

**KAJIAN UMUR PAHAT PADA PEMBUBUTAN
KERING DAN KERAS BAJA AISI 4340
MENGUNAKAN PAHAT
KARBIDA PVD BERLAPIS**

SKRIPSI

*Skripsi Yang Diajukan Untuk Melengkapi
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



**PIETER
120401043**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

ABSTRAK

Proses pemesinan seperti proses bubut, kondisi pemotongan seperti laju pemotongan, pemakanan, kedalaman potong dan penggunaan cairan pemotongan memiliki peran penting dalam efisiensi dari mata pahat. Pada umumnya industri manufaktur menggunakan mesin bubut untuk menghasilkan produk mereka dan menggunakan cairan pendingin berbasis komersial serta melakukan penyepuhan benda kerja setelah dibubut. Efek samping dari penggunaan cairan pendingin tersebut sangat membahayakan lingkungan, membutuhkan biaya tambahan dalam proses produksi serta biaya daur ulang cairan pendingin. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan proses pembubutan kering dan pembubutan keras untuk mengetahui kualitas permukaan serta membantu meningkatkan produktifitas industri manufaktur. Benda kerja yang digunakan untuk penelitian ini adalah baja AISI 4340 yang dikeraskan (45 – 50 HRC). Pahat yang digunakan adalah pahat karbida PVD berlapis. Proses pembubutan dilakukan pada 8 kondisi pemotongan dengan penggabungan kondisi *low* dan *high*. Data akhir dari proses pembubutan yaitu nilai kekasaran permukaan dan 8 kondisi pemotongan akhir akan dianalisis dan diregresi dengan menggunakan *software design expert*. Pada hasil akhir penelitian ini didapatkan persamaan model matematik dari umur pahat dan kondisi pemotongan optimal dengan kecepatan potong 65,012m/min, laju pemakanan 0,101rev/min, kedalaman potong 1,004mm dan umur pahat 52,84menit

Kata Kunci : Proses pembubutan, umur pahat, pembubutan kering, pembubutan keras, *design expert*.

ABSTRACT

Machining process such as turning process, cutting condition such as cutting speed, feeding rate, depth of cut and the use of coolant have an important role in tool efficiency. In general, manufacturing industry uses a *lathe* to produce their products and use *coolant* with commercial base and heat treatment process for the workpiece after machined. The effect of use coolant are not environmental friendly, increase the cost production and the cost of recycling coolant. Therefore at this study conducted dry turning and hard turning to know the surface quality and increase manufacturing industry productivity. The workpiece was dry and hard turned is AISI 4340 steel which already hardened (45 – 50 HRC). The tools will be used in turning process is coating PVD insert carbides. The turning process done at 8 cutting conditions which combined with low and high condition. The result of turning process like 8 cutting conditions and surface roughness value are being analyzed and regressed with Design Expert's software. At the final result of analysis will be obtained math models of tool life and the optimal cutting condition with cutting time 65,012m/min, feed 0,101rev/min, depth of cut 1,004mm and tool life 52,84min.

Keyword : Turning process, Tool life, dry turning, hard turning, design expert.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “KAJIAN UMUR PAHAT PADA PEMBUBUTAN KERING DAN KERAS BAJA AISI 4340 MENGGUNAKAN PAHAT KARBIDA PVD BERLAPIS”.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini kami banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materiil. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam proses penulisan laporan tugas akhir ini :

1. Dr. Ing. Ir. Ikhwansyah Isranuri selaku Ketua Departemen Teknik Mesin.
2. Ir. M. Syahril Gultom, M.T. selaku Sekretaris Departemen Teknik Mesin.
3. Ir. Tugiman, M.T. selaku Koordinator skripsi Departemen Teknik Mesin.
4. Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Ayah dan Ibu serta keluarga kami yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan berupa moril maupun materiil.
6. SMKN 1 Percut Sei Tuan yang telah memberikan kesempatan serta dukungan kepada kami untuk belajar menggunakan mesin bubut CNC.
7. Bapak Saragih dan Bapak Rahmat yang telah banyak meluangkan waktunya serta mengijinkan kami untuk menggunakan mesin bubut CNC dan membantu kami selama penelitian di SMKN 1 Percut Sei Tuan.
8. Seluruh staf dan teknisi di SMKN 1 Percut Sei Tuan yang telah memberikan bantuan dan kerja sama.

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Kami juga menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan laporan tugas akhir ini sangat kami harapkan.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat dimanfaatkan sebaik baiknya dalam menumbuhkan suasana ilmiah dan kreatifitas dalam pengembangan teknologi tepat guna di lingkungan Teknik Mesin USU khususnya dan di lingkungan Universitas Sumatera Utara umumnya agar berguna bagi kemajuan bangsa dan negara.

