

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMESINAN PADA BAJA PERKAKAS SLD
DENGAN PENGARUH VARIASI JARAK GAP
PADA PROSES ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM)**

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



Disusun Oleh :

Sadiwan

2011 013 0033

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2015

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

ANALISIS PEMESINAN PADA BAJA PERKAKAS SLD
DENGAN PENGARUH VARIASI JARAK CELAH (*GAP*)
PADA PROSES ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM)

Disusun Oleh:
SADIWAN
20110130033

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 24 Agustus 2015

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Aris Widyo Nugroho M.T., PhD.
NIK. 19700301199509 123 022

Budi Nurrahman S.T.,M.Eng.
NIP.19790523 200501 1 001

Penguji,

Gunawan Setya Prihandana S.T., M.Eng., PhD.
NIK.19810407201310 123 065

Tugas Akhir Ini Telah Dinyatakan Sah Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Tanggal : Agustus 2015
Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Novi Caroko S.T., M.Eng
NIP.19791113 200501 1 001

MOTTO

“Syukuri apa yang dimiliki, karena sesungguhnya rasa syukur itu yang membuat kita tak pernah merasa kekurangan”

(Sadiwan)

“Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(Terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11)

“Kami tidak bisa mewariskan harta benda kepadamu, tetapi kami hanya bisa mewariskan ilmu karena senantiasa ilmu yang kau miliki bisa mengantarmu menuju sukses”

(Ayahanda & Ibunda)

Eling kalawan Gusti lan tumindak welas asih marang pepadhan makhluk, Begegeg ugeg-ugeg mel-mel sadulito

(Bathara Ismaya/Semar)

PERNYATAAN



Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Sadiwan**

NIM : **20110130033**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: **Analisis Pemesinan Pada Baja Perkakas SLD Dengan Pengaruh Variasi Jarak Gap Pada Proses *Electrochemical Machining* (ECM)** 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, 24 Agustus 2015

Yang menyatakan,

(Sadiwan)
NIM. 20110130033

PERSEMBAHAN



Dia memberikan hikmah (ilmu yang berguna) kepada siapa yang dikehendakiNya. Barang siapa yang mendapat hikmah itu sesungguhnya ia telah mendapat kebajikan yang banyak. Dan tiadalah yang menerima peringatan melainkan orang-orang yang bertawakal. (Q.S. Al-Baqarah: 269)

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Ibunda dan Ayahanda tercinta, Ibu Suminah dan Bpk. Sastro Diharjo terimakasih atas kasih sayang dan dukungan yang kalian berikan.
- ❖ Kakak-kakak tersayang, telah memberikan motivasi, nasehat serta dukungan.
- ❖ Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., PhD. dan Budi Nurrahman, S.T, M.T. Selaku dosen pembimbing tugas akhir.
- ❖ Gunawan Setya Prihandana S.T., M.T., PhD. Selaku dosen penguji tugas akhir.
- ❖ Teman-teman Teknik Mesin UMY semua angkatan, terutama TM 2011 yang selalu memberi dukungan satu sama lain.
- ❖ Seseorang yang istimewa, terima kasih karena sudah mau bersabar menungguku dan menjadi baik disana yang sampai sekarang identitasnya masih menjadi rahasia illahi.

INTISARI

Electrochemical Machining (ECM) merupakan salah satu proses pemesinan non konvensional yang prinsip kerjanya berdasarkan hukum Faraday. ECM adalah proses pemesinan yang bergantung pada penghapusan atom dari permukaan benda kerja. Bentuk penghapusan atom, dalam hal ini disebut *Material Removal Rate* (MRR), yang ada di permukaan benda kerja. Peristiwa penghapusan logam pada saat pemesinan juga menyebabkan terjadinya tingkat kekasaran permukaan daerah pemesinan (*surface roughness*). Pada proses pemesinan ECM banyak parameter yang dapat mempengaruhi keduanya. Salah satu parameter yang dapat mempengaruhi hal tersebut yaitu jarak gap antara elektroda tool dengan benda kerja.. Tujuan penelitian ini untuk menemukan hubungan perubahan jarak gap terhadap nilai MRR dan *surface roughness* pada proses *electrochemical machining*.

Penelitian ini mengamati hubungan antara jarak gap dengan MRR serta *surface roughness* dengan cara memvariasikan jarak gap yang digunakan. Benda kerja yang digunakan pada pengujian ini adalah SLD yang biasa digunakan untuk pembuatan punch, dies, cutting tool, dan proses lainnya yang membutuhkan sifat tahan aus yang tinggi dengan panjang 40 mm, lebar 30 mm dan tebal 5,5 mm. Material pahat yang digunakan dalam percobaan ini adalah tembaga (Cu) berbentuk silinder berlubang dengan diameter dalam 9 mm dan diameter luar 10 mm, dan disambungkan dengan plat tembaga berbentuk persegi dua lapis dengan ukuran 40 x 30 mm dengan tebal plat masing-masing 10,5 mm.

