



# SNTTM XV

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin 2016

# BUKU PROCEEDING

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN KE-15

Institut Teknologi Bandung  
5-6 Oktober 2016

DISELenggarakan OLEH



BADAN KERJASAMA TEKNIK MESIN (BKS-TM)  
INDONESIA



FAKULTAS TEKNIK MESIN DAN DIRGANTARA  
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas karunia-Nya Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XV dapat diterbitkan. SNTTM XV dengan tema “Harmonisasi strategi pemerintah, industri, dan perguruan tinggi menghadapi persaingan masyarakat ekonomi ASEAN (MEA)” diselenggarakan di Aula Barat dan Timur Institut Teknologi Bandung pada 5-6 Oktober 2016, dengan penyelenggara Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung.

SNTTM XV yang merupakan perhelatan tahunan terbesar Badan Kerjasama Seluruh Teknik Mesin (BKSTM) telah memberikan nuansa baru, karena untuk pertama kalinya, sesi poster diperkenalkan. Sesi poster ini sendiri diadakan dengan maksud memberikan waktu yang lebih panjang bagi pemakalah untuk berdiskusi lebih mendalam dengan peserta lainnya. Dalam penyelenggaraan kali ini, seluruh poster dipresentasikan dan dilombakan, dimana kemudian terpilih poster terbaik dan presenter poster terbaik. Diharapkan konsep poster ini dapat diteruskan pada SNTTM di masa mendatang.

Penyelenggaraan kali ini telah berhasil menjaring 218 karya ilmiah yang berasal dari 64 institusi. Keseluruhan karya ilmiah yang terjaring, dapat dikomposisikan menurut bidang sebagai berikut: 38,5% konversi energi; 2% pendidikan teknik mesin, 10% teknik produksi mesin; 16,5% material; dan 33% perancangan dan mekanika terapan. Perlu diketahui bahwa setiap makalah yang terjaring telah melalui proses *review* yang cukup ketat guna meningkatkan kualitas prosiding SNTTM XV, sekaligus sebagai wadah pembelajaran mengenai pembuatan makalah dan proses *review* makalah yang baik. Beberapa karya ilmiah terpilih juga ditawarkan untuk diterbitkan dalam Jurnal Mesin, hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan level karya ilmiah teknik mesin ke tingkat yang lebih tinggi.

Salam hangat,

Satrio Wicaksono, S.T., M.Eng., PhD.  
Ketua Panitia Pelaksana

## PROFIL PEMBICARA UTAMA

Pada rangkaian acara SNTTM XV akan diselenggarakan Sesi Pembicara Utama, Hari Rabu 5 Oktober 2016, pukul 09:00-12:00 WIB. Acara tersebut akan diselenggarakan di Aula Barat kampus Institut Teknologi Bandung. Tiga pembicara yang akan hadir dalam Sesi Pembicara Utama SNTTM XV mewakili bidang Pendidikan, Pemerintahan, dan Industri adalah



### **Prof. Dr. Djoko Suharto**

Guru Besar Teknik Mesin Institut Teknologi Bandung

Prof. Dr. Ir. Djoko Suharto adalah sosok yang familiar di dunia pendidikan Teknik Mesin di Indonesia. Profesor Teknik Mesin di bidang *Fracture Mechanics* lulusan Pennsylvania State University di Amerika Serikat ini, merupakan Guru Besar di Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara (FTMD) ITB.

### **Ir. I Gusti Putu Suryawirawan**

Direktur Jenderal Industri Logam, Mesin, Alat Transportasi, dan Elektronika, Kementerian Perindustrian RI



Ir. I Gusti Putu Suryawirawan, adalah tokoh yang tidak asing lagi di Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. Di Kemenperin, pria asli Surabaya ini pernah menjabat sebagai Direktur Industri Teknologi Informasi dan Elektronika (2001-2004), Direktur Industri Logam (2005-2010), Direktur Industri Material Dasar Logam (2010-2011), serta Direktur Pengembangan Fasilitas Industri Wilayah I (2011-2015). Atas prestasi dan pengabdianya, beliau pernah meraih penghargaan Satyalanana Karya Satya pada Tahun 1998. Saat ini beliau merupakan Direktur Jenderal Industri Logam, Mesin, Alat Transportasi, dan Elektronika Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

### **Ir. Primo H. Wirasto, M.Eng**

Direktur Operasi PT KSB Indonesia



Ir. Primo H. Wirasto, M.Eng, merupakan insinyur lulusan Jerman yang memiliki segudang pengalaman di dunia industri. Ilmu produksi dan kontrol yang diperolehnya selama di Technische Universität Berlin membuatnya menjadi ahli dalam bidang manajemen produksi dan industri. Beliau pernah bekerja untuk Siemens Indonesia dan menjadi peneliti di Siemens AG – Fraunhofer Institute di Jerman dalam bidang otomasi selama 10 tahun. Sejak Tahun 2005, Ia bergabung dengan PT KSB Indonesia dan menjadi Direktur Operasi PT KSB Indonesia

