

TUGAS AKHIR

**PENGEMBANGAN PROSES *DEEP ETCHING* UNTUK
APLIKASI *MICROMACHINING* MATERIAL KUNINGAN**



Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata Satu
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

SIGIT ASMORO

NIM : D 200.10.0086

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

Juni 2015

PERNYATAAN KEASLIAN TOPIK TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “**PENGEMBANGAN PROSES *DEEP ETCHING* UNTUK APLIKASI *MICROMACHINING* MATERIAL KUNINGAN**” yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di lingkungan universitas muhammadiyah surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Juni 2015

Yang Menyatakan



Sigit Asmoro

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**PENGEMBANGAN PROSES DEEP ETCHING UNTUK APLIKASI MICROMACHINING MATERIAL KUNINGAN**", telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **SIGIT ASMORO**

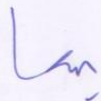
NIM : **D200.10.0086**

Disetujui pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 02 Juli 2015

Pembimbing Utama



Tri Widodo B R. ST, MSc, Ph.D.

Pembimbing Pendamping



Nurmuntaha A N, ST, Pg, Dip.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul: "**PENGEMBANGAN PROSES DEEP ETCHING UNTUK APLIKASI MICROMACHINING MATERIAL KUNINGAN**" telah dipertahankan dihadapan tim penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **SIGIT ASMORO**

Nim : **D200.10.0086**


Disahkan pada :

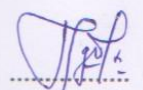
Hari : Kamis

Tanggal : 02 Juli 2015

Tim penguji :

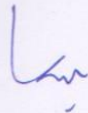
Ketua : **Tri Widodo Besar R., ST, MSc, Ph.D.** 

Anggota 1 : **Nurmuntaha A N., ST, Pg, Dip** 

Anggota 2 : **Agus Dwi Anggono., ST, M.Eng, Ph.D.** 


Dekan

Ir. Sri Sunarsono, MT., Ph.D.

Ketua Jurusan

Tri Widodo BR., ST, MSc, Ph.D.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 248/A.3-II/TM/TA/XI/2014. Tanggal 21 November 2014

dengan ini :

Nama : Tri Widodo BR, Ph.D.
Pangkat/Jabatan : Asisten Ahli
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

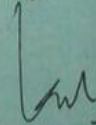
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Sigit Asmoro
Nomor Induk : D 200 100 086
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : PENGEMBANGAN PROSES DEEP ETCHING UNTUK APLIKASI
MICROMACHINING MATERIAL KUNINGAN.
Rincian Soal/Tugas :
- BUAT ALAT DEEP ETCHING.
- TELITI EFEK ARUS WAKTU CELUP, KONSENTRASI LARUTAN.
- AMATI PROFIL DINDING DAN MRR.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, ...21.November.2014.....

Pembimbing



Tri Widodo BR, Ph.D.

Cc. : Nurmuntaha AN, ST, Pg, Dip.
Asisten Ahli.

Keterangan :

- *) Coret salah satu
1. Warna biru untuk Kajar
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(AL-Baqarah:153)

“Yang terbaik diantara kalian ialah yang berakhlak mulia”

(Nabi muhammad SAW)

“Sesuatu yang belum kita kerjakan, sering kali tampak mustahil.kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik”

(Evelyn Underhill)

“ Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlah untuk tenang dan sabar ”

(Khalifah Umar)

“ Jadikanlah seperti karang di lautan yang kuat dihantam ombak dan kerjakanlah hal yang bermanfaat untuk diri sendiri dan orang lain, karena hidup hanyalah sekali. Ingat hanya pada Allah apapun dan di manapun kita berada Dia-lah tempat meminta dan memohon.

PENGEMBANGAN PROSES *DEEP ETCHING* UNTUK APLIKASI *MICROMACHINING* MATERIAL KUNINGAN

Sigit Asmoro, Tri Widodo Besar R, Nurmuntaha AN

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, kartasura

e-mail: sigitasmsoromesin@gmail.com

ABSTRAKSI

Deep etching merupakan proses pengikisan logam untuk memperoleh kedalaman yang lebih. Metode yang digunakan wet etching yaitu pencelupan benda kerja kedalam larutan kimia. Proses ini diaplikasikan untuk proses micromachining yang didasarkan pada prinsip proses pemesinan yang mampu mengikis material dalam ukuran kecil hingga ukuran micro. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arus listrik, waktu pencelupan dan komposisi larutan terhadap profil dinding dan laju pengikisan material pada proses electro etching.

