

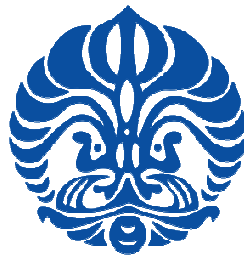
**PENGARUH PENGGUNAAN NANOFLUIDA  
SEBAGAI FLUIDA PENDINGIN PADA PROSES  
PEMESINAN TERHADAP KEKASARAN  
PERMUKAAN HASIL PEMESINAN DAN  
ANALISANYA TERHADAP TEMPERATUR  
PEMOTONGAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**REFI KUNAEFI**

**04 04 02 7066**



**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 :

### **PENGARUH PENGGUNAAN NANOFLLUIDA SEBAGAI FLUIDA PENDINGIN PADA PROSES PEMESINAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMESINAN DAN ANALISANYA TERHADAP TEMPERATUR PEMOTONGAN**

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, Juli 2008

Refi Kunaefi

NPM 04 04 02 7066

# PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**PENGARUH PENGGUNAAN NANOFLUIDA  
SEBAGAI FLUIDA PENDINGIN PADA PROSES  
PEMESINAN TERHADAP KEKASARAN  
PERMUKAAN HASIL PEMESINAN DAN  
ANALISANYA TERHADAP TEMPERATUR  
PEMOTONGAN**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi tanggal 7 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, Juli 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

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, atas berkah dan bimbingan dari yang maha kuasa, Allah SWT, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Tak lupa penulis juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak, antara lain:

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta, yang tidak pernah lelah memberikan doa, nasihat, semangat, dorongan dan dukungan baik moril maupun materil kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng, dan DR-Ing. Ir. Nandy Putra selaku pembimbing skripsi yang telah 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. Septi Riansyah, teman seperjuangan, *partner* kerja, yang selalu menemani dan banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Seluruh karyawan DTM-FTUI terutama kepada : Mas Awang, dan Mas Yasin, Mas Syarif, Mas Udiono, dan karyawan lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
6. Teman-teman Mesin angkatan 2004 semester 8, yang telah banyak membantu memberikan saran dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
7. Teman-teman TRUI : Bogie, Rhandyka (Jepe), Askha, Rian, Topik, Debie, Indah, Eqi, Lindi, Evi, Sarah yang selalu memberikan semangat kepada penulis. Teruskan perjuanganmu kawan!
8. Teman-teman asrama PPSDMS, *school of nation future leaders*, terutama kepada MoKa *my roommate* yang selalu kompak dalam suka dan duka, serta

memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

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

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan didalam 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 penelitan selanjutnya dimasa depan.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Depok, Juli 2008

Refi Kunaefi

NPM 04 04 02 7066

## 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
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TEORI PEMOTONGAN LOGAM DAN PENGUKURAN KEKASARAN PERMUKAAN.....	8
2.1 Teori Pemotongan Logam.....	8
2.2 Proses <i>Turning</i> .....	9
2.2.1 Metode-metode Pada Proses <i>Turning</i> .....	10
2.2.2 Terminologi pada Proses <i>Turning</i> .....	11
2.2.3 Pembentukan <i>Chips</i> .....	13
2.3 Terminologi Profil Permukaan.....	14

2.4	Topografi Permukaan dan Besar <i>Cut-off</i> .....	17
2.5	Dasar-dasar Percobaan.....	20
2.6	Eksperimen Faktorial.....	22
2.7	Fractional Factorial.....	23
2.8	Pengaruh Faktorial .....	24
2.9	Metoda Analisa Data .....	26
BAB III TEORI NANOFLUIDA .....		28
3.1	Dasar-dasar Nanofluida .....	29
3.1.1	Kemunculan Nanofluida.....	29
3.1.2	Perkembangan Konsep Nanofluida.....	29
3.1.3	Pembuatan Nanofluida .....	31
3.1.4	Penemuan Percobaan pada Nanofluida .....	34
3.2	Konduksi Pada Nanofluida.....	37
3.3	Model Teoritis Konduktivitas Termal Nanofluida .....	41
3.3.1	Aturan Campuran Sederhana .....	42
3.3.3	Distribusi Partikel.....	43
3.3.4	Geometri Partikel .....	43
3.3.5	Pengaruh Interaksi Partikel dan <i>Matrix</i> .....	44
3.3.6	Interfacial Thermal Resistance.....	44
3.4	Model Dinamik Konduktivitas Termal Pada Nanofluida.....	45
3.5	Konveksi Pada Nanofluida .....	48
BAB IV RANCANGAN PENELITIAN .....		52
4.1	Installasi Alat Penelitian .....	52
4.2	Komponen Percobaan.....	52
4.2.1	Mesin <i>Turning Maximat Super 11</i> .....	53
4.2.2	Material Benda Kerja.....	53
4.2.3	Mata Pahat .....	54
4.2.4	<i>Tool holder</i> .....	55
4.2.5	Fluida Pendingin .....	56

