

# PENGARUH TEGANGAN DAN KONSENTRASI ELEKTROLIT PADA PROSES FABRIKASI MICROCHANEL MENGGUNAKAN ECM DENGAN BAHAN ALUMINIUM

Yoganis Al Ayubi

Program Study Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

## INTISARI

Pada saat ini pemesinan material yang sangat keras dan bentuk yang rumit sangat dibutuhkan, oleh karena itu dikembangkan pemesinan non konvensional untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian terdahulu belum banyak dibahas tentang pembuatan pemesinan *microchanel* dari aluminium. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh parameter pemesinan dengan variasi konsentrasi elektrolit dan tegangan pada proses *electrochemical machining* (ECM) menggunakan elektroda kuningan tidak terisolasi terhadap nilai MRR dan *overcut* pada *microchanel* aluminium.

Plat aluminium dipotong menjadi ukuran 60x40x0,4 mm, kemudian di-*masking* dengan pola *microchanel*. Untuk proses pemesinan, spesimen diletakkan di dalam bak tampung dan diletakkan tegak lurus dengan tool kuningan dengan *gap* 0,5 mm. Pemesinan dilakukan dengan variasi parameter tegangan 7, 10 dan 13 volt dan variasi konsentrasi elektrolit 10%, 15% dan 20% dengan *flowrate* 6 LPM dan waktu pemesinan 270 detik. Setelah didapatkan hasil pemesinan *microchanel*, kemudian dicatat data berat spesimen sebelum dan sesudah pemesinan yang akan digunakan untuk menghitung MRR dan memfoto hasil spesimen untuk menghitung nilai *overcut* menggunakan aplikasi image-J.

Hasil pemesinan *microchanel* menunjukkan bahwa semakin besar nilai konsentrasi elektrolit dan tegangan yang digunakan dalam proses pemesinan maka nilai MRR nya semakin besar. Nilai MRR tertinggi yaitu  $2,7163 \times 10^{-3}$  gr/dt pada konsentrasi elektrolit 20% dan dengan tegangan 13 volt. Konsentrasi elektrolit dan tegangan sangat mempengaruhi nilai *overcut* tiap bagian pada benda kerja yang didapatkan. Hasil pemesinan terbaik di tunjukkan pada pemesinan dengan konsentrasi elektrolit 15% dan dengan tegangan 7 volt.

**Kata kunci :** ECM, Konsentrasi Elektrolit, MRR, *Overcut*, *Microchanel*.

### 1. Pendahuluan

ECM digunakan untuk memproses berbagai jenis material yang sifatnya dapat dialiri listrik, ECM didasarkan pada proses *anodic dissolution* dalam elektrolisis (Tlustý, 2000). Sebagaimana pada hukum Faraday, yaitu jika ada dua logam elektrode direndam dalam larutan elektrolit dan dihubungkan dengan sumber arus DC, maka partikel logam akan terlepas dari *anode* dan kemudian akan melekat ke *cathode*. Aliran elektrolit yang cukup kuat akan mencegah partikel logam melekat pada *cathode* dan akan membuang partikel-partikel tersebut dari area pemesinan.

Agar pemesinan ECM menghasilkan kualitas yang bagus harus memperhatikan faktor-faktor seperti: beda tegangan diantara kedua jenis logam menentukan

besar-kecilnya arus yang akan mengalir saat pemesinan, ukuran diameter pahat, jenis material pahat, jenis cairan elektrolit yang digunakan, jenis material *workpiece*, dan jarak *gap* antara elektroda dan *workpiece*. Penelitian terdahulu, antara lain membahas tentang penelitian variasi nilai konsentrasi larutan dan pengaruhnya terhadap *overcut*, nilai MRR dan efek ketirusan pada pemesinan ECM. Semakin besar nilai konsentrasi maka nilai MRR akan semakin besar. Semakin besar nilai konsentrasi maka waktu pemesinan akan semakin turun atau semakin singkat (Budiman, 2012).