Medan, November 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KARTU BIMBINGAN ASISTENSI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Teori Proses Bubut	4
2.1.1 Mesin Bubut CNC	5
2.1.2 Kondisi Pemotongan.....	5
2.2 Pembubutan Kering	7
2.3 Pembubutan Keras	8
2.4 Material Pahat.....	8
2.4.1 Material Karbida.....	10
2.5 Keausan Pahat	12
2.6 Baja AISI 4340.....	15
2.7 Kriteria dan Prediksi Umur Pahat.....	16
2.8 Perluasan Persamaan Umur Pahat Taylor	19
2.9 Design of Experiment	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Bahan	22
3.1.1 Benda Kerja.....	22

3.1.2	Mata Pahat.....	22
3.2	Peralatan.....	23
3.3	Metodologi Penelitian.....	27
3.3.1	Desain Eksperimen	27
3.3.2	<i>Software design expert</i> dan ANOVA	32
BAB IV	HASIL DAN DISKUSI.....	33
4.1	Hasil.....	33
4.1.1	Tahap Eksperimen Sensitivitas.....	33
4.1.2	8 Kondisi Pemotongan Eksperimen.....	35
4.1.3	8 Kondisi Pemotongan Aktual	52
4.2	Analisis Varians (ANOVA)	60
4.2.1	ANOVA untuk 8 Kondisi Pemotongan	60
4.2.2	Variabel yang berpengaruh pada Umur Pahat	61
4.3	Diskusi	63
4.3.1	Perilaku Pertumbuhan Aus Pahat	63
4.3.2	Studi pada Keausan Pahat dan Kriteria Umur Pahat	66
4.3.3	Diskusi Umur Pahat saat VB = 0.22mm.....	68
4.3.4	ANOVA untuk Variabel Respon Aus Pahat	71
4.4	Optimasi Kondisi Pemotongan.....	72
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
5.1	Kesimpulan.....	74
5.2	Saran	75
	DAFTAR PUSTAKA.....	xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Proses Pembubutan	5
Gambar 2.2. Keausan pada pahat	13
Gambar 2.3 Grafik Persamaan Kurva Taylor.....	18
Gambar 2.4 Design faktorial bentuk geometri	21
Gambar 2.5 Design faktorial bentuk matrix.....	21
Gambar 3.1 Baja AISI 4340	23
Gambar 3.2 Pahat Karbida PVD berlapis TaeguTec	24
Gambar 3.3 Mesin bubut CNC GSK928TEa	24
Gambar 3.4 Set-up mesin	25
Gambar 3.5 Tool Holder	26
Gambar 3.6 Mikroskop dyno-lite	26
Gambar 3.7 Stopwatch.....	27
Gambar 3.8. Desain faktorial bentuk geometri	28
Gambar 3.9. Diagram Alir Metodologi Penelitian	30
Gambar 3.10. Sambungan Diagram Alir Metodologi Penelitian	31
Gambar 3.11. <i>Software Design Expert</i>	32
Gambar 4.1 Umur Pahat vs Aus Tepi untuk Kondisi Pemotongan 1	36
Gambar 4.2 Keadaan Initial Wear pada kondisi pemotongan High-High-High ...	37
Gambar 4.3 Keadaan aus sisi terjadi Chipping pada kondisi pemotongan High-High	37
Gambar 4.4 Umur Pahat vs Aus Tepi untuk Kondisi Pemotongan 2	38
Gambar 4.5 Initial Wear pada kondisi pemotongan High-High-Low	38
Gambar 4.6 Gradual Wear pada kondisi pemotongan High-High-Low	39
Gambar 4.7 Abrupt Wear dan terjadi Chipping pada kondisi pemotongan High-High-Low	39
Gambar 4.8 Umur Pahat vs Aus Tepi untuk Kondisi Pemotongan 3	40
Gambar 4.9 Intial Wear pada kondisi pemotongan High-Low-High	40
Gambar 4.10 Gradual Wear pada kondisi pemotongan High-Low-High	41
Gambar 4.11 Abrupt Wear pada kondisi pemotongan High-Low-High.....	41
Gambar 4.12 Umur Pahat vs Aus Tepi untuk Kondisi Pemotongan 4	42
Gambar 4.13 Intial Wear pada kondisi pemotongan High-Low-Low	42
Gambar 4.14 Gradual Wear pada kondisi pemotongan High-Low-Low.....	43
Gambar 4.15 Abrupt Wear pada kondisi pemotongan High-Low-Low	43
Gambar 4.16 Umur Pahat vs Aus Tepi untuk Kondisi Pemotongan 5	44
Gambar 4.17 Intial Wear pada kondisi pemotongan Low-High-High	45
Gambar 4.18 Gradual Wear pada kondisi pemotongan Low-High-High	45
Gambar 4.19 Abrupt Wear pada kondisi pemotongan Low-High-High.....	46
Gambar 4.20 Umur Pahat vs Aus Tepi untuk Kondisi Pemotongan 6	46
Gambar 4.21 Intial Wear pada kondisi pemotongan Low-High-Low	47
Gambar 4.22 Gradual Wear pada kondisi pemotongan Low-High-Low.....	47
Gambar 4.23 Abrupt Wear pada kondisi pemotongan Low-High-Low	48
Gambar 4.24 Umur Pahat vs Aus Tepi untuk Kondisi Pemotongan 7	48
Gambar 4.25 Intial Wear pada kondisi pemotongan Low-Low-High	49
Gambar 4.26 Gradual Wear pada kondisi pemotongan Low-Low-High.....	49
Gambar 4.27 Abrupt Wear pada kondisi pemotongan Low-Low-High	50
Gambar 4.28 Umur Pahat vs Aus Tepi untuk Kondisi Pemotongan 8	50