4.2.6 Termokopel .....	57
4.2.7 Surface Roughness Tester.....	60
4.2.8 Scanning Electron Microscope (SEM).....	61
4.3 Prosedur Pengambilan Data .....	61
4.4 Design of Experiment .....	65
<b>BAB V ANALISA HASIL PERCOBAAN .....</b>	<b>67</b>
5.1 Pengaruh Penggunaan Nanofluida terhadap Temperatur Pemotongan.....	67
5.1.1 Deskripsi Data Penelitian; Pengaruh Nanofluida Terhadap Temperatur Pemotongan .....	67
5.1.2 Perhitungan <i>Local Nusselt Number</i> .....	73
5.1.3 Analysis of Varian (Design of Experiment) Hasil Penelitian.....	78
5.2 Pengaruh Penggunaan Nanofluida Terhadap Kualitas Permukaan Hasil Pemesinan.....	84
5.2.1 Deskripsi Data Penelitian; Pengaruh Nanofluida Terhadap Kualitas Permukaan Hasil Pemesinan. ....	84
5.2.2 Analisa Timbulnya Karat di Material pada Pemesinan yang Menggunakan Nanofluida. ....	89
5.2.3 Analisa Timbulnya <i>Tool Wear</i> dan <i>Surface Integrity</i> Material Hasil Pemesinan.....	94
5.3 Analisis Efisiensi Nanofluida Sebagai Fluida Pendingin pada Proses Pemesinan.....	106
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN PENELITIAN LEBIH LANJUT .....</b>	<b>110</b>
6.1 Kesimpulan .....	110
6.2 Saran Penelitian Lanjut.....	111
<b>DAFTAR ACUAN .....</b>	<b>113</b>



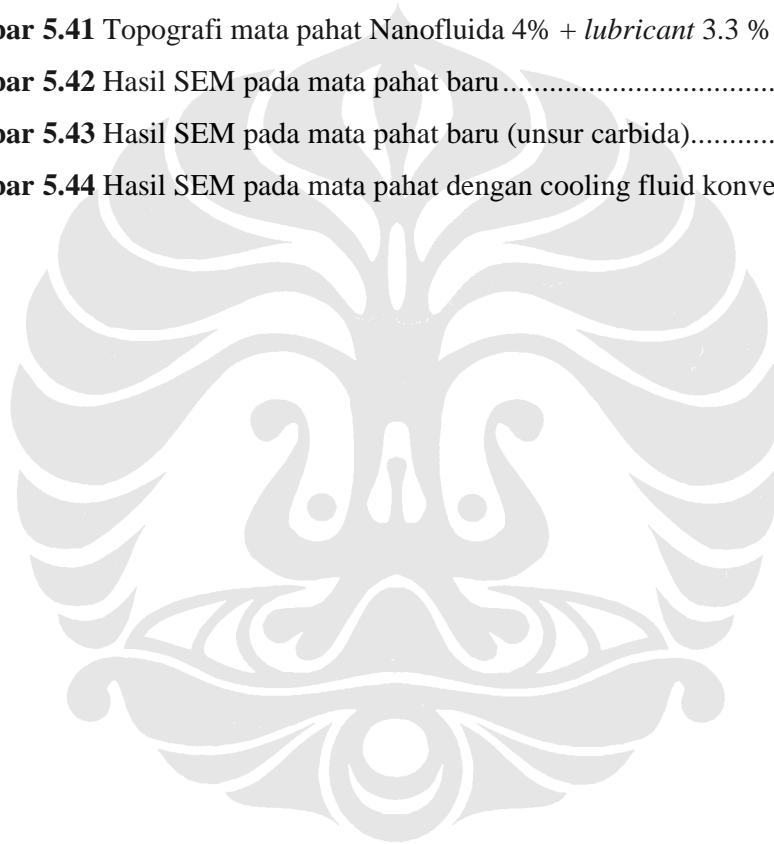
## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Turbin blade [Gandjar et. al, 2008].....	1
<b>Gambar 1. 2</b> Tahapan penelitian .....	6
<b>Gambar 2.1</b> Dasar input dan output pada proses pemesinan .....	9
<b>Gambar 2.2</b> Proses Sraight turning dan facing .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Proses internal turning.....	11
<b>Gambar 2.4</b> Ilustrasi proses pemotongan .....	12
<b>Gambar 2.5</b> Parameter pemesinan pada proses turning .....	13
<b>Gambar 2.6</b> Pengaruh feed dan depth of cut pada pembentukan chips.....	14
<b>Gambar 2.7</b> Profil irregularities permukaan .....	15
<b>Gambar 2.8</b> Profil tekstur permukaan .....	16
<b>Gambar 2.9</b> Ilustrasi profil permukaan.....	18
<b>Gambar 2.10</b> Jumlah cut-off (sampel) dalam panjang pengukuran .....	19
<b>Gambar 2.11</b> Jumlah puncak dalam cut-off.....	20
<b>Gambar 2.12</b> Pengertian percobaan .....	20
<b>Gambar 2.13</b> Eksperimen Faktorial tanpa interaksi .....	25
<b>Gambar 2.14</b> Eksperimen Faktorial dengan interaksi .....	25
<b>Gambar 3.1</b> Kemungkinan Transformasi Bentuk NanoPartikel .....	32
<b>Gambar 3.2</b> Stabilitas Kinetik Sistem Nanopartikel .....	33
<b>Gambar 3.3</b> Skematik Nano Partikel.....	34
<b>Gambar 3.4</b> Aliran Panas Melalui Solid Slab.....	38
<b>Gambar 3.5</b> Model Energy Transport Nanofluida .....	46
<b>Gambar 3.6</b> Ketergantungan Konduktivitas Termal Nanofluida terhadap Temperatur .....	47
<b>Gambar 4.1</b> Installasi mesin saat pemesinan berlangsung .....	52
<b>Gambar 4.2</b> Maximat super 11[EMCO, Instruction book].....	53
<b>Gambar 4.3</b> Material benda kerja.....	54
<b>Gambar 4.4</b> Cutting tools.....	54
<b>Gambar 4.5</b> CVD-Coated Carbide [Paul DeGarmo, 2003] .....	55
<b>Gambar 4.6</b> Tool Holder.....	55