## PANITIA

- A. Penanggung Jawab : Dr. Hari Muhammad, Dekan Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
- B. Panitia Pengarah : 1. Prof. Dr. Zainal Abidin  
2. Dr. Ignatius Pulung Nurprasetio  
3. Dr. Nathanael Panagung Tandian  
4. Rachman Setiawan, Ph.D
- C. Panitia Pelaksana
- I. Ketua Panitia : Dr. Satrio Wicaksono
- II. Promosi, Acara, dan Kesekretariatan : Dr. Indria Herman
1. Lomba dan Desain : Budi Heryadi, ST., MT.  
: Balthasar Sebastian Lumbautobing, ST  
: Yos Yousef Rabung, ST  
: Feryadi Buli, ST
2. Konsumsi dan Logistik : Kurnia Fajar, ST
3. Publikasi dan Dokumentasi : Arif Sugiharto, ST
4. Sekretaris dan Perizinan : Adrian Rizqi Irhamna, ST., MT.
- III. Proposal, Call for Paper, e-journal, dan e-seminar : Dr. M. Agus Kariem
1. E-Journal dan e-seminar : Dr. Sri Raharno  
: Dr. Eng. Bentang Arief Budiman  
: Ilham Arnif, ST.  
: Sofian Kurniawan, ST.  
: Ignatius Julian Rinaldi, ST.  
: Rizky Ilhamsyah, ST., MT.
2. Koordinator Reviewer : Dr. Arief Hariyanto
3. Koordinator Proceeding : Dr. Eng. Pandji Prawisudha
- IV. Bendahara, Dana, dan Sponsorship : Abdul Hakim, ST., MSc.  
Sponsorship : Gea Fardias Mu'min, ST., MT.
- V. Tim Pendukung : Suci Ambarwati, S.Sos.  
: Sutomo, S.Sos.  
: Yanti Nurhayanti, S.Sos  
: Kirna Rusmana  
: Wowo Warsono, A.Md  
: Wikky Arizal, A.Md  
: Adita Laila Salam  
: Dinah Yuliana  
: Jupri  
: Riki Didin Hidayat

## **TOPIK MAKALAH**

1. Konversi Energi (**KE**)
2. Material (**MT**)
3. Pendidikan Teknik Mesin (**PD**)
4. Perancangan dan Mekanika Terapan (**PM**)
5. Teknik Produksi (**TP**)

## 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 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.

Setelah sebelumnya berhasil diadakan sebanyak empat belas pertemuan, SNTTM yang ke-XV akan diadakan di Institut Teknologi Bandung pada tanggal 5-7 Oktober 2016.

## TENTANG BANDUNG



**Bandung** merupakan kota metropolitan terbesar di Provinsi Jawa Barat, sekaligus menjadi ibu kota provinsi tersebut. Kota ini terletak 140 km sebelah tenggara Jakarta dan merupakan kota terbesar ketiga di Indonesia setelah Jakarta dan Surabaya menurut jumlah penduduk.

Di kota ini tercatat berbagai sejarah penting, diantaranya sebagai tempat berdirinya sebuah perguruan tinggi teknik pertama di Indonesia (Technische Hoogeschool te Bandoeng – TH Bandung, sekarang Institut Teknologi Bandung – ITB), lokasi ajang pertempuran pada masa kemerdekaan, serta pernah menjadi tempat berlangsungnya Konferensi Asia Afrika (KAA) pada tahun 1955. KAA merupakan suatu pertemuan yang menyuarakan semangat anti kolonialisme, bahkan Perdana Menteri India Jawaharlal Nehru dalam pidatonya mengatakan bahwa Bandung adalah ibu kotanya Asia Afrika. Selain itu pada tahun 1990 kota Bandung terpilih sebagai salah satu kota paling aman di dunia berdasarkan survei majalah Time.

Kota kembang merupakan sebutan lain untuk kota ini karena pada zaman dahulu kota ini dinilai sangat cantik dengan banyak pohon dan bunga yang tumbuh di sana. Selain itu Bandung dulu disebut juga dengan Parijs van Java karena keindahannya. Selain itu kota Bandung juga dikenal sebagai kota belanja, dengan *mall* dan *factory outlet* yang banyak tersebar di kota ini, dan saat ini berangsur-angsur kota Bandung juga menjadi kota wisata kuliner. Pada tahun 2007, *British Council* menjadikan kota Bandung sebagai pilot project kota terkreatif se-Asia Timur. Saat ini kota Bandung merupakan salah satu kota tujuan utama pariwisata dan pendidikan.

## DAFTAR ISI

### KONVERSI ENERGI

KE-001	<b>PENGARUH BROWN GAS (HHO) YANG MENGGUNAKAN KATALIS STAINLESS DALAM GENERATOR GAS TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR</b> <i>Wawan Trisnadi Putra, Muh Malyadi</i>	1
KE-002	<b>ANALISA JARAK ANTARA DUA SELINDER BERPENAMPANG ELLIP TERHADAP TEKANAN ALIRAN UDARA PADA DINDINGNYA</b> <i>Dewi Puspitasari, Kaprawi S.</i>	9
KE-003	<b>THERMAL EFFICIENCY IMPROVEMENT TO AN EXISTING 420 MW REHEAT-REGENERATIVE SUB-CRITICAL RANKINE CYCLE BY REARRANGEMENT AND ADDITION OF FEEDWATER HEATER SYSTEM</b> <i>I. 'Aliman*, S. Samnang, T. Hardianto, and H. Riyanto</i>	14
KE-004	<b>STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PEMBUANGAN PANAS KONDENSOR TERHADAP UNJUK KERJA MESIN REFRIGERASI YANG MENGGUNAKAN KOMPRESSOR HERMETIK</b> <i>Budi Santoso *, Budi Kristiawan, dan Fadil Rizkiyanda</i>	22
KE-005	<b>ANALISIS KOMPUTASI PENGARUH GEOMETRI MUKA DAN KONTROL AKTIF HISAPAN TERHADAP KOEFISIEN HAMBATAN PADA REVERSED AHMED MODEL</b> <i>Rustan Tarakka*, A. Syamsul Arifin P. dan Yunus Fa Bate</i>	30
KE-007	<b>SIMULASI PEMBAKARAN SAMPAH KOTA PADA TUNGKU INSINERATOR MINI TRAVELING GRATE DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS</b> <i>Isnain 'Aliman*, Ari Darmawan Pasek</i>	35
KE-008	<b>RANCANG BANGUN MESIN PENERING HYBRID TIPE KONVEYOR OTOMATIS</b> <i>Yefri Chan, Yendi Esye</i>	43
KE-009	<b>INFLUANCE OF POSITION AND SPACE OF SERPENTINE TUBE IN ENCLOSURE TO NATURAL CONVECTION HEAT TRANSFER COEFISIEN</b> <i>I Gusti Ketut Sukadana , I Wayan Nata Septiadi</i>	48
KE-010	<b>PENGARUH VARIASI TEKANAN TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBENTUKAN GAS HIDRAT PROPANA BUTANA</b> <i>Widya Wijayanti</i>	54
KE-011	<b>UNJUK KERJA AC MOBIL DENGAN REFRIGERAN LPG-CO2 PADA BERBAGAI VARIASI KANDUNGAN CO2 DAN BEBAN PENDINGINAN</b> <i>Mega Nur Sasongko*, Andi Pramana, Arif Mukhlisin</i>	61
KE-012	<b>ANALISA TERMAL PADA RUANG TRANSMISI DENGAN PERBANDINGAN SUHU HASIL EKSPERIMEN DAN SIMULASI</b> <i>M. Sabri, Surya , dan Nixon Randy</i>	65



