



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**KEAUSAN PAHAT PADA PROSES PERMESINAN BUBUT KACA**

**TUGAS AKHIR**

**TRIANA AFRIANI**

**L2E 007 082**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

*Acc Jilid*  
*[Signature]*  
*27 Maret 2012*

**SEMARANG**

**MARET 2012**

**v**

**i**

## TUGAS SARJANA

Diberikan kepada:

Nama : Triana Afriani

NIM : L2E 007 082

Pembimbing : Rusnaldy, ST, MT, PhD

Jangka Waktu : 12 bulan

Judul : **Keausan Pahat Pada Proses Permesinan Bubut Kaca**

Isi Tugas :

1. Analisa laju keausan pahat HSS (*high speed steel*) dengan penggunaan beberapa jenis cairan pendingin pada proses permesinan bubut kaca
2. Analisa laju keausan pahat dengan menggunakan jenis pahat HSS (*high speed steel*) dan pahat karbida (*tungsten carbide*) pada proses permesinan bubut kaca
3. Analisa temperatur pahat pada saat proses permesinan bubut kaca

Dosen Pembimbing,



Rusnaldy, ST, MT, PhD

NIP. 197005201999031002


## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya dan pembimbing saya,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Triana Afriani

NIM : L2E 007 082

Tanda Tangan :



Tanggal : 19 Maret 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Triana Afriani

NIM : L2E 007 082

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

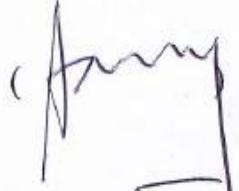
Judul Skripsi : Keausan Pahat Pada Proses Permesinan Bubut Kaca


**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Rusnaldy, ST, MT, PhD (  )

Penguji : Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT (  )

Penguji : Dr. Ir. Toni Prahasto, MaSc (  )

Penguji : Ir. Sudargana, MT (  )

Semarang, 19 Maret 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin

  
Dr. Sulardiaka

NIP. 197104201998021001

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : TRIANA AFRIANI  
NIM : L2E 007 082  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya dan pembimbing saya yang berjudul :

### KEAUSAN PAHAT PADA PROSES PERMESINAN BUBUT KACA

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 19 Maret 2012

Yang menyatakan



Triana Afriani  
NIM. L2E 007 082

## HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

*”nobody perfect in the world, there is just the perfect intention”*

### PERSEMBAHAN

*Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:*

- ❖ *Bapak Ibu dan kakak adik tercinta, yang selalu memberikan doa, nasehat, kasih sayang, dan dukungan baik moral maupun material*
- ❖ *Kekasihku tersayang Ardityas Gema Sasongko atas bantuan, doa dan dukungannya selama ini*
- ❖ *Teman-teman angkatan 2007 semua yang telah memberikan semangat dan selalu menemani perjalanan selama di kampus ini (Rika, Ima, Srini, yang telah menjadi keluarga baruku selama kuliah di Mesim, ayo kalian semangat untuk jadi sarjana)*

## ABSTRAK

Kaca silinder batangan sangat banyak kegunaannya. Beberapa diantaranya yaitu biasanya digunakan sebagai bahan baku serat optik dan lampu berbahan serat optik. Namun sebagai material yang getas, sifat ketermesinan (*machinability*) kaca sangat rendah. Kekuatan *fracture* (*fracture strength*) kaca lebih rendah dari kekuatan luluhnya (*yield strength*). Ketika kaca diberi beban tarik atau tekuk pada suhu kamar, maka kaca akan hancur sebelum terjadi deformasi plastis. Pada proses permesinan bubut untuk semua material termasuk kaca, pahat merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam menentukan kualitas permukaan benda kerja. Timbulnya panas bisa menyebabkan keausan pada pahat akibat terjadinya gesekan.

