

**ANALISIS PARAMETER PROSES DALAM FABRIKASI
MICROCHAMBER MENGGUNAKAN MESIN *ELECTROCHEMICAL
MACHINING* (ECM) PADA *STAINLESS STEEL 316* MENGGUNAKAN
TOOL KUNINGAN DENGAN METODE TAGUCHI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :
Revana Widyargo
2012 013 0112

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Revana Widyargo**

NIM : **20120130112**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: ANALISIS PARAMETER PROSES DALAM FABRIKASI MICROCHAMBER MENGGUNAKAN MESIN *ELECTROCHEMICAL MACHINING* (ECM) PADA *STAINLESS STEEL 316* MENGGUNAKAN *TOOL* KUNINGAN DENGAN METODE TAGUCHI 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,

(Revana Widyargo)

NIM. 20120130112

INTISARI

Electrochemical Machining (ECM) merupakan alat pemesinan yang menggunakan prinsip elektrolisis, sehingga dapat digunakan untuk memproses logam yang bersifat konduktor listrik. ECM sendiri memiliki keunggulan dapat melakukan pemesinan terhadap material yang keras dan bentuk yang rumit. Penelitian terdahulu telah meneliti pemesinan ECM dengan material aluminium dan *stainless steel* 204 dengan ketebalan 0,3 mm, sehingga perlu dilakukan penelitian yang mendalam dengan jenis material yang lebih keras dan tahan korosi dengan ketebalan yang lebih.

Pemesinan dilakukan menggunakan mesin ECM untuk membuat *microchamber* dengan material *stainless steel* 316 dengan dimensi 63 x 40 x 0,5 mm dan permukaan atas terisolasi. *Tool* yang digunakan adalah *tool* kuningan berpola dan tidak berpola dalam keadaan statis atau *tool* diam. Arah aliran elektrolit dari samping dengan debit 4 lpm. Variasi penelitian adalah konsentrasi elektrolit NaCl (10%, 15%, 20%), tegangan (7, 10, 13 volt) dan *gap* (0.5, 0.75, 1 mm) dengan waktu pemesinan 546 detik. Analisis data yang digunakan adalah *Analysis of variance* (ANOVA) dan S/N Ratio menggunakan *software SPSS 16 for Windows*.

Nilai MRR dan *overcut* berbanding lurus dengan konsentrasi elektrolit dan tegangan, sedangkan untuk *gap* berbanding terbalik dengan nilai MRR dan *overcut*. Nilai MRR *tool* berpola dan tidak berpola memiliki faktor yang paling berpengaruh yaitu konsentrasi elektrolit. Untuk *overcut tool* berpola adalah konsentrasi elektrolit, sedangkan *overcut tool* tidak berpola tidak memiliki faktor yang berpengaruh secara signifikan. Kombinasi MRR tertinggi untuk *tool* berpola dan tidak berpola adalah konsentrasi elektrolit 20%, tegangan 13 volt, *gap* 0,75 mm.

Kata Kunci: *Electrochemical Machining, MRR, Overcut, Stainless steel 316*

MOTTO

“Jangan pernah menyerah atau mengeluh terhadap keadaan, karna Tuhanmu tidak akan pernah memberikan cobaan yang diluar kemampuan umatnya”

“Melakukan kesalahan itu manusiawi, mengetahui kesalahan itu manusia cerdas, mengakui kesalahan itu manusia pemberani, memperbaiki kesalahan itu manusia yang bijaksana, memaafkan kesalahan orang lain itu manusia keren”

“Kesuksesan besar bukan hanya hasil dari kerja keras saja, melainkan hasil dari ketekukan, kesabaran serta do'a”

KATA PENGANTAR

Tugas akhir dengan judul “Analisis Parameter Proses Dalam Fabrikasi *Microchamber* Menggunakan Mesin *Electrochemical Machining* (ECM) Pada *Stainless Steel* 316 Menggunakan *Tool* Kuningan Dengan Metode Taguchi” disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tugas akhir ini bertujuan untuk mencari kombinasi dan faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai MRR dan *overcut*.

Tugas akhir ini terdiri dari lima bab. Bab pertama merupakan bab pendahuluan yang berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, serta manfaat dari penelitian ini. Bab kedua berisi mengenai kajian pustaka, dasar teori, desain eksperimen, analisis statistik yang digunakan. Bab ketiga berisikan metode penelitian yang digunakan. Hasil dan pembahasan penelitian dipaparkan pada bab empat. Pada bab kelima merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran dari penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk perbaikan penelitian ke depannya. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pendidikan, keilmuan, serta masyarakat pada umumnya.