KE-013	<b>ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) DAN OPTIMALISASI UNTUK REDESAIN PROSES AKHIR PENDINGINAN KOPRA DI USAHA KOPERASI BERSAMA KOPRA PUTIH SONIA KABUPATEN PRINGSEWU</b> <i>A. Yudi Eka Risano, A. Su'udi, dan Eko Nurdianto</i>	73
KE-014	<b>DRAG REDUCTION PADA PIPA PERSEGI DENGAN PENAMBAHAN LAPISAN AGAR</b> <i>Yanuar*, Kurniawan T. Waskito, Reski Septiana, dan Wildan M. Nurikhwan</i>	83
KE-015	<b>PEMODELAN DAN EKSPERIMENTAL PERILAKU PEMBAKARAN CO-FIRING CANGKANG KELAPA SAWIT DAN BATUBARA PERINGKAT RENDAH DI DALAM REAKTOR DROP TUBE FURNACE (DTF)</b> <i>Dwika Budianto*, Cahyadi, Muhammad Aziz</i>	89
KE-016	<b>KENERJA KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL DENGAN MODEL SUDU BENGKOT 900 UNTUK VARIASI JUMLAH SUDU (2, 3, DAN 4 SUDU)</b> <i>Luther Sule</i>	96
KE-017	<b>PENGARUH KETINGGIAN PERMUKAAN BAHAN BAKAR DI DALAM MANGKOK KARBURATOR PADA UNJUK KERJA MOTOR BENSIN (EFFECT OF THE FUEL LEVEL IN CARBURATOR FUEL BOWL ON GASOLINE ENGINE PERFORMANCE)</b> <i>Janu Pardadi</i>	105
KE-018	<b>STUDI PERFORMA SISTEM PENDINGIN KOMPRESI UAP DENGAN R22/R404A/R134A DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE EES</b> <i>Ekadewi A. Handoyo *, Amelia, Suwandi Sugondo, Yusak Tanoto</i>	112
KE-019	<b>ANALISA KINERJA PENDINGIN IKAN TENAGA KOMBINASI SURYA-LPG-BIOMASSA</b> <i>Ahmad Syuhada dan Zahrul Fuadi*</i>	120
KE-020	<b>ANALISA BEBAN PENDINGIN TERHADAP UNJUK KERJA WATER CHILLER PADA MESIN PLASTIC INJECTION</b> <i>Rohmat Setiawan dan Sasi Kirono</i>	124
KE-021	<b>KAJI NUMERIK DISTRIBUSI PERPINDAHAN PANAS KONDUKSI 2-D PADA KEPINGAN PELAT BAJA</b> <i>Nur Rahmah Anwar, Zuryati Djafar, Syukri Himran</i>	132
KE-022	<b>ANALISIS EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK JET FLAME MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BIOETANOL 90 DAN 96% PADA TUNGKU PEMBAKARAN</b> <i>I Made Kartika Dhiputra, Johni Jonatan Numberi dan Arifia Ekayuliana*</i>	140
KE-023	<b>KARAKTERISTIK SYNGAS BERBAHAN UMPAN KOTORAN KUDA DENGAN VARIASI LAJU ALIRAN OKSIGEN SEBAGAI AGENT GAS PADA PROSES GASIFIKASI TIPE UPDRAFT</b> <i>Rudy Sutanto, Nurchayati, Pandri Pandiatmi, Arif Mulyanto</i>	149
KE-024	<b>VISUALISASI ALIRAN UDARA MELALUI VORTEX GENERATOR JENIS CONCAVE DELTA WINGLET DI DALAM SALURAN</b> <i>Syaiful*, Arief Rachman dan Bambang Yunianto</i>	153