Pengukuran keausan dilakukan dengan metode pengukuran langsung, menggunakan alat ukur jangka sorong. Proses permesinan dilakukan dengan menggunakan pahat HSS dengan beberapa kondisi yaitu kondisi permesinan kering dan menggunakan cairan pendingin, yaitu dromus dan minyak nabati. Selain itu permesinan juga dilakukan dengan pahat HSS dan *tungsten carbide* untuk mengamati perbedaan keausannya. Untuk mengetahui timbulnya panas pada bidang aktif pahat dilakukan pengukuran temperatur. Pengukuran dilakukan pada dua material yang berbeda yaitu kaca dan aluminium sebagai pembanding.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pada proses pembubutan dengan menggunakan pahat HSS untuk beberapa kondisi permesinan yang berbeda, laju keausan yang paling tinggi yaitu dengan penggunaan minyak nabati, kemudian kondisi kering, lalu permesinan dengan penggunaan dromus memiliki laju keausan paling rendah. Sedangkan pada pemakaian jenis pahat yang berbeda, hasilnya pahat HSS menunjukkan laju keausan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pahat *tungsten carbide*. Laju keausan pahat meningkat seiring dengan peningkatan temperatur pada bidang aktif pahat, karena temperatur yang tinggi akan menyebabkan kekerasan pahat menurun.

Kata kunci: kaca, keausan pahat, dromus, HSS, *tungsten carbide*,

## **ABSTRACT**

*Glass rod has been used for many applications. Some of them are usually used as fiber optic materials and it is also used in fiber optic lighting. As brittle material, machinability of glass is very bad because the fracture toughness of glass is very low. Fracture strength of glass is lower than its yield strength. When glass is forced by tension and bending at room temperature, it will crack before plastic deformation happens. In lathe machining process for all material including glass, tool is one of the very important component in defining work piece surface quality. Heat generates in machining of glass can cause tool wear, that is effected by friction.*

*The measurement of tool wear can be done by direct measure method, using vernier caliper. Machining process was done by using HSS with some conditions, such as dry machining and by using of coolant, i.e. dromus and palm oil. In this study, two cutting tools, i.e. HSS and tungsten carbide were used to investigate the tool wear. Heat generated in machining was also measured at the active tool area. The measurement was carried out on two different work piece, i.e. glass and aluminium.*

*From the result showed that in lathe process by using HSS with some different conditions, the used of palm oil was the highest tool wear rate, and then dry conditions, and for the lowest tool wear rate was using dromus. Whereas in using two different cutting tools, HSS showed the higher tool wear rate than tungsten carbide. Tool wear rate increased as the increase of temperature at the active tool area, because the high temperature can cause the hardness of cutting tools decreased.*

*Keywords: glass, tool wear, dromus, HSS, tungsten carbide*



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Diponegoro.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Rusnaldy, ST, MT, PhD selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
2. Mas Arnes, selaku laboran pada Laboratorium Proses Produksi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Semua pihak yang telah membantu tersusunnya laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam menyusun laporan ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan Penulis dimasa yang akan datang sangat diharapkan. Akhir kata Penulis berharap semoga hasil laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, Maret 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
HALAMAN ABSTRAK .....	vii
HALAMAN KATA PENGANTAR .....	ix
HALAMAN DAFTAR ISI .....	x
HALAMAN DAFTAR GAMBAR .....	xiii
HALAMAN DAFTAR TABEL .....	xv
NOMENKLATUR .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Tujuan penulisan .....	3
1.3 Batasan masalah .....	3
1.4 Metodologi penelitian .....	4
1.5 Sistematika penulisan .....	5
BAB II DASAR TEORI .....	6
2.1 Proses permesinan .....	6
2.1.1 Proses bubut .....	8
2.1.2 Parameter proses bubut .....	9
2.2 Kaca tipe Duran 50 .....	11
2.3 Proses permesinan pada kaca .....	12
2.4 Material pahat .....	16
2.4.1 HSS ( <i>High Speed Steel</i> ) .....	17
2.4.2 Material pahat karbida .....	19
2.4.2.1 Pahat karbida tungsten .....	19
2.5 Keausan pahat .....	19
2.5.1 Keausan Flank .....	20
2.5.2 Keausan Crater .....	20