Yogyakarta,

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmat, petunjuk, kekuatan, serta kemudahan kepada penulis dalam proses penyusunan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. 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.
3. 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.
4. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. Selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
5. Bapak Suyitno, Ibu Endang Widyastuti, Mas Ero dan Ines yang selalu memberikan doa restu, kasih sayang, dukungan, perhatian, dan semangat yang luar biasa kepada penulis.
6. Inayah Iska Hamada yang selama ini memberikan dukungan serta motivasi hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Teman seperjuangan kelompok ECM yang saling membantu dalam mengerjakan penelitian ini.
8. Teman-teman SELENK yang selalu memberikan hiburan dan tetap mengajak berolah raga secara rutin.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin 2012, "M" Solidarity Forever.
10. Seluruh staf dosen Jurusan Teknik Mesin UMY.
11. Seluruh mahasiswa teknik mesin, "M" Solidarity Forever.
12. Seluruh pihak yang telah membantu kami, yang tak dapat kami sebutkan semua satu per satu.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
INTISARI	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMAKASIH	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1. Kajian Pustaka	7
2.2. Dasar Teori	15
2.2.1. <i>Electro Chemical Machining</i> (ECM)	15
2.2.2. Prinsip kerja pada ECM	16
2.2.3. Jenis <i>Electrochemical Machining</i> (ECM)	18
2.2.4. Peralatan <i>Electrochemical Machining</i> (ECM)	23
2.2.5. <i>Material Removal Rate</i> (MRR)	27
2.2.6. <i>Overcut</i>	28

2.3.	Desain Eksperimen	29
2.4.	Analisis Statistik	32
BAB III METODE PERANCANGAN FABRIKASI		34
3.1.	Pendekatan Penelitian	34
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.2.1.	Tempat Penelitian	34
3.2.2.	Waktu Penelitian	34
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian	34
3.3.1.	Peralatan Penelitian	34
3.3.2.	Bahan Penelitian	36
3.4.	Variabel Penelitian	40
3.4.1.	Variabel Bebas	40
3.4.2.	Variabel Terikat	40
3.5.	Langkah-Langkah Penelitian	40
3.6.	<i>Flowchart</i> / Diagram Alir	42
3.7.	Prosedur Pengujian dengan Mesin ECM	43
3.8.	Spesifikasi Mesin ECM	43
3.9.	Desain Eksperimen	43
3.10.	Pengujian Terhadap Material Benda Kerja	45
3.10.1.	Persiapan Cairan Elektrolit	45
3.10.2.	Proses Pemesinan	45
3.11.	Pengukuran Hasil Pengujian	46
3.12.	Pengukuran <i>Material Removal Rate</i> (MRR)	46
3.13.	Pengukuran <i>Overcut</i>	47
3.14.	Pengumpulan Data	49
3.15.	Analisis Data	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		52
4.1.	Hasil Eksperimen	52
4.1.1.	Hasil Eksperimen Respon MRR.....	55

4.1.2. Hasil Eksperimen Respon <i>Overcut</i>	56
4.2. Analisis Statistik	60
4.2.1. <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	61
4.2.1.1. Respon MRR	61
4.2.1.2. Respon <i>Overcut</i>	62
4.2.2. Rasio S/N	65
4.2.2.1. Respon MRR	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1. Kesimpulan	65
5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Grafik rata-rata (a) <i>overcut</i> dan (b) MRR <i>stainless steel</i> 304 ..	8
Gambar 2.2.	Grafik nilai MRR	9
Gambar 2.3.	Grafik <i>overcut</i>	9
Gambar 2.4.	Grafik <i>surface roughness</i>	10
Gambar 2.5.	Grafik MRR SS 204	11
Gambar 2.6.	Grafik <i>overcut</i> SS 204	11
Gambar 2.7.	Grafik MRR.....	12
Gambar 2.8.	Grafik <i>overcut</i>	12
Gambar 2.9.	Grafik <i>surface roughness</i>	13
Gambar 2.10.	Prinsip ECM	18
Gambar 2.11.	Reaksi proses pemesinan ECM pada besi	18
Gambar 2.12.	<i>Electrolyte Jet</i>	19
Gambar 2.13.	<i>Indentasi</i> (cekungan) pada pemesinan mikro	19
Gambar 2.14.	Konfigurasi ECDR	20
Gambar 2.15.	Skema STEM	21
Gambar 2.16.	Skema <i>Electrostream (Capillary) Drilling</i>	22
Gambar 2.17.	<i>Electro Chemical Jet Drilling</i>	22
Gambar 2.18.	Mekanisme ECDB	23
Gambar 2.19.	Komponen sistem pada ECM	24
Gambar 2.20.	<i>Tool / electrode</i> Kuningan	26
Gambar 2.21.	Plat baja SS 316	27
Gambar 2.22.	Ilustrasi <i>overcut</i>	29
Gambar 2.23.	Model Umum Proses	31
Gambar 3.1.	(a) ECM <i>portable 1 axis</i> , (b) <i>Magnetic stirrer</i> , (c) Timbangan digital	35
Gambar 3.2.	Ukuran <i>tool elektrode</i> tidak berpola	36
Gambar 3.3.	<i>Tool elektrode</i> tidak berpola	36
Gambar 3.4.	Ukuran <i>tooelektrode</i> berpola	37
Gambar 3.5.	Elektroda Kuningan	37

