

**ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN DALAM PROSES
ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM) PADA ALUMINIUM 1100
MENGGUNAKAN TOOL KUNINGAN BERLUBANG**

TUGAS AKHIR

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



UMY
UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Di Susun Oleh:

Anggit Dwi Prasetya

20140130048

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMADIYAH YOGYAKARTA
2018

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini yang berjudul **"ANALISIS PENGARUH PARAMETER KONSENTRASI LARUTAN ELEKTROLIT DALAM PROSES ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM) PADA ALUMINIUM 1100 DENGAN MENGGUNAKAN TOOL KUNINGAN BERLUBANG "** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya 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, 14 Desember 2018



Anggit Dwi Prasetya
NIM. 20140130048

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 H. Senaja dan ibu Hj. Sugiarti, 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, Susena Jati dan Yusuf Satriawan terimakasih atas motivasi yang telah berikan, serta doa yang selalu mengiringiku.

3. Kepada doesen pembimbing I bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.
 4. Kepada dosen pembimbing II bapak Muhammad Budi Nur Rahman, 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)

“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)

“Berjalan tak seperti rencana adalah jalan yang sudah biasa. Jalan satu-satunya, jalani sebaik kau bisa.”

(FSTVLST)

“Ngelmu iku kelakone kanthi laku”

(Sanggar Anak Alam)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulilaahirabbil'alamin, dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, nikmat, dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**ANALISIS PENGARUH PARAMETER KONSENTRASI LARUTAN ELEKTROLIT DALAM PROSES ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM) PADA ALUMINIUM 1100 DENGAN MENGGUNAKAN TOOL KUNINGAN BERLUBANG**" dengan baik.

Zaman sekarang ini kebutuhan pemesinan dengan bentuk yang kompleks dan bentuk yang rumit telah menjadi kebutuhan. Lalu dibuatlah mesin non konvensional untuk mengatasi hal tersebut, sebagai contohnya yaitu mesin *electrochemical machining* (ECM). Setelah itu dikembangkanlah mesin *electrochemical machining* (ECM) dengan berbagai variasi untuk mendapatkan hasil parameter terbaik. Pada penelitian ini membahas tentang respon nilai MRR, *overcut*, dan ketirusan dengan variasi tegangan menggunakan *tool* kuningan berlubang. Variasi konsentrasi larutan elektrolit yang digunakan adalah 10, 15 dan 20 kg/L, tegangan 13 v dan *gap* 0,75 mm dengan *flowrate* sebesar 2,5 lpm dan waktu pemesinan selama 140 detik.

Penelitian ini berguna untuk mengetahui parameter terbaik yang dihasilkan oleh variasi tegangan tersebut yang selanjutnya akan menjadi acuan untuk perbandingan dengan variasi lainnya dan pada penelitian sebelumnya untuk dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu tugas yang harus ditempuh sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi Strata-1 (S-1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya kepada:

1. Berli Paripurna Karmil, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses penggerjaan Tugas Akhir.
3. Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses penggerjaan Tugas Akhir.
4. Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah bersedia menguji sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak H. Senaja dan Ibu Hj. Sugiarti, selaku orang tua yang telah memberikan doa dan motivasi serta dukungannya selama masa kuliah dan penggerjaan tugas akhir ini.
6. Tiyan Prakasa dan Dicky Adi Pratama selaku tim TA ECM yang selalu membantu dalam terlakasannya penelitian dari awal hingga akhir.
7. Ratno Ahmad Abadi, Muhammad Adib Wicaksono, Aditya Agung Wibowo, Ali Uli Nuha, Ilham Dwi Septiaji, Mochamad Khalil Putra Prasetyo, Ryan Fachzuri Hidayat, Ade Yoga Pratama, Fairuz Jian, Mi'raj Rizky Hidayatullah, Setyawan yang telah membantu memotivasi dan Rekan-rekan Teknik Mesin kelas A, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
8. HMM UMY yang telah mengajarkan organisasi dan solidaritas M Solver pada penulis selama masa perkuliahan.

9. Seluruh rekan-rekan Teknik Mesin UMY yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memotivasi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Mahardika Bakti Nusantara tim KKN mandiri UMY yang telah memberikan pengalaman dan pelajaran dengan melaksanakan KKN di Papua Barat.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan agar tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, Desember 2018

Anggit Dwi Prasetya
NIM. 20140130048

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	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 <i>Electrochemical Machining</i>	10
2.2.2 Prinsip kerja <i>Electrochemical Machining</i>	12
2.2.3 Reaksi kimia pada proses <i>Electrochemical Machining</i> (ECM)....	14
2.2.4 Jenis – jenis mesin <i>Electrochemical Machining</i> (ECM)	14
2.2.4.1. <i>Micro-ECM</i>	15
2.2.4.2. <i>Electro Chemical Drilling</i> (ECDR)	15
2.2.4.3. <i>Electrostream (Capillary) Drilling</i>	16
2.2.4.4. <i>Electro Chemical Jet Drilling</i> (ECJD).....	17