KE-025	<b>SEBUAH MODEL NUMERIK ARUS LAUT DI SELAT BANGKA SULAWESI UTARA DAN ANALISIS POTENSI ENERGI KINETIK UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT</b> <i>Parabelem Tinno Dolf Rompas*, Heindrich Taunaumang, dan Ferry Jhony Sangari</i>	161
KE-027	<b>RANCANG BANGUN MEKANISME FUEL MIXER BIOETHANOL HIDROUS PADA MOTOR BERBAHAN BAKAR LOW GRADE BIO-ETHANOL</b> <i>Bambang Sugiarto, Setia Abikusna * dan Arul Panji</i>	169
KE-028	<b>STUDI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET LIMBAH PADAT INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI TEKANAN PEMBRIKETAN MENGGUNAKAN METODE THERMOGRAVIMETI ANALYSIS (TGA)</b> <i>Novi Caroko *, Wahyudi, Sudarja, dan Abdillah Irwan</i>	174
KE-030	<b>DESIGN AND NUMERICAL SIMULATION OF PERFORMANCE OF HORIZONTAL AXIS TIDAL TURBINE WITH FLOW VELOCITY OF 1.3 M/S</b> <i>Muh Alif Ahsanul Islam*, Arianto Santoso</i>	179
KE-031	<b>PEMBENTUKAN API CELLULAR PADA PEMBAKARAN PREMIXED MINYAK KELAPA</b> <i>I Ketut Gede Wirawan*, Ainul Ghurri, I Gede Putu Agus Suryawan</i>	184
KE-032	<b>APLIKASI ARGON PLASMA JET UNTUK DEKOMPOSISI METHANE HYDRATE DENGAN IRADIASI RADIO FREQUENCY PLASMA</b> <i>Ismail Rahim*, Shinfuku Nomura</i>	188
KE-033	<b>PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN PENGUJIAN COMPACT HEAT EXCHANGER PADA ALAT PENDING KOPPI</b> <i>Ahmad Yonanda*, Yulian Nugraha dan Amrizal</i>	191
KE-034	<b>OPTIMUM PERFORMANCE BASED ON SPECIFIC FUEL CONSUMPTION OF THE INTERCOOLED - REHEAT GAS TURBINE COMBINED CYCLE</b> <i>Ng.T.G. Tri, M.H. Nugraha, T. Hardianto, H. Riyanto</i>	200
KE-035	<b>OPTIMIZATION OF REHEAT-REGENERATIVE SUPER CRITICAL RANKINE CYCLE PERFORMANCE THROUGH THE APPLICATION OF EXERGY ANALYSIS AND PINCH TECHNIQUE</b> <i>M.A. Mahardika, S. Sophak, T. Hardianto, H. Riyanto</i>	210
KE-036	<b>STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PERUBAHAN BENTUK INTAKE MANIFOLD TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR JUPITER Z 110 CC</b> <i>Khairul Muhajir</i>	217
KE-037	<b>KARAKTERISTIK ALIRAN TURBULEN MELALUI PIPA SPIRAL DENGAN PENAMBAHAN PARTIKEL TIO<sub>2</sub></b> <i>Sealtial Mau*, Rifqi Hanif, Okky A. Putra, Kurniawan T, Yanuar</i>	227
KE-038	<b>PENAMBAHAN METANOL PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI MINYAK BIJI KARET (HAVEA BRASILIENSIS) PADA BIODIESEL DENGAN GELOMBANG MIKRO</b> <i>Purnami*, Nurkholis Hamidi, Slamet Wahyudi</i>	234

KE-039	<b>BACK-CONTACT DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS MENGGUNAKAN TITANIUM SHEET DENGAN LUBANG MICRO SEBAGAI ELEKTRODA KERJA</b> <i>Azwar Hayat* , Mukhtar Rahman , Shyam S. Pandey dan Shuzi Hayase</i>	239
KE-040	<b>EFISIENSI ENERGI RUANG BERSIH GEDUNG BETALAKTAM PABRIK FARMASI</b> <i>Rizky Indriani, C. Rangkuti</i>	245
KE-041	<b>DESAIN DAN PEMODELAN SUDU PRIMARY AIR FAN UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU)</b> <i>Indra Djodikusumo* , I Nengah Diasta, Iwan Sanjaya Awaludin, Fachri Koeshardono dan Aditya Iriawan Handoko</i>	252
KE-042	<b>SIMULASI SECARA TERMODINAMIKA GASIFIKASI LIMBAH DAUN PADA DOWNDRAFT GASIFIER MENGGUNAKAN MODEL KONSTANTA KESETIMBANGAN : PENGARUH EQUIVALENT RATIO</b> <i>Fajri Vidian* , Yossi Adi Sahputra</i>	258
KE-043	<b>BOILING PHENOMENA AND BUBBLE DYNAMICS FROM POROUS GRAPHITE FOAMS</b> <i>Indro Pranoto</i>	265
KE-044	<b>ANALISA TAHANAN TOTAL KAPAL PENTAMARAN DENGAN VARIASI MELINTANG DAN KONFIGURASI ASYMMETRIC SIDEHULL</b> <i>Ibadurrahman * , Salimmusa Karim dan Yanuar</i>	272
KE-045	<b>EFEK DIAMETER PARTIKEL DAN SUDUT PELEKATAN PARTIKEL PADA EFISIENSI STABILITAS AGREGAT DALAM FLOTASI MINERAL</b> <i>Warjito * , Harinaldi, Manus Setyantono</i>	278
KE-046	<b>PENGARUH DEPTH RATIO V-CUT TWISTED TAPE INSERT TERHADAP KARAKTERISTIK PERPINDAHAN PANAS DAN FAKTOR GESEKAN PADA PENUKAR KALOR PIPA KONSENTRIK</b> <i>Indri Yaningsih * , Agung Tri Wijayanta</i>	286
KE-047	<b>SIMULASI PENGARUH SUDUT INJEKSI DAN BENTUK KEPALA PISTON TERHADAP PEMBAKARAN MESIN DIESEL DENGAN OPENFOAM</b> <i>Tri Agung Rohmat, Gunawan Aneva</i>	295
KE-048	<b>KAJIAN TURBIN AIR PIKO HIDRO DAERAH TERPENCIL DI INDONESIA</b> <i>Budiarso* , Warjito, Dendy Adanta</i>	301
KE-049	<b>ANALISIS PENGARUH MEDAN MAGNET TOROID TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA API (FLAME) DENGAN BAHAN BAKAR BUTAN</b> <i>I Made Kartika Dhiputra dan Nely Toding Bunga</i>	308
KE-050	<b>KINERJA TERMAL DAN POLA ALIRAN OSCILLATING HEAT PIPE DENGAN FLUIDA KERJA ETHANOL</b> <i>Nandy Putra* , Adi Winarta dan Fadli Bakhtiar Aji</i>	315

