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D. is written in cursive.

(Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D)

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : ANALISIS PENGARUH NANOFLUIDA *HEAT TRANSFER OIL* (HTO) / SiO₂ DENGAN METODE TAGUCHI PADA PEMBUBUTAN *MINIMUM QUANTITY LUBRICATION* (MQL) BAJA ST 37

Nama : Raflan

NIM : 55822010008

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 16 Juli 2024

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua, informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 16 Juli 2024



(Raflan, ST)

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah atas nama:

Nama : RAFLAN
NIM : 55822010008
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis : ANALISIS PENGARUH NANOFLUIDA HEAT TRANSFER OIL (HTO) / SiO₂ DENGAN METODE TAGUCHI PADA PEMBUBUTAN MINIMUM QUANTITY LUBRICATION (MQL) BAJA ST 37

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 19 Agustus 2024** dengan hasil presentase sebesar **22%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 20 Agustus 2024

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tesis ini dengan judul “**ANALISIS PENGARUH NANOFLUIDA *HEAT TANSFER OIL (HTO)/SiO₂ DENGAN METODE TAGUCHI PADA PEMBUBUTAN *MINIMUM QUATITY LUBCIRATION (MQL) BAJA ST 37****” disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana.

Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada semua yang telah memberikan dedikasi mereka dalam membantu penyelesaian tesis ini. Terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang terlibat. :

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta
3. Dr. Muhamad Fitri, S.T, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister TeknikMesin Universitas Mercu Buana Jakarta
4. Dafit Feriyanto, M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing proposal tesis ini
5. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas MercuBuana yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan.
6. Ibuku tersayang, kakak laki-laki, saudara perempuan dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dan dukungannya

7. Seluruh rekan – rekan Magister Teknik Mesin Universitas Mercubuana yang telah banyak memberikan dorongan moral dan bantuan teknis dalam mewujudkan ide penelitian dan penulisan proposal tesis.

Tesis ini disusun tidak hanya untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Magister, tetapi juga dengan harapan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang proses manufaktur. Penulis menyadari bahwa setiap karya memiliki kekurangan, dan dengan demikian, penulis bersedia menerima kritik dan masukan yang membangun untuk perbaikan naskah ini..

Jakarta, Agustus 2024

Penulis,

Signed by RAFLAN (AF2102)
Aug 20, 2024, 13:22:17



Raflan, S.T



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Asumsi Penelitian	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Novelty	6
1.8 Sistematika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Persiapan Nanofluida	17
2.2 Ultrasonikasi	11
2.3 <i>UV Visible</i> dengan spektrofotometer	12
2.4 Proses Permesinan	13
2.5 Permukaan Benda Kerja	15
2.6 Elemen Dasar Proses Bubut	16

2.7	Kecepatan Potong (<i>Cutting Speed</i>)	17
2.8	Gerak Makan (<i>Feed dan Feed Rate</i>)	18
2.9	Kedalaman Potong (<i>Depth of Cut</i>).....	19
2.10	Gaya Potong	20
2.11	Kekasaran Permukaan	21
2.12	Cairan Pengerjaan Logam.....	25
2.13	Jenis Cairan Pemotongan.....	29
2.14	Logam ST 37 (AISI 1045).....	31
2.15	Waktu Permesinan (<i>Time Cycle</i>).....	32
2.16	Metode Taguchi	33
2.17	Memprediksi Nilai SN Ratio Hasil Optimalisasi	43
2.18	Persen Kontribusi.....	43
2.19	Eksperimen Konfirmasi.....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		46
3.1	Tahapan Penelitian	46
3.2	Persiapan dan Pengujian Kestabilan Nanofluida	47
3.3	Variabel Pengolahan Data Metode Taguchi	52
3.4	Karakteristik Respon Optimal	53
3.5	Bahan dan Peralatan	53
3.6	Rancangan Percobaan	58
3.7	Prosedur Percobaan & Pengukuran	60
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		64
4.1	Data Hasil Eksperimen	64
4.2	Pengujian nanopartikel SiO ₂ & nanofluida HTO/SiO ₂	88
4.3	Hasil Pengolahan Data ANOVA dengan Metode Taguchi	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		101
DAFTAR PUSTAKA.....		103

