

**BUKU PROSIDING**  
**Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin 2017**

# **SNTTM XVI**

**“Inovasi Teknologi  
Untuk Penguatan Industri Nasional”**

**2017**

**5 - 6 Oktober**

**Novotel Suites and Hotel Surabaya  
Indonesia**

## **Pembicara:**

**Stephane Caro - Ecole Centrale de Nantes, France**

**Nobumasa Sekishita - Toyohashi University Of Technology, Japan**

**I Made Londen Batan - Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia**



**SUPPORTED BY**



**TopSolid**



**TAMARA  
OVERSEAS  
CORPORINDO**



**FM PT FAJAR MAS MURNI**

# **Buku Prosiding SNTTM XVI - 2017**

## **SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN XVI**

### **Tema Seminar**

Perancangan dan Mekanika Terapan, Teknik Produksi Mesin, Konversi Energi,  
Pendidikan Teknik Mesin, Material

### **Pelaksanaan**

Novotel Surabaya Hotel & Suites, 5-6 Oktober 2017

### **Penerbit**

Departemen Teknik Mesin  
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

<http://www.me.its.ac.id>

# **SNTTM XVI - 2017**

## **SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN XVI**

Perancangan dan Mekanika Terapan, Teknik Produksi Mesin, Konversi Energi,  
Pendidikan Teknik Mesin, Material

### **Penanggung Jawab**

Prof. Joni Hermana, Rektor ITS Surabaya  
Dr. Bambang Lelono, Dekan Fakultas Teknologi Industri, ITS Surabaya  
Bambang Pramujati, PhD., Ketua Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya

### **Penasehat**

Prof. I Made Londen Batan, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya  
Prof. Sutardi, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya  
Prof. Prabowo, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya  
Prof. Heru Setyawan, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya  
Dr. Budi Utomo Kukuh Widodo, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya  
Dr. Agus Sigit Pramono, Departemen Teknik Mesin, ITS Surabaya

### **Panitia Pelaksana**

Ketua Umum: Achmad Syaifudin, PhD  
Ketua Acara: Vivien Suphandani, PhD  
Bendahara: Dr. Wiwiek Hendrowati  
Publikasi: Indra Sidharta, MSc  
Perlengkapan: Dr. Eng. Sutikno

### **Editor**

Moch. Solichin, MT  
Achmad Syaifudin, PhD  
Dr. Latifah Nurahmi  
Aida Annisa Amin Daman, MT  
Ari Kurniawan, MT  
Dinny Harnany, MSc

## Reviewer

Perancangan dan Mekanika Terapan	Dr. Eng. Unggul Wasiwitono Hendro Nurhadi, PhD Achmad Syaifudin, PhD Alief Wikarta, PhD Dr. Agus Sigit Pramono, DEA
Teknik Produksi Mesin	Bambang Pramujati, Ph.D Dr. Eng. Agung Wibowo Dr. Tri Prakosa Prof. Dr. Yatna Yuwana M. Dr. Sigit Yoewono Dr. Sri Raharno Ir. Rachmad Hartono, MT. Ir. Widiyanto Kwintarini, MT.
Konversi Energi	Dr. Bambang Sudarmanta Prof. Sutardi Dr. Budi Utomo KW Dr. Ary Bachtiar Prof. Triyogi Yuwono Prof. Prabowo Dr. Yuli Setyo Indartono Dr. Nathanael Panagung Tandian
Pendidikan Teknik Mesin	Arif Wahyudi, PhD
Material	Suwarno, PhD Indra Sidharta, MSc Fahmi Mubarok, PhD

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan

ISBN: 978-602-51214-0-1

All right reserved

## Penerbit

Departemen Teknik Mesin

Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

<http://www.me.its.ac.id>

## Kata Pengantar

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya dengan rahmat-Nya buku prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XVI dapat diterbitkan. SNTTM XVI dengan tema "Inovasi Teknologi untuk Penguatan Industri Nasional" merupakan kegiatan tahunan Badan Kerja Sama Teknik Mesin (BKS-TM) Indonesia. SNTTM kali ini diselenggarakan oleh Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tanggal 5-6 Oktober 2017 di ruang Airlangga, hotel Novotel Surabaya. SNTTM XVI ini juga sebagai bagian dari rangkaian peringatan 60 tahun berdirinya Departemen Teknik Mesin ITS, yang didirikan pada tahun 1957.

Dengan terlaksananya seminar ini, diharapkan adanya kerjasama antar Program Studi Teknik Mesin seluruh Indonesia yang semakin erat dan baik, dalam pengembangan inovasi teknologi untuk memperkuat industri nasional. Mulai tahun 2017 ini, BKS-TM menggunakan sistem *Open Conference System* (OCS) dalam tahapan pengiriman abstrak dan makalah, sehingga seluruh prosiding yang dihasilkan dari SNTTM nantinya dapat diakses secara daring. Upaya ini merupakan bagian dari usaha BKS-TM untuk meningkatkan mutu publikasi karya ilmiah teknik mesin ke level yang lebih tinggi.

Perlu diketahui bahwa seleksi SNTTM XVI dilakukan dalam dua tahapan: 1) seleksi abstrak untuk kegiatan seminar dan 2) seleksi makalah lengkap untuk prosiding daring. Penyelenggaraan kali ini telah berhasil menjangkit 231 abstrak untuk diseminarkan yang berasal dari berbagai institusi. Keseluruhan abstrak yang terseleksi terdiri dari 36,8% konversi energi, 30,3% perancangan dan mekanika terapan, 15,1% teknik produksi mesin, 15,1% material dan 2,6% pendidikan teknik mesin. Dari 231 abstrak yang diseminarkan, jumlah makalah yang sampai pada tahap prosiding adalah 121 artikel ilmiah, dengan perincian 30,57% konversi energi, 33,8% perancangan dan mekanika terapan, 11,57% teknik produksi mesin, 21,58% material dan 2,48% pendidikan teknik mesin.

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada BKS-TM Indonesia, para pimpinan Program Studi Teknik Mesin, keynote speaker, tim peninjau, sponsor, para pemakalah, serta segenap panitia yang telah berpartisipasi aktif atas terselenggaranya SNTTM XVI dan terbitnya prosiding dari acara ini. Tidak lupa kami selaku panitia pelaksana memohon maaf atas kekurangan dan ketidaksempurnaan yang terjadi dalam keseluruhan proses penyelenggaraan seminar dan penerbitan buku prosiding. Akhir kata, semoga prosiding SNTTM XVI ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Salam hangat,

Achmad Syaifudin, PhD.  
Ketua Panitia Pelaksana

## Profil Pembicara Utama

Dalam rangkaian acara SNTTM XVI telah diselenggarakan Sesi Pembicara Utama pada hari Kamis, 5 Oktober 2017, pukul 09.10-11.30 WIB. Acara tersebut dilaksanakan di *ballroom* Brawijaya, Novotel Hotel and Suites, Surabaya. Tiga pembicara telah hadir dan memberikan presentasinya dalam Sesi Pembicara Utama SNTTM XVI.



**Stéphane Caro**

CNRS Full time researcher, Robotics, IRCCyN, Ecole Centrale de Nantes, France. Website: <http://www.irccyn.ec-nantes.fr/en/>

Dr. Stéphane Caro adalah ketua robot produksi di in “Institute de Recherche en Communications et Cybernétiques de Nantes” (IRCCyN), Perancis. Selain itu, beliau juga bekerja di IRT Jules Verne (The French Technological Research Institute – Jules Verne). Beliau pernah mengambil post-doctoral di Centre for Intelligent Machines, McGill University, Montreal, Canada. Beliau memiliki focus penelitian tentang analisa dan sintesa dari parallel manipulator tipe robot baru yang dinamakan Cable-driven parallel robots.