KE-051	<b>STUDI RASIO DIAMETER KATUP LIMBAH DAN BADAN POMPA DALAM PENINGKATAN UNJUK KERJA POMPA HYDRAM</b> <i>Made Suarda * ,I Gusti Ketut Sukadana danAnak Agung Adhi Suryawan</i>	324
KE-052	<b>POTENSI PENGHANTARAN VAKSIN DNA DENGAN GENE GUN UNTUK MENINGKATKAN IMUNITAS TERHADAP INFEKSI PATOGEN</b> <i>Danardono Sumarsono* , Fera Ibrahim, Gema Puspa Sari, Satria Putra Santoso</i>	329
KE-053	<b>STUDI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI MODUL PHOTOVOLTAIK DENGAN PENDINGINAN AIR</b> <i>Jalaluddin* , Syukri Himran , Syahrir Arief dan Abdul Khalik</i>	335
KE-054	<b>DRY FLUE GAS DESULFURIZATION FOR POWER GENERATION</b> <i>Muhammad Arif Susetyo* , Dr. Ir Toto Hardianto</i>	340
KE-055	<b>STUDI EKSPERIMENTAL PERPINDAHAN PANAS HEAT PIPE BERFLUIDA KERJA R134A PADA KONDISI TRANSIEN DAN STEADY</b> <i>Thoharudin * , Novi Caroko , Mirza Yusuf , Suyitno dan Zainal Arifin</i>	348
KE-056	<b>PERANCANGAN REAKTOR GASIFIKASI DOWNDRAFT DAN CYCLONE SEPARATOR PILOT PLANT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA KAPASITAS 100 KW</b> <i>Muhammad Ridwan, Indradjaja, Faqih Azizuddin dan Stefan Arichta</i>	354
KE-057	<b>KESTABILAN PEMBAKARAN DALAM MESO-SCALE COMBUSTOR DENGAN VARIASI FLAME HOLDER</b> <i>Lilis Yuliati</i>	360
KE-058	<b>KAJIAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD) PADA BAMBOO-FUELED STIRLING ENGINE COGENERATION</b> <i>Ridwan Abdurrahman * , Ari D. Pasek dan Willy Adriansyah</i>	366
KE-059	<b>PRODUKSI BIOETANOL MENGGUNAKAN KOLEKTOR SURYA PLAT DATAR</b> <i>Gerard Antonini Duma* , Andi Erwin Eka Putra, Wahyu H. Piarah, Asdar</i>	371
KE-060	<b>KAJIAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD) PADA HALLOW CONE VALVE (HCV)</b> <i>Ridwan Abdurrahman * , Ari D. Pasek dan Hernawan Mahfudz</i>	378
KE-061	<b>PENGARUH PENAMBAHAN PELAT TERHADAP PRODUKSI BROWN'S GAS PADA GENERATOR HHO TIPE DRY CELL</b> <i>Haslinda Kusumaningsih * , Nurkholis Hamidi dan Yogi Eko Prayitno</i>	383
KE-062	<b>STUDI EKSPERIMENTAL PENDINGIN PASIF LAMPU LIGHT EMITTING DIODE MENGGUNAKAN HEATSINK KONVENSIIONAL</b> <i>Nurrohman* , Gatot Eka Pramono</i>	389

KE-063	<b>PENGARUH KETEBALAN PELAT ELEKTRODA TERHADAP PRODUKTIVITAS BROWN<sup>™</sup>S GAS</b> <i>Denny Widhiyanuriyawan, Haslinda Kusumaningsih, Tria Puspa Sari</i>	396
KE-064	<b>THERMAL AND PHYSICAL EXERGY EFFICIENCY ON 2 UNITS 7 MW BOILER AT PLTU TANJUNG BALAI KARIMUN KEPULAUAN RIAU</b> <i>Anggananda Berlian Raja Maruahal * dan Cokorda Prapti Mahandari</i>	401
KE-065	<b>KARAKTERISTIK KECEPATAN DAN INTENSITAS TURBULENSI ALIRAN FLUIDA DIDALAM CLOSED CIRCUIT LOW-SPEED WIND TUNNEL</b> <i>Sutardi * , Romi D K N, Fahmi F H, Abel B A, dan Anastia E P.</i>	411
KE-066	<b>PENGARUH LAJU ALIRAN UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN MEMBARA DENGAN ARAH ALIRAN SEARAH (FORWARD) PADA MATERIAL SELULOSA</b> <i>Fadhilah Fitriani, Sherly Veronica, Ratu Hadianti Putri, Mohamad Lutfi Ramadhan, Muhammad Riki, Samuel Reynaldo, Yulianto Sulisty Nugroho</i>	416
KE-067	<b>ANALISA CFD PERSEBARAN GAS BUANG DAN PARTIKULAT DARI CEROBONG ASAP PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP</b> <i>MSK Tony Suryo Utomo * dan Eflita Yohana</i>	427
KE-068	<b>STATE OF THE ART TEKNOLOGI HIDROTERMAL UNTUK PENGOLAHAN SAMPAH KOTA MENJADI BAHAN BAKAR PADAT</b> <i>Budi Triyono*, Muhammad Hanif Gusman, David Hutapea, Pandji Prawisudha dan Ari Darmawan Pasek</i>	433
KE-069	<b>OPTIMASI DESAIN PISTON PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT SISTEM PNEUMATIK UNTUK OUTPUT DAYA LISTRIK</b> <i>A. Indriani * , H. Jonianto, dan Hendra</i>	446
KE-071	<b>PEMODELAN DAN ANALISIS PERPINDAHAN KALOR PADA MICROCHANNEL HEAT EXCHANGER TIPE EVAPORATOR</b> <i>Ardiyansyah Yatim*, Anugrah Reva</i>	452
KE-072	<b>PENGARUH KECEPATAN UDARA MASUK DAN DIAMETER PARTIKEL PADA FLUIDIZED BED MENGGUNAKAN METODE CFD</b> <i>Ricky Sanjaya, Rosyida Permatasari, Christina Eni</i>	458
KE-073	<b>KONDISI BUSI SEPEDA MOTOR EMPAT LANGKAH MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR DENGAN ANGKA OKTAN LEBIH RENDAH DARI LEBIH RENDAH DARI YANG DIREKOMENDASIKAN</b> <i>Ainul Ghurri* , Ketut Astawa dan Ketut Budiarta</i>	462
KE-074	<b>PENGARUH PARAMETER INPUT TERHADAP PRODUK PIROLISIS CANGKANG KEMIRI DENGAN SISTEM VAKUM</b> <i>Abdul Rahman * , Fauzan dan Eddy Kurniawan</i>	468
KE-076	<b>PENGARUH TEMPERATUR AIR DAN DEBIT AIR TERHADAP KARAKTERISTIK PENDINGINAN EVAPORATIF</b> <i>I GNP Tenaya*, I Putu Lokantara dan I Gede Purwata</i>	473

