

TUGAS SARJANA

OPTIMASI PARAMETER PROSES PEMESINAN TERHADAP KEAUSAN PAHAT DAN KEKASARAN PERMUKAAN BENDA HASIL PROSES *CNC TURNING* DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu
(S-1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Oleh:

GIYATNO

L2E 604 211

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2009

TUGAS SARJANA

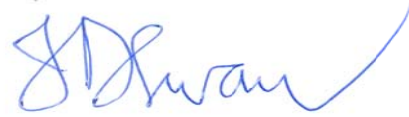
- Diberikan kepada : Nama : Giyatno
Nim : L2E 604 211
- Dosen Pembimbing : 1. Rusnaldy, Phd
2. Dr. Joga Dharma Setiawan, MSc
- Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)
- Judul : **“Optimasi Parameter Proses Pemesinan Terhadap Keausan Pahat dan Kekasaran Permukaan Benda Hasil Proses CNC Turning Dengan Menggunakan Metode Taguchi”**
- Isi Tugas : 1. Optimasi pemilihan parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan benda hasil proses permesinan.
2. Mengetahui parameter apa yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan.
3. Optimasi pemilihan parameter pemotongan terhadap keausan pahat.
4. Mengetahui parameter apa yang paling berpengaruh terhadap keausan pahat.

Menyetujui
Pembimbing I



Rusnaldy, Phd
NIP. 132 236 132
Pembimbing I

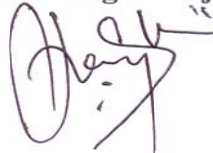
Menyetujui
Pembimbing II



Dr. Joga Dharma Setiawan, MSc
NIP. 132 316 216
Pembimbing II

Mengetahui

Koordinator Tugas Sarjana



Dr. M.S.K. Tony Suryo Utomo, ST, MT
NIP. 132 231 137

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Sarjana yang berjudul “**Optimasi Parameter Proses Pemesinan Terhadap Keausan Pahat dan Kekasaran Permukaan Benda Hasil Proses *CNC Turning* Dengan Menggunakan Metode Taguchi**” telah disetujui pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 31 Desember 2009

Menyetujui,

Menyetujui
Pembimbing I



Rusnaldy, Phd
NIP. 132 236 132
Pembimbing I

Menyetujui
Pembimbing II



Dr. Joga Dharma Setiawan, MSc
NIP. 132 316 216
Pembimbing II

Mengetahui

Koordinator Tugas Sarjana



Dr. M.S.K. Tony Suryo Utomo, ST, MT
NIP. 132 231 137

ABSTRAK

Kualitas suatu produk proses pemesinan sangat dipengaruhi oleh ketepatan geometri dan kekasaran permukaan benda yang dihasilkan. Keausan pahat memegang pengaruh yang sangat penting terhadap kedua hal tersebut. Dalam penelitian ini, dampak kecepatan pemotongan (*cutting speed*), laju pemakanan (*feed rate*), kedalaman pemotongan (*depth of cut*) dan kondisi pemotongan (*cutting condition*) terhadap kekasaran permukaan baja ST 40 serta keausan pahat *cermet* yang digunakan akan diteliti. Metode Taguchi digunakan untuk menganalisa faktor apa yang paling berpengaruh dan kondisi parameter seperti apa yang akan menghasilkan kekasaran permukaan dan keausan pahat yang terbaik.

Dari analisa varian yang dilakukan kecepatan pemakanan memiliki pengaruh paling besar terhadap kekasaran permukaan dan kondisi parameter pemesinan paling baik diperoleh pada kecepatan potong sedang, kecepatan makan rendah, kedalaman pemakan rendah dan berpendingin minyak dengan prediksi nilai kekasaran $0,75 \pm 0,19 \mu\text{m}$ dan kekasaran permukaan eksperimen konfirmasi $1,15 \pm 0,26 \mu\text{m}$. Dari analisis varian terhadap keausan pahat yang digunakan kecepatan pemakanan memiliki kontribusi paling tinggi terhadap keausan pahat, dan kondisi parameter pemesinan paling baik diperoleh pada kecepatan potong rendah, kecepatan makan rendah, kedalaman pemakan rendah dan berpendingin dromus dengan nilai prediksi keausan pahat $3 \pm 2 \mu\text{m}$ dan kekasaran permukaan eksperimen konfirmasi $7 \pm 2 \mu\text{m}$.

