



UNIVERSITAS DIPONEGORO

PROSES PERMESINAN *DRILLING* PADA KACA

TUGAS AKHIR

RUPI AJIE S ATMAJA

L2E 005 487

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2012**

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Rupi Ajie S. Atmaja
NIM : L2E 005 487

Dosen Pembimbing : Dr. Rusnaldy, ST, MT.

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : Proses Permesinan *Drilling* pada Kaca

Isi Tugas : 1. Melakukan percobaan proses *drilling* pada kaca.
2. Melakukan analisis lubang hasil proses *drilling* pada kaca

Semarang, 12 Maret 2012

Menyetujui
Dosen Pembimbing,



Dr. Rusnaldy, ST, MT.
NIP. 197005201999031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : RUPI AJIE S ATMAJA

NIM : L2E 005 487

Tanda Tangan :





Tanggal : 12 September 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : RUPI AJIE S. ATMAJA
NIM : L2E 005 487
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : PROSES PERMESINAN *DRILLING* PADA KACA


Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Rusnaldy, ST, MT ()
Penguji : Ir. Arijanto, MT ()
Penguji : Dr. Ir. A. P. Bayuseno, MSc ()
Penguji : Ir. Sugeng Tirta Atmadja, MT ()

Semarang, 12 September 2012

Ketua
Jurusan Teknik Mesin,


Dr. Sulardjaka, ST, MT
NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : RUPI AJIE S ATMAJA
NIM : L2E 005 487
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

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

“PROSES PERMESINAN *DRILLING* PADA KACA”

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 12 September 2012

Yang menyatakan,

RUPI AJIE S ATMAJA
L2E 005 487

ABSTRAK

Proses *drilling* pada kaca masih jarang dilakukan karena sifatnya yang getas. Pada umumnya proses permesinan *drilling* pada kaca dilakukan secara kimiawi yaitu dengan menggunakan reaksi kimia untuk melubangi kaca atau dengan menggunakan laser. Mata gurdi yang sering digunakan dalam proses *drilling* kaca adalah material yang terbuat dari *tungsten carbide* atau dengan mata gurdi intan.

Tujuan dari percobaan permesinan *drilling* pada kaca ini yaitu mencari parameter proses *drilling* yang dapat menghasilkan kualitas lubang yang baik dilihat dari kehalusan lubang, diameter dan kebulatan lubang. Kondisi permesinan yang ulet merupakan teknologi yang baru untuk mendapatkan permukaan yang bebas retak pada material getas.

Percobaan *drilling* pada kaca ini dilakukan pada kondisi basah dengan pendingin air. Proses *drilling* dilakukan pada variasi putaran spindel 365 rpm, 825 rpm, 1710 rpm dan 3750 rpm. Kaca yang digunakan dalam percobaan ini adalah kaca *soda lime glass* dan kaca riben dengan ketebalan 3 mm dan 8 mm. Proses *drilling* dilakukan dengan pembebanan pada tuas mesin *drilling* untuk mendapatkan pemakanan yang konstan.

Dari hasil percobaan *drilling* yang dilakukan, pada putaran spindel 365 rpm dan 825 rpm lubang yang dihasilkan sebagian besar masih kurang bagus. Sedangkan pada putaran spindel 1710 rpm dan 3750 rpm lubang yang dihasilkan cukup bagus dan bagus. Pada percobaan *drilling* pada kondisi kering, kaca mengalami pecah pada saat proses *drilling*.

Kata kunci: *drilling*, material getas, putaran spindel, *soda lime glass*

ABSTRACT

Drilling process on glass is rarely done because it is brittle. Generally, drilling process on glass is chemically conducted by using chemical reactions to pierce the glass or by using laser. The drill bits that commonly used in drilling process on glass is material made of tungsten carbide or diamond drill bits.

The purpose of this glass drilling experiment is to find drilling process parameters that can produce good quality holes based on hole smoothness, hole diameter and hole roundness. Ductile machining process is new technology to obtain crack-free surfaces on brittle materials.

The glass drilling experiments was conducted in wet conditions with water cooling. Drilling process performed on spindle rotation variations at 365 rpm, 825 rpm, 1710 rpm and 3750 rpm. The glass used in this experiment is soda lime glass and glass riben with a thickness of 3 mm and 8 mm. Drilling process is done with adding load on drilling machine lever to obtain constant feed.

From the result of drilling experiment at 365 rpm and 825 rpm spindle rotation, most of hole produced is not good. While at 1710 rpm and 3750 rpm spindle rotation resulting pretty good to good holes. The drilling experiments in dry conditions make the glass broken during process of drilling.

keywords: drilling, brittle, spindle rotation, soda lime glass

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayahnya dikaruniakan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tugas Akhir yang berjudul **“Proses Permesinan Drilling pada Kaca”** untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan dorongan kepada penyusun selama penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya:

