

Pengaruh Tegangan dan Variasi jarak Celah (GAP) Pada Proses Electrochemical Machining (ECM) Menggunakan Elektroda Kuningan Tidak Terisolasi Terhadap Nilai MRR, Overcut, dan Ketirusan Pada Aluminium

11

Submission date: 04-Sep-2019 09:27AM (UTC+0700)
Submission ID: 1166913303
File name: B.24.pdf (830.03K)
Word count: 2320
Character count: 13481

by Aris Widy Nugroho

**PENGARUH TEGANGAN DAN VARIASI JARAK CELAH (GAP) PADA PROSES
ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM) MENGGUNAKAN ELEKTRODA
KUNINGAN TIDAK TERISOLASI TERHADAP NILAI MRR, OVERCUT, DAN
KETIRUSAN PADA ALUMINIUM 1100**

1
Aris Widyo Nugroho, Sudarisman, M Budi Nur Rahman Author Fahmi Rokin

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
Yogyakarta, 55183, Indonesia
Email: ariswidyo.nugroho@umy.ac.id

Abstrak

Electro Chemical Machining (ECM) merupakan salah satu mesin non-konvensional yang banyak dikembangkan di dunia industri. ECM ini digunakan untuk proses pemesinan berbagai jenis material yang bersifat konduktor listrik. Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian pemesinan dari mesin ECM yang telah difabrikasi tentang pengaruh variasi jarak celah (gap) dan tegangan terhadap MRR, overcut serta ketirusan dengan cairan elektrolit NaCl dengan benda kerja material aluminium 1100. Pemesinan drilling dilakukan dengan membuat lubang pada benda kerja aluminium berdimensi 50 x 40 x 0.4 mm menggunakan tool berdiameter 3 mm berbahan kuningan. Larutan elektrolit dipilih NaCl yang mempunyai konsentrasi sebesar 15%. Benda kerja diletakkan dalam bak benda kerja dan dilakukan pemesinan dengan variasi tegangan 7, 10, dan 13 volt pada masing-masing gap 0.5, 0.75, dan 1 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar tegangan dan gap yang digunakan maka nilai MRRnya akan semakin besar. Dari data yang disajikan didapat nilai MRR material aluminium 1100 yang terbesar yaitu $1,505 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{dt}$. Hal yang sama juga ditemukan untuk nilai dari overcut, semakin besar tegangan dan gap yang digunakan maka nilai overcutnya juga semakin besar. Hasil nilai overcut terkecil didapatkan pada tegangan 7 volt dan gap 0,5 mm yaitu 1,48 mm. Tegangan dan gap yang besar membuat arus akan menyebar kesamping permukaan benda kerja dan menyebabkan hasil pemesinan tidak merata sehingga menghasilkan ketirusan yang bervariasi. Nilai hasil ketirusan terkecil didapatkan pada tegangan 10 volt dan gap 0,5 mm yaitu sebesar 12,48 (°).

Kata kunci: ECM, MRR, overcut, ketirusan

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknik biomanufaktur saat ini telah melaporkan tentang fabrikasi dari sistem mikrofilter yang tersusun dari *microchannel* yang terbuat dari logam tipis ($<1 \text{ mm}$) dan membran nanopori dari bahan polyethylen sulfone (PES) (Setyawan dkk, 2015) Dengan menggunakan pemesinan konvensional tidak mudah diperoleh permukaan potongan yang halus pada *microchannel* karena adanya gaya geser pemotongan oleh pahat selama proses pemesinan (Prihandana dkk, 2013). Sebagai alternatif, telah digunakan beberapa pemesinan non konvensional, misalnya *chemical etching* dan *electrochemical machining*, untuk pembuatan *microchannel* tersebut. Pemesinan dengan *chemical etching* diketahui menggunakan larutan elektrolit dari bahan kimia yang berbahaya dan tidak ramah lingkungan seperti HF, H₂SO₄ atau HCl. Pemesinan dengan *electrochemical machining* (ECM) dapat lebih berpotensi menjadi pilihan karena menggunakan larutan elektrolit yang tidak beracun, tidak berbahaya dan lebih ramah lingkungan, contoh nya NaCl.