**Nobumasa Sekishita**

Kanoshita Laboratory, Toyohashi University of Technology, Japan. Website: <http://www.tut.ac.jp/english/schools/faculty/me/16.html>

Dr Eng Nobumasa Sekishita adalah Associate Professor dari Departemen Teknik Mesin, Toyohashi University of Technology, Jepang. Beliau bekerja di laboratorium Wind Tunnel atau Kanoshita Laboratory. Laboratorium Kanoshita menginvestigasi buoyancy jet, pesawat jet, dan dan lain-lain dengan menggunakan wind tunnel. Struktur turbulen pada aliran ini diukur menggunakan hotwire anemometer dan divisualisasikan dengan asap. Simulasi dengan wind tunnel pada bilangan Reynold yang tinggi juga bisa digunakan untuk mengevaluasi kondisi angin disekitar bangunan dan lain-lain.



**Prof. Dr. Ing. I Made London Batan, ME.**

Laboratorium Perancangan dan Pengembangan Produk, ITS Surabaya Indonesia. Website: <http://www.me.its.ac.id>

Prof. I Made Londen Batan adalah Ketua Laboratorium Perancangan dan Pengembangan Produk di Departemen Teknik Mesin ITS Surabaya, Indonesia. Beliau lulusan Master dari Sophia University, Jepang dan lulusan doktor dari Padeborn University, Jerman. Fokus riset beliau adalah pengembangan sepeda dan kursi roda untuk pasien stroke, desain produk kesehatan, desain dan pengembangan peralatan kesehatan dan lain-lain.

## Topik dan Sebaran Makalah

1. Perancangan dan Mekanika Terapan (**PMT**) : 41 makalah
2. Teknik Produksi Mesin (**TPM**) : 14 makalah
3. Konversi Energi (**KE**) : 37 makalah
4. Pendidikan Teknik Mesin (**PTM**) : 3 makalah
5. Material (**MT**) : 26 makalah

## Tentang BKS-TM

Badan Kerja Sama Teknik Mesin Indonesia (BKS-TM) adalah suatu organisasi yang dibentuk pada pertemuan ketua jurusan/program studi/departemen Teknik Mesin perguruan tinggi se-Indonesia pada tanggal 29 Mei 2002 di Jurusan Teknik Mesin ITS. Anggota dari BKS-TM adalah lembaga pendidikan tinggi yang menyelenggarakan pendidikan teknik mesin atau yang sejenis.

Tujuan pendirian BKS-TM adalah sebagai:

- 1) Menciptakan kondisi yang kondusif untuk meningkatkan kerja sama antar perguruan tinggi teknik mesin dalam melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi.
- 2) Meningkatkan interaksi perguruan tinggi anggota dengan lembaga lain.
- 3) Meningkatkan sumber daya anggota dalam menjawab tantangan dan persaingan.

Saat ini keanggotan BKS-TM sudah mencapai lebih dari 30 program studi Teknik Mesin yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia seperti ditunjukkan pada gambar berikut:





# Tentang SNTTM

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) merupakan kegiatan tahunan yang diselenggarakan oleh BKS-TM sebagai sarana untuk berbagi riset dan teknologi terbaru serta berbagi pengalaman terhadap pemecahan permasalahan di bidang keilmuan teknik mesin dalam lingkup nasional. Konferensi ini juga memberi kesempatan kepada para akademisi, pihak industri, komunitas, maupun para penentu kebijakan untuk membahas aktivitas dan kolaborasi di masa depan.

SNTTM XVI bertujuan untuk mempertemukan para peneliti, profesional industri, dan mahasiswa pascasarjana dari disiplin ilmu Teknik Mesin. SNTTM XVI, yang bertemakan "Inovasi Teknologi untuk Penguatan Industri Nasional", menawarkan lingkungan yang menarik dan merangsang peserta untuk berdiskusi dan bertukar pikiran mengenai hasil penelitian ilmiah terbaru. Pada tahun 2017, seminar kali ini diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, pada tanggal 5-6 Oktober 2017 di Hotel Novotel, Surabaya. SNTTM XVI ini juga merupakan bagian dari rangkaian peringatan 60 tahun berdirinya Departemen Teknik Mesin ITS, yang didirikan pada tahun 1957. Pada venue yang sama, SNTTM XVI digelar bersamaan dengan konferensi internasional 3rd ICOME (International Conference on Mechanical Engineering – 2017). Atas nama penyelenggara seminar, kami dengan senang hati mengundang semua peneliti dan ahli terkait lainnya, untuk menghadiri dan memberikan kontribusi dalam SNTTM XVI.

BKS-TM telah menyelenggarakan 15 kali SNTTM dengan host yang bergantian, yakni sebagai berikut:

1. SNTTM I (2002) dilaksanakan di ITS, Surabaya.
2. SNTTM II (2003) dilaksanakan di Unand, Padang.
3. SNTTM III (2004) dilaksanakan di Unhas, Makasar.
4. SNTTM IV (2005) dilaksanakan di Unud, Denpasar.
5. SNTTM V (2006) dilaksanakan di UI, Jakarta.
6. SNTTM VI (2007) dilaksanakan di Unsyiah, Banda Aceh.
7. SNTTM VII (2008) dilaksanakan di Unsrat, Manado.
8. SNTTM VIII (2009) dilaksanakan di Undip, Semarang.
9. SNTTM IX (2010) dilaksanakan di Unsri, Palembang.
10. SNTTM X (2011) dilaksanakan di Unibraw, Malang.
11. SNTTM XI (2012) dilaksanakan di UGM, Yogyakarta.
12. SNTTM XII (2013) dilaksanakan di Unila, Bandar Lampung.
13. SNTTM XIII (2014) dilaksanakan di UI, Jakarta.
14. SNTTM XIV (2015) dilaksanakan di Unlam, Banjarmasin.
15. SNTTM XV (2016) dilaksanakan di ITB, Bandung.

# Tentang Surabaya

Kota Surabaya adalah ibukota provinsi Jawa Timur, Indonesia. Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta. Dengan jumlah penduduk metropolisnya yang lebih dari 4 juta jiwa (perhitungan pada tahun 2007), Surabaya merupakan pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di kawasan timur Pulau Jawa dan sekitarnya.

Terkenal dengan sebutan Kota Pahlawan, karena sejarahnya yang sangat berperan dalam perjuangan kemerdekaan bangsa Indonesia terhadap penjajah. Meskipun Suku Jawa (53%) adalah mayoritas, namun Surabaya juga menjadi tempat tinggal berbagai suku bangsa di Indonesia, termasuk suku Madura (7.5%), Tionghoa (25.5%), Arab (7%), serta para ekspatriat (sisanya). Sebagai pusat pendidikan, Surabaya juga menjadi tempat tinggal mahasiswa dari berbagai daerah dari seluruh Indonesia, bahkan di antara mereka juga membentuk wadah komunitas tersendiri. Sebagai pusat komersial regional, banyak warga asing (ekspatriat) yang tinggal di daerah Surabaya, terutama di daerah Surabaya Barat. Etnis terbesar adalah Tionghoa, Korea, dan Jepang. Perekonomian Sebagai kota metropolitan, Surabaya menjadi pusat kegiatan perekonomian di daerah Jawa Timur dan sekitarnya.

Sebagian besar penduduknya bergerak dalam bidang jasa, industri, dan perdagangan. Banyak perusahaan besar yang berkantor pusat di Surabaya, seperti PT Sampoerna Tbk, Maspion, Wing's Group, Unilever, dan PT PAL. Kawasan industri di Surabaya diantaranya Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER) dan Margomulyo. Dewasa ini terdapat belasan mall-mall besar dan puluhan supermarket besar. Pusat perbelanjaan modern ternama diantaranya: Tunjungan Plaza, Pakuwon Trade Center dan Supermall Pakuwon Indah (satu gedung), Golden City Mall (Carrefour), ITC, Bubutan Junction (BG Junction), Royal Plaza, Mall Galaxy, Plaza Marina (dahulu Sinar Fontana), dan Plaza Surabaya yang oleh masyarakat Surabaya lebih dikenal dengan Delta Plaza. Sedangkan pusat perbelanjaan tradisional ternama diantaranya Pasar Turi, Pasar Atom, dan Darmo Trade Center (DTC) yang dahulunya adalah Pasar Wonokromo.