KE-077	<b>GASIFIKASI SIRKULASI FLUIDIZED BED BERBAHAN BAKAR BATUBARA DAN LIMBAH BAMBU</b> <i>I Nyoman Suprpta Winaya *, Putu Hendra Yuliarthana , Rukmi Sari Hartati , Ida Bagus Alit Swamardika</i>	483
KE-078	<b>HAMBATAN TERMAL PIPA KALOR BERTINGKAT DENGAN FLUIDA KERJA HYBRID NANOFUID AL2O3-CUO-AIR</b> <i>Wayan Nata Septiadi *, I Gusti Ketut Sukadana, I Ketut Astawa, Cahyo Sudarmo, I Nyoman Swar Raditya M</i>	490
KE-079	<b>ANALISIS HUKUM KEDUA TERMODINAMIKA PADA KONDENSOR TABUNG BERSIRIP PELAT HERRINGBONE</b> <i>Matheus M. Dwinanto* , Suhanan dan Prajitno</i>	498
KE-080	<b>PREDICTION OF BOIL-OFF LNG IN CRYOGENIC STORAGE TANK BY NUMERICAL MODELING</b> <i>Tajuddin Maksum, Prof. Dr. Ari Darmawan Pasek</i>	505
KE-081	<b>PENGARUH WAKTU PENYIMPANAN PADA PROSES PEMBRIKETAN BINDERLESS BATUBARA PERINGKAT RENDAH INDONESIA</b> <i>Adrian R. Irhamna, Pandji Prawisudha, Toto Hardianto</i>	509
KE-082	<b>PENGARUH DROP TEKANAN SALURAN BUANG TERHADAP KINERJA MESIN TATA UDARA</b> <i>Andriyanto Setyawan* , Prasetyo</i>	518
KE-083	<b>KARAKTERISTIK STANDING-WAVE HEAT ENGINE THERMOACOUSTIC BERDASARKAN VARIASI ONSET TEMPERATUR</b> <i>Adi Surjosatyo * , Duago Pijar Wicaksono</i>	524
KE-084	<b>PERBANDINGAN BERBAGAI MODEL TURBULEN DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI CFD ALIRAN FLUIDA PADA NOSEL SUPERSONIK</b> <i>Ahmad Indra Siswantara</i>	532
KE-085	<b>KARAKTERISASI PHASE CHANGE MATERIAL (PCM) LOKAL INDONESIA</b> <i>Muhammad Amin, Nandy Setiadi Djaya Putra</i>	539

## MATERIAL

MT-001	<b>ANALISA KEKUATAN TARIK DAN MIKROSTRUKTUR SERAT KULIT POHON RANDU YANG DIREBUS DENGAN AIR KUNYIT</b> <i>Sri Mulyo Bondan Respati * , Sugirinoto, Helmy Purwanto</i>	546
MT-002	<b>PERBAIKAN TEKANAN CETAK PADA KOMPOSIT LEMPUNG/SILIKA RHA (APLIKASI BATA MERAH KUALITAS SNI)</b> <i>Ade Indra, Edison, Hendri Nofrianto, Maulana Al Hafizt</i>	551