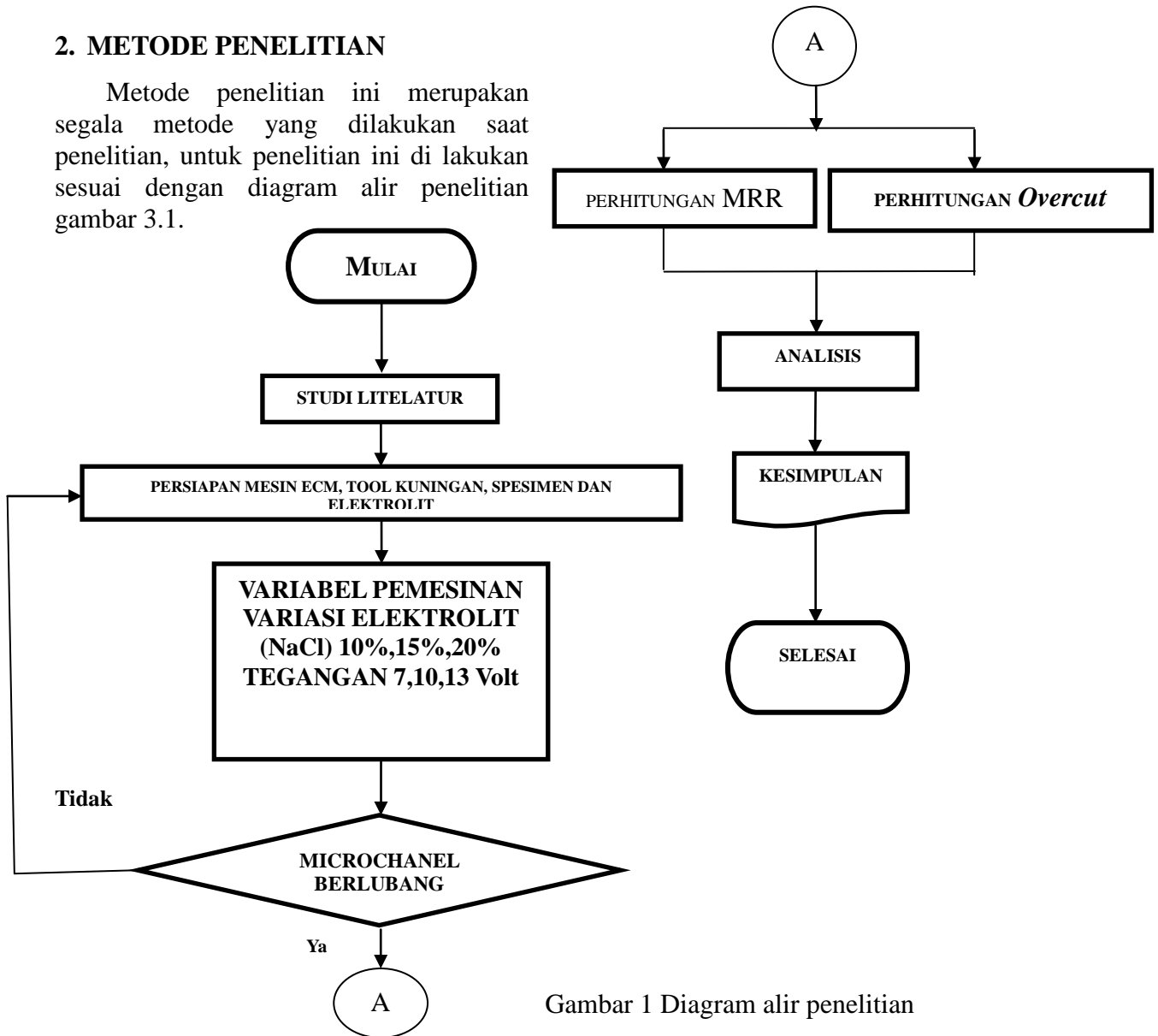
Berbagai penelitian ECM telah dilakukan, akan tetapi pada penelitian-penelitian terdahulu belum banyak yang mempelajari mengenai pengaruh variasi Konsentrasi elektrolit dan tegangan

terhadap MRR dan *overcut* sehingga perlu untuk diteliti lebih lanjut sejauh mana pengaruh variasi konsentrasi elektrolit dan tegangan yang terjadi pada proses ECM khususnya terhadap material Alumunium. Pada penelitian kali ini akan dilakukan pemesinan tentang proses