Surabaya merupakan kota dengan sarat prestasi dan penghargaan tingkat dunia. Banyaknya julukan yang dimiliki kota Surabaya tak lepas dari banyaknya penghargaan yang di raih kota ini. Atas usaha yang dilakukan Pemerintah Kota bersama warganya, Surabaya telah tumbuh menjadi kota berkelas dunia. Puluhan bahkan mungkin sudah ratusan prestasi telah ditorehkan kota ini, baik di level regional, nasional hingga internasional. Tiga penghargaan terakhir pada tahun 2017 meliputi:

- Penghargaan kategori Pemerintah Kota, Walikota, serta Kategori Kota terbaik dalam ajang Innovative Government Award (IGA) 2017
- Unesco Learning City Award 2017
- Sustainable City and Human Settlements Award kategori Global Green City 2017

## Daftar Isi

Perancangan dan Mekanika Terapan		
PMT-01	Influence of Bevel Knives Type against Levels of Sharpness and Bluntness on the Cutting Process of Knives <i>Norman Iskandar, Ijran Mayura, Agung Putranto, Mochamad Dzulfan dan Munadi</i>	1
PMT-02	Influence of Current and Electrode Type on Shielded Metal Arc Welding <i>Priyo Tri Iswanto dan Mudjijana</i>	7
PMT-03	Parametric Study on Combination Tool of Forming Limit Diagram: Case Study on Non-Cylinder Air Vent <i>Riona Ihsan Media, Riky Adhianto dan Endjang Patriatna</i>	14
PMT-04	Failure Analysis of Hydraulics Cylinder on 800 Ton Plastic Injection Moulding Machine <i>Edi Sutoyo, Setya Permana Sutisna dan Budi Hartono</i>	21
PMT-05	Optimization of Foam Filled Double Cylinder Tube under Bending Load <i>Ilyas Renreng, Fauzan Djameluddin dan Thomas Tjandinegara</i>	26
PMT-06	Gear fault detection using Wavelet Transformation Method/Morlet Wavelet <i>R. Lullus Lambang G Hidayat dan Budi Santoso</i>	32
PMT-07	Insertion Loss Inspection of Airflow Noise by Tuned-Side Branch Resonator Application at Limited Room <i>I Made Miasa, Sucipto dan Ardi Wiranata</i>	39
PMT-08	Active Suspension Simulation on Three-Wheel Reverse Trike Vehicle Using Proporsional-Integral-Derivative Controller <i>Wibowo, R. Lullus Lambang G Hidayat, Gilang Pratama Putra dan Eko Surojo</i>	44
PMT-09	Diagnosis Prognosis of Machine Based on Vibration Signal Regim <i>Achmad Widodo, Toni Prahasto, Smoyo Haryanto dan Djoeli Satrijo</i>	50
PMT-10	Optimization of Power Energy Harvesters Based on Genetic Algorithm Using Transverse Galloping <i>Smoyo Haryanto, Achmad Widodo, Djoeli Satrijo dan Toni Prahasto</i>	55
PMT-11	Development of Plate Cutting CNC with Laser Cutter and Stepper Motor Driver <i>Budhi Martana, Yuhani Djaya dan M. Arifudin Lukmana</i>	62
PMT-12	Design and Fabrication of Three Wheeled Electric Drive <i>Indrawanto, Dewanta Priatama dan Ernest Rudolf Hutapea</i>	67
PMT-13	Aluminum Alloy Construction on Rubber Fender to Increase Energy Absorption Capability <i>Witono Hardi dan Tri Suyono</i>	72

PMT-14	Numerical Analysis on the Effect of Regional Long Slip Against the Lubrication Performance on the Hydrophobic Journal Bearing <i>Mohammad Tauviqirrahman, Bayu Kurniawan dan Jamari</i>	77
PMT-15	Vibration Spectrum Analysis to Identify the Signal Disturbance of the Differensial Gear Transmission System <i>Noor Eddy dan Arrijal Surya Kamal</i>	82
PMT-16	Design Arrangement of Ply Angle Combination in Carbon Fiber of Composite Material for Bicycle Fork <i>Alief Wikarta dan Filipi Cahya Adi Nugraha</i>	86
PMT-17	Shell Thickness Reduction Effect on Working Stress of Cement Kiln with Mechanic and Thermal Load <i>Meifal Rusli, Angga Hertoh Hendra, Dorce Yunirsyam dan Mulyadi Bur</i>	91
PMT-18	The Overview of Impact Energy Absorber Module on Plastic Deformation Mechanisms <i>Yuwono Budi Pratiknyo dan Rachman Setiawan</i>	95
PMT-19	Synthesis and Analysis of Planar 3-RRR Parallel Mechanism <i>Syamsul Huda, Melzi Armal dan Mulyadi Bur</i>	101
PMT-20	The Effect of Filler Size Variation on The Mechanical Strength and Failure of Epoxy Adhesive Layer <i>Khairul Anam dan Anindito Purnowidodo</i>	108
PMT-21	Analisa Kekakuan Peredam Histerisis Baja Berbentuk U Akibat Pembebanan Berulang <i>Eka Satria, Lovely Son dan Hanif Muzhaffar Rafi</i>	113
PMT-22	Pengaruh Profil dan Dimensi Penampang Kolom terhadap Harga Frekuensi Pribadi dan Bentuk Modus Getar Struktur Bangunan Dua Lantai <i>Lovely Son, Mulyadi Bur dan Meifal Rusli</i>	118
PMT-23	Development of Patient Bed Made of Aluminum using Finite Element Method <i>Fitroh Anugrah Yudha dan Suyitno</i>	122
PMT-24	Analisa Tegangan pada Chassis Mobil Pedesaan Menggunakan Metode Elemen Hingga <i>Ojo Kurdi, Rifky Ismail, Amal Budi S dan Yudis</i>	125
PMT-25	Numerical and Experimental Analysis of Cantilever Beam with Various Shaft Orientation <i>Jhon Malta, Ahmad Bukhari dan Mulyadi Bur</i>	129
PMT-26	Design of 2 Axis Flexible Fixture Control System Based on Microcontroller <i>Havif Alvyan Ikhwanudin, Sampurno dan Suhardjono</i>	133
PMT-27	Analisa Pengaruh Mesin Potong Rumput pada Badan Manusia Ditinjau dari Aspek Ergonomi Desain <i>Iskandar Hasanuddin, Syahriza dan Sanneri Yulistia</i>	138
PMT-28	Comparative Study on Performance of Mecanum Wheels under Various Rollers and Loads <i>Chaerul Qalbi. AM, Alfian Djafar dan Sulistijono</i>	142