2.2.4.5. <i>Electro Chemical Deburring</i> (ECDB)	18
2.2.5 Peralatan pada mesin <i>Electro Chemical Machining</i> (ECM).....	18
2.2.6 Keakuratan Mesin ECM	18
2.2.7 <i>Power Supply</i>	19
2.2.8 Cairan Elektrolit	20
2.2.9 <i>Tool Electrode</i>	21
2.2.10 <i>Workpiece</i>	21
2.2.11 <i>Material Remove Rate</i> (MRR).....	22
2.2.12 <i>Overshoot</i> dan Ketirusan	23
BAB III	25
3.1 Pendekatan Penelitian.....	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	25
3.3.1 Peralatan Penelitian	25
3.3.2 Bahan Penelitian	27
3.4 Variabel Penelitian	30
3.4.1 Variabel Bebas.....	30
3.4.2 Variabel Terikat	31
3.5 Langkah Penelitian	31
3.6 <i>Flowchart</i> atau Diagram Alir Penelitian	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>Overshoot</i>	37
3.11.3 Ketirusan.....	39
3.12 Pengumpulan data	40

3.13 Analisa data	41
BAB IV	42
4.1 Hasil penelitian.....	42
4.2 Hasil perhitungan dan pembahasan	46
4.2.1 <i>Material Remove Rate</i>	46
4.2.2 Hasil pengukuran <i>Overcut</i>	49
4.2.3 Hasil pengukuran ketirusan	54
4.2.4 Pembahasan	60
BAB V.....	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
UCAPAN TERIMAKASIH.....	66
Lampiran Pengukuran Arus	68
Lampiran Perhitungan MRR	72
Lampiran Perhitungan <i>Overcut</i>	78
Lampiran Foto Makro Ketirusan.....	83
Lampiran Desain <i>Tool</i> Kuningan Berlubang	87

DAFTAR NOTASI

I : arus listrik (A)

m : massa benda kerja (g)

t : waktu proses pemesinan (s)

E : berat kimia ekivalen

M : berat atom (g)

z : valensi benda kerja

m : Massa (g)

I : Arus (A)

t : Waktu pemesinan (s)

F : Konstanta Faraday ($96500 As$)

MRR : *Material Removal Rate* (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 : *Overcut* (mm)

α : Sudut dari benda kerja ($^\circ$)

d_2 : Diameter benda kerja atas (mm)

d_o : Diameter *tool* elektroda (mm)

d_l : Diameter benda kerja bawah (mm)

h : Tebal benda kerja (mm)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Prinsip kerja mesin ECM	13
Gambar 2.2. Reaksi proses pemesinan ECM pada material besi	13
Gambar 2.3. Skema representatif reaksi kimia pada ECM	14
Gambar 2.4. <i>Electrolyte Jet</i>	15
Gambar 2.5. Konfigurasi <i>Electro Chemical Drilling</i>	16
Gambar 2.6. Skema pada <i>Electrostream (Capillary) Drilling</i>	17
Gambar 2.7. <i>Electro Chemical Jet Drilling</i> (ECJD)	17
Gambar 2.8. Proses Mekanisme mesin ECDB	18
Gambar 2.9. Komponen sistem pada mesin ECM	18
Gambar 2.10. Beberapa faktor yang mempengaruhi keakuratan pada mesin ECM.....	19
Gambar 2.11. Tool elektroda Kuningan.....	21
Gambar 2.12. <i>Overcut</i> dan ketirusan yang terjadi pada hasil <i>drilling</i> ECM.....	23
Gambar 3.1. (a) ECM <i>portable 1 axis</i> (b) Timbangan digital (c) <i>Magnetic stirrer</i>	26
Gambar 3.2. Dimensi ukuran <i>tool</i> elektroda	27
Gambar 3.3. <i>Tool</i> elektroda kuningan berlubang	27
Gambar 3.4. (a) NaCl, (b) Aquades	28
Gambar 3.5. Proses penacampuran NaCl dan aquades dengan menggunakan <i>magnetic stirrer</i>	28
Gambar 3.6. Dimensi ukuran benda kerja plat alumunium 1100	29
Gambar 3.7. Pola serta dimensi ukuran lubang stiker masking	30
Gambar 3.8. Diagram alir penelitian	32
Gambar 3.9. (a) Benda kerja (b) Benda kerja setelah di <i>masking</i>	33
Gambar 3.10. Pengukuran massa menggunakan timbangan digital	36
Gambar 3.11. Pengujian foto makro	37
Gambar 3.12. Kalibrasi skala pada software <i>ImageJ</i>	38
Gambar 3.13. Contoh hasil pengukuran menggunakan software <i>ImageJ</i>	38
Gambar 3.14. Contoh hasil pengukuran sudut menggunakan software <i>ImageJ</i>	39