*electrochemical machining* (ECM) menggunakan elektroda kuningan terisolasi terhadap nilai MRR dan *overcut* pada material Alumunium dengan bentuk yang rumit menggunakan variasi nilai konsentrasi elektrolit dan tegangan.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini merupakan segala metode yang dilakukan saat penelitian, untuk penelitian ini di lakukan sesuai dengan diagram alir penelitian gambar 3.1.

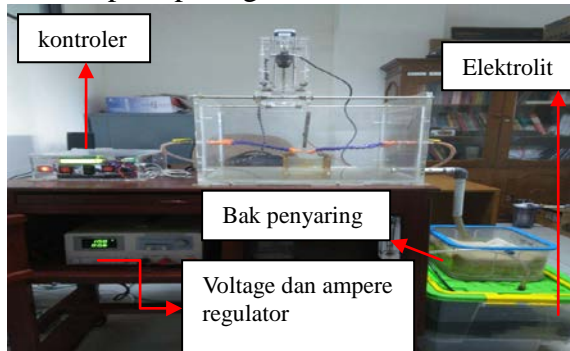


Gambar 1 Diagram alir penelitian

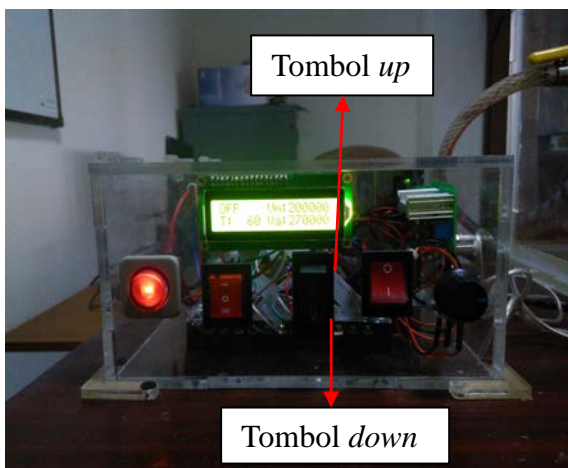
Persiapan awal yang di lakukan sebelum penelitian adalah mempersiapkan semua alat yang akan digunakan pada saat penelitian.

**A. Mesin ECM**

Mesin ECM yang digunakan dalam penelitian ini terlihat pada gambar 1, untuk mesin ini dapat digerakkan naik dan turun dengan menekan tombol switch *up and down* seperti pada gambar 2.



Gambar 2. mesin ECM



Gambar 3. Tombol switch *up and down*

**B. Bahan-bahan penelitian**

Adapun bahan penelitian yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu

**a. Elektroda kuningan**

*Tool* elektroda yang digunakan mempunyai sifat anti karat dan memiliki konduktivitas listrik yang baik. Untuk penelitian ini *tool* yang digunakan adalah kuningan, bentuk *tool* dapat di lihat pada gambar 3.



Gambar 4. Tool elektroda kuningan

**b. Cairan elektrolit**

Mencampurkan NaCl dengan aquades menggunakan *magnetic stirrer* untuk mendapatkan variasi campuran elektrolit 10%, 15% dan 20%.