PMT-29	Kinematic and Dynamic Analysis of Lower Limb Exoskeleton Robot <i>Munadi, M. I. Zulkarnain, M. Ariyanto, Norman Iskandar dan J.D. Setiawan</i>	147
PMT-30	LS-DYNA Application for Calculation of Energy Absorption Capacity on Bus Rollover Accident <i>Abdul Hakim Masyhur, Ahmad Fauzan Suryono, Sandro Mihradi, Indra Nurhadi dan Satrio Wicaksono</i>	154
PMT-31	Finite Element Method Application for Stress Distribution Analysis on Hip Stem Prosthesis Model for Walking and Climbing Stair <i>Syifaul Huzni, M. Ari Azhari, M. Rizki dan Syarizal Fonna</i>	160
PMT-32	Analisa Sumber Kesalahan Sumbu Spindel pada Mesin Bubut CNC dengan Metoda Uji Pemotongan <i>Albertus Rianto, Veky M. Fikry dan Nasril Bakri</i>	164
PMT-33	Perbandingan Karakteristik Hasil Uji Split-Hopkinson Pressure Bar antara Geometri Silinder dan Kubus <i>Muhammad Agus Kariem, Dini Adilah Prabowo dan Iffah Faizah</i>	168
PMT-34	Design of Calibration Framework for Motionable and Portable Optical-Based Motion Recorder <i>Ferryanto, Mega Pradipta, Indria Herman, Sandro Mihradi, Tatacipta Dirgantarra dan Andi Isra Mahyuddin</i>	173
PMT-35	Influence of Backpack Design on Human's Upper Motion <i>Ferryanto, Taufik Akbar, Sandro Mihradi, Tatacipta Dirgantara dan Andi Isra Mahyuddin</i>	179
PMT-36	Strategi Mengemudi Mobil Listrik pada Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) <i>Muhammad Tadjuddin, Udink Aulia, Teuku Firsya dan Reza Alfurqan</i>	185
PMT-37	Analisis Crashworthiness Struktur Kereta Penumpang Indonesia <i>Rachman Setiawan dan Michael Pamintori</i>	191
PMT-38	Analysis of Natural Frequency Changes in Palm Trees Caused by Geometric and Morphologic Aspects <i>Radon Dhelika, Anantama Karis dan Wahyu Nirbito</i>	196
PMT-39	Design, Fabricated, and Trial on a Fatigue Test Machine <i>Syamsul Hadi, Anggit Murdani dan Fatkhur Rokhman</i>	201
PMT-40	Pengaruh Konstanta Kinematik terhadap Workingspace Alat Bantu Bedah Berbasis Mekanisme Paralel <i>Syafri dan Teguh Iman</i>	208
PMT-41	Optimasi Ketebalan Serat Cotton untuk Silinder Liner Baja dan Aluminium pada Copv Menggunakan Pendekatan Elemen Hingga <i>Dedi Lazuardi, Rifqi Muhammad Al Ghifari dan Agus Sentana</i>	214

## Teknik Produksi Mesin

TPM-01	Aplikasi Box Behnken Design untuk Optimasi Parameter Proses Pemesinan Bubut Magnesium AZ31 <i>Arinal Hamni, Opi Sumardi, Gusri Akhyar Ibrahim dan Achmad Yahya</i>	1
TPM-02	Analisa Keausan Pahat Putar pada Pembubutan Magnesium Az31 Menggunakan Udara Dingin Bertekanan <i>Gusri Akhyar Ibrahim, Dhika Arifan, Arinal Hamni, Suryadiwansa Harun dan Yanuar Burhanuddin</i>	6
TPM-03	Studi Pengaruh Parameter Proses Drilling pada Tulang terhadap Temperatur dan Kualitas Lubang yang Dihasilkan <i>Rusnaldy, Toni Prahasto, Lis Prasetyo, Mudjiyanto dan Wahyu Isti Nugroho</i>	11
TPM-04	Optimalisasi Perancangan Runner dan Gate Cetakan Injeksi Plastik dengan Metode Simulasi <i>Agung Kaswadi dan Muhammad Insan Tauhid</i>	15
TPM-05	Evaluasi Desain Probe pada Proses Pengelasan Gesek Aluminium 6061 <i>Djarot B. Darmadi, Widia Setiawan, Eko Siswanto dan Anindito Purnowidodo</i>	21
TPM-06	Simulation of Injection Process Parameters to Optimize PET Preform Quality Using Design of Experiment Method <i>Cahyo Budiyanoro</i>	25
TPM-07	Effect of Gap and Voltage on MRR and Overcut of SS316 Electrochemical Machining Using Unisolated Brass Electrode <i>Aris Widyo Nugroho, Ilham Dwi Cahyo, Sudarisman dan Muhamad Budi Nur Rahman</i>	32
TPM-08	Stamping Force Reduction with Inclined Punch <i>Rudi Kurniawan Arief</i>	36
TPM-09	Pengaruh Teknik Isolasi terhadap Kekuatan Tarik dan Lengkung Material Komposit pada Pembuatan Fuselage Pesawat Tanpa Awak <i>Gesang Nugroho dan Ogi Budiana</i>	40
TPM-10	Estimasi Waktu Produksi dan Perencanaan Proses Pemesinan pada Pembuatan 3 Axis Flexible Fixture Berbasis Microcontroler <i>Alfan Fauzi, Sampurno dan Bobby Oedy Pramudyo Supangat</i>	45
TPM-11	Kajian Rancangan Purwarupa Mesin CNC Milling CTU3x terhadap Kapasitas Mampu Proses Material dan Penggunaan Alat <i>Asep Indra Komara, Iman Apriana Effendi dan Muhamad Aditya Royandi</i>	51
TPM-12	Development of Component Control System for Rubber Drying Machine Using Programmable Logic Controller <i>Hendra, A.S Yulianto, A. Indriani, Hernadewita dan Hermiyetti</i>	60
TPM-13	Development of CNC 4-Axis by Modifying Milling Machine EMCO TU 3-Axis <i>Teuku Firsa, Muhammad Tadjuddin dan Hendra Ahmad Farmansyah</i>	66
TPM-14	Perancangan Sistem Deteksi Kolam Las Menggunakan Machine Vision pada Pengelasan Tungsten Inert Gas Baja SS304 <i>Ario Sunar Baskoro dan Vandy Ilham</i>	72

## Konversi Energi

KE-01	Simulation of Particle Flows of Circulating Fluidized Bed <i>Urip Agus Salim, Muslim Mahardika dan Aristo Taufiq</i>	1
KE-02	Pengaruh Sudut Swept dan Sudut Incidence pada Sayap Pesawat Tanpa Awak dengan Simulasi Komputasi Dinamika Fluida <i>Muhammad Agung Bramantya, Gesang Nugroho, dan Reynaldi Dimas K</i>	9
KE-03	Valve Diameter Optimization of Hydram Pump Waste <i>Made Suarda, Ainul Ghurri, Made Sucipta danl Gusti Bagus Wijaya Kusuma</i>	14
KE-04	Influence of Guide Vane Number and Angle on Cross Flow Turbine Performance of Cooling Tower <i>Budi Santoso, Dominicus Danardono D.P. Tjahjana dan Purwadi Joko Widodo</i>	19
KE-05	Suction Active Control Application on Vehicle Models with Variation of Front Geometry <i>Rustan Tarakka, Nasaruddin Salam dan Jalaluddin Haddada</i>	25
KE-06	Pengaruh Jumlah TEC terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin Termoelektrik <i>Mega Nur Sasongko, Abdi Sultan Habibi dan Fikrul Akbar Alamsyah</i>	29
KE-07	Experimental Study on Effect of Electrolyte Phase Variations with Titanium Dioxide Nanoparticles on Dye Sensitized Solar Cell Power Using ITO Glass Substrate <i>Eqwar Saputra, Amalia Isna Rahmawati, Ni'mah Mufidah, Golda Defannisa Astrid, Evi Rohmatul Aini dan Tri Widayatno</i>	34
KE-08	Karakteristik Larutan Nanofluid CaCO <sub>3</sub> melalui Pipa Bulat <i>Yanuar dan Sealtial Mau</i>	39
KE-09	Investigation on Valve Snifter Design of Hydram Pump <i>Made Sucipta, Made Suarda dan I Wayan Bogik Wiastra</i>	44
KE-10	Performance Comparison of 9-Lt Diesel Engine with Three Types of Fuel: Biosolar, Pertadex and B30 <i>Ade Kurniawan, Ma'ruf dan Ihwan Haryono</i>	49
KE-11	Thermal Simulation of Continuous Torefaction Reactor Tubular Type for Solid Fuel Production of Municipal Waste <i>Amrul, Muhammad Fariz dan Indra M. Gandidi</i>	53
KE-12	Cross Winds Effect Analysis on Aerodynamic Characteristic of Jakarta-Bandung Rapid Train using CFD <i>Tony Suryo Utomo, Syaiful dan Zanuar Sunu Pratama</i>	57
KE-13	Effect of Blade Shapes on Savonius Wind Turbine Performance <i>Ridwan, Iwan Setyawan dan Setiyono</i>	62
KE-14	Effect of Temperature and Volume Fraction on Viscosity and Density of Nano Fluid TiO <sub>2</sub> /Termo XT32 Oil <i>Herry Irawansyah dan Samsul Kamal</i>	67
KE-15	Effect of Attack Angle Configuration on Performance of Three-Angle Horizontal Wind Turbine Prototype <i>Illa Rizianiza dan Rachmat Miftakhul Huda</i>	70

