

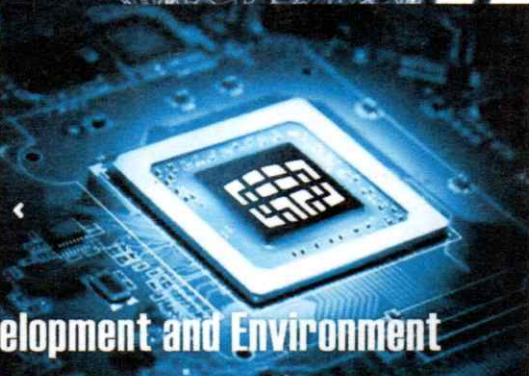
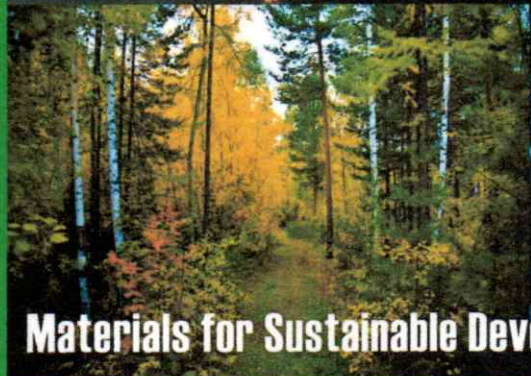
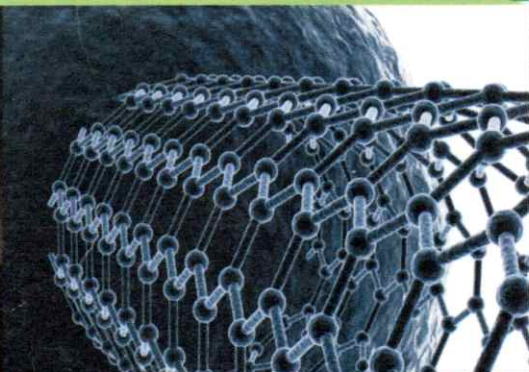


PROSIDING

SEMINAR NASIONAL MATERIAL DAN METALURGI VIII
(SENAMM 2015)

B. 22 - 1
B. 23 - 1
Penulis 3 dari 5

5 November 2015
Eastparc Hotel
Yogyakarta
Indonesia



Materials for Sustainable Development and Environment

ISBN 978-602-73461-0-9

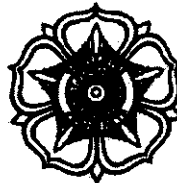
Prosiding

*Seminar Nasional Material dan Metalurgi
(SENAMM VIII) 2015*

ISBN 978-602-73461-0-9

5 November 2015

Eastparc Hotel
Yogyakarta



Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta

SUSUNAN PANITIA/DEWAN REDAKSI

- Penanggung Jawab : Prof. Ir. Jamasri, Ph.D.
(Ketua Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik UGM)
- Panitia Pengarah : 1. Prof. Dr. Rochmin Suratman (ITB)
2. Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi M.Soedarsono, DEA (UI)
3. Prof. Dr. Ir. Sulistijono, DEA. (ITS)
4. Alfirano, ST., Ph.D (UNTIRTA)
- Reviewer : 1. Prof. Ir. Jamasri, Ph.D. (UGM)
2. Prof. M.Noer Iman, S.T., M.Sc., Ph.D D (UGM)
3. Ir. Heru SBR., M.Eng., Ph.D (UGM)
4. Ir. M.Waziz Wildan, MSc., Ph.D (UGM)
5. M.K. Herliansyah, ST., MT., Ph.D (UGM)
6. Prof. Dr. Rochmin Suratman (ITB)
7. Dr. Aditianto Ramelan (ITB)
8. Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi M.Soedarsono, DEA (UI)
9. Prof. Dr. Ir. Bondan Tiara Sofyan, M.Si. (UI)
10. Prof. Dr. Ir. Sulistijono, DEA. (ITS)
11. Sungging Pintowantoro, Ph.D (ITS)
12. Alfirano, ST., Ph.D (UNTIRTA)
13. Dr.Eng. A. Ali Alhamidi, ST., MT. (UNTIRTA)
14. Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. (UNS)
15. Dr. Sularjoko, ST., MT. (UNDIP)
- Ketua Panitia : Dr. Kusmono, ST., MT.
- Sekretaris : Dr. Eng. Priyo Tri Iswanto, ST., M.Eng
- Bendahara : M.K. Herliansyah, ST., MT., Ph.D



