



UNIVERSITAS DIPONEGORO

PROSES PERMESINAN BUBUT PADA KACA

TUGAS AKHIR

DIKA FAJAR PRATAMA SETIADI

L2E007028

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
MARET 2012**

TUGAS AKHIR

Diberikan kepada:

Nama : Dika Fajar Pratama Setiadi

NIM : L2E 007 028

Pembimbing : Rusnaldy, ST, MT, PhD

Jangka Waktu : 9 (sembilan) bulan

Judul : **Proses Permesinan Bubut pada Kaca.**

Isi Tugas :

1. Menganalisa pengaruh variasi *radius nose*, *depth of cut*, putaran spindel pada kondisi permukaan benda kerja hasil proses permesinan bubut pada kaca
2. Menganalisa pengaruh kondisi permesinan baik kering maupun basah pada kondisi permukaan benda kerja hasil proses permesinan bubut pada kaca.

Dosen Pembimbing,



Rusnaldy, ST, MT, PhD


NIP. 197005201999031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dika Fajar Pratama S

NIM : L2E007028

Tanda Tangan : 

Tanggal : Maret 2012





HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Dika Fajar Pratama Setiadi
NIM : L2E 007 028
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Proses Permesinan Bubut pada 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 : Ir. Sugeng Tirta Atmadja, MT ()
Penguji : MSK Tony Suryo U, ST, MT, PhD ()
Penguji : Dr. Dipl. Ing. Ir. Berkah Fajar, TK ()

Semarang, Maret 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr.Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : DIKA FAJAR PRATAMA SETIADI
NIM : L2E 007 028
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 Dosen pembimbing saya yang berjudul :

PROSES PERMESINAN BUBUT PADA 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 : Maret 2012

Yang menyatakan



Dika Fajar Pratama Setiadi

NIM. L2E007028

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

”Jadilah orang yang optimis, seorang optimis melihat peluang dalam setiap bahaya dan seorang pesimis melihat bahaya dalam setiap peluang”

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Kedua orang tua saya yang selalu memberikan do’a, nasehat, kasih sayang serta dukungan baik moral maupun material.
- ❖ Adik saya Arlin Prima Cahya yang telah memberi motivasi.
- ❖ Kekasih tercinta “Romantika Kusuma, SPi” yang selalu mengingatkan saya untuk menyelesaikan tugas sarjana ini tepat pada waktunya.

ABSTRAK

Kaca merupakan suatu material *non crystalline*. Sebagai material yang getas sifat keternesinan kaca sangat rendah. Permasalahan utama dalam proses permesinan pada kaca adalah proses pembentukan geram yang dapat menimbulkan kerusakan cukup parah di permukaan dan di bawah permukaan (*subsurface*). Untuk mendapatkan permukaan yang halus, proses permesinan kaca harus dilakukan pada kondisi ulet.

Proses permesinan pada kondisi ulet bisa diperoleh dengan menerapkan kondisi *high hydrostatic pressure*. Kondisi ini bisa diperoleh dengan memperhatikan *radius nose* dan *undeformed chip thickness*. Kombinasi keduanya akan menghasilkan nilai *effective rake angle* yang berguna untuk mendapatkan kondisi *high hydrostatic pressure*.

Pada penelitian ini, studi kelayakan proses permesinan bubut pada kaca tipe Duran 50 menggunakan pahat HSS telah diteliti dengan tujuan menemukan kondisi permesinan optimum yang menghasilkan kondisi permukaan benda kerja paling baik. Pengaruh variasi parameter proses permesinan seperti kecepatan spindle, *radius nose* pahat, kedalaman potong dan kondisi permesinan terhadap kondisi permukaan benda kerja telah diteliti.

Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi permukaan yang terbaik diperoleh ketika proses permesinan kaca dengan *radius nose* pahat 5 mm, pada kecepatan spindle 30 rpm, kedalaman potong 0,5 mm dan kondisi permesinan menggunakan dromus.

Kata kunci : kaca, kondisi permesinan ulet, HSS, proses bubut.

ABSTRACT

Glass is a non-crystalline material. As a brittle material, glass has very low machinability. The main problem in the machining process on the glass is the chip removal that leads severe damage on the surface and subsurface. In order to obtain a smooth surface, the glass machining process must be done under ductile cutting mode.