1. Dr. Rusnaldy, ST, MT., selaku pembimbing, yang juga telah memberikan bimbingan, pengarahan-pengarahan dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyusun tugas akhir ini.
2. Dr. Sulardjaka, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
3. Dr. Gunawan Dwi Haryadi, ST, MT, selaku dosen wali atas bimbingan kuliah sejak semester awal hingga saat ini.
4. Seluruh staf pengajar Teknik Mesin Universitas Diponegoro, atas dorongan yang telah diberikan. Terimakasih pula untuk staf tata usaha, staf perpustakaan, staf kebersihan, dan keamanan Jurusan Teknik Mesin atas segala bantuan selama kuliah.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki dalam penyusunan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semakin menambah kecintaan dan rasa penghargaan kita terhadap Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Semarang, 12 September 2012

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

TUGAS AKHIR INI KU PERSEMBAHKAN KEPADA

Kedua Orang tuaku, terima kasih tuk senyum dan nasehat yang
tak pernah lelah untuk membimbingku
Kakak-kakakku, terima kasih untuk selalu percaya padaku
Serta teman- temanku, Terima kasih doa dan dukungannya,
kalian adalah sahabatku

HALAMAN MOTTO

*"Jangan Berpikir Untuk Bisa, Tapi
Lakukanlah Untuk Bisa"*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Tugas Sarjana	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas	iii
Halaman Pengesahan	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir Untuk Kepentingan Akademis	v
Abstraksi	vi
<i>Abstract</i>	vii
Kata Pengantar	viii
Halaman Persembahan	ix
Halaman Motto	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Nomenklatur	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metode Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Proses Permesinan <i>Drilling</i>	5
2.2 Kaca.....	13
2.3 Proses Permesinan pada Kaca	16
2.4 Material dan Geometri Mata Gurdi	20
2.5 Kontrol Kualitas Lubang Hasil <i>Drilling</i>	22
2.5.1 Toleransi Ukuran	23
2.5.2 Kebulatan.....	24

BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Diagram Alir Penelitian	27
3.2 Bahan dan Alat	28
3.2.1 Material Benda Kerja.....	28
3.2.2 Mata Gurdi <i>Tungsten Carbide</i>	29
3.2.3 <i>Diamond Drill Bit</i>	30
3.2.4 Mesin <i>Drilling</i>	30
3.2.5 Kamera.....	31
3.2.6 Cairan Pendingin	32
3.2.7 Klem Set	32
3.3 Kondisi Proses Permesinan	33
3.4 Prosedur Proses <i>Drilling</i> dan Analisa Lubang	34
3.4.1 Proses <i>Drilling</i>	34
3.4.2 Pengukuran Diameter dan Kebulatan Lubang Hasil <i>Drilling</i>	35
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Data Hasil Pengujian	37
4.1.1 Data pengujian proses <i>drilling</i> dengan mata gurdi <i>diamond drill bit</i>	37
4.1.2 Data pengujian proses <i>drilling</i> dengan mata gurdi <i>tungsten carbide</i>	37
4.2 Analisa dan Pembahasan	40
4.2.1 Analisa kualitas lubang hasil drilling	40
4.2.2 Pengukuran Diameter dan Kebulatan	43
4.2.3 Data percobaan proses <i>drilling</i> pada kondisi kering	45
4.2.4 Geram hasil proses <i>drilling</i> kaca	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN 1	
LAMPIRAN 2	
LAMPIRAN 3	
LAMPIRAN 4	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi proses permesinan menurut gerakan relatif pahat/perkakas potong terhadap benda kerja.....	6
Tabel 2.2 Klasifikasi Proses Permesinan Menurut Jenis Mesin Perkakas yang Digunakan.....	7
Tabel 2.3 Komposisi Kimia <i>Soda lime Glass</i>	15
Tabel 2.4 Sifat mekanis dan termal <i>soda lime glass</i>	15
Tabel 3.1 Komposisi Kimia Kaca <i>Soda Lime Glass</i>	27
Tabel 3.2 Sifat Mekanis dan Termal Kaca <i>Soda Lime Glass</i>	28
Tabel 3.3 Spesifikasi mesin <i>drilling</i> IM 115.....	30
Tabel 3.4 Kondisi Proses Permesinan	33
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian pada kaca <i>soda lime glass</i> dengan mata bor <i>Diamond Coated Hole Saw</i>	37
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian pada kaca riben dengan mata bor <i>Diamond Coated Hole Saw</i>	38
Tabel 4.3 Data hasil pengujian pada kaca riben dengan mata bor <i>tungsten carbide</i>	38
Tabel 4.4 Data hasil pengujian pada kaca Riben dengan Mata Bor <i>Tungsten Carbide</i> ..	39
Tabel 4.5 Data untuk pengukuran diameter dan kebulatan.....	44
Tabel 4.6 Data pengukuran Diameter lubang sampel	44
Tabel 4.7 Data pengukuran kebulatan sampel	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lubang hasil <i>drilling</i> pada <i>soda lime glass</i> dengan diameter 1 mm	2
Gambar 2.1	Proses <i>drilling</i>	8
Gambar 2.2	Proses Pembuatan Lubang dengan Mesin Gurdi bisa dilakukan satu per satu atau dilakukan untuk banyak lubang sekaligus.....	9
Gambar 2.3	Perkakas Mesin Gurdi; (a) ragam, (b) klem set, (c) landasan (blok paralel), (d) pencekam mata bor, (e) cekam bor pengencangan dengan tagan dan kunci, (f) sarung pengurang, (g) pasak pembuka, dan (h) <i>boring head</i>	10
Gambar 2.4	Perkakas Mesin <i>Drilling</i> ; (a) bor spiral, (b) mata bor pemotong lurus, (c) mata bor <i>hole saw</i> , (d) mata bor sekop, dan (e) mata bor <i>stelite</i>	11
Gambar 2.5	Skema ilustrasi 2-Dimensi susunan kristal atom pada (a) logam (b) kaca	13
Gambar 2.6	Skema ilustrasi 2-Dimensi susunan <i>atom soda lime glass</i>	14
Gambar 2.7	<i>Soda Lime Glass</i> yang berbentuk lembaran	15
Gambar 2.8	Ilustrasi kondisi tegangan yang terjadi pada (a) <i>brittle regime</i> dan (b) <i>ductile regime</i>	17
Gambar 2.9	Pengaruh geometri pahat terhadap pembentukan geram pada proses permesinan.....	19
Gambar 2.10	Mata Bor <i>Tungsten Carbide</i> diameter 5 mm dengan ujung berbentuk sekop.....	21
Gambar 2.11	<i>Diamond Drill Bit</i> dengan <i>Hole Saw</i>	21
Gambar 2.12	Ilustrasi definisi ketidakbulatan profil C	23
Gambar 2.13	Pengukuran kebulatan dengan metode V-Blok	24
Gambar 2.15	Ilustrasi pengukuran dengan metode meja berputar.....	25
Gambar 2.16	Mesin CMM	25
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	26
Gambar 3.2	Benda kerja kaca <i>soda lime glass</i>	27
Gambar 3.3	Geometri Spesimen Kaca <i>Soda Lime Glass</i>	28
Gambar 3.4	Mata bor <i>Tungsten Carbide</i>	29
Gambar 3.5	<i>Amico Diamond Coated Drill Bit</i> 5 mm	29