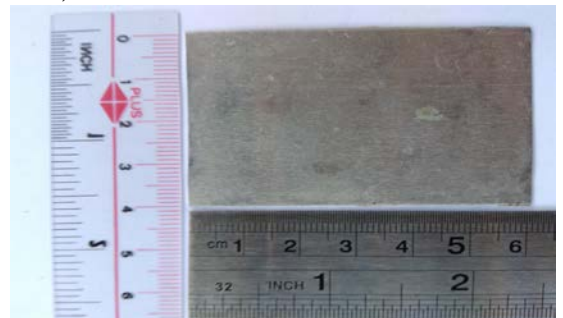


(a) (b)

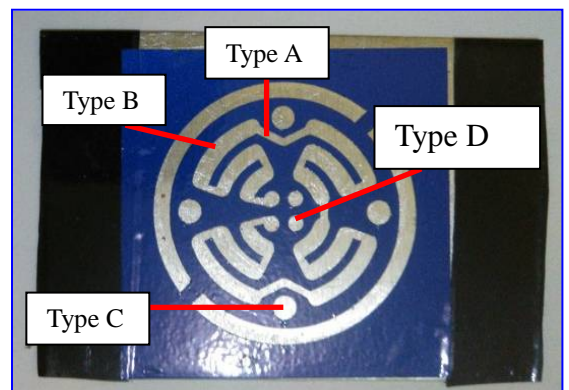
Gambar 5 (a) NaCl, (b) aquades

**c. Benda kerja**

Benda kerja yang di gunakan yaitu plat alumunium yang berukuran panjang 60 mm, lebar 40 mm.



Gambar 6. Benda kerja plat alumunium sebelum di-*masking*



Gambar 7. Benda kerja plat alumunium setelah di-*masking* dengan pola *microchannel*.

**C. Prosedur penelitian.**

Benda kerja yang sudah di-*masking* pola sticker *microchannel* dijepit pada penjepit yang berada pada area pemesinan kemudia di sejajarkan tegak lurus dengan *tool* elektroda kuningan, setelah itu atur semprotan untuk mengeluarkan cairan elektrolit kearah

benda kerja dan *tool* untuk dilakukannya pemesinan. Tunggu sampai proses pemesinan selesai setelah itu matikan tombol power pada kontroler dan kemudian ambil benda kerja dari dalam area pemesinan untuk dibersihkan dari kotoran hasil pemesinan yang kemudian agar dapat dilihat hasil dari pemesinan tersebut, ulangi proses pemesinan tersebut hingga mendapatkan semua hasil yang diinginkan. Bersihkan benda kerja dari kotoran dan mengeringkannya, Percobaan diulang dengan memvariasikan elektrolit dan tegangan pada mesin ECM.

TABEL 1  
Parameter pengujian ECM

Tegangan Listrik	5 v – 20 v
Working Gap	0,5 mm
Kecepatan maksimal elektrolit	6 lpm
Cairan elektrolit	<i>Natrium Chloride</i> (NaCl)
Konsentrasi elektrolit	10 % NaCl + 90% aquades
	15 % NaCl + 85 % aquades
	20 % NaCl + 80% aquades

**D. Perhitungan MRR dan overcut**

*Material Removal Rate* (MRR) adalah jumlah massa material benda kerja yang terkikis per satuan waktu. Secara teoritis MRR dapat dihitung berdasarkan prinsip Faraday tentang elektrolisis menggunakan persamaan di bawah ini :

$$MRR = \frac{m_0 - m_t}{t} \dots\dots\dots(1)$$

dimana,

*MRR* : *Material Removal Rate* (g/dt)

$m_0$  : Massa bendakerja sebelum pemesinan (gram)

$m_t$  : Massa benda kerja setelah pemesinan (gram)

$t$  : Waktu pemesinan (detik)

*Overcut* didefinisikan sebagai penyimpangan yang menunjukkan bahwa ukuran lubang hasil *drilling* lebih besar dari ukuran pahat yang digunakan, jadi *overcut* ( $O_c$ ) dirumuskan sebagai berikut:

$$O_c = d_2 - d_0 \dots\dots\dots(2)$$

dengan,

$d_2$  : diameter benda kerja sisi belakang, (mm)

$d_0$  : diameter *tool*, (mm)