Ductile cutting mode can be obtained by applying high hydrostatic pressure conditions. That condition is obtained with a major concern of the nose radius and undeformed chip thickness. The combination of two will provide a value of effective rake angle that useful to obtain high hydrostatic pressure conditions.

In this study, a feasibility study on the lathe machining process Duran 50 glass type use HSS tool was investigated in order to find optimum machining condition that produces the workpiece with good surface roughness. The effect of variations of the parameters like spindle speed machining, cutting tool nose radius, depth of cut and machining conditions on machining surface conditions was investigated.

The results show that the best surface conditions was obtained when machined glass with the tool nose radius 5 mm, at 30 rpm spindle speed, at depth of cut 0.5 mm and used dromus as coolant.

Keywords : glass, ductile cutting mode, HSS, lathe process.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran 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. Bapak Rusnaldy, ST, MT, PhD selaku dosen pembimbing Tugas Sarjana, atas bimbingan dan bantuannya.
2. Mas Arnest selaku teknisi Laboratorium Proses Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
3. Triana Afriani selaku teman sekelompok selama Tugas akhir.
4. Semua pihak yang telah membantu tersusunnya laporan Tugas Sarjana 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

| | |
|--|------|
| JUDUL | i |
| TUGAS AKHIR..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | v |
| HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN..... | vi |
| ABSTRAK..... | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xv |
| NOMENKLATUR..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Metode Penelitian | 3 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II DASAR TEORI | 6 |
| 2.1 Proses Permesinan..... | 6 |
| 2.1.1 Proses Bubut..... | 7 |
| 2.1.2 Parameter-Parameter Proses Pemesinan | 10 |
| 2.2 Kaca..... | 12 |
| 2.3 <i>Ductile Cutting Mode</i> | 13 |
| 2.4 Pahat Bubut | 16 |
| 2.5 Kekasaran Permukaan Benda Kerja..... | 18 |
| 2.6 Cairan Pendingin..... | 25 |