Koord. Pelaksana : Feilanda MARSIS Nugroho
Sekretaris Pelaksana : Annisa Navi Syarani
Bendahara Pelaksana : Muhammad Aditya Permana
Kesekretariatan : Leonardus Herjuno
Acara : Nur Kholis Majid
Perlengkapan & Logistic : Hanan Yunisar Saputra
Desain : Muhammad Ridwan Setyawan
Humas & Publikasi : Farid Ibrahim
Dokumentasi : Luqman Adi



Daftar Isi

Halaman Judul	i
Susunan Panitia / Dewan Redaksi	ii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi	v
A LOGAM	HAL
Pengembangan Dredge Cutter Teeth: Mikrostruktur, Sifat Mekanik dan Ketahanan Aus	2
<i>Arif Basuki</i>	
Analisa Pengaruh Bentuk Benda Uji Tarik Terhadap Kekuatan Tarik UNS S20100	7
<i>Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo, Johny Wahyuadi Soedarsono, Yusep Mujalis, Tono Sukarnoto, Andi Rustandi, Dody Prayitno</i>	
Pengaruh Peningkatan Derajat Deformasi Canai Hangat terhadap Perubahan Morfologi Struktur Paduan Cu-Zn 70/30	10
<i>Eka Febriyanti, Dedi Priadi, Rini Riastuti</i>	
Pengaruh Kecepatan Putaran Tool Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Kekuatan Tarik Pada Sambungan Las FSW Tak Sejenis Antara AA5083 dan AA6061-T6	17
<i>FX. A. Wahyudianto, M.N. Iman, P.T. Iswanto, Kusmono</i>	
Analisa Kegagalan Kabel Sling Penambat Tongkang	23
<i>Husaini Ardy, Winda Rianti</i>	
Studi Perilaku Korosi Pada Material Austenitic Stainless Steel Seri 304 dan 316 Dalam Campuran Larutan HNO₃-NaCl	28
<i>Andi Rustandi, Panji Aji Wibowo, Johny Wahyuadi Soedarsono, M. Akbar Barrinaya</i>	
Pengaruh Variasi Resistivitas dan Kadar Air Tanah Terhadap Arus Proteksi Sistem Impressed Current Cathodic Protection (ICCP) Pada Pipa API 5L Grade B Dengan Variasi Goresan Lapis Lindung	31
<i>Tubagus Noor Rohmannudin, Sulistijono, Arini Santoso</i>	



Kajian Awal Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Laju Korosi Atmosferik Pada Baja Karbon Rendah di Bandung

Asep Ridwan Setiawan, Gunawan Wibisono

Studi Oksidasi Baja Feritik SA213 T91 dan T22 di Udara Pada Temperatur 550 dan 650°C

Asep Hermawan, Husaini Ardy, Asep Ridwan Setiawan

Analisis Pengaruh Siklus Pemanasan Terhadap Lapisan Oksida di Logam Induk dan Lasan Baja Feritik SA213 T91 pada Temperatur 650 dan 750°C

Azzahra Rahmani Ali, Husaini Ardy, Asep Ridwan Setiawan

Pengendapan Tembaga dari Larutan Tembaga Sulfat dengan Metode Elektrolisis

Nadia Chrisayu Natasha dan Rudi Subagja

Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan $FeCl_3$ dan Waktu Leaching terhadap Reduksi Logam Tembaga dari Bijih Chalcopyrite dengan Metode Hydrometallurgy

Johny Wahyuadi Soedarsono, Erwin, M. Akbar Barrinaya, Yudha Pratesa

Pengaruh Reduksi Roasting Dan Konsentrasi Leaching Asam Sulfat Terhadap Recovery Nikel Dari Bijih Limonite

Johny Wahyuadi Soedarsono, Gana Damar Kusuma, Andi Rustandi, M. Akbar Barrinaya

Analisa Pengaruh Komposisi Batubara terhadap Kadar Fe dan Derajat Metalisasi pada Proses Reduksi Besi Oksida dalam Pasir Besi