2.5.3 Mekanisme keausan pahat .....	21
2.6 Umur pahat.....	28
2.7 Pengaruh cairan pendingin terhadap umur pahat.....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1 Diagram alir penelitian.....	33
3.2 Bahan dan Alat.....	34
3.2.1 Material benda kerja.....	34
3.2.2 Pahat HSS .....	35
3.2.3 Pahat <i>Tungsten Carbide</i> .....	36
3.2.4 Mesin bubut .....	36
3.2.5 Kamera.....	37
3.2.6 <i>Tool grinding</i> .....	38
3.2.7 <i>Radius gage</i> .....	38
3.2.8 Cairan pendingin .....	39
3.2.8.1 Dromus.....	39
3.2.8.2 Minyak nabati .....	39
3.2.9 <i>Vernier caliper</i> .....	40
3.2.10 Mikroskop digital.....	40
3.2.11 Termometer <i>thermocouple</i> .....	41
3.2.12 <i>Stopwatch</i> .....	41
3.3 Kondisi Proses Permesinan.....	42
3.3.1 Geometri pahat.....	42
3.3.2 Parameter permesinan .....	42
3.4 Prosedur pengukuran dan pengamatan .....	43
3.4.1 Prosedur permesinan.....	43
3.4.2 Pengukuran keausan pahat.....	44
3.4.3 Pengukuran temperatur pahat.....	45
<b>BAB IV DATA PENELITIAN DAN PENGAMATAN .....</b>	<b>46</b>
4.1 Data hasil eksperimen .....	46
4.1.1 Data keausan tepi pahat HSS pada lingkungan permesinan yang berbeda.....	46
4.1.2 Data keausan tepi pahat dengan jenis pahat yang berbeda .....	46

4.1.3	Data temperatur pada saat proses permesinan .....	47
4.2	Analisa dan pembahasan .....	48
4.2.1	Analisa keausan tepi pahat HSS.....	48
4.2.2	Analisa keausan tepi pahat HSS dan karbida ( <i>tungsten carbide</i> ) .....	53
4.2.3	Analisa pengaruh temperatur pahat terhadap laju keausan.....	58
4.2.4	Pembahasan keausan pahat HSS dan pahat karbida .....	59
BAB V	PENUTUP .....	62
5.1.	Kesimpulan.....	62
5.2 .	Saran .....	62
DAFTAR PUSTAKA	.....	64
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Permukaan kaca hasil permukaan secara makro (a) <i>cutting machining</i> dan (b) <i>turning machining</i> .....	2
Gambar 1.2	Pahat yang aus akibat prose permesinan pada kaca .....	3
Gambar 2.1	Proses bubut. ....	9
Gambar 2.2	Proses bubut tirus .....	9
Gambar 2.3	Parameter proses bubut Rochim.....	10
Gambar 2.4	Ilustrasi kondisi tegangan yang terjadi pada (a) <i>brittle regime</i> dan (b) <i>ductile regime</i> .....	13
Gambar 2.5	Pengaruh geometri pahat terhadap pembentukan geram pada proses permesinan. ....	15
Gambar 2.6	Keausan <i>flank</i> pada pahat bubut. ....	20
Gambar 2.7	Keausan <i>crater</i> pada pahat bubut. ....	21
Gambar 2.8	Metode keausan abrasif. ....	22
Gambar 2.9	Temperatur pada proses pemotongan.....	23
Gambar 2.10	Tekanan permukaan ujung pahat pada benda kerja.....	23
Gambar 2.11	Plot mekanisme keausan dan daerah pengoperasian yang aman untuk proses pemotongan. ....	24
Gambar 2.12	Mekanisme keausan oksidasi. ....	26
Gambar 2.13	Pertumbuhan keausan tepi untuk gerak makan tertentu dan kecepatan potong yang berbeda. ....	29
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian. ....	33
Gambar 3.2	Benda kerja kaca Duran 50. ....	34
Gambar 3.3	Pahat bubut HSS.....	35
Gambar 3.4	Pahat <i>Tungsten Carbide</i> . ....	36
Gambar 3.5	Mesin bubut EMCO Maximat V13.....	37
Gambar 3.6	Kamera. ....	37
Gambar 3.7	<i>Tool Grinding</i> . ....	38
Gambar 3.8	<i>Radius Gage</i> . ....	38
Gambar 3.9	Vernier Caliper (Jangka Sorong).....	40