| | |
|--|----|
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 27 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 27 |
| 3.2 Bahan dan Alat Uji..... | 28 |
| 3.2.1 Bahan | 28 |
| 3.2.2 Pahat Potong | 29 |
| 3.2.3 Mesin Bubut..... | 30 |
| 3.2.4 Mikroskop..... | 30 |
| 3.2.5 Mikroskop Digital..... | 31 |
| 3.2.6 Kamera..... | 32 |
| 3.2.7 <i>Tool Grinding</i> | 32 |
| 3.2.8 <i>Radius Gauge</i> | 33 |
| 3.2.9 Cairan Pendingin (Dromus dan Minyak)..... | 33 |
| 3.3 Prosedur Pengujian..... | 34 |
| 3.3.1 Geometri Pahat | 34 |
| 3.3.2 Proses Permesinan | 35 |
| 3.4 Pengamatan Kondisi Permukaan Benda Kerja..... | 36 |
| BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN | 38 |
| 4.1 Data Simulasi Proses Permesinan | 38 |
| 4.1.1 Data Input | 39 |
| 4.1.1.1 <i>Material Properties</i> | 39 |
| 4.1.1.2 Pemodelan..... | 40 |
| 4.1.1.3 <i>Meshing</i> | 41 |
| 4.1.1.4 Hasil Simulasi | 42 |
| 4.2 Data Ekperimen Proses Permesinan Bubut pada Kaca..... | 45 |
| 4.2.1 Data Eksperimen Mengenai Pengaruh <i>Radius Nose</i> Terhadap Kondisi Permukaan Benda Kerja..... | 46 |
| 4.2.2 Data Eksperimen Mengenai Pengaruh Kecepatan Spindel Terhadap Kondisi Permukaan Benda Kerja..... | 48 |
| 4.2.3 Data Eksperimen Mengenai Pengaruh Variasi <i>Depth of Cut</i> Terhadap Kondisi Permukaan Benda Kerja..... | 50 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| 4.2.4 | Data Eksperimen Mengenai Pengaruh Kondisi Permesinan Terhadap Kondisi Permukaan Benda Kerja..... | 53 |
| 4.3 | Pembahasan..... | 55 |
| 4.3.1 | Pengaruh <i>Radius Nose</i> terhadap Kondisi Permukaan Benda Kerja..... | 55 |
| 4.3.2 | Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Spindel terhadap Kondisi Permukaan Benda Kerja..... | 56 |
| 4.3.3 | Pengaruh Variasi <i>Depth of Cut</i> terhadap Kondisi Permukaan Benda Kerja..... | 57 |
| 4.3.4 | Pengaruh Variasi <i>Coolant</i> terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja..... | 58 |
| BAB V PENUTUP..... | | 60 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 60 |
| 5.2 | Saran..... | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 61 |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Permukaan kaca hasil permesinan secara makro, (a) <i>Cutting Machining</i> , (b) <i>Turning Machining</i> | 2 |
| Gambar 2.1 | Proses bubut | 8 |
| Gambar 2.2 | Proses pemotongan tegak | 9 |
| Gambar 2.3 | Proses pemotongan miring | 10 |
| Gambar 2.4 | Ilustrasi kondisi tegangan yang terjadi pada (a) <i>brittle regime</i> dan (b) <i>ductile regime</i> | 14 |
| Gambar 2.5 | Tekstur permukaan benda kerja 3D | 19 |
| Gambar 2.6 | Ketidakteraturan bentuk permukaan tingkat pertama | 19 |
| Gambar 2.7 | Ketidakteraturan bentuk permukaan tingkat kedua | 19 |
| Gambar 2.8 | Ketidakteraturan bentuk permukaan tingkat ketiga | 20 |
| Gambar 2.9 | Ketidakteraturan bentuk permukaan tingkat keempat | 20 |
| Gambar 2.10 | Gabungan profil permukaan dari tingkat pertama sampai keempat | 20 |
| Gambar 2.11 | Tekstur permukaan benda kerja 2D | 21 |
| Gambar 2.12 | Simbol pernyataan spesifikasi permukaan | 23 |
| Gambar 2.13 | Diagram <i>fishbone</i> faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keksaran permukaan | 24 |
| Gambar 3.1 | Diagram alir penelitian..... | 27 |
| Gambar 3.2 | Benda kerja kaca Duran 50 | 29 |
| Gambar 3.3 | Pahat HSS (<i>High Speed Steel</i>) merk Taiwan | 29 |
| Gambar 3.4 | Mesin bubut EMCO Maximat V13 buatan Austria | 30 |
| Gambar 3.5 | Mikroskop optik Olympus | 31 |
| Gambar 3.6 | Mikroskop digital | 31 |
| Gambar 3.7 | Kamera digital merk Nikon dan merk Olympus | 32 |
| Gambar 3.8 | Mesin gerinda..... | 32 |
| Gambar 3.9 | <i>Radius gauge</i> | 33 |
| Gambar 3.10 | Cairan pendingin (dromus) | 33 |
| Gambar 3.11 | Minyak nabati | 34 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 3.12 | Gambar CAD untuk geometri pahat HSS (<i>High Speed Steel</i>) untuk <i>radius nose</i> 5 mm | 35 |