Sungging Pintowantoro, Fakhreza Abdul, Asshid Bahtiar Anhar

Proses Reduksi Residu Hasil Ekstraksi Bijih Limonit Buli dengan Menambahkan Batubara pada Variasi Temperatur

Tri Partuti, Johny Wahyuadi Soedarsono

Pengaruh basistitas dan % batu bara terhadap perolehan Fe hasil peleburan besi spons bijih besi Kabupaten Merangin Jambi

Soesaptri Oediyani, Iing Sakti, Agis Priyatna, Djoko HP

Analisis Pemesinan Pada Baja Perkakas SLD dengan Pengaruh GAP Terhadap Nilai MRR and Surface Roughness Pada Electrochemical Machining (ECM)

Sadiwana, Feriyantaa, Aris Widyo Nugrohoa, Tutik Sriania, Gunawan Setia Prihandanaa,



37	Analisa Waktu Pemesanan SLD Terhadap Kedalaman Lubang pada Pembuatan Roda Gigi Menggunakan Metode Electrochemical Machining	86
43	<i>Feriyantaa, Sadiwana, Aris Widyo Nugrohoa, Tutik Sriania, Gunawan Setia Prihandanaa,</i>	
48	Studi Ketahanan Korosi Sumuran Pada Baja Tahan Karat SUS 316L, SUS 317L, SUS 329J dan HC-276 Dalam Larutan Asam Asetat Yang Mengandung Ion Bromida	89
54	<i>Rini Riastuti, Dandi Panggih Triharjo, Adam Hidana Yudo Saputro</i>	
59	Pengaruh Shot Peening Setelah Nitriding Terhadap Fenomena Die Soldering Pada Baja 8407 Supreme Dan Dievar Untuk Pengecoran Paduan Aluminium Al-Si (Tipe ADC12)	95
64	<i>Myrna Ariati Mochtar, Wahyuaji Narottama Putra, Stefany Aprilya N Simanjuntak</i>	
69	Evaluasi Metode Rietveld Untuk Analisis Kuantitatif Senyawa Konsentrat Bijih Besi	101
74	<i>Sri Harjanto, Heri Hidayat, Adji Kawigraha</i>	
78	Pengaruh pH dan laju aliran fluida pada flow loop system terhadap karakteristik korosi baja karbon rendah di lingkungan asam lemah	105
83	<i>Budi Agung Kurniawan, Rizqi Ilmal Yaqin</i>	
	Sintesis Pertumbuhan Kristal Aluminium Nitrida (AlN) Terhadap Massa Serbuk Aluminium dan Waktu Sputtering dengan Metode Vapor-Liquid-Solid (VLS)	110
	<i>Ice Trianiza, Diah Susanti, Haryati Purwaningsih, Haniffudin Nurdiansyah</i>	
	Sintesis Aluminium Nitrid melalui Metode Vapor-Liquid-Solid (VLS) dengan Variasi Temperatur dan Waktu Proses	116
	<i>Mavindra Ramadhani, Diah Susanti, Hariyati Purwaningsih, Haniffudin Nurdiansah</i>	
	Studi pengaruh campuran larutan H₂SO₄-HCl dan H₂SO₄-HNO₃ terhadap perilaku korosi baja karbon ASTM A620 dengan metode imersi dan polarisasi	121
	<i>Bambang Widyanto, Asep Ridwan Setiawan, Reza Aghla Ardyan, Marlina Siagian</i>	
	B POLIMER	
	Pengaruh Perlakuan Alkali dan Pengukuran Terhadap Kekuatan Serat Batang Pelepah Salak (Salacca Zalacca)	127
	<i>Seno Darmanto, Heru Santoso B.R., Ragil Widyorini dan Jamsari</i>	



Studi Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Serat Daun Agel (Corypha Gebanga)

Hendri Hestiawan, Jamasri, Kusmono

Pengaruh Acrylic Terhadap Sifat Mekanik dan Termal Bioplastik Pati/Lateks Karet Alam

Mardiyati, Steven, R. Suratman

Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Struktur, Morfologi Granula dan Sifat Mekanik Plastik Pati Ganyong