ECM merupakan mesin non konvensional yang didasarkan pada proses anodic dissolution dan elektrolisis dengan jenis material benda kerja yang bersifat konduktor (Tlusky, 2000). ECM mempunyai kelebihan yaitu mampu melakukan pemesinan dengan jenis material yang keras, namun tool yang digunakan tidak mengalami keausan seperti pada mesin konvensional sehingga

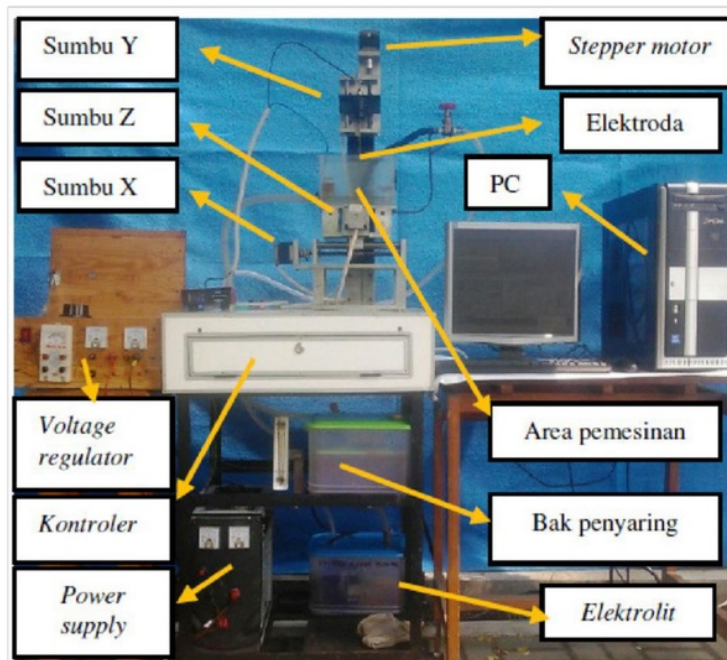
banyak digunakan di banyak industri seperti aerospace, otomotif dan medik (Rajukar dkk, 2013). Proses tersebut menggunakan prinsip Faraday, yaitu jika ada dua logam elektrode direndam dalam larutan elektrolit dan dihubungkan dengan sumber arus DC, maka partikel logam akan terlepas dari anode dan kemudian 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 (Mc Geogh, 1988).

Dari latar belakang tersebut maka group riset dilaboratorium penulis mengembangkan mesin ECM, dimana kedepan akan digunakan sebagai alat fabrikasi microchanel. Tulisan tentang proses pembuatan mesin ECM telah dilaporkan di tempat lain. Pada paper ini akan dibahas tentang karakterisasi dari mesin ECM yang telah dibuat untuk mengetahui mass removal rate (MRR) yang menunjukkan kecepatan pemotongan dan overcut (OC) yang merepresentasikan kepresisian mesin pada benda kerja aluminium dengan memvariasikan dua parameter pemesinan yaitu jarak celah (gap) dan tegangan. Menggunakan tool kuningan yang tidak terisolasi.

2. METODOLOGI

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah Mesin ECM hasil fabrikasi dari grup riset di laboratorium penulis seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Mesin ini memiliki 3 sumbu yaitu sumbu x,y, dan z yang dapat dikontrol secara individual melalui komputer atau PLC. Mesin ini menggunakan sistem sirkulasi elektrolit.



Gambar 1. Mesin ECM yang digunakan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu

1. Electroda kuningan, tool elektroda yang digunakan mempunyai sifat anti karat dan memiliki konduktivitas listrik yang baik. Untuk penelitian ini tool yang digunakan adalah kuningan berbentuk batang silinder dengan panjang 198 mm dan berdiameter 3mm seperti yang terlihat pada gambar 2 .