Gambar 3.6	Mesin <i>drilling</i> IM 115	30
Gambar 3.7	Kamera	31
Gambar 3.8	Air.....	31
Gambar 3.9	Klem Set	32
Gambar 3.10	Stopwach	32
Gambar 3.11	Pemasangan kaca pada ragum sekunder modifikasi	34
Gambar 3.12	Proses persiapan <i>drilling</i> kaca.....	34
Gambar 3.13	Pemasangan ragum sekunder pada ragum utama.....	35
Gambar 3.14	Pengukuran lubang hasil <i>drilling</i> pada kaca menggunakan <i>CMM</i>	35
Gambar 4.1	Cacat pada lubang hasil proses <i>drilling</i> kaca Riben 3 mm dengan menggunakan mata bor <i>Diamond Coated Hole Saw</i> pada kecepatan spindel 825 RPM	40
Gambar 4.2	Tepi lubang hasil <i>drilling</i> kaca riben 3 mm dengan menggunakan mata bor <i>Diamond Coated Hole Saw</i> pada kecepatan spindel 825 RPM	40
Gambar 4.3	Retak pada tepi lubang hasil <i>drilling</i> kaca riben 3 mm dengan menggunakan mata bor <i>Diamond Coated Hole Saw</i> pada kecepatan spindel 825 RPM	41
Gambar 4.4	Diameter antar permukaan pada tepi lubang hasil <i>drilling</i> kaca riben 3 mm dengan menggunakan mata bor <i>Diamond Coated Hole Saw</i> pada kecepatan spindel 825 RPM	42
Gambar 4.5	Lubang hasil pengeboran kaca riben 3 mm dengan mata bor <i>Tungsten Carbide</i> pada putaran spindel 3750 RPM	42
Gambar 4.6	Lubang hasil pengeboran kaca <i>soda lime glass</i> 8 mm dengan mata bor <i>Diamond Coated Hole Saw</i> pada putaran spindel 3750 RPM.....	43
Gambar 4.7	Tampak samping atas lubang hasil pengeboran kaca <i>soda lime glass</i> 8 mm dengan mata bor <i>Diamond Coated Hole Saw</i> pada putaran spindel 3750 RPM.....	43
Gambar 4.8	Grafik pengukuran diameter dengan <i>CMM</i>	45
Gambar 4.9	Grafik pengukuran kebulatan dengan menggunakan <i>CMM</i>	46

NOMENKLATUR

<u>Simbol</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Satuan</u>
a, \bar{a}	Percepatan	m/s^2
\bar{a}	Percepatan dari pusat massa	m/s^2
A, B, C, \dots	Titik	
d	Diameter	m
l	Jarak	m
m	Massa	Kg
$\mathbf{r}_{A/B}$	Posisi vektor B relatif terhadap A	m
r	Jari-jari, jarak	m
v	Kecepatan	m/s
x, y, z	Titik koordinat	
\dot{r}, \dot{z}	Turunan waktu dari koordinat x, y, z	
α	Percepatan sudut	rad/s^2
α, β, γ	Sudut	rad