Reyza Prasetyo, Mardiyati, Steven, R. Suratman

Pengaruh Komposisi Pelarut dan Ketebalan Cat Epoksi Terhadap Daya Lekat dan Tingkat Pelepasan (Blistering) pada Lingkungan NaCl yang Diaplikasikan pada Baja Karbon

Maulana Mufti Muhammad, Agung Purniawan dan Hosta Ardhyana

Pemanfaatan Plastik HDPE Dan LLDPE Sebagai Reduktor Pada Proses Reduksi Langsung Bijih Besi Lokal

Milandia Anistasia, Faali Uhl

The Effect of Variation of Surfactant Pluronic P123 to Pores Diameter in Synthesis of SBA-15 Mesoporous Material

Donanta Dhaneswara, Yus Prasetyo

C KOMPOSIT

Karakteristik Antarmuka Komposit Semen Berpenguat Bambu Gombang (BRC)

Aditianto Ramelan, Riska Rachmantyo, M. Kurnia Bijaksana, Firmansyah Sasmita

Sintesis dan Karakterisasi Membran Kitosan-Kolagen-Nano Karbonat Hydroxyapatite

Erizal, Basril Abbas, Dian Pribadi Perkasa, Nofita Chairni

Kajian Awal Pembuatan Biokomposit Pati Tapioka Berpenguat Serat Rami Acak

Hermawan Judawisastra, Lydia Virginia, Mardiyati

Karakterisasi Material Komposit Untuk Rekayasa Balik Komponen Isolator Bar Sambungan Rel

Hermawan Judawisastra, Haroki Madani, Haryo Wibowo



Am Agel	132	Sifat Tarik Biokomposit Pati Singkong Berpenguat Serat Rami Searah <i>Hermawan Judawisastra, Fatma Azzahro, Mardiyati</i>	182
Lateks	133	Sifat Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Bambu Petung <i>Hermawan Judawisastra, Mohammad Syahirul Rosadi</i>	187
an dan	140	Pemodelan Pengaruh Arah Serat Terhadap Kekuatan Impak Balistik Komposit E-Glass/Isophthalic Polyester <i>Rizal Panglevie, Mas Irfan P. Hidayat, Sulistijono dan Lukman Noerochim</i>	193
aya ng	140	Manufaktur Sepatu Rem Komposit Kereta Api: Pengaruh Lama Pres Panas Terhadap Sifat Mekanik <i>Eko Surojo, Jamasri, Viktor Malau, dan Mochammad Noer Ilman</i>	200
oses	150	Karakteristik Komposit Aluminium 6061 Berpenguat Al_2O_3 Hasil Proses Pengecoran Aduk (Stir Casting) <i>Anne Zulfial, Eric Tanoto</i>	206
er ka	150	Studi Pengaruh Penambahan Pb(II) Terhadap Morfologi Dan Konduktifitas Listrik Komposit PANI/Pb <i>Sigit Tri Wicaksono*, Muhammad Khairurreza, Hosta Ardhyananta</i>	213
		Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Komposit (TiC - 25NiCr) dan $[(Ti_{10},7Mo_{0,3})_{17}C - 25NiCr]$ Hasil Pemaduan Mekanik Menggunakan Metode Planetary Ball Mill <i>Ali Alhamidi, Suryana, M. Luthfi Hilman</i>	220
abong	160	D KERAMIK	
Sasmita	160	Pemanfaatan Besi Oksida Steel Slag sebagai Bahan Baku Magnet barium beksaferit <i>Aufar Ridwansyah, Ahmad Nuruddin, Aditianto Ramelan</i>	226
nt	160	Ekstraksi Titanium Dioksida (TiO_2) Dalam Bentuk Synthetic Rutile Dari Pasir Ilmenite ($FeTiO_3$) Melalui Proses Becher <i>Andinnie Juniarsih, Ir. Yuswono, Ujang Daud Septian</i>	231
nt Rami	170	Sifat Mekanis Beton Geopolimer dengan Agregat Limbah Beton Semen Portland <i>Sotya Astutiningsih, Henki W. Ashadi, Daniel A. Hartanto</i>	237
Isolator	170		



E MATERIAL MAJU

Ketahanan aus paduan Co-Cr-Mo F75 untuk aplikasi biomedis pada cairan tubuh simulasi