Gambar 2. Elektroda kuningan

2. Cairan Elektrolit NaCl. komposisi konsentrasi larutan NaCl dan aquades yang digunakan untuk pengujian adalah 15 % NaCl dan 85 % aquades. Proses pencampuran NaCl dan aquades dilakukan dengan menggunakan magnetic stirrer, proses ini dilakukan agar antara NaCl dan aquades dapat menjadi suatu larutan yang benar-benar homogen.
3. Benda kerja, benda kerja yang digunakan adalah plat Aluminium 1100 yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 40 mm, dan ketebalan 0.4 mm sebanyak 9 plat. Benda kerja setelah dibersihkan kemudian diisolasi pada satu sisi dengan diberikan satu lubang berdiameter 3 mm, seperti ditunjukkan oleh gambar 3.



Gambar 3. Benda kerja yang telah diisolasi di bagian depan/atas

2.2. Prosedur Penelitian

Benda kerja di jepit pada penjepit yang terdapat pada area pemesinan, kemudian tool dipasang tepat diatas lubang stiker pada benda kerja. Elektrolit diatur dengan debit aliran 3 liter/menit. Proses pemesinan dimulai dengan mengatur jarak celah (*gap*) 0.5 mm antara elektroda dan benda kerja. Pemesinan berlangsung selama 186 detik dan elektroda bergerak 0.1 mm ke arah benda kerja tiap 45 detik. Ketika proses pemesinan selesai, tombol power dimatikan, kemudian elektroda dijauhkan dari area pemesinan. Proses diulang dengan mengganti parameter pemesinan seperti ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Pemesinan

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Tegangan Listrik | 7, 10, 13 volt |
| Working <i>Gap</i> | 0.5, 0.75, 1 mm |
| Kecepatan Elektrolit | 3 lpm |
| Cairan Elektrolit | <i>Natrium Chloride</i> (NaCl) |
| Konsentrasi Elektrolit | 15 % NaCl + 85 % Aquades |
| Benda kerja | Aluminium 1100 |

2.3. Perhitungan MRR

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)

2.2 Perhitungan Overcut dan Ketirusan

Overcut didefinisikan sebagai penyimpangan yang menunjukkan bahwa ukuran lubang hasil drilling lebih besar dari ukuran pahat yang digunakan.Sedangkan ketirusan didefinisikan sebagai sudut yang terbentuk sebagai penyimpangan atau deviasi antara lubang terbesar dan yang terkecil.

Jadi overcut Oc dirumuskan sebagai-berikut:

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

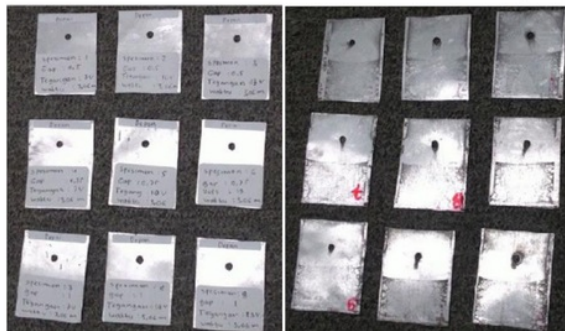
Sedangkan ketirusan α dihitung berdasarkan rumus:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{\frac{d_2 - d_1}{2}}{h} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana, d_2 : diameter benda kerja sisi belakang, (mm)
 d_0 : diameter tool, (mm)
 d_1 : diameter benda kerja sisi depan, (mm)
 h : ketebalan benda kerja, (mm)
 α : sudut benda kerja, ($^{\circ}$)
 \tan^{-1} : sudut tangent

3. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

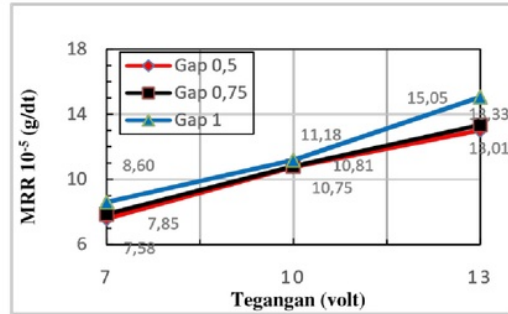
Pengujian permesinan dengan menggunakan benda kerja *aluminium 1100* dan *tool* kuningan pejal telah berhasil dilakukan. Adapun hasil pengujian benda kerja yang telah berlubang dengan waktu 186 detik, *flowrate* 3 lpm dan *tool movement* 0,1/45 (mm/s) terdapat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil pemesinan bagian depan (kiri) bagian belakang (kanan)