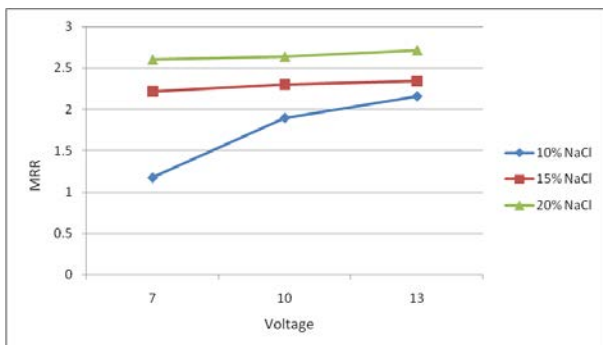
**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian MRR berfungsi untuk mengetahui massa benda kerja (*workpiece*) yang terbuang per satuan waktu. Penggunaan variasi konsentrasi elektrolit dan tegangan Pada penelitian ini *tool* yang digunakan adalah *tool* kuningan. Input *power supply* (*unregulated*) yang digunakan pada mesin ECM *portable* dengan tegangan 7, 10, 13 volt. Pemesinan dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi elektrolit dan tegangan, berikut hasil pemesinan MRR dan *Overcut*:



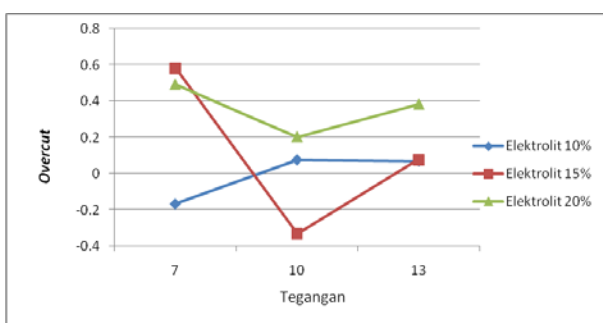
Gambar 8. Hasil pemesinan ECM dengan variasi tegangan 7,10 dan 13 volt dan konsentrasi elektrolit 10%,15% dan 20%.

Hasil pengujian MRR dengan variasi konsentrasi elektrolit 10%, 15%, 20% dan tegangan 7, 10, 13 volt.

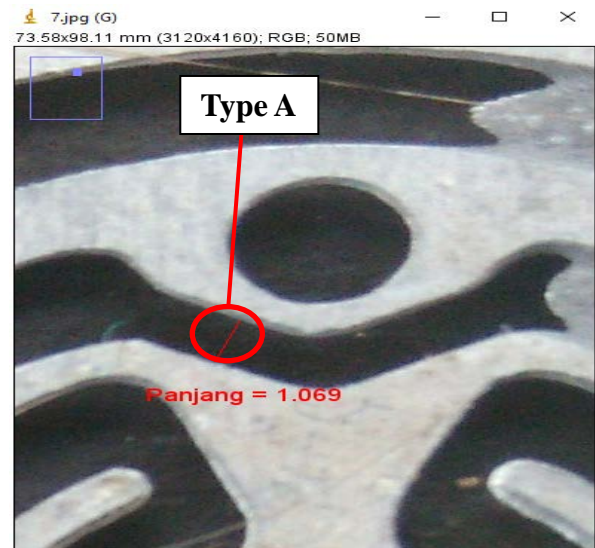


Gambar 9. Grafik pengaruh tegangan dan konsentrasi elektrolit terhadap nilai MRR pada material aluminium 1100.

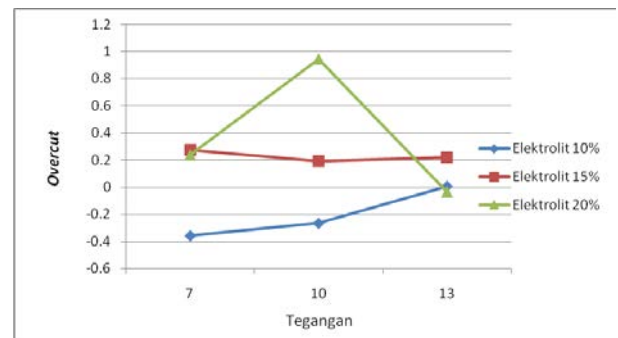
Dari gambar 9 dapat dilihat pengaruh tegangan dan konsentrasi elektrolit terhadap MRR benda kerja aluminium 1100, dimana semakin besar konsentrasi Elektrolit maka semakin besar MRR yang dihasilkan pada proses pemesinan ECM. Begitu juga dengan tegangan, semakin besar tegangan yang digunakan maka MRR nya juga akan semakin besar. Untuk nilai MRR pada material aluminium 1100 yang terbesar yaitu benda kerja hasil pemesinan dengan variasi tegangan 13 volt dan pada konsentrasi elektrolit 20% yaitu sebesar  $2,7163 \times 10^{-3}$  gr/dt. Material aluminium 1100 membutuhkan waktu pemesinan selama 270 detik, dengan gap yang sama pada setiap pemesinan. Untuk hasil pengujian *overcut* adalah sebagai berikut :