KE-16	Effect of Drop Frequency on Effectiveness of Multiple Droplets Cooling in Natural Convection Regime <i>Dannys Arif Kusuma, Indro Pranoto, Aria Riswanda, Deendarlianto dan Fauzun</i>	74
KE-17	Effect of Early Pressure on Induction Distance Detonation Hydrogen-Oxygen Mixture with Schcelkin Spiral <i>Willie Prasadha, Jayan Sentanuhady, Davin Demas Sanchorehan dan Taufiq Hidayat</i>	79
KE-18	Effect of Air Flow Velocity on Solar Water Heater Efficiency of Flat Plate Type with Fin and Baffle <i>Sophian Rumboko Aditama, Arrad Ghani Safitra dan Lohdy Diana</i>	85
KE-19	Effect of Air-Fuel Ratio to Non-premixed Burning Characteristics in Boiler Furnace Using CFD <i>Heri Santoso, Teguh Hady Ariwibowo dan Arrad Ghani Safitra</i>	92
KE-20	Analysis of Multiple Droplets Collision Phenomenon in Surface Temperature of Boiling Films on Weber Medium <i>Teguh Wibowo, Samsul Kamal, Indarto Indarto dan Deendarlianto</i>	99
KE-21	Heat Value Analysis of Briquette Hybrid as Alternative Fuel <i>Hendri Nurdin, Hasanuddin dan Irzal</i>	103
KE-22	Karakteristik Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas sebagai Campuran Bahan Bakar pada Mesin Diesel <i>Adjar Pratoto, Asyhari Prima Nanda dan Fadjar Goembira</i>	107
KE-23	Multifunctional Optimization of Evaporator Design Discrete Finned-Tube Plate Using Minimizing Entropy Generation Method <i>Matheus M. Dwinanto, Suhanan dan Prajitno</i>	113
KE-24	Perancangan dan Simulasi Numerik Perpindahan Panas pada Reaktor Pirolisis tipe Fixed Bed Skala Laboratorium <i>Thoharudin, Muhammad Nadjib dan Tito Hadji Agung Santosa</i>	120
KE-25	Effect of Tip Speed Ratio on Power Generated Prototype of Horizontal Axis Wind Turbine with Three Blades <i>Rachmat Miftakhul Huda, Illa Rizianiza dan Sulistijono</i>	126
KE-26	Experimental Study on Effect of Blade Number and Attack Angle on Power and Rotation of Crossflow Water Turbine <i>Rijal Surya Rahmany, Alfian Djafar dan Sulistijono</i>	130
KE-27	Design and Simulation of Three-Way Nozzle on Cross Flow Water Turbine for Various Heads <i>Ika Kurniawati, Isnain Aliman dan Priyono Sutikno</i>	135
KE-28	Design and Simulation of Control Flow Vane Nozzle at Cross Flow Turbine <i>Isnain Aliman, Josi Ayu Wulandari Pratama Putri, and Priyono Sutikno</i>	142
KE-29	Solar Distillation for Turning Brackish Water into Freshwater Using Heat Collector <i>Mulyanef, Arfan Fikri dan Edi Septe S</i>	149



KE-30	Design of Plantwide Control for Steam Power Plant Control System <i>Achmad Qomarul Mujahidin, Hendrik Elvian Gayuh Prasetya dan Erik Tridianto</i>	153
KE-31	Karakteristik Gasifikasi Menggunakan Bubbling Fluidised Bed <i>Tri Agung Rohmat dan Yullian Endi</i>	158
KE-32	Pengaruh Putaran Scraper, Flowrate dan Salinitas terhadap Pembentukan Bubur Es pada Sea Water Ice Slurry Generator. <i>Intan Permata Sari, Agus Sunjarianto Pamitran dan Idrus Alhamid</i>	163
KE-33	Perbandingan Nilai Hambatan Kapal antara Hasil Simulasi dengan Eksperimen pada Kapal Pelat Datar Semi-Trimaran <i>Muhammad Arif Budiyanto, Hadi Tresno Wibowo dan Muhammad Fattah</i>	168
KE-34	Karakteristik Geometris Partikel Es pada Ice Slurry Generator Menggunakan Scraper Simetris Berlapis Teflon <i>Fajri Ashfi Rayhan, Abdul Rafii Lazuardian Ramadhan, Agus Pamitran dan Mufti Petala Patria</i>	172
KE-35	Development of Archimedes Turbine Research: Review Article <i>Budiarso, Warjito, Dendy Adanta dan M.H. Gumelar Syafei</i>	177
KE-36	Studi Fuel Economy Penggunaan Bahan Bakar Biosolar dan Solar #51 pada Kendaraan Penumpang <i>Siti Yubaidah, Hari Setiaprada dan Budi Rochmanto</i>	182
KE-37	40,000 Km Road Test of Vehicle Fueled by 20% Biodiesel <i>Ihwan Haryono dan Mokhtar</i>	187

## Pendidikan Teknik Mesin

PTM-01	Development of Interactive Teaching Materials Based on Multimedia for Engineering Materials <i>Adella Hotnyda Siregar, Yuhani Jaya dan Sugeng Prayitno</i>	1
PTM-02	Teaching Materials Development of The Geometric Specification and Verification for Mechanical Components <i>Indra Djodikusumo, Sri Hardjoko Wirjomartono, M. Abdulkadir, Agus Dwi Iskandar dan Agung Wibowo</i>	6
PTM-03	Recognition of Hemi-Savonius Windmill as Energi Conversion System Model on Windmill Techno Park at Coastal Area <i>Hasanuddin, Hendri Nurdin, Waskito dan Refdinal</i>	16

