

**PENGEMBANGAN PENGGUNAAN NANOFLUIDA
SEBAGAI FLUIDA PENDINGIN PADA PROSES
PEMESINAN DAN ANALISANYA TERHADAP
KUALITAS PERMUKAAN HASIL PEMESINAN**

SKRIPSI

Oleh

SEPTI RIANSYAH

04 04 02 0649



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**PENGEMBANGAN PENGGUNAAN NANOFLUIDA
SEBAGAI FLUIDA PENDINGIN PADA PROSES
PEMESINAN DAN ANALISANYA TERHADAP
KUALITAS PERMUKAAN HASIL PEMESINAN**

SKRIPSI

Oleh

SEPTI RIANSYAH

04 04 02 0649



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENGEMBANGAN PENGGUNAAN NANOFLUIDA SEBAGAI FLUIDA PENDINGIN PADA PROSES PEMESINAN DAN ANALISANYA TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN HASIL PEMESINAN

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan untuk menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, Juni 2008

Septi Riansyah

NPM 04 04 02 0649

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PENGEMBANGAN PENGGUNAAN NANOFLUIDA SEBAGAI FLUIDA PENDINGIN PADA PROSES PEMESINAN DAN ANALISANYA TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN HASIL PEMESINAN

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi untuk diikutkan sidang pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, Juni 2008

Dosen Pembimbing,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng

NIP 132 137 846

Dr-Ing. Ir. Nandy Putra

NIP 132 128 630

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan dengan baik tepat pada waktunya. Tak lupa penulis juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak, antara lain:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta beserta adik-adik yang tanpa pernah lelah memberikan doa, nasihat, dan dorongan semangat kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng, dan Dr-Ing. Ir. Nandy Putra selaku pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing serta menjadi referensi utama dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Dosen-dosen Departemen Teknik Mesin, yang telah banyak memberikan saran dan kritik membangun kepada penulis.
4. Refi Kunaefi "*the chosen one*", rekan seperjuangan, yang selalu siap berdiskusi demi selesainya penelitian ini.
5. Seluruh karyawan DTM-FTUI terutama kepada : Mas Awang, Mas Yasin, Mas Syarif, Mas Udiono, dan karyawan lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
6. Teman-teman Mesin angkatan 2004, yang banyak membantu memberikan saran dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
7. Laskar Otomasi dan Robotika 2008
8. Teman-teman di Fiena Boesana : AY, Lala, Topik, Askha, Sendy, Berto, Adam, Panji, Hendras dan Ferdinan dan atas bantuannya dalam penulisan skripsi ini.
9. Teman-teman di milis smunsa2004, Terutama Aulia Tegar W. atas jurnal-jurnal nanofluida yang sangat membantu penelitian ini.

Serta teman-teman dan pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungan baik moriil maupun materiil yang telah diberikan kepada penulis hingga dapat terselesaikannya penelitian dan penulisan skripsi ini.

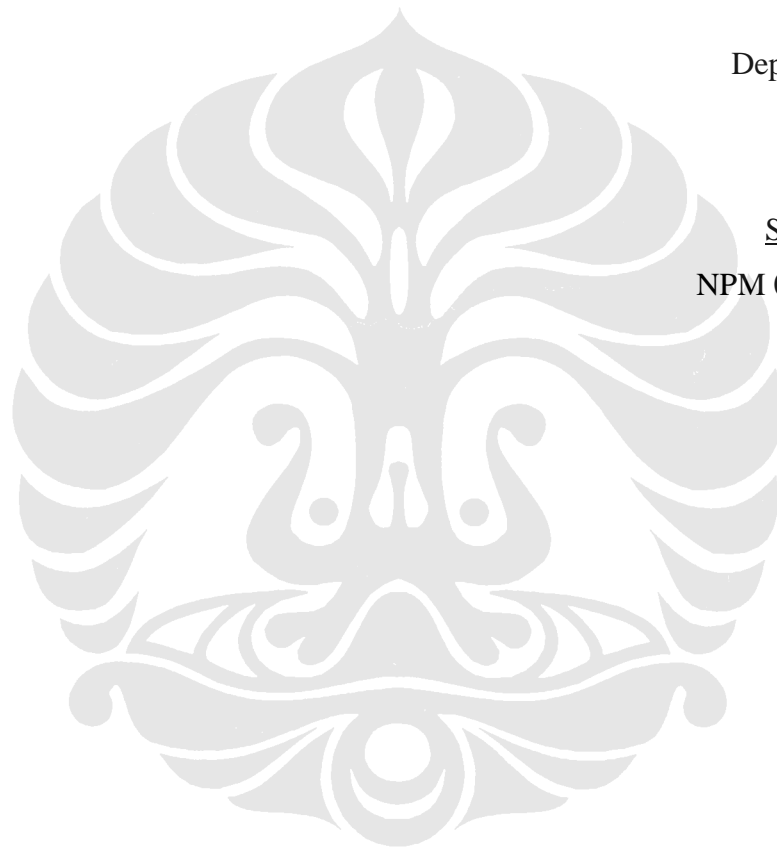
Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam penelitian dan penyampaian laporan skripsi ini. Baik dalam pengumpulan informasi dan pengolahan data yang didapatkan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun bagi pembaca agar menjadi masukan bagi penulisan karya ilmiah selanjutnya. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat ilmu pengetahuan serta berguna bagi penelitian selanjutnya dimasa depan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Depok, Juni 2008