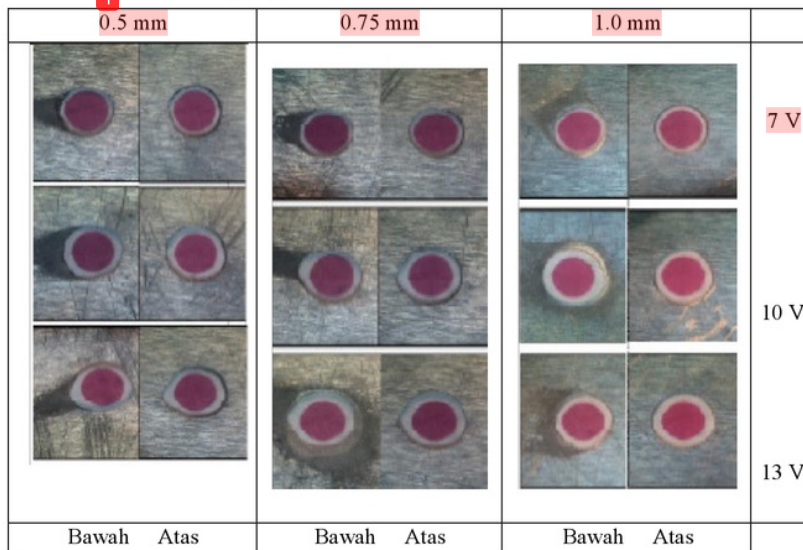
3.1 Hasil Perhitungan MRR

Dari hasil pemesinan didapatkan data perhitungan MRR dengan benda kerja aluminium 1100 ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengaruh tegangan dan gap terhadap MRR aluminium 1100 dengan waktu pemesinan 186 detik.

Dari gambar 4 dapat dilihat pengaruh tegangan dan jarak celah (*gap*) antara elektroda dengan benda kerja terhadap MRR benda kerja aluminium 1100, dimana semakin besar jarak celah (*gap*) 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 *gap* 1 mm yaitu sebesar $1,505 \times 10^{-4}$ gr/dt.. Material aluminium 1100 membutuhkan waktu pemesinan selama 186 detik, dengan konsentrasi elektrolit yang sama tiap pemesinan. Nilai MRR ini lebih besar bila dibandingkan dengan pemesinan ECM dengan elektroda terisolasi (Wahyudi dkk, 2016). MRR sebanding dengan luas elektroda sebagai penghantar arus. Hasil foto makro hasil pemesinan aluminium 1100 terdapat pada gambar 5.



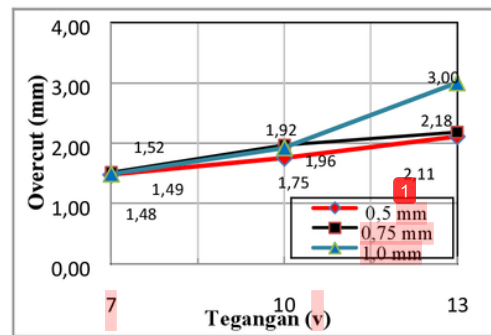
Gambar 5 Foto makro hasil pemesinan ECM Aluminium1100 dengan tegangan 7,10, dan 13 volt pada gap 0,5 mm dalam waktu 186 detik bagian depan (atas/terisolasi), bagian belakang (bawah/tidak terisolasi)

Dari gambar 5 dapat dilihat adanya perbedaan hasil pemesinan ECM antara bagian depan dan belakang benda kerja baik untuk tegangan 7, 10, maupun 13 volt. Hasil pemesinan bagian depan mempunyai overcut lebih kecil dari pada bagian belakang karena adanya isolasi di bagian depan sehingga pengikisan berlebihan lebih terhambat. Untuk bagian belakang pengikisan lebih besar

karena tidak terisolasi dan terdapat goresan berwarna hitam disekitar lubang hasil pemesinan yang diakibatkan oleh arah *flushing* larutan elektrolit sewaktu pemesinan. Secara visual teramati bahwa benda kerja hasil pemesinan dengan tegangan 7 volt lebih mendekati ukuran yang diinginkan dibandingkan dengan pemesinan menggunakan tegangan yang lebih besar (10 dan 13 volt).

