

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH TEGANGAN DALAM PROSES FABRIKASI
MENGUNAKAN MESIN *ELECTROCHEMICAL MACHINING* (ECM)
PADA ALUMINIUM SERI 1100 MENGGUNAKAN *TOOL* KUNINGAN
BERLUBANG**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

TIYAN PRAKASA

20140130014

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISIS PENGARUH TEGANGAN DALAM PROSES FABRIKASI MENGGUNAKAN MESIN *ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM)* PADA ALUMINIUM SERI 1100 MENGGUNAKAN *TOOL* KUNINGAN BERLUBANG” adalah bagian dari penelitian dosen pembimbing, segala proses publikasi harus seizin dosen yang bersangkutan dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya duplikasi. 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.

Yogyakarta, 27 Agustus 2018



Tiyan Prakasa

NIM. 20140130014

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Kususun jari jemari ku diatas keyboard laptopku sebagai pembuka kalimat persembahanku. Diikuti dengan lantunan basmalah “Bismillahirrahmanirrahim” sebagai awal setiap memulai pekerjaanku.

Sembah sujud serta puji dan syukurku pada-Mu Allah SWT, yang menciptakanku dengan taburan cinta, kasih sayang, rahmat dan hidayat-Mu yang memberikanku kekuatan, kesehatan, semangat pantang menyerah dan memberkatiku dengan ilmu pengetahuan serta cinta yang pasti ada disetiap ummat-Mu. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam selalu kulimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Ku persembahkan tugas akhir ini untuk orang tercinta dan tersayang atas kasihnya yang berlimpah.

1. Teristimewa Ayahanda dan Ibunda tercinta, tersayang, terkasih, dan yang terhormat, bapak Joko Muryanto, S.E dan ibu Titin Winarni, terima kasih atas kasih sayang dan dukungan yang telah kalian berikan. Kupersembahkan sebuah tulisan dari didikan kalian yang ku aplikasikan dengan ketikan hingga menjadi barisan tulisan dengan beribu kesatuan, berjuta makna kehidupan. Hanya sebuah kado kecil yang dapat ku berikan dari bangku kuliahku yang memiliki sejuta makna, sejuta cerita, sejuta kenangan sebagai bekalku menuju perjalanan masa depan yang ku inginkan atas restu dan dukungan yang kalian berikan. Tak lupa permohonan maaf ananda yang sebesar-sebesarnya, sedalam-dalamnya atas segala tingkah laku yang tak selayaknya diperlihatkan yang membuat hati dan perasaan ayah dan ibu terluka, bahkan teriris perih.
2. Tersayang dan yang sangat ku banggakan, saudaraku, Tisya Amelia terimakasih atas motivasi yang telah berikan, serta doa yang selalu mengiringiku.

3. Kepada dosen pembimbing I bapak Ir. Aris Widyono Nugroho, M.T., Ph.D yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Kepada dosen pembimbing II bapak Sunardi, S.T., M.Eng yang telah membimbing dan membantu dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2014 dan semua teman-teman teknik mesin yang telah mendukung dan membantu dalam pembuatan tugas akhir ini.

MOTTO

“Menuntut ilmu merupakan kewajiban bagi setiap muslim”

(H.R. Ibnu Majah)

“Sekolah sing pinter le, ben sok iso dadi menteri”

(Bapak)

“Barangsiapa bersungguh sungguh, maka ia akan mendapatkan hasil”

(Man Jadda Wajadda)

“Dan Rabb-mu telah memerintahkan kepada manusia janganlah ia beribadah melainkan hanya kepadaNya dan hendaklah berbuat baik kepada orang tua dengan sebaik-baiknya. Dan jika salah satu dari keduanya atau kedua-duanya telah berusia lanjut disisimu maka janganlah katakan kepada keduanya ‘ah’ dan janganlah kamu membentak keduanya”

(QS : Al Isra 23)