<b>Gambar 4.7</b> Proses pembuatan Nanofluida .....	57
<b>Gambar 4.8</b> Termokopel.....	58
<b>Gambar 4.9</b> Thermometer.....	58
<b>Gambar 4.10</b> Kalibrasi termokopel .....	59
<b>Gambar 4.11</b> Hasil kalibrasi termokopel.....	59
<b>Gambar 4.12</b> SurfCom 120A .....	60
<b>Gambar 4.13</b> Peralatan SEM .....	61
<b>Gambar 4.14</b> Penuangan fluida pendingin pada reservoir.....	62
<b>Gambar 4.15</b> Pemasangan material.....	62
<b>Gambar 4.16</b> Proses pengukuran nilai roughness .....	63
<b>Gambar 4.17</b> Skema keseluruhan proses pengambilan data.....	64
<b>Gambar 5.1</b> Temperatur mata pahat-pendingin konvensional (air+lubricant 3.3%).....	68
<b>Gambar 5.2</b> Profil temperatur mata pahat; Nanofluida konsentrasi 4%.....	68
<b>Gambar 5.3</b> Profil temperatur mata pahat; Nanofluida konsentrasi 4% + lubricant 3.3% .....	69
<b>Gambar 5.4</b> Pergerakan temperatur mata pahat; Nanofluida konsentrasi 1% .....	69
<b>Gambar 5.5</b> Profil temperatur mata pahat; Nanofluida konsentrasi 1% + lubricant 3.3% .....	70
<b>Gambar 5.7</b> Profil temperatur mata pahat yang terbentuk pada variasi sistem pendingin pada putaran spindle (rpm) 1100.....	71
<b>Gambar 5.8</b> Perbandingan temperatur mata pahat yang terbentuk pada variasi sistem pendingin pada putaran spindle (rpm) 2200.....	71
<b>Gambar 5.9</b> Distribusi koefisien perpindahan panas.....	78
<b>Gambar 5.10</b> Interaksi antara faktor pemesinan dengan temperatur.....	81
<b>Gambar 5.11</b> Plot Interaksi antara faktor pemesinan dengan temperatur .....	82
<b>Gambar 5.12</b> Surface Plot Temperatur vs rpm, cooling .....	83
<b>Gambar 5.13</b> Surface Plot Temperatur vs time, cooling .....	83
<b>Gambar 5.14</b> Profil Roughness pada putaran mesin 600 rpm .....	86
<b>Gambar 5.15</b> Profil kekasaran permukaan pada putaran mesin 1100 rpm.....	86
<b>Gambar 5.16</b> Profil kekasaran permukaan pada putaran mesin 2200 rpm.....	87
<b>Gambar 5.17</b> Timbulnya foam pada reservoir .....	89