Kata kunci : metode Taguchi, kekasaran permukaan, keausan pahat, CNC bubut

ABSTRACT

Quality of product in machining process depends on geometry accuracy and surface roughness of the product. Tool wear has big influence to both of them. In this research, the effect of cutting speed, feed rate, depth of cut and cutting condition for machining ST 40 steel using cermet insert will be studied. The Taguchi method is used to analyze the most significant influence of machining parameters and the optimum condition of machining process will be reported.

From the analysis of variance (ANOVA) it is known that the feed rate has the biggest influence on surface roughness and tool wear. The optimum condition of machining parameters for surface roughness achieved by medium cutting speed, low feed rate, low depth of cut, and using oil as coolant. The prediction of surface roughness and confirmation experiment is $0.75 \pm 0.19 \mu\text{m}$ and $1.15 \pm 0.26 \mu\text{m}$. Meanwhile, for tool wear achieved by low cutting speed, low feed rate, low depth of cut and using dromus as coolant. The prediction of tool wear and confirmation experiment is $3 \pm 2 \mu\text{m}$ and $7 \pm 2 \mu\text{m}$.

Keyword: *Surface roughness, tool wear, machining parameters, and Taguchi method*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik.

Tugas Sarjana ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Rusnaldy, Phd selaku pembimbing I atas bimbingan, saran dan pemikiran yang sangat berguna bagi penulisan Tugas Sarjana ini.
2. Dr. Joga Dharma Setiawan, MSc selaku pembimbing II atas bimbingan, saran dan pemikiran yang sangat berguna bagi penulisan Tugas Sarjana ini.
3. Herman Saputro, Sunaryo dan Daniel sebagai rekan penelitian yang sudah banyak membantu.
4. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu kelancaran pembuatan tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa Tugas Sarjana ini masih jauh dari sempurna. Segala kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan dimasa yang akan datang akan sangat dihargai. Semoga Tugas Sarjana ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, September 2009

Penulis

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

**"LAKUKAN YANG TERBAIK UNTUK SETIAP PEKERJAAN
DAN SELALU BERUSAHA UNTUK MENJADI LEBIH BAIK"**

**Tugas sarjana ini saya persembahkan untuk
Ayahanda dan Ibunda yang tercinta**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN ABSTRAK.....	iv
HALAMAN <i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Metode Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 Proses pemesinan.....	6
2.2 Proses Membubut.....	8
2.2.1 Mesin bubut konvensional	8
2.2.2 Mesin bubut CNC.....	9
2.2.3 Elemen dasar proses pembubutan	11
2.3 Pahat	13
2.3.1 Geometri pahat	13