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2. 1 Tingkat Kekasaran Permukaan	24
Tabel 2. 2 Spesifikasi Logam ST37	32
Tabel 2. 3 Matriks Ortogonal	39
Tabel 2. 4 Analisis of Varians (ANOVA)	41
Tabel 3. 1 <i>Certificate of analysis</i> SiO ₂	47
Tabel 3. 2 Karakteristik Heat Transfer Oil S2	48
Tabel 3. 3 Thermal conductivity	56
Tabel 3. 4 Rekomendasi Kondisi Permesinan	56
Tabel 3. 5 Variabel Bebas Penelitian	59
Tabel 3. 6 Total Derajat Kebebasan	59
Tabel 3. 7 Matriks Ortogonal	60
Tabel 4. 1 Hasil Eksperimen	64
Tabel 4. 2 Perhitungan SN ratios Kekasaran Permukaan	92
Tabel 4. 3 Perhitungan rata-rata untuk Kekasaran Permukaan	93
Tabel 4. 4 <i>Analysis of Variance</i> untuk Kekasaran Permukaan	94
Tabel 4. 5 Perhitungan untuk SN ratios Suhu Pemotongan	96
Tabel 4. 6 Perhitungan untuk rata- rata (<i>means</i>) Suhu Pemotongan	97
Tabel 4. 7 <i>Analysis of Variance</i> untuk Suhu Pemotongan (SP)	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Klasifikasi Metode Sintesis Nanopartikel	10
Gambar 2. 2 Metode sintesis nanofluida	11
Gambar 2. 3 Prinsip proses ultasonik	12
Gambar 2. 4 Skema absorbansi dengan <i>UV Visible</i>	12
Gambar 2. 5 Alat uji <i>UV-Visible</i> ParkinElmer Lambda 365	13
Gambar 2. 6 <i>Turning Operation</i>	15
Gambar 2. 7 <i>External Turning</i>	15
Gambar 2. 8 Tiga Jenis Permukaan	16
Gambar 2. 9 <i>Feed Direction</i>	16
Gambar 2. 10 Nilai Kecepatan Potong dan Material	17
Gambar 2. 11 Tipe Insert dengan berbagai kekasaran	18
Gambar 2. 12 Gaya Potong dan komponen Gaya Potong	21
Gambar 2. 13 Terminologi dan simbol kekerasan	22
Gambar 2. 14 Common surface lay symbol	22
Gambar 2. 15 Nominal Surface	23
Gambar 2. 16 Ilustrasi Kekasaran Permukaan	24
Gambar 2. 17 Radius dan Feed pada SR	25
Gambar 2. 18 Notasi ortogonal array	37
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian	46
Gambar 3. 2 Persiapan Nanofluida	49
Gambar 3. 3 Karakteristik pengujian Nanofluida	49
Gambar 3. 4 Konduktivitas termal Al ₂ O ₃ /PAG & SiO ₂ /PAG pada suhu 30 °C	54
Gambar 3. 5 Konduktivitas termal	54
Gambar 3. 6 Mesin Bubut KEN USA KLS-1420	54
Gambar 3. 7 Portable Surface test 310 Mitutoyo	54
Gambar 3. 8 Proses Pengambilan Data Kekasaran Permukaan	55
Gambar 3. 9 Baja Silinder ST37	55
Gambar 3. 10 Lathe Holder MTJNR 2020H16	55
Gambar 3. 11 Insert Tool CNMG 120408 TF IC 707	56
Gambar 3. 12 Insert Dimension	56
Gambar 3. 13 Digital Vernier Caliper	56
Gambar 3. 14 Dial Indicator	57
Gambar 3. 15 Fluke VT04	57
Gambar 3. 16 Skematik Cooling Method & Cutting Condition	58
Gambar 3. 17 Skematik prosedur permesinan	60
Gambar 3. 18 Pengukuran kekasaran permukaan dan suhu pemotongan	61
Gambar 3. 19 Skematik Proses Mikroskop Perbesaran 100x	63
Gambar 4. 1 Mean Line	65
Gambar 4. 2 Titik Pengukuran Kekasaran Permukaan	65
Gambar 4. 3 Suhu Pemotongan sampel 1 & 2	66
Gambar 4. 4 Suhu Pemotongan sampel 3 & 4	66