MT-004	<b>OBSERVASI PERMUKAAN PATAH DAN KEKUATAN BAJA KARBON RENDAH SETELAH UJI TARIK PADA VARIASI MEDIA PENDINGIN</b> <i>Nofriady. H *, Ismet Eka. P</i>	557
MT-005	<b>PRODUKSI ZINC NANOPARTICLE MELALUI REDUKSI ALKOHOLIK DENGAN METODE IN-LIQUID PLASMA</b> <i>Novriany Amaliyah *, Shinfuku Nomura</i>	563
MT-006	<b>KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK BOKOMPOSIT BERPENGUAT SERAT RUMPUT LAUT SEBAGAI BAHAN TEKNIK ALTERNATIF YANG RAMAH LINGKUNGAN</b> <i>I Wayan Surata *, Tjokorda Gde Tirta Nindhia , I Ketut Adi Atmika, I Nyoman Wirawan</i>	567
MT-007	<b>PERLAKUAN HOT DIP GALVANIZE BAJA KRUPP 1191 UNTUK BAJA TAHAN KONTAK LINGKUNGAN TERHADAP KEKERASAN DAN KETEBALAN LAPISAN SENG</b> <i>Ketut Suarsana*, Nitya Santhiarsa</i>	573
MT-008	<b>KARAKTERISASI SERAT IJUK DENGAN FOURIER TRANSFORM INFRARED DAN X RAY DIFFRACTION TEST</b> <i>Nitya Santhiarsa, Suarsana, Budiarsa</i>	582
MT-009	<b>PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK PADA PROSES PELAPISAN HARD ANODIZING TERHADAP LAJU KOROSI ALUMINIUM 6063 DENGAN KATODA (PB)</b> <i>Dhimas Satria *, Haryadi, Imron Rosyadi, Erny Listijorini, Rina Lusiani, Yogi Pratama</i>	588
MT-010	<b>KOROSI INFRASTRUKTUR BETON BERTULANG PADA BANGUNAN TERENDAM TSUNAMI</b> <i>Herdi Susanto*, M. Ridha, Syifaul Huzni dan S. Fonna</i>	594
MT-011	<b>ANALISA INTERAKSI BEBAN DINAMIK MOBIL TERHADAP KARAKTER STRUKTUR PERMUKAAN JALAN</b> <i>Muhammad Nuhhudawi Pasaribu</i>	600
MT-012	<b>THE EFFECT OF FIBER VOLUME FRACTION ON THE IMPACT PROPERTIES OF COIR FIBER-REINFORCED EPOXY COMPOSITES</b> <i>Sudarisman, Berli Paripurna Kamiel, and Dwi Atmaja Luhur Sayekti</i>	607
MT-013	<b>KAJI EKSPERIMENTAL PEREDAM GETARAN DAN SUARA PADA MATERIAL BERPORI BERBAHAN DASAR POLYURETHANE</b> <i>Meifal Rusli *, Okky Saputra, dan Mulyadi Bur</i>	614
MT-014	<b>EFEK SUDUT PENEMBAKAN SHOT PEENING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN AUSTENITIC STAINLESS STEEL</b> <i>Rudianto Raharjo*, Teguh Dwi Widodo dan Haslinda Kusumaningsih</i>	618
MT-015	<b>MODIFIKASI SIFAT MEKANIS AUSTENITIC STAINLESS STEEL DENGAN METODE MECHANICAL SURFACE TREATMENT</b> <i>Teguh Dwi Widodo *, Rudianto Raharjo, Bayu Satria Wardhana</i>	622

MT-016	<b>KARAKTERISASI STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN SAMBUNGAN LAS BAJA T91 DAN BAJA 409L PADA SISTEM HRSG</b> <i>Sri Nugroho * , Budi Wahyono</i>	625
MT-017	<b>KOROSI LOGAM PADA ENGINE COOLANT</b> <i>Rusnaldy * , dan Berkah Fajar T.K</i>	633
MT-018	<b>KEKUATAN BENDING DAN KETANGGUHAN IMPAK KOMPOSIT Matrik ALUMINIUM DIPERKUAT DENGAN KERAMIK ZIRCONIA (ZRO2) YANG DIBUAT DENGAN METODE HOT EXTRUSION</b> <i>M.W. Wildan , Subarmono , M. Budi Nur Rahman *</i>	639
MT-019	<b>STUDI PELAPISAN TITANIUM DENGAN HIDROXIAPATIT YANG DIEKSTRAK DARI TULANG SAPI MENGGUNAKAN PROSES “BALL MILLING” DAN SINTERING</b> <i>Jon Affi * , Ryan Restu Aditya dan Gunawarman</i>	646
MT-020	<b>KAJIAN FUEL CELL (SEL BAHAN BAKAR) DARI TINJAUAN MATERIAL DAN DAYA KELUARAN</b> <i>Sulistyo * , Darjat</i>	652
MT-021	<b>PEMANFAATAN ALUMINIUM BEKAS PADA PELAPISAN BAJA SHEET UNTUK PENGENDALIAN KOROSI DENGAN METODA HOT DIPPING</b> <i>Helmy Alian</i>	658
MT-022	<b>KEKERASAN DAN KETAHANAN AUS BAJA KARBON RENDAH SETELAH SURFACE HARDENING</b> <i>Dewa Ngakan Ketut Putra Negara* , I Dewa Made Krisnha Muku</i>	664
MT-023	<b>KETAHANAN AUS LAPISAN NICR PADA BAJA KARBON SEDANG DENGAN METODE PELAPISAN POWDER FLAME SPRAY COATING</b> <i>I Made Widiyarta* , I Made Parwata , I Putu Lokantara , Davin Perangin-Angin dan Nyoman A. Suryawiranata</i>	668
MT-024	<b>MEMBRAN MICROFILTRASI BERBASIS BIO-HIBRID KOMPOSIT SEBAGAI PENGENDALIAN AIR PERMUKAAN</b> <i>I.D.G Ary Subagia * , Cok Istri Putri Kusuma K</i>	672
MT-025	<b>PERBANDINGAN PERLAKUAN SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLIESTER BERPENGUAT SERAT TAPIS KELAPA</b> <i>I Putu Lokantara , NPG Suardana , IGNP Tenaya , Nanda Edy</i>	680
MT-026	<b>PENDEKATAN NUMERIK BERBASIS FINITE ELEMEN MODELING DALAM INVESTIGASI KEKUATAN SAMBUNGAN LAS TITIK (SPOT WELDING) UNTUK MATERIAL TAK SEJENIS (DISSIMILAR)</b> <i>I N Budiarsa * , I N Gde Antara , NPG Suardana , IGN Nitya Santhiarsa</i>	685
MT-027	<b>EFEK LAMA PERENDAMAN LINGKUNGAN AIR LAUT SINTETIK DENGAN VARIASI TEMPERATUR PADA BAJA CARBON TERHADAP LAJU KOROSI</b> <i>Ilyas Renreng * , Syahrir Arief dan Alfian Gandi</i>	692