2.3.2	Material pahat	17
2.3.3	Keausan pahat	26
2.4	Kekasaran permukaan	30
2.5	Cairan pendingin (<i>Cutting fluid</i>)	35
2.6	Metode Taguchi	37
2.7	Hipotesis penelitian.....	45
BAB III METODE PENELITIAN		46
3.1	Eksperimen	46
3.1.1	Material	46
3.1.2	Pahat.....	48
3.1.3	Parameter pemotongan.....	49
3.1.4	Mesin bubut CNC	53
3.1.5	Eksperimental <i>setup</i>	54
3.1.6	Pengukuran hasil	56
3.2	Desain eksperimen.....	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		63
4.1	Kekasaran permukaan.....	63
4.1.1	Data pengukuran kekasaran permukaan	63
4.1.2	Pengaruh level dari faktor terhadap kekasaran permukaan	64
4.1.3	Analisa varian (ANOVA) rata-rata kekasaran permukaan.	72
4.1.4	Prediksi rata-rata kekasaran permukaan maksimal hasil pembubutan	73
4.1.5	Interval kepercayaan rata-rata kekasaran permukaan.....	74
4.1.6	Analisa varian (ANOVA) rasio S/N kekasaran permukaan	75
4.1.7	Prediksi rasio S/N kekasaran permukaan maksimal hasil pembubutan.....	76
4.1.8	Interval kepercayaan rasio S/N kekasaran permukaan.....	76
4.1.9	Eksperimen konfirmasi.....	77

4.2 Keusan pahat (<i>tool wear</i>).....	81
4.2.1 Data pengukuran keusan pahat	81
4.2.2 Pengaruh level dari faktor terhadap keusan pahat	82
4.2.3 Analisa varian (ANOVA) rata-rata keusan pahat	89
4.2.4 Prediksi rata-rata keusan pahat maksimal hasil pembubutan	90
4.2.5 Interval kepercayaan rata-rata keusan pahat	91
4.2.6 Analisa varian (ANOVA) rasio S/N keusan pahat	91
4.2.7 Prediksi rasio S/N keusan pahat maksimal hasil pembubutan	92
4.2.8 Interval kepercayaan rasio S/N keusan pahat	93
4.2.9 Eksperimen konfirmasi	94
 BAB V PENUTUP.....	 97
5.1 Kesimpulan.....	97
5.2 Saran	98
 DAFTAR PUSTAKA	 99
LAMPIRAN	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan analisis varian rata-rata kekasaran permukaan	101
Lampiran B Perhitungan analisis varian rasio S/N kekasaran permukaan	107
Lampiran C Perhitungan analisis varian rata-rata keausan pahat	114
Lampiran D Perhitungan analisis varian rasio S/N keausan pahat	199

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin bubut konvensional	8
Gambar 2.2 Mesin bubut CNC	10
Gambar 2.3 Proses Pembubutan	12
Gambar 2.4 Geometri pahat	14
Gambar 2.5 Profil <i>insert</i>	15
Gambar 2.6 Faktor pemilihan <i>insert</i>	15
Gambar 2.7 Standarisasi kode <i>insert</i>	17
Gambar 2.8 Pengaruh temperatur terhadap kekerasan pahat	19
Gambar 2.9 <i>Flank wear</i>	27
Gambar 2.10 <i>Creater wear</i>	27
Gambar 2.11 Grafik hubungan temperatur dan keausan kawah	28
Gambar 2.12 <i>Chipping</i>	28
Gambar 2.13 <i>Build-up edge (BUE)</i>	29
Gambar 2.14 Deformasi plastis.....	30
Gambar 2.15 Profil permukaan.....	33
Gambar 2.16 Simbol kekasaran	35
Gambar 3.1 Spesimen pengujian.....	48
Gambar 3.2 Pahat	48
Gambar 3.3 Rekomendasi kecepatan potong pahat CT 3000	49
Gambar 3.4 Rekomendasi Kecepatan pemakanan	50
Gambar 3.5 Rekomendasi parameter pemesinan	52
Gambar 3.6 Cairan pendingin	53
Gambar 3.9 Mesin <i>CNC LATHE TRUN MASTER TMC 320</i>	53
Gambar 3.7 Proses pengujian.....	55
Gambar 3.8 Benda hasil proses pemesinan.....	56
Gambar 3.10 <i>Mitutoyo Surfetest SJ-201P Roughness Tester</i>	56
Gambar 3.11 Pengujian kekasaran permukaan	58
Gambar 3.12 Pengujian keausan pahat	59