Gambar 10. Pengaruh tegangan dan konsentrasi elektrolit terhadap nilai *Overcut* pada material aluminium 1100 Type A.



Gambar 11. hasil *overcut* terkecil type A pada konsentrasi elektrolit 10% dan tegangan 13 volt

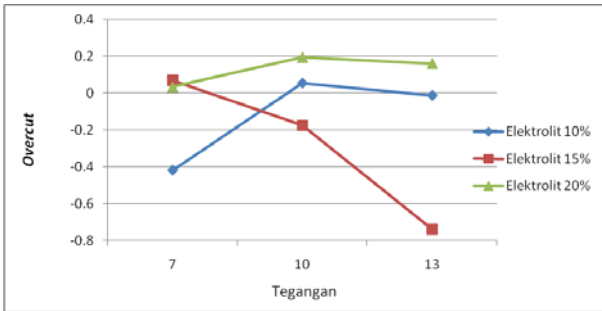


Gambar 12 Pengaruh tegangan dan konsentrasi elektrolit terhadap nilai *Overcut* pada material aluminium 1100 Type B

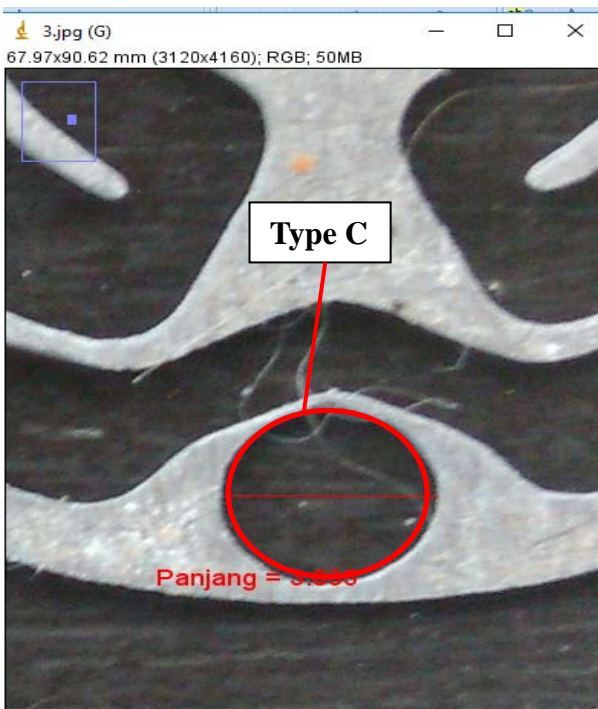


Gambar 13. Hasil *overcut* terkecil type B pada konsentrasi elektrolit 15% dan tegangan 10 volt