3.2 Hasil Perhitungan Overcut Dan Ketirusan

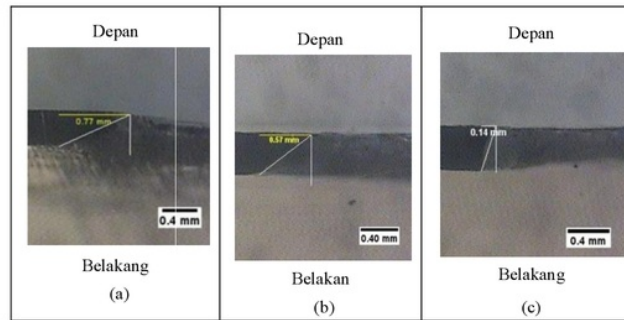
Overcut termasuk penyimpangan yang menunjukkan bahwa ukuran lubang hasil *drilling* lebih besar dari ukuran pahat yang digunakan. Pada dasarnya *overcut* pada ECM tidak dapat dihilangkan 100%, karena *overcut* tetap diperlukan untuk kelangsungan sirkulasi dari cairan elektrolit dan lagi *elektrode* sebagai pahat tidak boleh bersentuhan dengan benda kerja agar tidak terjadi hubung singkat (*short circuit*). Namun bila *overcut* yang dihasilkan terlalu besar maka hal tersebut akan berpengaruh terhadap menurunnya kualitas produk, terutama faktor yang berkaitan dengan ketelitian ukuran maupun geometri produk.



Gambar 6 Grafik pengaruh tegangan dan gap terhadap overcut aluminium 1100 dengan waktu pemesinan 186 detik.

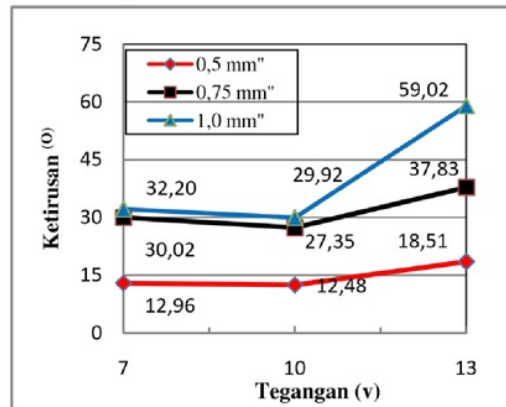
Dari gambar 6 diatas menjelaskan bahwa semakin besar jarak celah (*gap*) dan tegangan yang digunakan maka semakin besar pula *overcut* yang dihasilkan pada proses pemesinan ECM. *Gap* yang lebih besar akan membuat proses pemakanan benda kerja semakin cepat. Pada tegangan yang lebih besar maka arus yang mengalir akan semakin besar sehingga transformasi ion-ion semakin besar proses sehingga pemakanannya pun akan lebih cepat juga. Begitu juga dengan bagian benda kerja yang tidak terisolasi akan mengalami *overcut* yg lebih besar dibandingkan benda kerja yang diisolasi. Untuk nilai *overcut* terbesar yaitu benda kerja hasil pemesinan bagian belakang dengan variasi *gap* 1 mm dan tegangan 13 volt yaitu sebesar 3,0 mm.

Pengujian ketirusan dilakukan untuk mengetahui perbedaan diameter permukaan benda kerja bagian depan dan bagian belakang yang mengalami pelebaran ataupun penyempitan. Untuk hasil foto makro ketirusan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Foto makro ketirusan pada tegangan 10 V dengan gap (a) 0,5 (b)0,75 (c) 1 mm

Gambar 7 menjelaskan bahwa panjang hasil ketirusan yang dihasilkan berbeda-beda. Pada tegangan 10 volt dan gap 1 mm memiliki panjang ketirusan yang pendek dikarenakan jarak gap yang lebih besar membuat *overcut* tidak hanya terjadi dibagian belakang benda kerja saja namun juga pada bagian depan benda kerja.