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuningan dengan ketebalan 2mm. Proses deep metching dilakukan dengan variasi arus 0,09 A, 0,12 A, 0,15 A, 0,3 A, 0,35 A, variasi waktu 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit dan variasi komposisi larutan 6,67 %, 8,33 %, 10 %, 11,67 %, 13,33 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh penambahan arus listrik, waktu pencelupan dan komposisi larutan mengakibatkan bertambahnya massa tergerus pada pelat kuningan yang dietching. Nilai tertinggi untuk variasi arus 0,31 g, variasi waktu pencelupan 0,76 g dan variasi komposisi larutan 0,48 g. Sedangkan untuk profil dinding untuk semua variasi bersifat isotropik.

Kata kunci : *Deep Etching, Electro Etching, Micromachining*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullah Wabarakatu.

Syukur alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir berjudul **“Pengembangan Proses *Deep Etching* Untuk Aplikasi *Micromachining* Material Kuningan”** dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keiklasan hati menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Tri Widodo Besar R., ST, MSc, Ph.D, Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Tri Widodo Besar R., ST, MSc, Ph.D, selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.

4. Bapak Nurmuntaha A N ., ST, Pg, Dip, selaku dosen pendamping kedua yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.
5. Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah surakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
6. Bapak dan Ibu tercinta yang setiap waktu selalu mendoakan, memberikan semangat dan dorongan, serta terimakasih atas semua nasehat, bimbingan dan pengorbananmu selama ini sehingga semangat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semua doa dan kasih sayang yang tulus darimu akan selalu mengiringi langkahku.
7. Sahabat seperjuangan Kevin, Fachthurahman, Sigit Prasetyo, Ervan, Widi, Reza, Anda, Mirwan, Yahya dan Wahyu terima kasih atas bantuannya dan atas segala suka dan duka selama penyelesaian Tugas Akhir ini, semoga persaudaraan tetap terjaga sampai kapanpun.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamualaikum Warahmatullah Wabarakatu

Surakarta, Juni 2015

penulis

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Pernyataan Keaslian Skripsi	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Tugas Akhir	v
Motto	vi
Abstraksi	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xviii
Daftar Simbol	xix
Daftar Lampiran	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan masalah.....	3
1.3. Pembatasan masalah.....	3
1.4. Tujuan penelitian	4
1.5. Manfaat penelitian	4
1.6. Metode penelitian	5
1.7. Sistem Penulisan Laporan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	11
2.2.1. Pengertian Etsa	11
2.2.2. <i>Mask</i>	12
2.2.3. <i>Etchant</i>	13
2.2.4. Deep etching	13
2.2.5. Electro etching	13
2.2.6. material removal rate	14
2.2.7. profil dinding	15
2.2.8. kuningan	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	18
3.2. Tahapan Penelitian	19
3.3. Bahan dan Alat	23
3.1.1. Bahan	23
3.2.1. Alat	24
3.4. Perhitungan Teoritis	36
3.5. Foto Makro	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Material removal rate dengan variasi arus	38
4.1.1. Hasil eksperimen	38
4.1.2. Hasil perhitungan teoritis	40
4.1.3. Perbandingan hasil eksperimen dan teoritis.....	41
4.1.4. Foto makro profil dinding	43
4.2. Material removal rate dengan variasi waktu celup.....	49
4.2.1. Hasil eksperimen	49
4.2.2. Hasil perhitungan teoritis	50
4.2.3. Perbandingan eksperimen dan teoritis	52
4.2.4. Foto makro profil dinding	53

4.3. Material removal rate dengan variasi komposisi	
larutan.....	58
4.3.1. Hasil eksperimen	58
4.3.2. Hasil perhitungan teoritis	60
4.3.3. Perbandingan eksperimen dan teoritis	61
4.3.4. Foto makro profil dinding	62

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	68
5.2. Saran	69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan antara kedalaman pemakanan etsa dan waktu	7
Gambar 2.2 Hubungan antara kekasaran permukaan dengan Waktu.....	9
Gambar 2.3 Sketsa proses <i>electro etching</i>	14
Gambar 2.4 Macam-macam profil permukaan paska etsa	16
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	18
Gambar 3.2 Pelat kuningan	23
Gambar 3.3 <i>Ferric chloride (FeCl₃)</i>	23
Gambar 3.4 <i>Aquadest</i>	24
Gambar 3.5 Alat uji foto makro	24
Gambar 3.6 Kaca mata	25
Gambar 3.7 Sarung tangan karet	25
Gambar 3.8 Masker	26
Gambar 3.9 Box kontainer plastik	26
Gambar 3.10 Gelas ukur	27
Gambar 3.11 Trafo dengan 6 variasi arus	27
Gambar 3.12 Trafo dengan 1 variasi arus	28
Gambar 3.13 Plat korban	28
Gambar 3.14 Box sinar UV	29
Gambar 3.15 Film	29
Gambar 3.16 Lem ulano TZ	30
Gambar 3.17 Hair dryer	30
Gambar 3.18 Oven	31
Gambar 3.19 Bikromat	31
Gambar 3.20 Violet	32
Gambar 3.21 Amplas ukuran 1000	32
Gambar 3.22 Cat besi	33