Gambar 3.13 Diagram alir penelitian.....	62
Gambar 4.1 Pengaruh parameter kecepatan potong pada kekasaran permukaan.....	66
Gambar 4.2 Pengaruh kecepatan potong terhadap profil permukaan spesimen....	67
Gambar 4.3 Rekomendasi pemegang pahat.....	68
Gambar 4.4 Grafik pengaruh kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan.....	68
Gambar 4.5 Pengaruh kecepatan pemakanan terhadap profil permukaan spesimen.....	69
Gambar 4.6 Grafik pengaruh kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan.....	70
Gambar 4.7 Pengaruh kedalaman pemakanan terhadap profil permukaan spesimen.....	70
Gambar 4.8 Grafik pengaruh kondisi pemotongan terhadap kekasaran permukaan.....	71
Gambar 4.9 Pengaruh kondisi pemotongan terhadap profil permukaan spesimen.....	72
Gambar 4.10 Grafik prediksi rata-rata kekasaran maksimal.....	74
Gambar 4.11 Grafik prediksi rasio S/N kekasaran permukaan.....	76
Gambar 4.12 Grafik eksperimen konfirmasi.....	80
Gambar 4.13 Pengaruh parameter kecepatan potong pada keausan pahat.....	84
Gambar 4.14 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap keausan pahat.....	85
Gambar 4.15 Grafik pengaruh kecepatan pemakanan terhadap Keausan pahat ...	85
Gambar 4.16 Pengaruh kecepatan pemakanan terhadap keausan pahat	86
Gambar 4.17 Profil kekasaran permukaan pada $V_c : 232,4 \text{ mm/min}$, $f : 0,2 \text{ mm/rev}$	86
Gambar 4.18 Grafik pengaruh kedalaman pemakanan terhadap Keausan pahat	87
Gambar 4.19 Pengaruh kedalaman pemakanan terhadap keausan pahat.....	87
Gambar 4.20 Grafik pengaruh kondisi pemotongan terhadap Keausan pahat.....	88
Gambar 4.21 Pengaruh kondisi pemotongan terhadap keausan pahat.....	89

Gambar 4.22 Grafik prediksi rata-rata keausan pahat.....	90
Gambar 4.23 Grafik prediksi rasio S/N keausan pahat.....	93
Gambar 4.24 Grafik pengujian konfirmasi keausan pahat.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel. 2.1. Klasifikasi proses pemesinan menurut gerak relatif pahat terhadap benda kerja	7
Tabel 2.2 Blok pemrograman NC	11
Table 2.3 Variabel pemilihan <i>insert</i>	16
Tabel 2.4 Baja karbon campuran rendah.....	20
Tabel 2.5 Ketidak teraturan suatu profil (konfigurasi penampang permukaan)	32
Tabel 2.6 Standarisasi simbol nilai kekasaran	36
Tabel 3.1 Nilai Pengujian Kekerasan <i>Rockwell A</i>	46
Tabel 3.2 Hasil Uji Komposisi Baja ST 40.....	47
Tabel 3.3 Panjang pemakanan setiap spesimen	55
Tabel 3.4 Faktor dan level percobaan	60
Tabel 3.5 Derajat kebebasan	60
Tabel 3.6 <i>Orthogonal array</i> $L_9(3^4)$	61
Tabel 4.1 Data hasil pengukuran Rata-rata kekasaran permukaan	63
Table 4.2 Rasio S/N kekasaran permukaan	64
Tabel 4.3 Respon pengaruh level dari faktor terhadap rata-rata kekasaran permukaan.....	64
Tabel 4.4 Respon pengaruh level dari faktor terhadap rasio S/N kekasaran permukaan.....	65
Tabel 4.5 Tabel ANOVA nilai rata-rata kekasaran permukaan (R_a).....	72
Tabel 4.6 Tabel ANOVA nilai rasio S/N kekasaran permukaan	75
Tabel 4.7 Hasil pengujian eksperimen konfirmasi.....	77
Table 4.8 Hasil eksperimen konfirmasi	79
Tabel 4.9 Data hasil pengukuran keausan pahat	81
Tabel 4.10 Rasio S/N keausan pahat.....	82
Tabel 4.11 Respon pengaruh level dari faktor terhadap rata-rata keausan pahat...	82
Tabel 4.12 Respon pengaruh level dari faktor terhadap rasio S/N keausan pahat	83