Gambar 3.6.	(a) NaCl, (b) Aquades	37
Gambar 3.7.	Pencampuran NaCl dan Aquades menggunakan <i>magnetic stirrer</i>	38
Gambar 3.8.	Ukuran benda kerja plat <i>stainless steel 316</i>	38
Gambar 3.9.	Pola dan ukuran stiker <i>marking</i>	39
Gambar 3.10.	Diagram alir penelitian	42
Gambar 3.11.	Benda kerja	43
Gambar 3.12.	Pengukuran massa menggunakan timbangan digital	47
Gambar 3.13	Pengujian Makro	47
Gambar 3.14	pengaturan skala pada <i>ImageJ</i>	48
Gambar 3.15	Contoh hasil pengukuran menggunakan <i>ImageJ</i>	49
Gambar 4.1	(a) Foto hasil pemesinan tool berpola, (b) Foto hasil pemesinan tool tidak berpola	53
Gambar 4.2.	Grafik respon nilai MRR hasil pemesinan ECM <i>tool</i> berpola dan <i>tool</i> tidak berpola	55
Gambar 4.3.	Grafik respon <i>overcuttool</i> berpola hasil pemesinan ECM	57
Gambar 4.4.	Grafik respon <i>overcuttool</i> tidak berpola hasil pemesinan ECM	59
Gambar 4.5.	Grafik Nilai S/N MRR Berpola	66
Gambar 4.6.	Grafik Nilai S/N MRR Tidak Berpola	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Elektrolit dan laju pemesinan berbagai benda kerja	25
Tabel 2.2. <i>Orthogonal Array L9</i>	31
Tabel 2.3. <i>Three Way ANOVA</i>	34
Tabel 3.1. Komposisi kandungan unsur logam <i>stainless steel 316</i>	39
Tabel 3.2. Variabel bebas penelitian	40
Tabel 3.3. Spesifikasi ECM <i>portable</i>	43
Tabel 3.4. Faktor dan <i>level</i> penelitian	44
Table 3.5. Urutan <i>run</i> berdasarkan matriks orthogonal <i>L₉</i>	44
Tabel 3.6. Lembar pengamatan uji MRR	50
Tabel 3.7. Lembar Pengamatan Uji <i>Overcut</i>	50
Tabel 4.1. Faktor Beserta <i>Level</i> -nya	52
Tabel 4.2. Urutan <i>Run</i> Berdasarkan Matriks Orthogonal <i>L₉</i>	53
Tabel 4.3. Data Hasil Pengukuran MRR dan <i>Overcut</i> dengan <i>Tool</i> Berpola	54
Tabel 4.4. Data Hasil Pengukuran MRR dan <i>Overcut</i> dengan <i>Tool</i> Tidak Berpola.....	54
Tabel 4.5. <i>Analysis of Variance</i> MRR berpola	61
Tabel 4.6. <i>Analysis of Variance</i> MRR tidak berpola	61
Tabel 4.7. <i>Analysis of Variance Overcut</i> Berpola	62
Tabel 4.8. <i>Analysis of Variance Overcut</i> Tidak Berpola	64
Tabel 4.8. Perhitungan Rasio S/N MRR Berpola	65
Tabel 4.9. Perhitungan Rasio S/N MRR Tidak Berpola	66