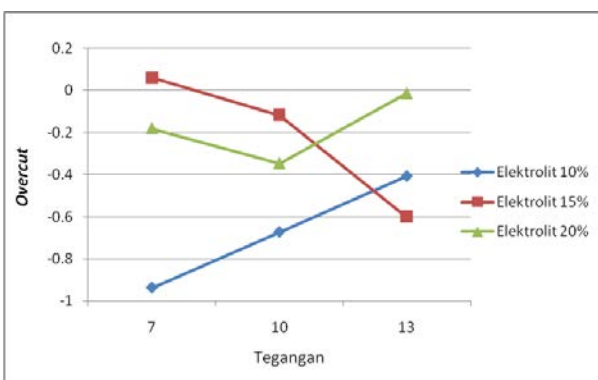




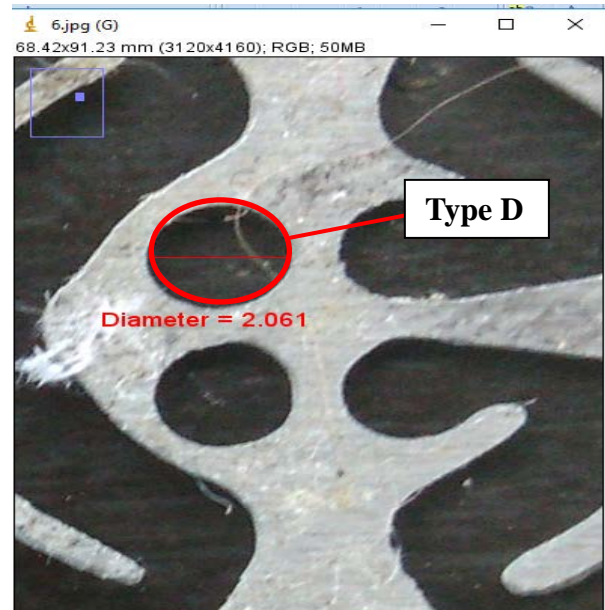
Gambar 14. Pengaruh tegangan dan konsentrasi elektrolit terhadap nilai *Overcut* pada material aluminium 1100 Type C



Gambar 15. Hasil *overcut* terkecil type C pada konsentrasi elektrolit 20% dan tegangan 7 volt



Gambar 16. Pengaruh tegangan dan konsentrasi elektrolit terhadap nilai *Overcut* pada material aluminium 1100 Type D



Gambar 17. Hasil *overcut* terkecil type D pada konsentrasi elektrolit 15% dan tegangan 7 volt

Dari gambar dan grafik diatas menjelaskan adanya perbedaan nilai *overcut* dari tiap bagian benda kerja yang telah dilakukan pemesinan. Untuk pengaruh variasi konsentrasi elektrolit dan tegangan yang di gunakan juga sangat berpengaruh terhadap nilai *overcut* yang dihasilkan pada proses pemesinan ECM. Dapat dilihat pada penggunaan konsentrasi elektrolit serta tegangan yang lebih besar pada setiap bagian pada benda kerja dapat membuat proses pemakanan benda kerja semakin cepat. Nilai *overcut* terkecil pada bagian type A yang terdapat pada tegangan 13 volt dengan konsentrasi elektrolit 10%, type B pada tegangan 10 volt dengan konsentrasi elektrolit 15%, type C pada tegangan 7 volt dengan konsentrasi elektrolit 20%, sedangkan type D pada tegangan 7 volt dengan konsentrasi elektrolit 15%. Perbedaan nilai *overcut* tersebut juga dipengaruhi oleh aliran semprotan pada saat pemesinan yang mengakibatkan perbedaan pada nilai *overcut* di setiap bagian benda kerja. Gambar keseluruhan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 10.