Tabel 4.13 Tabel ANOVA nilai rata-rata keausan pahat	89
Tabel 4.14 Tabel ANOVA nilai rasio S/N keausan pahat	91
Tabel 4.15 Hasil pengujian eksperimen konfirmasi.....	94
Table 4.16 Hasil eksperimen konfirmasi	95

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
ANOVA	<i>Analysis of variance</i>	41
HRA	<i>Hard Rockwell A</i>	46
MRR	Kecepatan penghasilan geram (<i>Material removal rate</i>)	12
Rasio S/N	Rasio <i>signal to noise</i>	42
 Lambang		
A_i	Level ke i faktor A	41
\bar{A}_K	Rata-rata faktor A pada perlakuan level ke K	45
$A\alpha$	Bidang utama/mayor (<i>principal/mayor flank</i>)	13
$A\alpha'$	Bidang bantu/minor (<i>auxiliary/minor flank</i>)	13
$A\gamma$	Bidang geram (<i>Face</i>)	13
a	Ketebalan pemakanan (<i>Depth of Cut</i>)	12
CI	Interval kepercayaan (<i>confidence interval</i>)	45
D_{evg}	Diameter rata-rata benda kerja (mm atau inc)	12
D_o	Diameter asal benda kerja (mm atau inc)	12
F	Faktor	44
F_a	Faktor yang tidak dapat dikendalikan	41
f	Gerak pemakanan (<i>Feed</i>)	13
$F_{(\alpha;1;v_e)}$	Rasio F dari tabel	45
KA	Jumlah level faktor	41
l	Panjang penyayatan (mm atau inc)	14
MSe	Rata-rata kuadrat <i>error</i>	49

N	Putaran <i>spindle</i>	12
N	Jumlah percobaan	41
n	Jumlah yang di uji pada kondisi tertentu	45
n _{Ai}	Jumlah percobaan level ke I faktor A	44
n _{eff}	Jumlah pengamatan efektif	48
R _a	Kekasaran rata-rata aritmetik (<i>mean roughness index/center line average ,CLA</i>)	36
R _p	Kekasaran perataan (<i>depth of surface smoothness/peak to mean line</i>)	35
R _q	Kekasaran rata-rata kuadratik (<i>root mean square height</i>)	36
R _t	Kekasaran total (<i>peak to valley height/total height</i>)	35
R _z	Kekasaran total rata-rata	36
r	Jumlah replika yang dilaksanakan	48
S	Mata potong utama/mayor (<i>principal/mayor cutting edge</i>)	15
S	Standar deviasi (<i>standart deviation</i>)	46
SSA	Jumlah kuadrat faktor (<i>sum square</i>)	44
SST	Jumlah kuadrat total	44
S'	Mata potong bantu/minor (<i>auxiliary/minor cutting edge</i>)	14
T	Jumlah keseluruhan nilai data	44
t	Waktu pemotongan (<i>Cutting time</i>)	12
v	Rata-rata gerak pemakanan (<i>Feed rate</i>)	12
V _c	Kecepatan pototong (<i>Cutting Speed</i>)	12
V _e	Derajat kebebasan <i>error</i>	45
V ₁	Derajat kebebasan faktor	45

y	Data yang diperoleh dari percobaan	44
\bar{y}	Respon rata-rata (<i>mean response</i>)	41
α	Resiko	45
ρ	Persen kontribusi	46
μ_{AK}	dugaan rata-rata faktor A pada perlakuan level ke K	45