

**FABRIKASI MICROCHAMBER MENGGUNAKAN  
ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM) ELEKTRODA KUNINGAN  
BERPOLA DENGAN BAHAN SS304**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Strata-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

Rohmad Puji Julianro

2012 013 0114

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2017**

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Rohmad Puji Juliantoro**

NIM : **20120130114**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: **FABRIKASI MICROCHAMBER MENGGUNAKAN ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM) ELEKTRODA KUNINGAN BERPOLA DENGAN BAHAN SS304** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 22 November 2017  
Yang menyatakan,

(Rohmad Puji Juliantoro)  
NIM. 20120130114

## INTISARI

*Electrochemical machining* (ECM) merupakan alternatif untuk melakukan pemesinan pada benda kerja berukuran kecil dan memiliki bentuk yang rumit tanpa mengakibatkan dampak termal dan *mechanical stress* pada benda kerja. ECM juga seringkali digunakan untuk mengerjakan material dengan sifat konduktor yang baik namun sulit untuk mesin, seperti *super alloys*, *Ti-alloys*, *alloy steel*, *tool steel*, *stainless steel*, dan lain lain. Karena alasan tersebut ECM merupakan pemesinan yang sangat cocok untuk benda kerja berukuran kecil, material yang keras, bentuk rumit, dan membutuhkan sifat tahan korosi, salah satunya *multilayered microchamber*.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis mengenai pengaruh konsentrasi larutan elektrolit (10%, 15%, dan 20%), tegangan (7V, 10V, dan 13V), dan *gap* pemesinan (0,5 mm, 0,75 mm, dan 1 mm) dalam memproduksi *microchamber* dengan replikasi sebanyak satu kali untuk setiap *run*-nya dan menggunakan pendekatan taguchi dengan metode pemesinan ECM statis. *Run* keseluruhan berjumlah 9. Respon yang diuji dalam penelitian ini adalah *material removal rate* (*MRR*), dan *overcut*. Optimasi *single-objective* dilakukan menggunakan ANOVA.

Nilai *MRR* tertinggi didapatkan pada kombinasi 15%, 13V, dan 1 mm. Faktor konsentrasi elektrolit, tegangan dan *gap* permesinan tidak berpengaruh signifikan terhadap respon *Overcut*. Untuk *overcut type A*, nilai terendah didapatkan pada kombinasi 10%, 10V, dan 0,75 mm. Untuk *overcut type B*, nilai terendah didapatkan pada kombinasi 20%, 7V, dan 1,00 mm. Untuk *overcut type C*, nilai terendah didapatkan pada kombinasi 15%, 10V, dan 0,50 mm. Untuk *overcut type D*, nilai terendah didapatkan pada kombinasi 20%, 7V, dan 1,00 mm. Faktor yang paling berpengaruh dalam menghasilkan ketiga respon tadi adalah konsentrasi larutan elektrolit.

Kata kunci: *Electrochemical Machining*, Taguchi, *MRR*, *Overcut*, ANOVA,

## MOTTO

*“Jangan lupa untuk mensyukuri segala nikmat yang telah tuhan anugerahkan kepada kita, karna orang lain belum tentu mendapatkan nikmat yang kita peroleh seperti sekarang ini”*

*“Pada dasarnya setiap diri kita terlahir untuk menjadi pemenang, namun untuk mendapatkannya kita harus merencanakan, mempersiapkan, dan mengharapkan kemenangan itu”*

*“Setinggi apapun pangkat yang kamu peroleh, kesuksesan yang kamu dapat, dan cita-cita yang telah tercapai janganlah kamu melupakan kedua orang yang telah membesarkanmu, mengajarmu, dan selalu mendoakan untuk kesuksesanmu”*

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami bisa menyelesaikan Tugas Akhir kami dengan judul ” FABRIKASI MICROCHAMBER MENGGUNAKAN ELECTRO CHEMICAL MACHINING (ECM) ELEKTRODA KUNINGAN BERPOLA DENGAN BAHAN SS304 ”. Tugas akhir ini berisikan tentang pembuatan *microchamber* menggunakan mesin ECM, *microchamber* dalam dunia medis digunakan sebagai penyaring darah pada penderita gagal ginjal. Ada tiga variasi dalam pembuatan *microchamber* ini antara lain yaitu variasi elektrolit, tegangan dan celah (*gap*) pemesinan.