Material		
MT-01	Effect of Fluid Cooling on The Mechanical Properties and Microstructure of SS 304 <i>Tumpal Ojahan R, Yusup Hendronursito dan Arif Hidayat</i>	1
MT-02	Effect of Graphite Oxide Additive on Tensile Strength and Burn length of Glass/Epoxi Composite <i>Adi Purwoko Chriswadyanto dan Hermawan Judawisastra</i>	6
MT-03	Effect of T6 Heat Treatment on Mechanical Properties of Coal Ash-Aluminum Composite as Brake Disk Holder Component <i>Maula Nafi dan Ichlas Wahid</i>	12
MT-04	Experimental Observation on The Changes of Microstructure Grain of AlCoal Ash Composite under T6 Heat Treatment <i>Ichlas Wahid dan Maula Nafi</i>	15
MT-05	Effect of Angle Orientation on Mechanical Strength of Arenga Pinnata Composite <i>Achmad Kusairi Samlawi dan Fatah Hidayatullah</i>	19
MT-06	Comparison of Pore Size on Solid Oxide Fuel Cell Electrodes by Wet Spraying Process and Compaction <i>Solihin Sulistyono</i>	23
MT-07	Hydrogen Induced Cracking Testing in 3.5% Wt NaCl Environment Using Cantilever Bending <i>Mudjijana, Mochammad Noer Ilman dan Priyo Tri Iswanto</i>	27
MT-08	Failure Analysis on Shaft of Circulating Water Pump at Power Plant <i>Gunawan Dwi Haryadi, Suluh Pertiwanda dan Rifky Ismail</i>	32
MT-09	Development of Implant Material from Powder Metallurgy <i>Ahmad Kafrawi Nasution, Aan Mardiansyah dan Lega Putri Utami</i>	38
MT-10	Hardness and Wear of Nickel-Tungsten Layers on Medium Carbon Steel under Rolling-Sliding Contact Test <i>I Made Widiyarta, I Made Parwata, I Putu Lokantara dan D. Ranto</i>	42
MT-11	Bending Strength Analysis on Composite Reinforced with Discontinuous Dewang Leaf (Corypha Utan Lam) <i>Jefri Samuel Bale, Dominggus G.H. Adoe dan Meki I. Sing</i>	46
MT-12	Effect of Chisel Speed on Friction Stir Welding of Non-Similar Metals <i>Sulardjaka dan Rizqi Saiful Umam</i>	51
MT-13	Effect of Recycled and New Mixtures of Acrylonitril Butadiene Styrene on Product Mechanical Properties <i>Rohmat Setiawan dan Muhammad Nur Andi Widodo</i>	56
MT-14	Analysis of Stainless Steel Wear Rate in The Environment of Methyl Ester Palm Oil <i>Zahrul Fuadi, Koshi Adachi, Takanori Takeno, Muhammad Tadjuddin dan Mohd Iqbal</i>	60

MT-15	Hardness Distribution of Carbon Steel under Ni-Cr Coating after Various Preheating on Substrate Material <i>I Made Widiyarta, I Putu Lokantara, I Made Parwata, Edwin Reynaldo dan Mustika</i>	64
MT-16	Quality Analysis on the Waste Mixture of Soft Drink Can and Engine Block <i>Ivan Junaidy Abdulkarim dan Kifli Umar</i>	68
MT-17	Application Temperature Annealing on Brittle Fracture Prevention on Balinese Gamelan Made of Bronze <i>I Ketut Gede Sugita, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, I Gusti Ngurah Priambadi</i>	73
MT-18	Prilaku Korosi Sambungan Las FSW AA5083 dalam Larutan 3,5% NaCl dengan Penambahan Inhibitor Sodium Kromat <i>FX Arif Wahyudianto dan Erry Yadie</i>	77
MT-19	Failure Analysis on Pipeline Welded Joint of Venting Isolation High Pressure Superheater Tube <i>Sri Nugroho, Sulardjaka dan Galih Al Hadid</i>	81
MT-20	Thermal Characteristics of Matrix Composites of Aluminum - Ash Base Coal after T6 Heat Treatment <i>Rahadhian Chrisna Samudra, Harjo Seputra, Mastuki Mastuki, Imah Luluk Kusminah dan Ahmad Fauzan Adziima</i>	87
MT-21	Corrosion Detection on Reinforced Steel in Concrete Using BEIA 2D <i>Syarizal Fonna, Syifaul Huzni dan Gunawarman</i>	91
MT-22	Simulation on the Effect of Anode-Cathode Distance on Reinforced Concrete Cathodic Protection Using BEM <i>Syarizal Fonna, Muzaiyin Arika Putra dan Syifaul Huzni</i>	96
MT-23	The Effect of Span-to-depth Ratio on the Flexural Properties of Hybrid S2/E-Glass Fiber-reinforced Epoxy Composites <i>Sudarisman</i>	101
MT-24	Manufacture Process of Composite Products Made of Plantation and Industrial Wastewater <i>Hendra, A. Indriani, Hernadewita dan Hermiyetti</i>	106
MT-25	Optimasi Parameter Second Quenching dan Tempering terhadap Kekerasan dan Energi Impak Baja HRP Lokal <i>Yurianto, Pratikto, Rudy Sunoko dan Wahyono Suprpto</i>	111
MT-26	Characteristics and Early Analysis of Pine Resin under Heating Variations as Alternative Resins on Composites <i>Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, Ngakan Putu Gede Suardana, I Ketut Gede Sugita dan I Wayan Budiarsa Suyasa</i>	117

## Effect of Gap and Voltage on MRR and Overcut of SS316 Electrochemical Machining Using Unisolated Brass Electrode

Aris Widyo Nugroho<sup>1,\*</sup>, Ilham D. Cahyo<sup>2</sup>, Sudarisman<sup>3</sup> dan M. Budi Nur Rahman<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah - Yogyakarta

\*Korespondensi: ariswidyo.nugroho@umy.ac.id

**Abstract.** The influence of gap and voltage parameter on material removal rate (MRR) and overcut (OC) of custom built electrochemical machine has been investigated. Stainless steel plate 316 series with thickness of 0.4 mm as workpieces were machined using 3 mm diameter unisolated brass rod electrode in flowing sodium chloride as electrolyte. Experiments were carried out with the developed set up by varying the machining voltage and initial workpiece-to-electrode gap. Whilst the MRR was calculated from the weight loss measurement, image analysis was applied to determine OC. The result shows that increase in machining voltage and gap result in MRR and OC getting higher due to enhancing ion's mobility and conductivity for conduction.

**Abstrak.** Pengaruh gap dan parameter tegangan pada tingkat penyisihan material (MRR) dan *overcut* (OC) dari mesin elektrokimia buatan custom telah diteliti. Plat stainless steel 316 series dengan ketebalan 0.4 mm sebagai benda kerja dikerjakan dengan menggunakan elektroda batang kuningan tanpa isolasi berdiameter 3 mm dalam mengalirkan natrium klorida sebagai elektrolit. Eksperimen dilakukan dengan set up yang dikembangkan dengan memvariasikan tegangan pemesian dan celah benda kerja ke elektroda awal. Sementara MRR dihitung dari pengukuran penurunan berat badan, analisis gambar diterapkan untuk menentukan OC. Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan tegangan pemesian dan hasil gap pada MRR dan OC semakin tinggi karena meningkatkan mobilitas dan konduktivitas ion untuk konduksi.

**Kata kunci:** Electrochemical machining, MRR, overcut, SS 316

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Baja tahan karat SS316 telah diketahui banyak digunakan pada berbagai bidang industri karena memiliki kelebihan seperti ketahanan korosi yang tinggi, kehalusan dan sifat biokompatibelnya. Dewasa ini metode pemesian konvensional sering digunakan dalam melakukan pemesian pada bahan SS316. Namun demikian pemesian konvensional hanya dapat digunakan ketika benda kerja mempunyai ketebalan yang cukup besar. Hal itu disebabkan adanya gaya dorong dari pahat yang diteruskan ke benda kerja, yang dapat merusak benda kerja yang dengan ketebalan yang sangat kecil (tipis, < 1mm). Oleh karena itu, banyak penelitian telah dikembangkan untuk memproses logam SS316 tipis dengan pemesian non konvensional [1]. Akan tetapi metode konvensional ini untuk melakukan proses pemesian membutuhkan peralatan yang mahal.

Beberapa metode pemesian lain untuk memproses logam SS316 yang menggunakan larutan kimia seperti chemical etching dan elektropolishing telah berhasil dikembangkan. Pada umumnya metode chemical etching menggunakan bahan kimia asam kuat, sehingga dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan dan lingkungan, sedangkan

metode elektropolishing walau menggunakan cairan elektrolit yang lebih aman namun membutuhkan waktu yang relatif lama [2]. Di artikel ini disampaikan metode pemesian yang melibatkan tenaga listrik dan aliran cairan kimia dengan prinsip kerjanya berdasar hukum Faraday yang disebut *Electrochemical Machining* (ECM) sehingga dapat mempercepat proses pemesian dan tidak terpengaruh kekerasan benda kerja dan keausan tool. Proses pemesian ECM sangat kompleks, karena dipengaruhi oleh beberapa parameter, seperti konsentrasi larutan elektrolit[3], tegangan, *feed rate*[4], *gap*, laju aliran elektrolit, kondisi pahat terisolasi [5] atau tidak [6] dan jenis material [7]. Penelitian tentang pemesian ECM menggunakan benda kerja SS 316 masih sangat sedikit, oleh karena itu dilakukan penelitian tentang pengaruh gap dan tegangan ini terhadap material removal rate (MRR) dan overcut pada benda kerja SS316 dengan elektroda tidak terisolasi.