Hasil pengujian didapatkan bahwa jarak gap berbanding terbalik dengan nilai MRR. Semakin besar jarak gap maka nilai MRR yang dihasilkan akan semakin kecil. Nilai MRR rata-rata terbesar diperoleh pada jarak gap 3 mm yaitu dengan nilai $2,13 \times 10^{-3}$ gr/dt. Dari hasil pengujian juga didapatkan bahwa nilai *surface roughness* berbanding lurus dengan jarak gap. Nilai *surface roughness* kecil apabila digunakan jarak gap kecil pula. Nilai rata-rata terkecil diperoleh $6,6\mu\text{m}$ pada jarak gap 3 mm. Semakin kecil nilai *surface roughness* itu berarti permukaan semakin halus.

Kata Kunci : *Electrochemical Machining*, jarak gap, MRR, *Surface Roughness*

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami bisa menyelesaikan Tugas Akhir kami dengan judul ” Analisis Pemesinan Pada Baja Perkakas SLD Dengan Pengaruh Variasi Jarak Celah (*Gap*) Pada Proses Electrochemical Machining (Ecm)”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan akademis menyelesaikan Program Strata-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 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 Budi Nurrahman S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan petunjuk sampai Tugas Akhir ini selesai.
3. Bapak Gunawan Setya Prihandana S.T., M.eng., PhD. Selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
5. Ayahanda Sastro Diharjo, ibunda Suminah, Mas Suharno, serta seluruh keluarga atas dukungan morilnya selama ini (you're my everything).
6. Bapak Novi Caroko S.T.,Meng selaku ketua Jurusan Teknik Mesin yang juga telah membantu dalam masalah pribadi saya.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin 2011, “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. 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 di buku kami ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 24 Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
EMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Perumusan masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Batasan Masalah	5
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	20
2.2.1 <i>Electro Chemical Machining</i> (ECM)	20
2.2.2 Prinsip kerja pada ECM	22
2.2.3 Reaksi kimia pada proses ECM	23
2.2.4 Proses Ideal Pada ECM	24
2.2.5 Jenis <i>Electrochemical Machining</i> (ECM)	25
2.2.5.1 <i>Micro-ECM</i>	25
2.2.5.2 <i>Electro Chemical Drilling</i> (ECCR)	26

2.2.5.3	<i>Shaped Tube Electrolytic Machining (STEM)</i>	27
2.2.5.4	<i>Electrostream (Capillary) Drilling</i>	27
2.2.5.5	<i>Electro Chemical Jet Drilling (ECJD)</i>	28
2.2.5.6	<i>Electro Chemical Deburring (ECDB)</i>	29
2.2.6	Peralatan <i>Electro Chemical Machining</i>	29
2.2.6.1	<i>Power Supply</i>	30
2.2.6.2	Elektrolit	30
2.2.6.3	Tool elektroda	31
2.2.6.4	Benda kerja (<i>workpiece</i>)	32
2.2.7	<i>Material Removal Rate (MRR)</i>	33
2.2.8	<i>Surface Finish</i>	34
2.2.9	Akurasi ECM	35
BAB III	METODE PENELITIAN	37
3.1	Pendekatan Penelitian	37
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	37
3.2.1	Peralatan Penelitian	37
3.2.2	Bahan Penelitian	40
3.3	Variabel Penelitian	42
3.3.1	Variabel bebas	42
3.3.2	Variabel Terikat	42
3.4	Langkah-langkah Penelitian	43
3.5	Diagram Alir Penelitian	43
3.6	Prosedur Pembuatan Benda Kerja	45
3.7	Spesifikasi Mesin ECM	46
3.8	Pengujian Terhadap Material Benda Kerja	46
3.9	Pengukuran Hasil Pengujian	49
3.9.1	Pengukuran MRR	49
3.9.2	Pengukuran <i>Surface Roughness</i>	49
3.10.	Pengumpulan Data	50
3.11	Analisis Data	51
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	53