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir.Aris Widyo Nugroho M.T.,Ph.D. Selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan petunjuk sampai Tugas Akhir ini selesai.
2. Bapak Sunardi S.T., M.Eng., Selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan petunjuk sampai Tugas Akhir ini selesai.
3. Bapak Totok Suwanda S.T. M.T. Selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
5. Ayahanda dan ibunda tercinta ,serta seluruh keluarga atas dukungan morilnya selama ini .
6. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc.,Ph.D. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin yang juga telah membantu dalam masalah pribadi saya.
7. Teman satu kost komari gendut, heri, purnomo, zainun, indra, zainul yang selalu memberikan semangat selama pengerjaan tugas akhir ini.
8. Temanseperjuangan Revana Widyargo yang selalu *support* satu sama lain.
9. Teman seperjuangan kelompok ECM yang saling membantu dalam mengerjakan penelitian ini.
10. Teman-teman kelas B yang selalu memberikan hiburan dan tetep mengajak berolahraga secara rutin.
11. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin 2012, “M” Solidarity Forever.

12. Seluruh staf dosen Jurusan Teknik Mesin UMY.
13. Seluruh mahasiswa teknik mesin, “M” Solidarity Forever .
14. Seluruh pihak yang telah membantu kami, yang tak dapat kami sebutkan semua satu per satu. Karena keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalaman, kami menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir kami ini. Maka kritik dan saran dari anda sangat kami harapkan untuk pengembangan selanjutnya. Besar harapan kami sekecil apapun informasi yang ada dibuku kami ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 22 November 2017

Rohmad Puji Juliantoro

20120130114

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
INTISARI .....	iv
MOTTO .....	v
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	10
2.2.1 <i>Electro Chemical Machining (ECM)</i> .....	10
2.2.2. Prinsip kerja pada ECM .....	11
2.2.3. Reaksi kimia pada proses ECM.....	13
2.2.4. Proses Ideal Pada ECM .....	14
2.2.5 Jenis <i>Electrochemical Machining (ECM)</i> .....	14
2.2.6 Peralatan <i>Electrochemical Machining (ECM)</i> .....	19
2.2.7 <i>Material Removal Rate (MRR)</i> .....	23
2.2.8 <i>Overcut</i> .....	24
2.2.9 <i>Analysis Of Fariance</i> .....	24

2.2.10 Rasio S/N.....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
3.1. Pendekatan Penelitian.....	26
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.2.1. Tempat Penelitian.....	26
3.2.2. Waktu Penelitian.....	26
3.3. Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.3.1. Peralatan Penelitian.....	26
3.3.2. Bahan Penelitian.....	28
3.4. Variabel Penelitian.....	31
3.4.1. Variabel Bebas.....	31
3.4.2. Variabel Terikat.....	31
3.5. Langkah-Langkah Penelitian.....	32
3.6. Diagram Alir Penelitian.....	33
3.7. Prosedur Pembuatan Benda Kerja.....	34
3.8. Spesifikasi Mesin ECM.....	35
3.9. Desain Eksperimen.....	35
3.10. Pengujian Terhadap Material Benda Kerja.....	36
3.10.1. Persiapan Cairan Elektrolit.....	36
3.10.2. Proses Pemesinan.....	37
3.11. Pengukuran Hasil Pengujian.....	37
3.11.1. Pengukuran <i>Material Removal Rate</i> (MRR).....	37
3.11.2. Pengukuran <i>Overcut</i> .....	38
3.12. Pengumpulan Data.....	41
3.13. Analisis Data.....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
4.1 Analisis Data Hasil Pemesinan ECM.....	43
4.2. Data Hasil Eksperimen.....	44
4.3. Analisis Hasil eksperimen.....	44
4.3.1. Analisis MRR.....	44



4.3.2. Analisis <i>Overcut</i> .....	45
4.4. Analisis Statistik.....	47
4.4.1. Respon MRR.....	47
4.4.1.1. <i>Analysis Of Fariance</i> MRR.....	48
4.4.1.2. Rasio S/N Respon MRR.....	48
4.4.2. Respon <i>Overcut</i> .....	49
4.4.2.1. <i>Analysis Of Variance Overcut</i> .....	50
BAB V PENUTUP .....	51
5.1. Kesimpulan .....	51
5.2. Saran... ..	52
DAFTAR PUSTAKA .....	53
LAMPIRAN .....	54