### Metode Penelitian

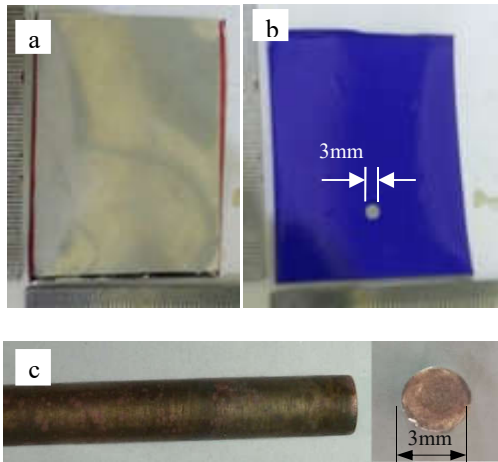
#### A. Benda kerja dan Elektroda

Benda kerja yang digunakan adalah plat SS316. Aluminium 1100 yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 40 mm, dan

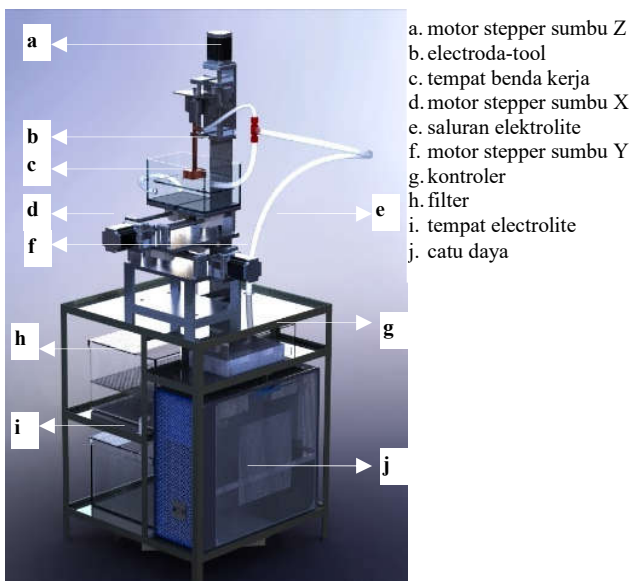
ketebalan 0.5 mm sebanyak 9 plat. Benda kerja setelah dibersihkan kemudian diisolasi pada satu sisi dengan diberikan satu lubang berdiameter 3 mm, seperti ditunjukkan oleh gambar 1(a) dan (b). Batang kuningan berbentuk silinder dengan panjang 198 mm dan berdiameter 3 mm digunakan sebagai tool elektroda seperti yang terlihat pada Gambar 1 (c).

**B. Mesin ECM**

Alat yang digunakan adalah Mesin ECM hasil fabrikasi dari grup riset di laboratorium penulis dan telah dilaporkan [8] seperti ditunjukkan pada gambar 3. 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.** Benda kerja SS 316 ukuran 50x 40 mm (a) sebelum dimasking, (b) setelah dimasking, dan (c) elektroda kuningan tidak terisolasi



**Gambar 2.** Mesin ECM yang digunakan

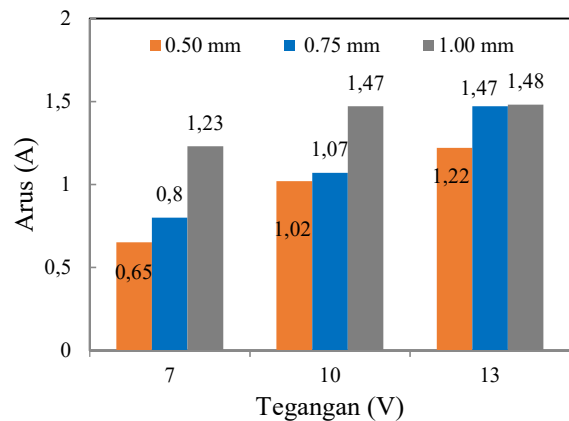
**C. Prosedur Penelitian**

Benda kerja diletakkan pada pemegang benda kerja, kemudian *tool* ditempelkan tepat pada lubang stiker. Proses pemesinan dimulai dengan mengatur jarak celah (*gap*) 0.5 mm antara elektroda dan benda kerja. Elektrolit diatur dengan kecepatan 3 lpm. Pemesinan berlangsung selama 371 detik untuk material *stainless steel* dan elektroda bergerak 0.1 mm ke arah benda kerja tiap 60 detik. Ketika proses pemesinan selesai, tombol *power* dimatikan, kemudian elektroda dijauhkan dari area pemesinan.

Selama proses pemesinan pada masing-masing parameter proses besar arus dicatat setiap 30 detik dan dihitung rata-ratanya dan ditampilkan dalam grafis (gambar 3).

**Tabel 1.** Parameter pengujian ECM

Parameter	Value
Tegangan Listrik	7, 10, 13 volt
Working Gap	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	<i>Stainless Steel</i> 316



**Gambar 3.** Hasil pengukuran arus pada masing-masing tegangan dan gap

(mm<sup>3</sup>/dt) dihitung menggunakan persamaan (1), dimana  $m_0$  = massa benda kerja sebelum pemesinan (gram),  $m_t$  = massa benda kerja setelah pemesinan (gram) dan  $t$  = waktu pemesinan (detik)

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

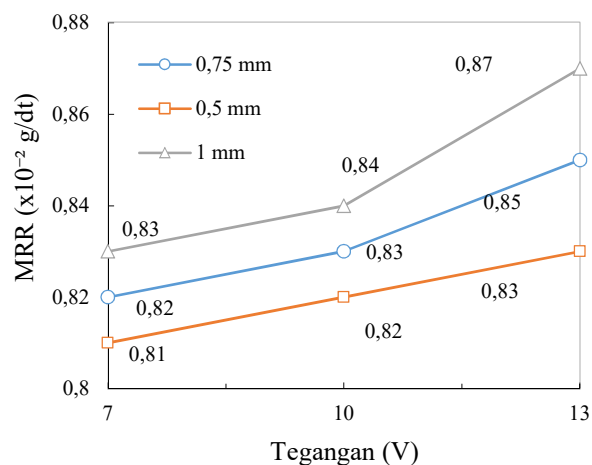
Hasil pemesinan dengan ECM kemudian difoto makro dengan menggunakan mikroskop optik perbesaran rendah. Hasil foto tersebut kemudian diolah dengan software ImageJ untuk mendapatkan *Overcut* dari proses pemesinan. *Overcut*,  $O_c$  dihitung dengan persamaan (2), dimana  $d_2$  = diameter benda kerja sisi depan, (mm) dan  $d_{0v}$  = diameter *tool*, (mm)

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

Sedangkan ketirusan diamati dengan secara image analysis pada beberapa spesimen dengan menggunakan software image-J.