Alfirano, Dizzy Agni, Alfian G. Sauri, Suryana, Anistasia Milandia

Sutera Laba-Laba dan Ulat Sutera sebagai Material Scaffold untuk Aplikasi Rekayasa Jaringan Kulit

Untung Ari Wibowo, Hermawan Judawisastra, Regina Giovanni, Anggraini Barlian

Sintesis Nanomaterial TiO₂ Doping Al dengan Metode Sol-Gel dan Penerapannya Sebagai Sensor Gas CO

Hariyati Purwaningsih, Rindang Fajarin, Malik Anjelh Baqiya, Irma Apsella

Pengaruh Komposisi Lembaran Anoda LTO (Li₄Tb₅O₁₂) Terhadap Performa Sel Baterai Ion Lithium

Slamet Priyono, Suci Purnama Sari, Herli Ginting, Bambang Prihandoko

Pengolahan Limbah Padat Pabrik Gula Sebagai Sumber Silika Bahan Penyusun Solid Electrolyte Fast Ionic Conductor

Vania Mitha Pratiwi, Hariyati Purwaningsih, Heru Setyawan

Pengaruh Proses Kalsinasi Secara Vakum Pada Sintesa Senyawa LIBOB sebagai Elektrolit Baterai Litium Ion

Titik Lestariningsih, Ety Marti Wigayati, Bambang Prihandoko

Analisa Konduksi Panas Pada Functionally Graded Materials Dengan Metode Meshless

Mas Irfan P. Hidayat

Analisa pengaruh waktu ultrasonikasi sintesis graphene dan komposisi graphene-TiO₂ terhadap unjuk kerja Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)

Diah Susanti, Umar Faruk, Hariyati Purwaningsih, Hanifuddin Nurdiansyah, Rindang Fajarin, Ratna Budiawati

Pengaruh waktu ultrasonikasi sintesis graphene dan susunan komposit laminat graphene-TiO₂ terhadap unjuk kerja Dye Sensitized Solar Cell

Diah Susanti, Yunizar Natanael Pragistio, Hariyati Purwaningsih, Hanifuddin Nurdiansyah, Rindang Fajarin, Ratna Budiawati

Pengaruh Waktu Pelindian dengan NaOH dan Karbonasi dengan CO₂ Pada Ekstraksi Campuran Senyawa SiO₂-Al₂O₃-LiOH

Wahyuaji Narottama Putra, Muhammad Firdaus, Sri Harjanto



Analisa Waktu Pemesinan SLD Terhadap Kedalaman Lubang pada Pembuatan Roda Gigi Menggunakan Metode ElectroChemical Machining

Feriyanta^a, Sadiwan^a, Aris Widyo Nugroho^a, Tutik Sriani^{a, b}, Gunawan Setia Prihandana^{a, b}
^aJurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta 55183, Indonesia
^bCentre of Virtual Design and Manufacturing, Yogyakarta, 55381, Indonesia
Feridirga.fd@gmail.com

Abstrak

Pembuatan roda gigi menggunakan plat SLD dengan variasi waktu menggunakan mesin ECM. Plat SLD adalah plat yang mempunyai sifat kekerasan yang sangat tinggi untuk mempermudah pembuatan roda gigi yaitu menggunakan mesin ECM tipe 3 axis, karena mesin ECM mesin tepat guna untuk memproses berbagai jenis material yang mempunyai sifat kekerasan sangat tinggi. Pada proses pemesinan pembuatan roda gigi dengan bahan plat SLD memvariasikan waktu dengan variabel waktu yang digunakan 5menit, 10 menit, dan 15 menit. Dari data dan hasil perhitungan yang dilakukan terhadap hasil pemesinan ECM untuk benda kerja plat SLD menggunakan tool electrode tembaga dapat diambil kesimpulan bahwa diperlukan waktu permesinan proses ECM selama kurang lebih 20 menit untuk bisa membuat roda gigi yang terbuat dari plat SLD. Mesin ini berpotensi untuk diaplikasikan keindustri manufaktur.