#### 4. SIMPULAN

Dari data dan hasil perhitungan yang dilakukan terhadap hasil pemesinan ECM *portable* untuk benda kerja plat aluminium 1100 menggunakan *tool* elektroda kuningan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar nilai konsentrasi elektrolit yang digunakan dalam proses pemesinan maka nilai MRR nya semakin besar, begitu juga dengan tegangan semakin besar tegangan yang digunakan maka nilai MRR nya juga bertambah. Nilai MRR tertinggi yaitu  $2,7163 \times 10^{-3}$  gr/dt pada konsentrasi elektrolit 20% dan dengan tegangan 13 volt.
2. Konsentrasi elektrolit dan tegangan sangat mempengaruhi nilai *overcut* tiap bagian pada benda kerja yang didapatkan. Semakin besar atau semakin tinggi nilai konsentrasi elektrolit dan tegangan maka nilai *overcut* juga semakin tinggi. Nilai rata-rata *overcut* terkecil ada pada bagian type A yang terdapat pada tegangan 13 volt dengan konsentrasi elektrolit 10% yaitu 0,127 mm, type B pada tegangan 10 volt dengan konsentrasi elektrolit 15% yaitu 0,188 mm, type C pada tegangan 7 volt dengan konsentrasi elektrolit 20% yaitu 0,035 mm, sedangkan type D pada tegangan 7 volt dengan konsentrasi elektrolit 15% yaitu 0,115 mm. pemesinan yang di sarankan menggunakan konsentrasi elektrolit 15% dan pada tegangan 7 volt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aladiat, A.A, 2015, *Study on Characteristics of Electrochemical Machining to Produce Multilayered Micro-Filters*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Dan Industri FT UGM, Yogyakarta.
- Amaral, R. dan Chong, L. H. 2002. Surface roughness. MatE 210
- Baroroh, D, K., 2014, *Optimasi Electropolishing Pada Pembuatan Multilayered Microfilters dengan Pendekatan Full Factorial Design*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin dan

Industri FT UGM, Yogyakarta.

- Budiman. 2012. *Studi Eksperimental Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Laju Pelepasan Material Pada Proses Electrochemical Machining*. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Depari, G.V., 2015, *Analisis Pengaruh Parameter Konsentrasi Elektrolit dan Jenis Material dalam Proses Electrochemical Machining*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM, Yogyakarta.
- El-Hofy, H. 2005. *Advanced Machining Processes*. New York: McGraw-Hill.
- Gu, Y., & Miki, N., 2009, Multilayered Microfilter Using A Nanoporous PES Membrane and Applicable As The Dialyzer of A Wearable Artificial Kidney, *Journal of Micromechanics and Microengineering*, vol. 19, no. 6.
- Kao, P.S., Hocheng, H., 2003, Optimization of Electrochemical Polishing of Stainless Steel by Grey Relation Analysis, *Journal of Materials Processing Technology* 140, pp. 255–259.
- McGeough, J.A., 1988, *Advanced Methods of Machining*, Chapman and Hall Ltd, London. Montgomery, D.C., & Runger, G.C., 2003, *Applied Statistics and Probability for Engineers*, John Wiley and Sons, New York.
- Mulianto, A., 2015, *Pembuatan Dan Pengujian Mesin Electro Chemical Machining Untuk Membuat Multi-Layered Microfilter Menggunakan Elektroda Kuningan Dan Benda Kerja Aluminium Terisolasi Dengan Variabel Feed Rate*,

- Skripsi, Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM, Yogyakarta.
- Nunez, P.J., Plaza, E.G, Hernando, M., & Trujillo, R., 2013, Characterization of Surface Finish of Electropolished Stainless Steel AISI 316L with Varying Electrolyte Concentrations, *Procedia Engineering*, no. 63, pp. 771 – 778.
- Permana, E.R. 2012. *Pengaruh Pemakanan Material (Feed Rate) dengan Tool Elektroda Aluminium Terhadap Overcut dan Surface Roughness Benda Kerja Stainless Steel Pada Mesin ECM Portable*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada.
- Prihandana, G.S., Mahardika, M., Nishinaka, Y., Ito, H., Kanno, Y., & Miki N, 2013, ECM of Microchannels and its Application to Dialysis System, *The First CIRP Conference on Biomanufacturing*, no. 5, pp. 164 – 168.
- Sudiarso, A. 2009. *Advanced Methods of Machining Series: Electro-Chemical Machining (ECM)*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada.
- Sudiarso, dkk. 2013. *Overcut on Electrochemical Machining of Brass, Stainless Steel, and Aluminium using Brass Electrodes*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada
- Satryana, W, F., 2014, *Karakteristik Proses Permesinan Electrochemical Machining Dalam Pembuatan Multilayered Microfilters dengan Metode Die Sinking*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Dan Industri FT UGM, Yogyakarta.
- Thusty, G. 2000. *Manufacturing Processes and Equipment*. Prentice-Hall. Inc., New York.