Gambar 4. 5 Suhu Pemotongan sampel 5 & 6	66
Gambar 4. 6 Suhu Pemotongan sampel 7 & 8	67
Gambar 4. 7 Suhu Pemotongan sampel 9 & 10	67
Gambar 4. 8 Suhu Pemotongan sampel 11 & 12	67
Gambar 4. 9 Suhu Pemotongan sampel 13 & 14	68
Gambar 4. 10 Suhu Pemotongan sampel 15 & 16	68
Gambar 4. 11 Permukaan benda kerja sebelum pembubutan	68
Gambar 4. 12 Hasil permukaan benda kerja sampel 1	69
Gambar 4. 13 Hasil permukaan benda kerja sampel 5	70
Gambar 4. 14 Hasil permukaan benda kerja sampel 9	70
Gambar 4. 15 Hasil permukaan benda kerja sampel 13	71
Gambar 4. 16 <i>Discontinuous chips</i>	72
Gambar 4. 17 Hasil permukaan benda kerja sampel 2	73
Gambar 4. 18 Hasil permukaan benda kerja sampel 6	74
Gambar 4. 19 Hasil permukaan benda kerja sampel 10	75
Gambar 4. 20 Hasil permukaan benda kerja sampel 14	76
Gambar 4. 21 Hasil permukaan benda kerja sampel 3	77
Gambar 4. 22 Hasil permukaan benda kerja sampel 7	78
Gambar 4. 23 Hasil permukaan benda kerja sampel 11	79
Gambar 4. 24 Hasil permukaan benda kerja sampel 15	80
Gambar 4. 25 Hasil permukaan benda kerja sampel 4	81
Gambar 4. 26 Hasil permukaan benda kerja sampel 8	82
Gambar 4. 27 Hasil permukaan benda kerja sampel 12	83
Gambar 4. 28 Hasil permukaan benda kerja sampel 16	84
Gambar 4. 29 Lelehan logam karena discontinuous chip	86
Gambar 4. 30 Grafik pengujian nanopartikel dengan Horiba SZ-100	88
Gambar 4. 31 Viskositas Kinematik pada suhu 100 (°C)	88
Gambar 4. 32 Hari ke-1 & hari ke-10	89
Gambar 4. 33 Sedimentasi dibawah tabung ukur	89
Gambar 4. 34 Grafik nilai absorbance (AU) untuk HTO + 0.5%	90
Gambar 4. 35 Grafik nilai absorbance (AU) untuk HTO + 1%	91
Gambar 4. 36 Grafik untuk SN ratios kekasaran permukaan	92
Gambar 4. 37 Grafik untuk rata-rata (means) kekasaran permukaan	93
Gambar 4. 38 Grafik pengaruh nanofluida untuk kekasaran permukaan	95
Gambar 4. 39 Grafik Normal Probability Plot untuk kekasaran permukaan	95
Gambar 4. 40 Grafik signal & plot untuk SN ratios Suhu Pemotongan	96
Gambar 4. 41 Grafik untuk rata-rata (means) Suhu Pemotongan	97
Gambar 4. 42 Grafik pengaruh nanofluida untuk Suhu Pemotongan	99
Gambar 4. 43 Grafik Normal Probability Plot untuk Suhu Pemotongan	100

DAFTAR SIMBOL

MQL	<i>Minimum quantity lubrication</i>
NMQL	<i>Nanofluida minimum quantity lubrication</i>
Al ₂ O ₃	Alumunium oksida
SiO ₂	Silikon dioksida
TiO ₂	Titanium dioksida
MWCNT	<i>Multi Walled Carbon Nano Tube</i>
HTO	<i>Heat Transfer Oil</i>
kHz	<i>Kilohertz</i>
MHz	<i>Megahertz</i>
W	Daya
φ	Fraksi massa
m_p	Massa partikel
m_l	Massa larutan
mV	<i>Milivolt</i>
nm	Nanometer
UV-vis	<i>Ultraviolet-visible</i>
μm	Nilai Kekasaran Permukaan
V_c	Kecepatan potong (mm/min)
f	<i>Feed rate</i> (mm/rev)
n	Kecepatan putaran spindel (rpm)
γ_m	Nilai rata-rata dari keseluruhan S/N Ratio
γ_i	Rata-rata S/N Ratio pada level optimal
q	Jumlah parameter yang mempengaruhi respon secara signifikan
PQ	<i>Root-mean-square (RMS) deviation of the raw profile</i>
POE	<i>Poliol Ester</i>
PAG	<i>Polyalkylene Glycol</i>
PVE	<i>Polyvinyl Ether Lubricants</i>