Septi Riansyah

NPM 04 04 02 0649



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Pembatasan Masalah	3
I.5 Metodologi Penelitian	4
I.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TEORI PEMOTONGAN LOGAM	7
II.1 Teori Pemotongan Logam	7
II.2 Proses Turning	8
II.2.1 Metode-metode Pada Proses Turning	9
II.2.2 Terminologi pada Proses Turning	10
II.2.3 Pembentukan Chips	12
II.3 Terminologi Profil Permukaan	13
II.4 Topografi Permukaan dan Besar Cutoff	16
II.5 Dasar-dasar Percobaan	19
II.6 Eksperimen Faktorial	20
II.7 Fractional Factorial	21
II.8 Pengaruh Faktorial	22
II.9 Metoda Analisa Data	24

BAB III TEORI NANOFLUIDA	26
III.1 Dasar-dasar Nanofluida	27
III.1.1 Kemunculan Nanofluida	27
III.1.2 Perkembangan Konsep Nanofluida	27
III.1.3 Pembuatan Nanofluida	29
III.1.4 Penemuan Percobaan pada Nanofluida	32
III.2 Konduksi pada Nanofluida	34
III.3 Model Teoritis Konduktivitas Termal Nanofluida	38
III.3.1 Aturan Campuran Sederhana	38
III.3.2 Pendekatan Maxwell	39
III.3.3 Distribusi Partikel	39
III.3.4 Geometri Partikel	40
III.3.5 Pengaruh Interaksi Partikel dan Matrix	41
III.3.6 Interfacial Thermal Resistance	41
III.4 Model Dinamik Konduktivitas Thermal Nanofluida	42
III.5 Konveksi pada Nanofluida	44
BAB IV RANCANGAN PENELITIAN	48
IV.1 Installasi Alat Penelitian	48
IV.2 Komponen Percobaan	48
IV.2.1 Mesin Turning Maximat Super 11	48
IV.2.2 Material Benda Kerja	49
IV.2.3 Mata Pahat	50
IV.2.4 Tool holder	51
IV.2.5 Fluida Pendingin	51
IV.2.6 Termokopel	53
IV.2.7 Surface Roughness Tester	55
IV.2.8 Scanning Electron Microscope (SEM)	56
IV.3 Prosedur Pengambilan Data	57
IV.4 Design of Experiment	60

BAB V ANALISIS HASIL PERCOBAAN	62
V.1 Analisis Pengaruh Penggunaan Nanofluida Pada Kualitas Permukaan	62
V.1.1 Deskripsi Data Penelitian	62
V.1.2 Hasil pengolahan data	65
V.2 Dampak samping penggunaan Nanofluida	69
V.2.1 Timbulnya karat pada material kerja	69
V.2.2 Timbulnya foam pada nanofluida	73
V.3 Surface Integrity Material dan Analisis Tool Wear	75
V.3.1 Surface Integrity Material	75
V.3.2 Analisa Tool Wear	84
V.3.3 Pengaruh Nanofluida Terhadap Temperatur Pemotongan	91
V.3.4 Perhitungan Local Nusselt Number	96
V.4 Analysis of Variance Pengaruh Fluida Pendingin Pada Kekasaran Permukaan.	103
V.5 Analisa Efisiensi penggunaan Nanofluida	108
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN PENELITIAN LEBIH LANJUT	111
VI.1 Kesimpulan	111
VI.2 Saran Penelitian Lanjut	113
DAFTAR ACUAN	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 <i>Flow Chart</i> Penelitian	5
Gambar II.1 Dasar <i>input</i> dan <i>output</i> pada proses pemesinan.....	8
Gambar II.2 Proses <i>Sraight turning</i> dan <i>facing</i>	9
Gambar II.3 Proses <i>internal turning</i>	10
Gambar II.4 Ilustrasi proses pemotongan	11
Gambar II.5 Parameter pemesinan pada proses <i>turning</i>	12
Gambar II.6 Pengaruh <i>feed</i> dan <i>depth of cut</i> pada pembentukan chips	13
Gambar II.7 Profil irregularities permukaan.....	14
Gambar II.8 Profil tekstur permukaan	15
Gambar II.9 Ilustrasi profil permukaan.....	17
Gambar II.10 Jumlah <i>cutoff</i> (sampel) dalam panjang pengukuran	18
Gambar II.11 Jumlah puncak dalam <i>cutoff</i>	18
Gambar II.12 Pengertian percobaan.....	19
Gambar II.13 Eksperimen Faktorial tanpa interaksi	24
Gambar II.14 Eksperimen Faktorial dengan interaksi	24
Gambar III.1 Kemungkinan Transformasi Bentuk NanoPartikel.....	30
Gambar III.2 Stabilitas Kinetik Sistem Nanopartikel.....	31
Gambar III.3 Skematik Nano Partikel	31
Gambar III.4 Aliran Panas Melalui Solid Slab	35
Gambar III.5 Model Energy <i>Transport</i> Nanofluida.....	43
Gambar III.6 Ketergantungan Konduktivitas Termal Nanofluida terhadap Temperatur	44
Gambar IV.1 Installasi mesin saat pemesinan berlangsung	48
Gambar IV.2 Maximat super 11	49
Gambar IV.3 Material benda kerja.....	49
Gambar IV.4 <i>Cutting tools</i>	50
Gambar IV.5 <i>CVD-Coated Carbide</i>	50
Gambar IV.6 <i>Tool Holder</i>	51
Gambar IV.7 Proses pembuatan Nanofluida.....	52
Gambar IV.8 <i>Thermokopel</i>	53