“Waktu berlalu takkan pernah menunggu gunakan dia dengan bijaksana, waktu yang hilang takkan pernah terulang janganlah terbuang sia-sia”

(Endang Soekanti)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	vi
INTISARI.....	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	10
2.2.1 <i>Electrochemical Machining</i>	10
2.2.2 Prinsip kerja <i>Electrochemical Machining</i>	11
2.2.3 Jenis – jenis mesin <i>Electrochemical Machining</i> (ECM)	13
2.2.3.1. <i>Micro-ECM</i>	13
2.2.3.2. <i>Electro Chemical Drilling</i> (ECDR)	14
2.2.3.3. <i>Shaped Tube Electrolityc Machining</i> (STEM)	15

2.2.3.4. <i>Electrostream (Capillary) Drilling</i>	15
2.2.3.5. <i>Electro Chemical Jet Drilling (ECJD)</i>	16
2.2.3.6. <i>Electro Chemical Deburring (ECDB)</i>	17
2.2.4 Peralatan pada mesin <i>Electro Chemical Machining (ECM)</i>	17
2.2.5 <i>Material Removal Rate</i>	17
2.2.6 <i>Overcut</i> dan <i>Ketirusan</i>	18
2.2.7 Keakuratan Mesin ECM	19
BAB III	21
3.1 Metodologi Penelitian	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan	21
3.3.1 Peralatan yang digunakan	21
3.3.1.1 <i>Electrochemical Machining portable single axis</i>	21
3.3.1.2 <i>Power Supply Unregulated</i>	22
3.3.1.3 <i>Tool</i> elektroda kuningan berlubang	23
3.3.1.4 <i>Voltage Regulator</i>	24
3.3.1.5 <i>Magnetic Stirrer</i>	24
3.3.1.6 <i>Ampere meter</i>	25
3.3.1.7 Timbangan <i>digital</i>	25
3.3.1.8 Gelas Ukur	25
3.3.1.9 Jangka Sorong.....	26
3.3.1.10 <i>Stopwatch</i>	26
3.3.1.11 Pisau <i>Cutter</i>	27
3.3.1.12 Amplas	27
3.3.1.13 Kamera.....	28
3.3.2 Bahan yang digunakan.....	28
3.3.2.1 Aluminium seri 1100	28
3.3.2.2 Cairan Elektrolit.....	29
3.3.2.3 Stiker <i>masking</i>	30

3.4 Variabel Penelitian	30
3.4.1 Variabel Bebas	30
3.4.2 Variabel Terikat	30
3.5 Langkah Penelitian	31
3.6 <i>Flowchart</i> atau Diagram Alir	32
3.7 Prosedur Pembuatan benda kerja dan spesifikasi Mesin ECM	33
3.8 Spesifikasi Mesin ECM <i>portable</i>	33
3.9 Rencana Penelitian	33
3.10 Pengujian terhadap benda kerja.....	34
3.10.1 Persiapan cairan elektrolit.....	34
3.10.2 Proses pemesinan mesin ECM	35
3.11 Pengukuran hasil pengujian.....	35
3.11.1 <i>Material Remove Rate</i> (MRR).....	35
3.11.2 <i>Overcut</i>	36
3.11.3 Ketirusan.....	38
3.12 Pengumpulan data	39
3.13 Analisa data	40
BAB IV	41
4.1 Hasil penelitian.....	41
4.2 Hasil perhitungan dan pembahasan	45
4.2.1 <i>Material Remove Rate</i>	45
4.2.2 Hasil pengukuran <i>overcut</i>	47
4.2.3 Hasil pengukuran ketirusan	48
4.2.4 Pembahasan	57
BAB V.....	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
Lampiran Pengukuran Arus	63

Lampiran Perhitungan MRR.....	67
Lampiran Perhitungan <i>Overcut</i>	73
Lampiran Foto Makro Ketirusan.....	78
Lampiran Desain <i>Tool</i> Kuningan Berlubang	82