| Gambar 3.13 | <i>Set up</i> mesin bubut | 36 |
| Gambar 3.14 | Pengamatan kondisi permukaan benda kerja | 37 |
| Gambar 4.1 | Pemodelan sederhana pada <i>Ansys Workbench 12</i> | 41 |
| Gambar 4.2 | <i>Meshing</i> | 41 |
| Gambar 4.3 | Hasil simulasi untuk <i>radius nose</i> 10 mm untuk <i>Alluminium Alloy</i> <i>1100</i> | 42 |
| Gambar 4.4 | Hasil simulasi untuk <i>radius nose</i> 5 mm untuk <i>Alluminium Alloy</i> <i>1100</i> | 42 |
| Gambar 4.5 | Hasil simulasi untuk <i>radius nose</i> 1 mm untuk <i>Alumunium Alloy 1100</i> | 43 |
| Gambar 4.6 | Hasil simulasi untuk <i>radius nose</i> 0,5 mm untuk <i>Alumunium Alloy</i> <i>1100</i> | 43 |
| Gambar 4.7 | Grafik <i>maximum principal stress</i> untuk variasi R berbeda pada <i>Alumunium Alloy 1100</i> | 44 |
| Gambar 4.8 | Grafik <i>maximum principal stress</i> untuk variasi R berbeda pada <i>Steel</i> <i>Alloy 1020</i> | 44 |
| Gambar 4.9 | Grafik <i>maximum principal stress</i> untuk variasi R berbeda pada <i>Gray</i> <i>Cast Iron Grade G 1800</i> | 45 |
| Gambar 4.10 | Permukaan benda kerja jika dilakukan proses permesinan dari tepi.. | 46 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Berbagai macam proses pemesinan..... | 7 |
| Tabel 2.2 | Komposisi kimia kaca Duran 50 | 13 |
| Tabel 2.3 | Sifat mekanik kaca Duran 50 | 13 |
| Tabel 3.1 | Komposisi kimia kaca tipe Duran 50..... | 28 |
| Tabel 3.2 | Sifat mekanik dan termal kaca Duran 50..... | 29 |
| Tabel 3.3 | Karakteristik pahat bubut HSS merk Taiwan | 29 |
| Tabel 3.4 | Spesifikasi teknis mesin bubut EMCO Maximat V13..... | 30 |
| Tabel 3.5 | Karakteristik fisis dari dromus..... | 34 |
| Tabel 3.6 | Geometri pahat HSS | 35 |
| Tabel 3.7 | Parameter kondisi permesinan | 36 |
| Tabel 4.1 | Sifat mekanik HSS | 39 |
| Tabel 4.2 | Sifat mekanik <i>Alluminium Alloy 1100</i> | 39 |
| Tabel 4.3 | Sifat mekanik <i>Steel Alloy 1020</i> | 40 |
| Tabel 4.4 | Sifat mekanik <i>Gray Cast Iron grade G 1800</i> | 40 |
| Tabel 4.5 | Hasil pengamatan kondisi permukaan benda kerja <i>radius nose</i> 5 mm dan 1 mm | 47 |
| Tabel 4.6 | Hasil pengamatan keausan pahat <i>radius nose</i> 5 mm dan 1 mm | 48 |
| Tabel 4.7 | Hasil pengamatan kondisi permukaan benda kerja dengan variasi kecepatan spindel | 49 |
| Tabel 4.8 | Hasil pengamatan keausan pahat dengan variasi kecepatan spindel | 50 |
| Tabel 4.9 | Hasil pengamatan kondisi permukaan benda kerja dengan variasi <i>depth of cut</i> | 51 |
| Tabel 4.10 | Hasil pengamatan keausan pahat dengan variasi <i>depth of cut</i> | 52 |
| Tabel 4.11 | Hasil pengamatan kondisi permukaan benda kerja dengan variasi kondisi permesinan | 53 |
| Tabel 4.12 | Hasil pengamatan keausan pahat dengan variasi kondisi permesinan.... | 54 |
| Tabel 4.13 | Kondisi permukaan benda kerja dengan variasi <i>radius nose</i> | 56 |
| Tabel 4.14 | Kondisi permukaan benda kerja dengan variasi kecepatan spindle..... | 56 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4.15 Kondisi permukaan benda kerja dengan variasi <i>depth of cut</i> | 57 |
| Tabel 4.16 Kondisi permukaan benda kerja dengan variasi kondisi permesinan..... | 58 |

NOMENKLATUR

| Simbol | Keterangan | Satuan |
|------------|---|------------------------|
| A | Luas penampang geram (<i>uncut chip area</i>) | [mm ²] |
| a | Kedalaman potong (<i>depth of cut</i>) | [mm] |
| b | Lebar pemotongan | [mm] |
| 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 | Putaran poros utama | [rev/min] |
| r | Radius potong (<i>cutting edge radius</i>) | [mm] |
| Ra | Kekasaran rata-rata | [mm] |
| T | Umur pahat | [min] |
| t | <i>Uncut chip thickness</i> | [mm] |
| t_c | Waktu pemotongan | [min] |
| v | Kecepatan potong | [m/min] |
| v_f | Kecepatan makan | [mm/min] |
| W_c | <i>Uncut chip width</i> | [mm] |
| χ_r | Sudut potong utama | [⁰] |
| Z | Kecepatan penghasilan geram | [cm ³ /min] |
| γ_e | <i>Effective rake angle</i> | [⁰] |
| γ_o | Sudut geram | [⁰] |