Gambar IV. 9 <i>Thermometer</i>	53
Gambar IV.10 Kalibrasi termokopel.....	54
Gambar IV.11 Hasil kalibrasi termokopel	55
Gambar IV.12 SurfCom 120A	56
Gambar IV.13 Peralatan SEM.....	56
Gambar IV.14 Penuangan cairan pendingin pada <i>reservoir</i>	57
Gambar IV.15 Pemasangan material.....	57
Gambar IV.16 Proses pengukuran nilai <i>roughness</i>	58
Gambar IV.17 Skema keseluruhan proses pengambilan data	59
Gambar V.1 Profil <i>Roughness</i> pada putaran mesin 600 rpm	65
Gambar V.2 Profil <i>roughness</i> pada putaran mesin 1100 rpm	65
Gambar V.3 Profil kekasaran permukaan pada putaran mesin 2200 rpm	66
Gambar V.4 Pengaruh interaksi parameter pemesinan terhadap kekasaran permukaan	67
Gambar V.5 Timbulnya karat pada material uji setelah pencelupan kedalam nanofluida.....	70
Gambar V.6 Deret Volta.....	71
Gambar V.7 Material hasil pemesinan dengan fluida pendingin	73
nanofluida 4%+ <i>lubricant</i> 3%	73
Gambar V.8 Timbulnya foam pada <i>reservoir</i>	74
Gambar V.9 a)Perbesaran 100 kali; b)Perbesaran 500 kali.....	75
Gambar V.10 Perbesaran 100 kali proses <i>dry cutting</i> dengan <i>detector</i> QBSD... 76	
Gambar V.11 Data hasil analisa unsur material uji pada proses <i>dry cutting</i>	77
Gambar V.12 grafik hasil analisa unsur material uji pada proses <i>dry cutting</i>	77
Gambar V.13 Hasil SEM pada proses pemesinan dengan <i>cooling fluids</i> konvensional	78
Gambar V.14 Hasil SEM pada pemesinan dengan <i>cooling fluid</i> konvensional menggunakan <i>detector</i> QBSD.....	78
Gambar V.15 Data hasil analisa unsur pada pemesinan menggunakan <i>cooling fluid</i> konvensional di titik 1 pada gambar V.14	79
Gambar V.16 Grafik hasil analisa unsur pada pemesinan menggunakan <i>cooling fluid</i> konvensional di titik 1 pada gambar V.14.....	79