4.1 Mesin ECM	53
4.2 Hasil pemesinan dengan parameter terpilih	54
4.3 Hasil Perhitungan Data dan Pembahasan	56
4.3.1 Hasil Perhitungan <i>Material Removal Rate</i> (MRR)	56
4.3.2 Hasil Pengukuran <i>Surface Roughness</i>	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip dasar disolusi anodis menggunakan NaCl.....	7
Gambar 2.2 Hasil SEM menggunakan (a) NaNO ₃ dan (b) NaCl.....	8
Gambar 2.3 Efisiensi arus pemesinan dengan elektrolit NaCl dan NaNO ₃	9
Gambar 2.4 Grafik Hasil Penelitian Pengaruh <i>Voltage</i> Terhadap <i>overcut</i> , MRR11	
Gambar 2.5 Grafik rata-rata (a) <i>overcut</i> dan (b) MRR <i>stainless steel</i> J-430.....	14
Gambar 2.6 Grafik rata-rata <i>surface roughness stainless steel</i> J-430	14
Gambar 2.7 Mesin ECM Prasetya	16
Gambar 2.8 Hasil Pemesinan arah <i>flushing</i> dari samping	16
Gambar 2.9 Hasil pemesinan arah <i>flushing</i> dari atas	16
Gambar 2.10 Grafik MRR hasil pemesinan	17
Gambar 2.11 Grafik <i>overcut</i> hasil pemesinan	18
Gambar 2.12 Grafik hasil pengujian <i>surface roughness</i>	18
Gambar 2.13 Prinsip ECM.....	23
Gambar 2.14 Reaksi proses pemesinan ECM pada besi.....	23
Gambar 2.15 Skema representatif reaksi pada ECM.....	24
Gambar 2.16 <i>Electrolyte Jet</i>	25
Gambar 2.17 Indentasi (cekungan) pada pemesinan mikro.....	26
Gambar 2.18 Konfigurasi ECDR.....	26
Gambar 2.19 Skema STEM.....	27
Gambar 2.20 Skema <i>Electrostream (Capillary) Drilling</i>	28
Gambar 2.21 <i>Electro Chemical Jet Drilling</i>	28
Gambar 2.22 Mekanisme ECDB.....	29
Gambar 2.23 Komponen sistem pada ECM.....	30
Gambar 2.24 <i>Tool</i> Tembaga.....	32
Gambar 2.25 Benda kerja SLD	33
Gambar 2.26 <i>Surface roughness</i> yang dihasilkan pada ECM.....	35
Gambar 2.27 Parameter yang mempengaruhi akurasi pada ECM.....	36
Gambar 3.1 Mesin ECM <i>portable</i>	38
Gambar 3.2 Mesin <i>surface grinder</i>	39

Gambar 3.3 Mesin <i>Milling</i>	39
Gambar 3.4 <i>Magnetic Stirrer</i>	39
Gambar 3.5 Ukuran tool untuk pengujian	39
Gambar 3.6 Elektroda Tembaga	40
Gambar 3.7 Serbuk NaCl	40
Gambar 3.8 Pencampuran NaCl dengan aquades	41
Gambar 3.9 Ukuran benda kerja SLD	41
Gambar 3.10 Benda Kerja SLD	42
Gambar 3.11 Diagram alir penelitian	44
Gambar 3.12 Benda kerja sebelum diisolasi	45
Gambar 3.13 Dimensi isolator.....	45
Gambar 3.14 Benda kerja setelah diisolasi.....	46
Gambar 3.15 <i>Sett up</i> permesinan ECM.....	48
Gambar 3.16 Timbangan digital untuk mengukur massa benda kerja.....	49
Gambar 3.17 Pengukuran <i>surface roughness</i>	50
Gambar 4.1 Mesin ECM	52
Gambar 4.2 Komponen mesin ECM <i>portable</i>	52
Gambar 4.3 Benda kerja setelah pemesian	53
Gambar 4.4 Hasil pemesian <i>gear spline</i> -dalam dengan variasi gap	54
Gambar 4.5 Grafik nilai MRR tiap percobaan pada setiap gap	57
Gambar 4.6 Grafik pengaruh jarak gap terhadap nilai MRR	57
Gambar 4.7 Grafik nilai <i>surface roughness</i> tiap percobaan setiap gap	59
Gambar 4.8 Grafik pengaruh jarak gap terhadap nilai <i>surface roughness</i>	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Elektrolit dan laju permesinan berbagai benda kerja.....	31
Tabel 3.1 Komposisi kandungan unsur logam SLD	42
Tabel 3.2 Spesifikasi ECM <i>portable</i>	46
Tabel 3.3 Lembar pengamatan uji MRR.....	50
Tabel 3.4 Lembar pengamatan uji <i>surface roughness</i>	51
Tabel 4.1 MRR hasil permesinan.....	56
Tabel 4.2 Pengujian <i>Surface Roughness</i>	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Setting Up</i> MACH3	66
Lampiran 2 Tabel perhitungan nilai MRR hasil pemesinan	71
Lampiran 3 Tabel perhitungan nilai <i>surface roughness</i> hasil pemesinan	72
Lampiran 4 Spesifikasi material plat SLD (Hitachi Material L.td)	73

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

CNC	: <i>Computer Numerically Control</i>
E	: Berat kimia ekuivalen
ECM	: <i>ElectroChemical Machining</i>
F	: Konstanta Faraday (96500 As)
I	: Arus listrik, ampere (A)
M	: Berat atom (g)
MRR	: <i>Material Removal Rate</i> (g/dt)
m	: Massa benda (g)
m_o	: Massa benda kerja sebelum permesinan (g)
m_t	: Massa benda kerja setelah permesinan (g)
R_a	: <i>Surface roughness</i> (μm)
t	: Waktu permesinan (detik)
Z	: Valensi benda kerja
Δm	: Selisih massa benda kerja sebelum dan sesudah permesinan (g)