Kata Kunci: Electrochemical Machining, SLD, waktu permesinan

1. Pendahuluan

Teknologi pemesinan saat ini telah berkembang sangat pesat, yang bermula pada tahun 1940an dimana pembuatan produk benda masih menggunakan mesin perkakas konvensional seperti mesin bubut, mesin bor dan mesin frais (*milling*) dan lain-lain. Seiring perkembangan teknologi, mesin konvensional dinilai kurang efisien untuk memproduksi suatu benda kerja dengan material-material baru yang memiliki sifat kekerasan yang sangat tinggi atau pengerjaan benda kerja dengan geometri yang semakin kompleks dan rumit. Pemesinan secara konvensional memerlukan beberapa proses seperti *drilling* dan *broaching* atau dengan mesin *punching* sehingga kurang efektif dan efisien. Untuk mengatasi hal tersebut maka dikembangkannya pemesinan non konvensional.

Salah satu pemesinan non-konvensional adalah *Electro Chemical Machining* (ECM). ECM digunakan untuk memproses berbagai jenis material yang bersifat konduktor listrik. ECM didasarkan pada proses *anodic dissolution* dalam elektrolisis [12]. Proses tersebut menggunakan prinsip Faraday, dimana jika ada dua buah logam direndam dalam larutan elektrolit dan dihubungkan dengan sumber arus DC, maka partikel logam akan terlepas dari anoda dan kemudian akan melekat ke katoda. Aliran elektrolit yang cukup kuat akan mencegah partikel logam melekat pada katoda dan akan membuang partikel – partikel tersebut dari area pemesinan.

Efisiensi ECM dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu *feed rate*, tegangan, dan arah laju elektrolit [3]. Mesin ECM membutuhkan daya yang tinggi dalam melakukan permesinan. Untuk menghemat penggunaan daya dapat dilakukan penelitian terhadap pengaruh *feed rate* dan arah laju aliran dengan menggunakan daya yang kecil. *Feed rate* berpengaruh terhadap jarak dan waktu permesinan, sehingga dapat mempengaruhi hasil permesinan ECM. Arah laju aliran berpengaruh terhadap arah pengikisan material, sehingga dapat mempengaruhi hasil permesinan.

Berbagai penelitian ECM telah dilakukan akan tetapi pada penelitian-penelitian sebelumnya belum mempelajari mengenai pengaruh variasi waktu lamanya proses permesinan terhadap MRR dan dengan cairan elektrolit NaCl. Perlu untuk diteliti lebih lanjut sejauh mana pengaruh variasi waktu tersebut khususnya terhadap material SLD.

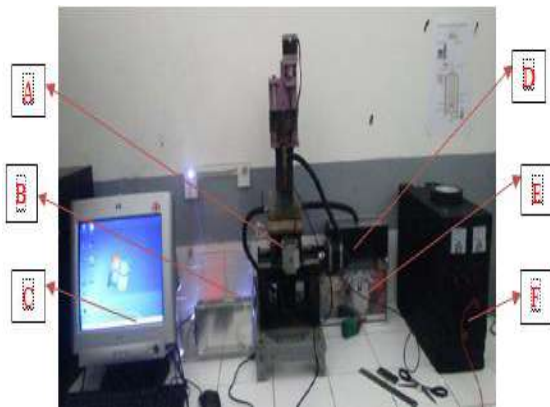
2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan mesin ECM tiga sumbu, yaitu sumbu x, y dan z, dimana pergerakan sumbu diatur oleh perangkat lunak *Mach 3*. Gambar 1 menunjukkan mesin ECM yang digunakan selama percobaan berlangsung. Sumber arus listrik searah adalah *DC Power supply* dengan mengalirkan voltase sebesar 7 V dan arus berkisar antara 5-10 Ampere, yang untuk selanjutnya digunakan sebagai parameter tetap dalam penelitian

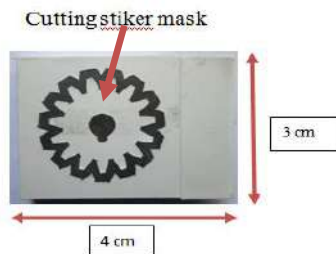


ini. Jarak antara *tool electrode* dan benda kerja adalah 3 mm, sedangkan variasi waktu yang digunakan pada permesinan secara statis adalah 5, 10 dan 15 menit. Baja perkakas SLD dengan komposisi Carbon (C) 1,44 %, Silicon (Si) 0,28 %, Mangan (Mn) 0,41 %, Phosphor (P) 0,024 %, Sulfur (S) 0,0008 %, Chrome (Cr) 11,93 %, Molybdenum (Mo) 0,83 %, Vanadium (V) 0,24 % digunakan sebagai benda yang akan dikerjakan dengan proses ECM.