Gambar V.17 Data hasil analisa unsur pada pemesinan menggunakan cooling fluid konvensional di titik 2 pada gambar V.14	80
Gambar V.18 Grafik hasil analisa unsur pada pemesinan menggunakan cooling fluid konvensional di titik 2 pada gambar V.14	80
Gambar V.19 Hasil SEM pada proses pemesinan dengan cooling fluids Nanofluida 4%+ <i>Lubricant</i> 3%;	81
Gambar V.20 Hasil SEM pada pemesinan dengan cooling fluid nanofluida 4%+ <i>Lubricant</i> 3% dan detector QBSD.....	81
Gambar V.21 Data hasil analisa unsur pada pemesinan menggunakan cooling fluids nanofluida 4%+ <i>lubricant</i> 3% di titik 1 pada gambar V.20	82
Gambar V.22 Grafik hasil analisa unsur pada pemesinan menggunakan cooling fluids nanofluida 4%+ <i>lubricant</i> 3% di titik 1 pada gambar V.20	82
Gambar V.23 Data hasil analisa unsur pada pemesinan menggunakan cooling fluids nanofluida 4%+ <i>lubricant</i> 3% di titik 2 pada gambar V.20	83
Gambar V.24 Grafik hasil analisa unsur pada pemesinan menggunakan cooling fluids nanofluida 4%+ <i>lubricant</i> 3% di titik 2 pada gambar V.20	83
Gambar V.25 Nilai kerusakan mata pahat.....	85
Gambar V.26 Hasil SEM pada cutting tools baru	88
Gambar V.27 Hasil SEM pada mata pahat pemesinan dengan cooling fluids Nanofluida 4% + <i>lubricant</i> 3 % dengan perbesaran 100 kali	89
Gambar V.28 Hasil SEM pada mata pahat pemesinan dengan cooling fluids konvensional dengan perbesaran 100 kali.....	89
Gambar V.29 Hasil SEM pada mata pahat pemesinan dengan cooling fluids Nanofluida 4% + <i>lubricant</i> 3 % dengan perbesaran 500 kali	90
Gambar V.30 Hasil SEM pada mata pahat pemesinan dengan cooling fluids konvensional dengan perbesaran 500 kali.....	90
Gambar V.31 Temperatur mata pahat-pendingin konvensional (<i>air+lubricant</i> 3.3%)	92
Gambar V.32 Profil temperatur mata pahat; Nanofluida konsentrasi 4%	92
Gambar V.33 Profil temperatur mata pahat pada penggunaan.....	92
Nanofluida konsentrasi 4% + <i>lubricant</i> 3.3%	92
Gambar V.34 Pergerakan temperatur mata pahat; Nanofluida konsentrasi 1% ..	93

Gambar V.35 Profil temperatur mata pahat pada penggunaan.....	93
Nanofluida konsentrasi 1%+ <i>lubricant</i> 3.3%.....	93
Gambar V.36 Perbandingan temperatur mata pahat yang terbentuk pada variasi sistem pendingin pada putaran spindle (rpm) 600.	94
Gambar V.37 Profil temperatur mata pahat yang terbentuk pada variasi sistem pendingin pada putaran spindle (rpm) 1100	95
Gambar V.38 Perbandingan temperatur mata pahat yang terbentuk pada variasi sistem pendingin pada putaran spindle (rpm) 2200	95
Gambar V.39 Distribusi koefisien perpindahan panas	102
Gambar V.40 General linear model Roughness Vs Cooling,RPM,Time.....	104
Gambar V.41 Main effect plot pengaruh faktor-faktor terhadap kekasaran permukaan	105
Gambar V.42 Interaksi antar faktor terhadap response yang ditentukan	106
Gambar V.43 Interaksi antar faktor cooling fluids dan waktu pemesinan terhadap response yang ditentukan	107
Gambar V.44 Interaksi antar faktor putaran mesin dan waktu pemesinan terhadap response yang ditentukan	107
Gambar V.45 Interaksi antar faktor jenis cooling fluids dan putaran mesin terhadap response yang ditentukan	107

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Nilai cutoff untuk beberapa proses pemesinan	18
Tabel II.2 Petunjuk pemilihan desain percobaan	20
Tabel II.3 Eksperimen Faktorial	23
Tabel III.1 Thermal Conductivity beberapa material	28
Tabel III.2 Perbedaan kemampuan suspensi micro particle dan nanoparticle.....	28
Tabel III.3 Resume Penelitian Konduktivitas Termal Nanofluida	38
Tabel III.4 Resume Penelitian Tentang Konveksi pada Nanofluida.	47
Tabel IV.1 Properties dari <i>lubricant</i>	52
Tabel IV.2 Resume kondisi pemotongan	60
Tabel IV.3 Tabel data eksperiment faktorial.....	61
Tabel V.1 Nilai rata-rata kekasaran permukaan pada penggunaan cooling fluids konvensional	62
Tabel V.2 Rata-rata nilai kekasaran permukaan pada penggunaan cooling fluids nanofluids 1%	63
Tabel V.3 Rata-rata nilai kekasaran permukaan pada penggunaan cooling fluids nanofluids 1% + <i>lubricant</i> 3%	63
Tabel V.4 Rata-rata nilai kekasaran permukaan pada penggunaan cooling fluids NanoFluida 4%	64
Tabel V.5 Rata-rata nilai kekasaran pada penggunaan nanofluids 4% + <i>lubricant</i> 3%	64
Tabel V.6 Batas kerusakan Insert.....	85
Tabel V.7 Distribusi nilai koefisien perpindahan panas pada jenis fluida pendingin yang berbeda	100