Gambar 4.1. Grafik besar aliran arus pada proses pemesinan ECM pada benda kerja <i>non masking</i>	44
Gambar 4.2. Grafik besar aliran arus pada proses pemesinan ECM pada benda kerja yang di- <i>masking</i> 44	
Gambar 4.3. Grafik rata-rata besar aliran arus pada proses pemesinan ECM 45	
Gambar 4.4. Grafik rata-rata MRR dari pengaruhkonsentrasi larutan elektrolit, pada benda kerja masking dan non masking 48	
Gambar 4.5. Hasil rata-rata <i>overcut</i> permukaan atas dan bawah dengan benda kerja <i>masking</i> dan <i>non masking</i> 51	
Gambar 4.6. Hasil overcut pada konsentrasi larutan elektrolit 10 %, jarak celah (gap) 0.75 pada benda kerja <i>non masking</i> , (a) permukaan atas; (b)permukaan bawah 52	
Gambar 4.7. Hasil overcut pada konsentrasi larutan elektrolit 15 %, jarak celah (gap) 0.75 mm, pada benda kerja <i>non masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah 52	
Gambar 4.8. Hasil overcut pada konsentrasi larutan elektrolit 20%, jarak celah (gap) 0.75 mm pada benda kerja <i>non masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah 52	
Gambar 4.9. Hasil overcut pada konsentrasi larutan elektrolit 10%, jarak celah (gap) 0.75 mm, pada benda kerja <i>masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah 53	
Gambar 4.10. Hasil overcut pada konsentrasi larutan elektrolit 15 %, jarak celah (gap) 0.75 mm, pada benda kerja <i>masking</i> , (a) permukaan atas; (b) permukaan bawah.....53	
Gambar 4.11. Hasil overcut pada konsentrasi larutan elektrolit 20%, jarak celah (gap) 0.75 mm pada benda kerja <i>masking</i> , (a) permukaan atas; (b)permukaan bawah 54	
Gambar 4.12. Hasil ketirusan dari benda kerja <i>masking</i> dan <i>non masking</i>56	
Gambar 4.13. Hasil ketirusan dengan nilai konsentrasi larutan elektrolit 10% <i>non masking</i> memiliki sudut ketirusan 8.92.....57	

Gambar 4.14. Hasil ketirusan dengan nilai konsentrasi larutan elektrolit 15% non masking memiliki sudut ketirusan 18.87	57
Gambar 4.15. Hasil ketirusan dengan nilai konsentrasi larutan elektrolit 20% <i>non masking</i> memiliki sudut ketirusan 21.9	57
Gambar 4.16. Hasil ketirusan dengan nilai konsentrasi larutan elektrolit 10% di- <i>masking</i> memiliki sudut ketirusan 11.31	58
Gambar 4.17. Hasil ketirusan dengan nilai konsentrasi larutan elektrolit 15% di- <i>masking</i> memiliki sudut ketirusan 8.42	58
Gambar 4.18. Hasil ketirusan dengan nilai konsentrasi larutan elektrolit 20% di- <i>masking</i> memiliki sudut ketirusan 3.6	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis elektrolit dengan konsentrasinya dan laju pemesinan pada berbagai macam material benda kerja	20
Tabel 3.1. Komposisi kandungan unsur logam aluminium 1100.....	29
Tabel 3.2. Variabel bebas penelitian	30
Tabel 3.3. Spesifikasi ECM portable	33
Tabel 3.4. Faktor dan konsentrasi larutan elektrolit penelitian.....	34
Tabel 3.5 Lembar pengamatan uji MRR.....	40
Tabel 3.6 Lembar Pengamatan Uji <i>Overcut</i>	40
Tabel 3.7. Lembar Pengamatan Uji Ketirusan	40
Tabel 4.1 .Hasil proses pemesinan ECM selama 140 detik, pada benda kerja aluminium 1100 <i>non masking</i>	42
Tabel 4.2 Hasil proses pemesinan ECM selama 140 detik, pada benda kerja alumunium 1100 yang <i>di-masking</i>	43
Tabel 4.3 Nilai rata-rata MRR benda kerja <i>non masking</i>	47
Tabel 4.4 Nilai rata-rata MRR benda kerja <i>masking</i>	47
Tabel 4.5 Hasil overcut dari benda kerja <i>non masking</i>	50
Tabel 4.6 Hasil overcut dari benda kerja <i>masking</i>	50
Tabel 4.7 Hasil perhitungan ketirusan benda kerja <i>non masking</i>	55
Tabel 4.8. Hasil perhitungan ketirusan benda kerja <i>masking</i>	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Pengukuran Arus	68
Lampiran Perhitungan MRR	72
Lampiran Perhitungan <i>Oercut</i>	78
Lampiran Foto Makro Ketirusan	83
Lampiran Desain <i>Tool</i> Kuningan Berluban	87