DAFTAR NOTASI

I	: arus listrik (A)
m	: massa benda kerja (g)
t	: waktu proses pemesinan (s)
E	: berat kimia ekuivalen
M	: berat atom (g)
z	: valensi benda kerja
m	: Massa (g)
I	: Arus (A)
t	: Waktu pemesinan (s)
F	: Konstanta Faraday ($96500 As$)
MRR	: <i>Material Removal Rate</i> (mm^3/s)
m_o	: Massa benda kerja sebelum proses pemesinan (gr)
m_t	: Massa benda kerja setelah proses pemesinan (gr)
t	: Waktu pemesinan (s)
ρ	: Massa jenis material (gr/mm^3)
Oc	: <i>Overcut</i> (mm)
α	: Sudut dari benda kerja ($^\circ$)
d_2	: Diameter benda kerja atas (mm)
d_o	: Diameter <i>tool</i> elektroda (mm)
d_1	: Diameter benda kerja bawah (mm)
h	: Tebal benda kerja (mm)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Prinsip kerja mesin ECM	12
Gambar 2.2. Reaksi proses pemesinan ECM pada material besi	13
Gambar 2.3. <i>Electrolyte jet</i>	13
Gambar 2.4. Konfigurasi <i>Electro Chemical Drilling</i>	14
Gambar 2.5. Skema <i>Shaped Tube Electrolytic</i>	15
Gambar 2.6. Skema pada <i>Electrostream (Capillary) Drilling</i>	16
Gambar 2.7. <i>Electro Chemical Jet Drilling (ECJD)</i>	16
Gambar 2.8. Proses Mekanisme mesin ECDB	17
Gambar 2.9. Beberapa faktor yang mempengaruhi keakuratan pada mesin ECM.....	20
Gambar 3.1 <i>Electrochemical Machining portable single axis</i>	22
Gambar 3.2 <i>Power Supply</i> arus DC yang digunakan	22
Gambar 3.3 <i>Tool</i> elektroda kuningan berlubang	23
Gambar 3.4 Dimensi ukuran <i>tool</i> elektroda berlubang	23
Gambar 3.5 <i>Voltage Regulator</i>	24
Gambar 3.6 <i>Magnetic Stirrer</i>	24
Gambar 3.7 <i>Ampere</i> meter	25
Gambar 3.8 Timbangan <i>digital</i>	25
Gambar 3.9 Gelas Ukur	26
Gambar 3.10 Jangka Sorong	26
Gambar 3.11 <i>Stopwatch</i>	27
Gambar 3.12 Pisau <i>Cutter</i>	27
Gambar 3.13 Kertas Amplas	28
Gambar 3.14 Kamera DSLR	28
Gambar 3.15 Aluminium seri 1100	28
Gambar 3.16 Dimensi ukuran benda kerja	28

Gambar 3.17 (a) Serbuk NaCl; (b) <i>Aquades</i> ; (c) Proses pengadukan <i>aquades</i> dengan serbuk NaCl	28
Gambar 3.18 Bentuk pola stiker dan dimensi ukuran lubang stiker <i>masking</i>	30
Gambar 3.19 <i>Flowchart</i> Penelitian	32
Gambar. 3.20 (a) Sebelum <i>masking</i> ; (b) Setelah <i>masking</i>	33
Gambar 3.21 Pengukuran massa benda kerja menggunakan timbangan <i>digital</i>	36
Gambar 3.22 Pengujian foto makro	37
Gambar 3.23 Kalibrasi skala pada <i>software ImageJ</i>	37
Gambar 3.24 Contoh hasil pengukuran menggunakan <i>software ImageJ</i>	38
Gambar 3.25 Contoh hasil pengukuran ketirusan	39
Gambar 4.1 Grafik arus benda kerja <i>masking</i>	43
Gambar 4.2 Grafik arus benda kerja <i>non masking</i>	43
Gambar 4.3 Grafik rata – rata arus proses pemesinan benda kerja <i>masking</i> dan <i>non masking</i>	44
Gambar 4.4. Grafik rata-rata MRR dari pengaruh tegangan dengan benda kerja <i>masking</i> dan <i>non masking</i>	46
Gambar 4.5. Hasil rata-rata <i>overcut</i> permukaan atas dan bawah dengan benda kerja <i>masking</i> dan <i>non masking</i>	49
Gambar 4.6. Hasil <i>overcut</i> dengan tegangan 7 V, konsentrasi elektrolit 15% dan jarak celah (<i>gap</i>) 0,5 mm dengan menggunakan benda kerja <i>masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah	50
Gambar 4.7. Hasil <i>overcut</i> dengan tegangan 10 V, konsentrasi elektrolit 15% dan jarak celah (<i>gap</i>) 0,5 mm dengan menggunakan benda kerja <i>masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah	50
Gambar 4.8. Hasil <i>overcut</i> dengan tegangan 13 V, konsentrasi elektrolit 15% dan jarak celah (<i>gap</i>) 0,5 mm dengan menggunakan benda kerja <i>masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah	50