Tembaga dipilih untuk bahan *tool electrode*, dikarenakan tembaga mempunyai kemampuan daya hantar listrik yang baik. Permukaan benda yang tidak dimesin ditutup dengan *cutting sticker* dengan bahan dari vinyl yang berfungsi sebagai bahan pelindung atau *mask*, seperti nampak pada Gambar 2. Elektrolit yang digunakan adalah larutan 15% NaCl dalam air murni. Pengukuran kedalaman benda kerja yang dibuat menggunakan profilometer.



Gambar 1. Konfigurasi permesinan (A) mesin ECM portable, (B) controller motor stepper, (C) computer, (D) filter, (E) reservoir, (F) power supply.

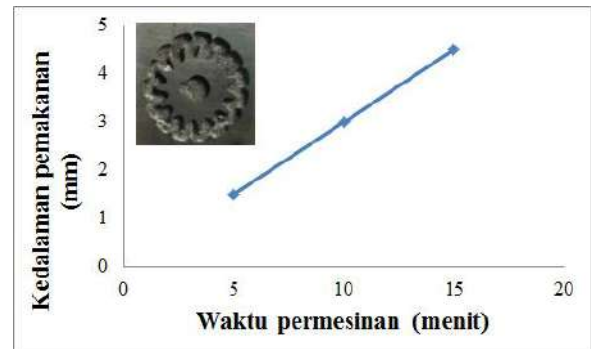


Gambar 2. Vinyl cutting sticker sebagai mask pada benda kerja yang akan di ECM

3. Hasil dan pembahasan

Gambar 3 menunjukkan pengaruh variasi

waktu permesinan pada kedalaman pemakanan benda kerja dari proses ECM.



Gambar 3 Kedalaman pada permesinan ECM untuk waktu permesinan 5, 10 dan 15 menit

Dari data yang disajikan oleh Gambar 3, dapat terlihat bahwa ketika proses ECM dijalankan selama 15 menit maka akan berhasil membuat lubang sedalam 4.5 mm. Oleh karena itu diperlukan waktu sekitar 20 menit untuk membuat roda gigi yang seperti nampak pada gambar diatas.

4. Kesimpulan

Dari data dan hasil perhitungan yang dilakukan terhadap hasil pemesinan ECM untuk benda kerja plat SLD menggunakan *tool electrode* tembaga dapat diambil kesimpulan bahwa diperlukan waktu permesinan proses ECM selama kurang lebih 20 menit untuk membuat roda gigi yang terbuat dari plat SLD.

Daftar Pustaka

- [1] Amaral, R. dan Chong, L. H. 2002. *Surface Roughness*. MatE 210
- [2] Cirilo, J., Malaquias, E., dan Bacci, M. 2006. *Intervening Variables in Electrochemical Machining*. Journal of Materials Processing Technology 179, page 92-96.
- [3] El-Hofy, H. 2005. *Advanced Machining Processes*. New York: McGraw-Hill.
- [4] Esapermana, 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.
- [7] Masuzawa, T. dan Tonshoff, H.K. 1997. *Three-*



- dimensional Micro Machining by Machine Tools.*
Ann. CIRP.
- [8] McGeough, J.A. 1974. *Principles of Electro Chemical Machining.* Chapman and Hall Ltd, London.
- [9] McGeough, J.A. 1988. *Advanced Methods of Machining.* Chapman and Hall Ltd, London.
- [10] Metal's Handbook, 1989 *Electrochemical Machining*, 9th Edition Vol. 16, ASM INT.
- [11] Sudiarso, A. 2009. *Advanced Methods of Machining Series: Electro-Chemical Machining (ECM).* Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada.
- [12] Tlusty, G. 2000. *Manufacturing Processes and Equipment.* Prentice-Hall. Inc., New York.
- [13] Wagner, T. (geb. Haisch). 2002. *High Rate Electrochemical Dissolution of Iron-Based Alloys in NaCl and NaNO₃ Electrolytes.* Stuttgart: Institute of Metal Research, University of Stuttgart.