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik rata-rata (a) <i>overcut</i> dan (b) MRR <i>stainless steel</i> J-430 .....	5
Gambar 2.2 Grafik rata-rata <i>surface roughness stainless steel</i> j-430 .....	6
Gambar 2.3 Mesin ECM.....	7
Gambar 2.4 Hasil pemesinan arah <i>flushing</i> dari samping.....	7
Gambar 2.5 Hasil pemesinan arah <i>flushing</i> dari atas.....	7
Gambar 2.6 Grafik MRR hasil pemesinan.....	8
Gambar 2.7 Grafik <i>overcut</i> hasil pemesinan.....	9
Gambar 2.8 Grafik hasil pengujian <i>surface roughness</i> .....	9
Gambar 2.9 Prinsip ECM .....	13
Gambar 2.10 Reaksi proses pemesinan ECM pada besi .....	13
Gambar 2.11. Skema representatif reaksi pada ECM .....	14
Gambar 2.12. <i>Electrolyte Jet</i> .....	15
Gambar 2.13. Indentasi (cekungan) pada permesinan mikro .....	15
Gambar 2.14. Konfigurasi ECDR.....	16
Gambar 2.15. Skema STEM .....	17
Gambar 2.16. Skema <i>Electrostream</i> .....	18
Gambar 2.17. <i>Electro Chemical Jet Drilling</i> .....	18
Gambar 2.18. Mekanisme ECDB .....	19
Gambar 2.19. Komponen sistem pada ECM .....	19
Gambar 2.20. <i>Tool</i> / elektroda kuningan .....	22
Gambar 2.21. Plat baja SS 304.....	22
Gambar 3.1. (a) ECM <i>portable</i> , (b) <i>Magnetic stirrer</i> , (c) Timbangan digital.....	27
Gambar 3.2. Ukuran <i>tool elektrode</i> untuk pengujian .....	28
Gambar 3.3. Elektroda Kuningan .....	28
Gambar 3.4. (a) NaCl, (b) Aquades .....	29
Gambar 3.5. Pencampuran NaCl dan Aquades menggunakan <i>magnetic stirrer</i> ...29	
Gambar 3.6. Ukuran benda kerja plat SS304.....	30
Gambar 3.7. Benda kerja plat SS304.....	31
Gambar 3.8. Diagram alir penelitian .....	33

Gambar 3.9. (a) Benda kerja, (b) Dimensi isolator, (c) Benda kerja setelah diisolasi.....	34
Gambar 3.10. Pengukuran massa menggunakan timbangan digital.....	38
Gambar 3.11. Pengujian makro.....	38
Gambar 3.12. Pengaturan skala pada <i>imageJ</i> .....	39
Gambar 3.13. Hasil pengukuran <i>imageJ</i> .....	40
Gambar 4.1 Grafik respon MRR.....	45
Gambar 4.2 Grafik respon <i>Overcut</i> .....	46
Gambar 4.3. Grafik nilai S/N MRR.....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Elektrolit dan laju permesinan.....	21
Tabel 2.2. <i>One way</i> ANOVA.....	25
Tabel 3.1. Komposisi kandungan unsure .....	30
Tabel 3.2. Variabel terikat.....	31
Tabel 3.3. Spesifikasi ECM <i>portable</i> .....	35
Tabel 3.4. Faktor dan level penelitian.....	35
Tabel 3.5. Urutan run berdasarkan matriks orthogonal.....	36
Tabel 3.6. Lembar Pengamatan uji MRR.....	41
Tabel 3.7. Lembar Pengamatan uji MRR.....	41
Tabel 4.1. Faktor beserta levelnya.....	43
Tabel 4.2. Urutan run.....	43
Tabel 4.3. Data hasil pengukuran MRR dan <i>Overcut</i> .....	44
Tabel 4.4. <i>Analysis of variance</i> MRR.....	48
Tabel 4.5. Rangkuman perhitungan Rasio S/N MRR.....	48
Tabel 4.6. <i>Analysis of variance</i> <i>Overcut</i> .....	50