<b>Gambar 5.18</b> Timbulnya karat pada material uji setelah pencelupan kedalam nanofluida.....	90
<b>Gambar 5.19</b> Deret Volta.....	91
<b>Gambar 5.20</b> Material hasil pemesinan dengan fluida pendingin nanofluida 4% + <i>lubricant</i> 3.3% .....	93
<b>Gambar 5.21</b> Topografi material dengan dry cutting; perbesaran 100 kali.....	94
<b>Gambar 5.22</b> Topografi material dengan dry cutting; perbesaran 500 kali.....	95
<b>Gambar 5.23</b> Perbesaran 100 kali (dry cutting) dengan detector QBSD .....	95
<b>Gambar 5.24</b> Data hasil analisa unsur material uji dry cutting.....	96
<b>Gambar 5.25</b> grafik hasil analisa unsur material uji dry cutting.....	96
<b>Gambar 5.26</b> Topografi material dengan cooling fluid konvensional; perbesaran 100 kali.....	97
<b>Gambar 5.27</b> Topografi material dengan cooling fluid konvensional; perbesaran 500 kali.....	97
<b>Gambar 5.28</b> Hasil SEM pada cooling fluid konvensional dengan detector QBSD .....	98
<b>Gambar 5.29</b> Data hasil analisa unsur pada penggunaan cooling fluid konvensional pada titik 1 .....	98
<b>Gambar 5.30</b> Grafik hasil analisa unsur pada penggunaan cooling fluid konvensional pada titik 1 .....	99
<b>Gambar 5.31</b> Data hasil analisa unsur pada penggunaan cooling fluid konvensional pada titik 2 .....	99
<b>Gambar 5.32</b> Grafik hasil analisa unsur pada penggunaan cooling fluid konvensional pada titik 2 .....	100
<b>Gambar 5.33</b> Topografi material dengan nanofluida 4%+engineer oil; perbesaran 100 kali.....	100
<b>Gambar 5.34</b> Topografi material dengan nanofluida 4%+engineer oil; perbesaran 500 kali.....	101
<b>Gambar 5.35</b> Hasil SEM pada cooling fluid nanofluida dengan detector QBSD .....	101
<b>Gambar 5.36</b> Data hasil analisa unsur pada penggunaan cooling fluid nanofluida+ <i>lubricant</i> pada titik 1 .....	102

<b>Gambar 5.37</b> Grafik hasil analisa unsur pada penggunaan cooling fluid nanofluida pada titik 1 .....	102
<b>Gambar 5.38</b> Data hasil analisa unsur pada penggunaan cooling fluid nanofluida pada titik 2.....	103
<b>Gambar 5.39</b> Grafik hasil analisa unsur pada penggunaan cooling fluid nanofluida pada titik 2 .....	103
<b>Gambar 5.40</b> Perbandingan topografi hasil pemesinan untuk (dari kiri ke kanan): dry cutting, konvensional, dan nanofluida 4% + <i>lubricant</i> 3.3% .....	104
<b>Gambar 5.41</b> Topografi mata pahat Nanofluida 4% + <i>lubricant</i> 3.3 % .....	104
<b>Gambar 5.42</b> Hasil SEM pada mata pahat baru.....	105
<b>Gambar 5.43</b> Hasil SEM pada mata pahat baru (unsur carbida).....	105
<b>Gambar 5.44</b> Hasil SEM pada mata pahat dengan cooling fluid konvensional	105



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Nilai cut-off untuk beberapa proses pemesinan .....	19
<b>Tabel 2.2</b> Petunjuk pemilihan desain percobaan .....	21
<b>Tabel 2.3</b> Eksperimen Faktorial.....	24
<b>Tabel 3.1</b> Thermal Conductivity beberapa material [Das et.al, 2008] .....	30
<b>Tabel 3.2</b> Perbedaan kemampuan suspensi micro particle dan nanoparticle .....	30
<b>Tabel 3.3</b> Resume Penelitian Konduktivitas Termal Nanofluida .....	41
<b>Tabel 3.4</b> Resume Penelitian Tentang Konveksi pada Nanofluida.....	50
<b>Tabel 4.1</b> Properties dari <i>lubricant</i> .....	56
<b>Tabel 4.2</b> Resume kondisi pemotongan .....	65
<b>Tabel 4.3</b> Tabel data eksperiment faktorial .....	66
<b>Tabel 5.2</b> General linear model.....	79
<b>Tabel 5.3</b> Rata-rata Nilai kekasaran Pendingin Konvensional .....	84
<b>Tabel 5.4</b> Rata-rata Nilai kekasaran (nanofluids 1%) .....	84
<b>Tabel 5.5</b> Rata-rata Nilai kekasaran (nanofluids 1% + <i>lubricant</i> 3%).....	85
<b>Tabel 5.6</b> Rata-rata Nilai kekasaran NanoFluida 4% .....	85
<b>Tabel 5.7</b> Rata-rata Nilai kekasaran (nanofluids 4% + <i>lubricant</i> 3%).....	85