Gambar 4.29 Intial Wear pada kondisi pemotongan Low-Low-Low.....	51
Gambar 4.30 Gradual Wear pada kondisi pemotongan Low-Low-Low	51
Gambar 4.31 Abrupt Wear pada kondisi pemotongan Low-Low-Low.....	52
Gambar 4.32 Penampakan utuh keausan pahat pada Kondisi Pemotongan High-High-High	54
Gambar 4.33 Penampakan utuh keausan pahat pada High-High-Low	54
Gambar 4.34 Penampakan utuh keausan pahat pada High-Low-High.....	55
Gambar 4.35 Penampakan utuh keausan pahat pada High-Low-Low.....	55
Gambar 4.36 Penampakan utuh keausan pahat pada Low-High-High.....	56
Gambar 4.37 Penampakan utuh keausan pahat pada Low-High-Low.....	56
Gambar 4.38 Penampakan utuh keausan pahat pada Low-Low-High.....	57
Gambar 4.39 Penampakan utuh keausan pahat pada Low-Low-Low	57
Gambar 4.40 Pahat PVD baru dengan Pembesaran 200x.....	58
Gambar 4.41 Pahat PVD setelah dilakukan penelitian dengan Pembesaran 200x	59
Gambar 4.42 Plot kondisi High	66
Gambar 4.43 Plot kondisi Low	67
Gambar 4.44 Pertubation (VB = 0.22mm)	69
Gambar 4.45 Normal Probability Plot (VB=0.22mm)	70
Gambar 4.46 Pengaruh Log f dan Log v terhadap Log TL (VB= 0.22mm)	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Kimia Baja AISI 4340.....	13
Tabel 2.2	Sifat Mekanis Baja AISI 4340.....	13
Tabel 2.3	Harga Nilai n untuk persamaan Taylor.....	19
Tabel 3.1	Variasi Nilai Parameter Kondisi Pemotongan 2^3	28
Tabel 3.2	Susunan Data 8 Kondisi Pemotongan.....	28
Tabel 3.3	Susunan Data 8 Kondisi Pemotongan Aktual	29
Tabel 4.1	Kondisi Pemotongan Eksperimen	33
Tabel 4.2	Hasil Kondisi Pemotongan.....	35
Tabel 4.3	Hasil Kondisi Pemotogan untuk VB 0.22mm	52
Tabel 4.4	Hasil Logaritma Kondisi Pemotogan untuk VB 0.22mm	60
Tabel 4.5	Hasil Analisis Varians untuk Logaritma Umur Pahat	61
Tabel 4.6	Kenaikan atau Penurunan Umur Pahat akibat Kecepatan Potong	62
Tabel 4.7	Kenaikan atau Penurunan Umur Pahat akibat Laju Pemakanan	62
Tabel 4.8	Kenaikan atau Penurunan Umur Pahat akibat Kedalaman Potong	63
Tabel 4.9	<i>Analysis of Variance</i>	72
Tabel 4.10	Optimasi Kondisi Pemotongan dalam Skala Logaritma untuk VB = 0.22mm	73
Tabel 4.11	Hasil Optimasi Umur Pahat Skala Logaritma unutk VB = 0.22mm	73

DAFTAR NOTASI

Simbol	Arti	Satuan
v	Kecepatan potong	m/min
d	Diameter rata-rata	mm
n	Putaran spindle	rpm
vf	Kecepatan pemakanan	mm/min
f	Laju pemakanan	mm/rev
a	Kedalaman potong	mm
do	Diameter awal	mm
dm	Diameter akhir	mm
MRR	Laju pembuangan geram	mm ³ /min
tc	Waktu pemotongan	menit
lt	Panjang pemesinan	mm
T	Umur pahat	menit
VB	Aus pahat	mm