### Hasil dan Pembahasan

Setelah pemesinan selesai, maka didapatkan data perhitungan MRR seperti ditunjukkan oleh gambar 4. Dari data yang disajikan oleh gambar 3 dan 4 dapat dilihat pengaruh *gap* antara elektroda dengan benda kerja terhadap MRR benda kerja *stainless steel 316*. Pada gambar 4 besar (*gap*) berbanding lurus terhadap nilai MRR baik material *stainless steel 316*, dimana semakin besar jarak celah (*gap*) dan tegangan, maka semakin besar MRR yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan muatan listrik meningkat ketika tegangan ditingkatkan, dan arus yang keluar juga semakin besar. Pada *gap* yang kecil aliran air lebih pelan karena aliran air dibawah tool terhambat dan timbul gelembung sehingga pembersihan dari proses pengikisan lebih rendah dan adanya gelembung mengakibatkan arus terukur lebih rendah. Dari data yang disajikan didapat nilai MRR pada material *stainless steel 304* yang terbesar yaitu benda kerja hasil pemesinan dengan variasi *gap* 1 mm yaitu sebesar  $0,87 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{dt}$ .

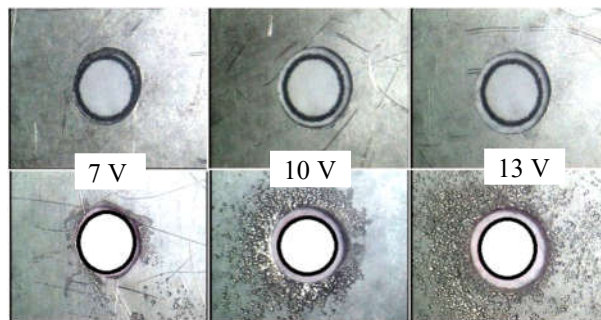


Gambar 4. Grafik pengaruh tegangan dan *gap* terhadap nilai MRR pada material *stainless steel*.

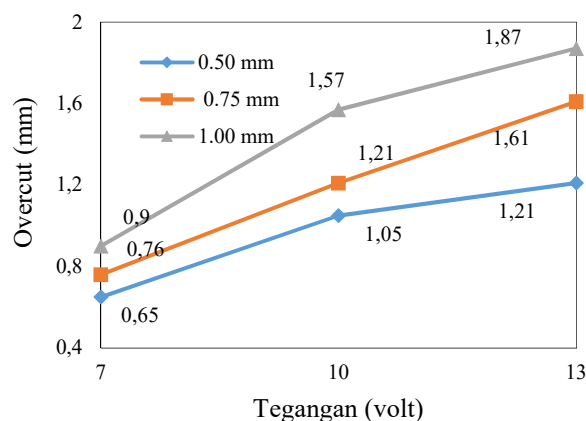
Hasil pemesinan menunjukkan bahwa sisi bagian atas (gambar 5(a)) lebih sedikit terkikis dibandingkan dengan sisi bagian bawah. Di bagian yang tertutup masking menunjukkan ukuran yang lebih mendekati 3 mm dibandingkan yang sisi bawah (tidak di masking). Arus listrik terhalang oleh adanya masking. Bekas aliran elektrolit tampak nyata pada sisi tidak tertutup masking (gambar 5 bawah) Foto makro hasil proses pemesinan pada *gap* 1 mm dengan berbagai tegangan dapat dilihat pada gambar 5.

Pengujian *overcut* dilakukan untuk mengetahui perbedaan diameter hasil pemesinan dengan diameter tool pada permukaan benda kerja baik bagian

depan dan bagian belakang. Dari gambar 5 maka pengukuran *overcut* dilakukan pada bagian bawah.



Gambar 5. Foto makro *overcut stainless steel 316* dengan *gap* 1 mm dan waktu pemesinan 371 detik, bagian depan (gambar atas), bagian belakang (gambar bawah)

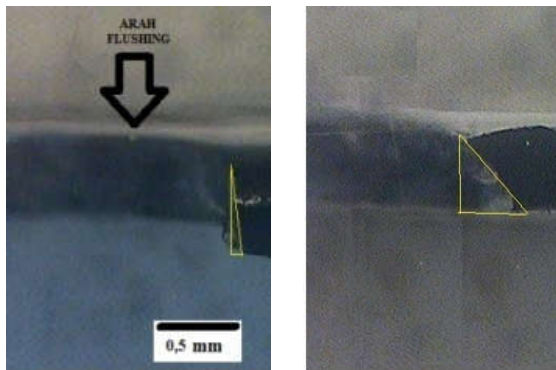


Gambar 6. Pengaruh variasi tegangan dan *gap* terhadap *overcut* pada material *stainless steel 316*

Hasil pengukuran *overcut* menunjukkan hubungan yang positif dengan nilai dari MRR, dimana semakin besar *gap* dan tegangan pemesinan maka semakin besar *overcut* yang dihasilkan. Hasil ini menunjukkan bahwa pemesinan ini belum presisi dimana *overcut* terkecil pada proses pemesinan ini diperoleh pada parameter *gap* 0,5 mm dan tegangan 7 sebesar 0,65 mm atau 21.67%.

Setelah melakukan perhitungan *overcut* kemudian dilakukan juga pengamatan ketirusan hasil pemesinan dengan menggunakan foro makro. Ketirusan juga mempunyai korelasi positif terhadap *overcut*, yang berarti bahwa nilai *overcut* yang lebih besar akan menghasilkan nilai ketirusan yang lebih besar juga [7]. Gambar 7 merupakan hasil foto makro material yang telah diolah menggunakan *image-j* yang menunjukkan fenomena tersebut.

Jika dilihat arah ketirusan seperti gambar di atas, benda kerja sisi belakang lebih besar dibandingkan sisi depan. Hal ini terjadi karena benda kerja yang terisolasi hanya di sisi depan, sehingga arus yang keluar dari *tool* mengenai benda kerja sisi belakang lebih banyak, yang mengakibatkan diameter benda kerja sisi belakang lebih besar.



**Gambar 7.** Hasil ketirusan pemesinan ECM material *stainless steel 316* dengan *gap* 0,5 mm dan 1 waktu pemesinan 371 detik

### Kesimpulan

Hasil penelitian pemesinan ECM untuk benda kerja *stainless steel 316* menggunakan *tool* elektroda kuningan tidak terisolasi didapat kesimpulan bahwa pada rentang *gap* 0,5 , 0.75 dan 1 mm dan tegangan 7, 10 dan 13 volt menunjukkan bahwa semakin besar *gap* dan tegangan maka semakin besar nilai MRR dan overcut dari pemesinan, dengan nilai kepresisian yang masih rendah dimana nilai overcut terendah sebesar 21,67 %. Masih perlu dilakukan optimasi parameter pemesinan untuk mendapatkan hasil pemesinan yang lebih presisi.

### Referensi

- [1] Lu, K., Tian, Z. and Geldmeier, J.A., 2011. Polishing effect on anodic titania nanotube formation. *Electrochimica Acta* **56** (17), 6014-6020.
- [2] Prihandana, G.S, et al., 2013. Electropolishing of microchannels and its application to dialysis system, *Procedia CIRP* **5** (Supplement C), 164-168.
- [3] Suhardjonon, 2014. Studi eksperimental variasi konsentrasi elektrolit kcl pada overcut dan ketirusan hasil drilling proses ECM, Simposium Nasional RAPI XIII, FT-Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- [4] Baroroh, D.K., 2014. Optimization of electrochemical machining process on making multi-layered microfilter, ICETIA, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [5] Nugroho, A.W., Nurahman, M.B. and Septiaji, P., 2016. Overcut and material removal rate on electrochemical machining of aluminum and stainless steel using isolated brass electrode, Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering (ICIMECE), International Conference of IEEE.

- [6] Nugroho, A.W. dkk., 2016. 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, Simposium Nasional Teknologi Terapan IV.
- [7] Sudiarso, A., Ramdhani, N.L.F. and Mahardika, M., 2013. Overcut on electrochemical machining of brass, stainless steel, and aluminium using brass electrodes, *International Journal of Mining, Metallurgy & Mechanical Engineering (IJMMME)* **1**, 10-13.
- [8] Nugroho, A.W. dkk., 2016. Perancangan, pembuatan dan pengujian pendahuluan electrochemical machining skala laboratorium. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XV, Bandung.