Gambar 3.10	Mikroskop Digital. ....	40
Gambar 3.11	Termometer <i>Thermocouple</i> . ....	41
Gambar 3.12	Stopwach. ....	41
Gambar 3.13	Geometri pahat bubut HSS menggunakan CAD.....	42
Gambar 3.14	<i>Set up</i> mesin bubut .....	44
Gambar 3.15	Pengukuran keausan tepi dengan menggunakan jangka sorong .....	44
Gambar 3.16	Pengukuran temperatur pahat .....	45
Gambar 4.1	Posisi peletakan <i>thermocouple</i> .....	47
Gambar 4.2	Grafik pertumbuhan keausan tepi pahat HSS produk Austria menggunakan <i>Dial Indicator</i> .....	49
Gambar 4.3	Grafik pertumbuhan keausan tepi pahat HSS pada proses permesinan kaca. ....	49
Gambar 4.4	Pahat hasil pembubutan kaca dengan menggunakan pendingin berupa dromus. ....	51
Gambar 4.5	Pahat hasil pembubutan kaca dengan tanpa pendingin.. ....	52
Gambar 4.6	Pahat hasil pembubutan kaca dengan menggunakan pendingin minyak nabati.. ....	52
Gambar 4.7	Garfik pertumbuhan keausan tepi pahat karbida pada permesinan baja ST 40.. ....	54
Gambar 4.8	Grafik pertumbuhan keausan tepi pahat karbida pada permesinan kaca.. ....	55
Gambar 4.9	Foto pahat yang mengalami keausan tepi (a) <i>Tungsten Carbide</i> (b) HSS.....	56
Gambar 4.10	Contoh permukaan kaca hasil pemakanan dari sisi luar dengan menggunakan pahat HSS.. ....	57
Gambar 4.11	Gafik temperatur pahat pada saat proses permesinan.. ....	58
Gambar 4.12	Grafik penurunan kekerasan pada pahat HSS.. ....	59
Gambar 4.13	Grafik penurunan kekerasan pada pahat karbida.. ....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Proses Permesinan Menurut Gerakan Relatif Pahat/Perkakas Potong Terhadap Benda Kerja, Rochim.....	7
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Kaca Duran 50.....	12
Tabel 2.3	Sifat mekanis dan termal kaca tipe Duran 50.....	12
Tabel 2.4	Contoh Batas Keausan Kritis .....	28
Tabel 3.1	Komposisi Kimia Kaca Duran 50.....	34
Tabel 3.2	Sifat Mekanis dan Termal Kaca Duran 50 .....	35
Tabel 3.3	Geometri Pahat Karbida .....	36
Tabel 3.4	Komposisi Kimia dan Sifat Mekanis pahat karbida .....	36
Tabel 3.5	Spesifikasi Teknis Mesin Bubut .....	37
Tabel 3.6	Komposisi Kimia Dromus .....	39
Tabel 4.1	Data Hasil Eksperimen Keausan Tepi Pahat HSS .....	46
Tabel 4.2	Data Hasil Eksperimen Keausan Tepi dengan Variasi Pahat.....	47
Tabel 4.3	Data Temperatur pada Saat Proses Permesinan .....	48
Tabel 4.4	Batas Kritis Keausan Tepi Pahat HSS .....	48
Tabel 4.5	Batas Kritis Keausan Tepi Pahat Karbida.....	53
Tabel 4.5	Nilai <i>thermal conductivity</i> dari kaca dan aluminium .....	60

## NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
$A$	Luas penampang geram ( <i>uncut chip area</i> )	[mm <sup>2</sup> ]
$a$	Kedalaman potong ( <i>depth of cut</i> )	[mm]
$b$	Lebar pemotongan	[mm]
$C$	Konstanta umur pahat Taylor	[-]
$d_m$	Diameter akhir	[mm]
$d_o$	Diameter mula	[mm]
$f$	Gerak makan ( <i>feed rate</i> )	[mm/rev]
$h$	Tebal geram sebelum terpotong	[mm]
$l_t$	Panjang permesinan	[mm]
$n$	Harga eksponen	[-]
$n$	Putaran poros utama	[rev/min]
$r$	Radius potong ( <i>cutting edge radius</i> )	[mm]
$T$	Umur pahat	[min]
$t$	<i>uncut chip thickness</i>	[mm]
$t_c$	Waktu pemotongan	[min]
$VB$	Keausan tepi	[mm]
$v$	Kecepatan potong	[m/min]
$v_f$	Kecepatan makan	[mm/min]
$W_c$	<i>uncut chip width</i>	[mm]
$\chi_r$	Sudut potong utama	[ <sup>0</sup> ]
$Z$	Kecepatan penghasilan geram	[cm <sup>3</sup> /min]
$\alpha$	Sudut setengah dari kerucut	[ <sup>0</sup> ]
$\gamma_e$	Efektif <i>rake angle</i>	[ <sup>0</sup> ]
$\gamma_o$	Sudut geram	[ <sup>0</sup> ]