Gambar 3.23 Thinner	33
Gambar 3.24 <i>Ampere digital</i>	34
Gambar 3.25 Jangka sorong	34
Gambar 3.26 Gergaji	35
Gambar 3.27 Mistar	35
Gambar 3.28 <i>stopwatch</i>	35
Gambar 3.29 Timbangan Digital	36
Gambar 4.1 Perbandingan antara massa tergerus dengan variasi arus secara teoritis dan eksperime	44
Gambar 4.2 Foto makro profil dinding bawah dengan arus 0 A	44
Gambar 4.3 Foto makro profil dinding bawah dengan arus 0,09 A	44
Gambar 4.4 Foto makro profil dinding bawah dengan arus 0,12 A	45
Gambar 4.5 Foto makro profil dinding bawah dengan arus 0,15 A	45
Gambar 4.6 Foto makro profil dinding bawah dengan arus 0,3 A	45
Gambar 4.7 Foto makro profil dinding bawah dengan arus 0,35 A	45
Gambar 4.8 Foto makro profil dinding samping dengan arus 0 A	47
Gambar 4.9 Foto makro profil dinding samping dengan arus 0,09 A	47
Gambar 4.10 Foto makro profil dinding samping dengan arus 0,12 A	47
Gambar 4.11 Foto makro profil dinding samping dengan arus 0,15 A	48
Gambar 4.12 Foto makro profil dinding samping dengan arus 0,3 A	48

Gambar 4.13 Foto makro profil dinding samping dengan arus 0,35 A	48
Gambar 4.14 Perbandingan antara massa tergerus dengan variasi waktu celup secara teoritis dan aktual	53
Gambar 4.15 Foto makro profil dinding bawah dengan waktu celup 60 menit	54
Gambar 4.16 Foto makro profil dinding bawah dengan waktu celup 90 menit	54
Gambar 4.17 Foto makro profil dinding bawah dengan waktu celup 120 menit	55
Gambar 4.18 Foto makro profil dinding bawah dengan waktu celup 150 menit	55
Gambar 4.19 Foto makro profil dinding bawah dengan waktu celup 180 menit	55
Gambar 4.20 Foto makro profil dinding samping dengan waktu celup 60 menit	57
Gambar 4.21 Foto makro profil dinding samping dengan waktu celup 90 menit	57
Gambar 4.22 Foto makro profil dinding samping dengan waktu celup 120 menit	57
Gambar 4.23 Foto makro profil dinding samping dengan waktu celup 150 menit	58
Gambar 4.24 Foto makro profil dinding samping dengan waktu celup 180 menit	58
Gambar 4.25 Perbandingan antara massa tergerus dengan waktu komposisi larutan secara teoritis dan aktua	62
Gambar 4.26 Foto makro profil dinding bawah dengan Komposisi larutan 6,67 %	63
Gambar 4.27 Foto makro profil dinding bawah dengan komposisi larutan 8,33 %	63
Gambar 4.28 Foto makro profil dinding bawah dengan	

	komposisi larutan 10 %	64
Gambar 4.29	Foto makro profil dinding bawah dengan komposisi larutan 11,67 %	64
Gambar 4.30	Foto makro profil dinding bawah dengan komposisi larutan 13,33 %	64
Gambar 4.31	Foto makro profil dinding samping dengan komposisi larutan 6,67 %	66
Gambar 4.32	Foto makro profil dinding samping dengan komposisi larutan 8,33 %	66
Gambar 4.33	Foto makro profil dinding samping dengan komposisi larutan 10 %	66
Gambar 3.34	Foto makro profil dinding samping dengan komposisi larutan 11,67 %	67
Gambar 3.35	Foto makro profil dinding samping dengan komposisi larutan 13,33 %	67

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variasi arus	21
Tabel 3.2 Variasi waktu pencelupan	22
Tabel 3.3 Variasi komposisi larutan	22
Tabel 4.1 Data massa tergerus aktual dengan variasi waktu	39
Tabel 4.2 Hasil massa tergerus teoritis dengan variasi arus	41
Tabel 4.3 Data massa tergerus aktual dengan variasi waktu pencelupan	49
Tabel 4.4 Hasil massa tergerus teoritis dengan variasi waktu pencelupan	51
Tabel 4.5 Data massa tergerus aktual dengan variasi komposisi larutan	59
Tabel 4.6 Konsentrasi larutan dengan variasi komposisi FeCl ₃	60

DAFTAR SIMBOL

MRR = *Material Removal Rate*

I = Arus listrik

M = Massa molekul

A = Luas kolam/bath

ρ = Massa jenis

n = Elektron valensi

F = Tetapan Faraday

DAFTAR LAMPIRAN

1. Jurnal
2. Hasil Perhitungan teoritis