Gambar 4.9. Hasil <i>overcut</i> dengan tegangan 7 V, konsentrasi elektrolit 15% dan jarak celah (<i>gap</i>) 0,5 mm dengan menggunakan benda kerja <i>non masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah	51
Gambar 4.10. Hasil <i>overcut</i> dengan tegangan 10 V, konsentrasi elektrolit 15% dan jarak celah (<i>gap</i>) 0,5 mm dengan menggunakan benda kerja <i>non masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah	51
Gambar 4.11. Hasil <i>overcut</i> dengan tegangan 13 V, konsentrasi elektrolit 15% dan jarak celah (<i>gap</i>) 0,5 mm dengan menggunakan benda kerja <i>non masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah	52
Gambar 4.12. Hasil ketirusan dari benda kerja <i>masking</i> dan <i>non masking</i>	53
Gambar 4.13. Hasil ketirusan dengan tegangan 7 volt <i>non masking</i>	54
Gambar 4.14. Hasil ketirusan dengan tegangan 10 volt <i>non masking</i>	54
Gambar 4.15. Hasil ketirusan dengan tegangan 13 volt <i>non masking</i>	55
Gambar 4.16. Hasil ketirusan dengan tegangan 7 volt benda kerja <i>masking</i>	55
Gambar 4.17. Hasil ketirusan dengan tegangan 10 volt benda kerja <i>masking</i>	56
Gambar 4.18. Hasil ketirusan dengan tegangan 13 volt benda kerja <i>masking</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3.4 Lembar pengamatan pengujian MRR	39
Tabel 3.5 Lembar pengamatan pengujian nilai <i>overcut</i>	39
Tabel 3.6 Lembar pengamatan pengujian ketirusan	40
Tabel 4.1 Hasil proses pemesinan ECM dengan menggunakan benda kerja <i>masking</i> selama 144 detik.....	41
Tabel 4.2 Hasil proses pemesinan ECM dengan menggunakan benda kerja <i>non</i> <i>masking</i> selama 144 detik.....	42
Tabel 4.3 Nilai rata-rata MRR benda kerja <i>masking</i>	46
Tabel 4.4 Nilai rata-rata MRR benda kerja <i>non masking</i>	46
Tabel 4.5 Hasil <i>overcut</i> keseluruhan baik benda kerja <i>masking</i> maupun <i>non masking</i>	48
Tabel 4.6 Hasil perhitungan ketirusan benda kerja <i>masking</i>	53
Tabel 4.7 Hasil perhitungan ketirusan benda kerja <i>non masking</i>	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Pengukuran Arus	63
Lampiran Perhitungan MRR	67
Lampiran Perhitungan <i>Overcut</i>	73
Lampiran Foto Makro Ketirusan	78
Lampiran Desain <i>Tool</i> Kuningan Berlubang	82