Gambar 8 Grafik pengaruh tegangan dan gap terhadap ketirusan

Dari gambar 8 dapat dinyatakan bahwa semakin besar jarak celah (*gap*) dengan variasi tegangan 7, 10, 13 maka membuat arus akan menyebar kesamping permukaan material dan menyebabkan hasil pemesinan yang tidak merata sehingga didapatkan hasil ketirusan yang berbeda dan cenderung kearah benda kerja yang tidak diisolasi. *Gap* yang lebih besar Untuk nilai ketirusan pada material aluminium 1100 yang terbesar yaitu benda kerja hasil pemesinan dengan variasi *gap* 1 mm dan tegangan 13 volt yaitu sebesar 59,02°.

4. Kesimpulan

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

1. Semakin besar *gap* yang digunakan dalam proses pemesinan maka nilai MRRnya semakin besar, begitu juga dengan tegangan semakin besar tegangan yang digunakan maka nilai MRR nya juga bertambah. Nilai MRR tertinggi pada pengujian ini adalah pada *gap* 1 mm dengan tegangan 13 volt yaitu $1,50 \times 10 /$
2. *Gap* dan tegangan yang besar akan membuat nilai *overcut* yang didapatkan semakin tinggi. Nilai *overcut* terkecil pada pengujian ini menggunakan tegangan 7 volt dan *gap* 1 mm yaitu

1,48 mm. Sedangkan nilai overcut terbesar diperoleh pada *gap* 1 mm dengan tegangan 13 volt yaitu 3 mm.

3. Semakin besar *gap* yang digunakan maka arus yang keluar akan menyebar ke samping permukaan benda kerja dan menyebabkan hasil permesinan menjadi tidak rata sehingga nilai ketirusan yang didapatkan bervariasi. Untuk nilai ketirusan terkecil pada pengujian ini menggunakan tegangan 10 volt dan *gap* 0,5 mm yaitu 12,48°, sedangkan nilai ketirusan terbesar yang didapat pada pengujian ini adalah variasi *gap* 1 mm dengan tegangan 13 volt yaitu 59,02°.

5. Daftar pustaka

- Thusty, G. 2000. *Manufacturing Processes and Equipment*. Prentice-Hall, Inc., New York
- McGeough, J.A. 1988. *Advanced Methods of Machining*. Chapman and Hall Ltd, London.
- Wahyudi, A, "Studi eksperimental pengaruh variasi voltage terhadap overcut lubang efek ketirusan dan MRR pada proses Electrochemical Machining ECM dengan menggunakan pahat terisolasi dan tanpa isolasi", Skripsi, Teknik Mesin Institut Teknologi Surabaya, 2010
- Rajurkar, K.P., et al., "Review of electrochemical and electrodischarge machining," *Procedia CIRP*, vol. 6, pp. 13-26, 2013..
- Setyawan, M., et al., "Design and fabrication of multi-layered microfilter by electropolishing technique," *Applied Mechanics & Materials*, vol. 842, 2016.
- Prihandana, G.S., et al., "Electropolishing of microchannels and its application to dialysis system," *Procedia CIRP*, vol. 5, pp. 164-168, 2013.

Pengaruh Tegangan dan Variasi jarak Celah (GAP) Pada Proses Electrochemical Machining (ECM) Menggunakan Elektroda Kuningan Tidak Terisolasi Terhadap Nilai MRR, Overcut, dan Ketirusan Pada Aluminium 11

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Aris Widyo Nugroho, Sudarisman, M. Budi Nurahman, Purna Septiaji. "Overcut and material removal rate on electrochemical machining of aluminum and stainless steel using isolated brass electrode", 2016 2nd International Conference of Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering (ICIMECE), 2016

Publication

3%

2

Edy Suryono, Ignatius Henry Adi Nagoro, Dimas Yoga Satria Wicaksana. "Analisis Temperatur Bahan Bakar pada Reaktor Hydrocarbon Crack System Terhadap Hasil Emisi Engine 4A-FE", Automotive Experiences, 2018

Publication

3%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography Off