MT-028	<b>ANALISIS SIFAT FISIK DAN KEKUATAN TARIK LIMBAH SERAT ARECA CATECHU L. SEBAGAI BIOFIBRE PADA KOMPOSIT</b> <i>Cok Istri Putri Kusuma K, Ngakan Putu Gede Suardana dan I Ketut Gede Sugita</i>	698
MT-029	<b>PENGARUH MEDIA PERENDAMAN TERHADAP LAJU KOROSI PERUNGGU (85 CUÂ€“15 SN) DENGAN VARIASI PENAMBAHAN SILIKON (SI)</b> <i>I Ketut Gede Sugita * , Cok Istri Putri Kusuma K, I Gusti Ngurah priambad dan Yoppi Eka Saputra</i>	704
MT-030	<b>SURFACE MECHANICAL PROPERTIES OF EXPANDED AUSTENITE AND ITS CHARACTERS RESULTING FROM LOW TEMPERATURE HYBRID NITRIDING-CARBURIZING TREATMENT ON AISI 316L</b> <i>A. Triwiyanto * , L. Anggraini , M. Ariati , P. Hussain</i>	709
MT-031	<b>PENGARUH TEKANAN PADA PROSES HOT PRESS LIMBAH PLASTIK ALUMINIUM FOIL KEMASAN</b> <i>Heru Sukanto , Triyono</i>	715
MT-033	<b>PEMBUATAN KOMPOSIT SERAT PENDEK SANSEVIERIA/POLIPROPILENA, PENGARUH PERLAKUAN ALKALI SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIK</b> <i>Ikhsan Purnomo*, Mardiyati, Steven, Rangga Pradipta</i>	720
MT-034	<b>APLIKASI LOGAM MAGNESIUM DAN PADUANNYA SEBAGAI MATERIAL BAUT TULANG MAMPU LURUH</b> <i>Irza Sukmana * , Asep Hermanto , Yanuar Burhanuddin</i>	727
MT-035	<b>ANALISA EFEK SUSUNAN JENIS STUCCO TERHADAP KEKUATAN CETAKAN KERAMIK INVESTMENT CASTING</b> <i>Dr. H. Is Prima Nanda, Ferdy Hernanda</i>	733
MT-036	<b>THE EFFECT OF THE DIELECTRIC MATERIAL THICKNESS TO INDUCED VELOCITY IN PLASMA ACTUATOR</b> <i>Harinaldi, Budiarmo*, James Julian, Adhika. S.W, R.F. Karim</i>	741

## **PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**

PD-001	<b>MERANCANG MATA KULIAH DESAIN MAINAN MEKANIKAL EDUKATIF DI PERGURUAN TINGGI</b> <i>Dwi Basuki Wibowo*, Sulardjaka, Gunawan Dwi Haryadi</i>	747
PD-002	<b>A CASE STUDY TOWARDS ISO 9001:2000 ON SMALL AND MEDIUM INDUSTRIES IN NORTH PENINSULAR MALAAYSIA</b> <i>Muhammad Marsudi</i>	758
PD-003	<b>PENDEKATAN BARU DALAM USAHA MENUMBUHKAN SIKAP DAN KETERAMPILAN MAHASISWA DI PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MERCU BUANA</b> <i>Haris Wahyudi, Darwin Sebayang, Nur Indah, Sagir Alva</i>	764

PD-004	<b>PENDEKATAN PELAKSANAAN PEMBELAJARAN BERDASARKAN LUARAN (OUTCOME BASED EDUCATION) DAN WASHINGTON ACCORD</b> <i>Darwin Sebayang, Haris Wahyudi, Nurato</i>	775
--------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PD-005	<b>PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI ; <i>ULTRA-MARATHON</i> MENUJU 17000 US DOLLAR PERKAPITA</b> <i>Djoko Suharto*, Arief Haryanto, Satrio Wicaksono, Bentang Arief Budiman</i>	786
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## **PERANCANGAN DAN MEKANIKA TERAPAN**

PM-002	<b>ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR UNDER FRAME KERETA AKIBAT TABRAKAN</b> <i>Bagus Budiwantoro*, IGN Wiratmaja Puja, Muhammad Agus Kariem dan Henry Rihard Pasaribu</i>	792
--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PM-003	<b>EVALUASI DESAIN TUTUP BEJANA TIPE HEMISPHERICAL BERTEKANAN UDARA DENGAN METODE ELEMEN HINGGA DAN EKSPERIMENTAL</b> <i>Asbar R, Amir Zaki Mubarak, Sabri, Asmanuzar</i>	798
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PM-004	<b>PENGARUH PENGATURAN ALIRAN UDARA TERHADAP REDUKSI KEBISINGAN PADA KIPAS</b> <i>Rachmat Sriwijaya*, Gusti Pryandaru, Teguh Pudji Purwanto</i>	804
--------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PM-005	<b>SINGLE FIBER FRAGMENTATION TEST FOR EVALUATING FIBER-MATRIX INTERFACIAL STRENGTH: TESTING PROCEDURE AND ITS IMPROVEMENTS</b> <i>Bentang Arief Budiman*, Djoko Suharto, Kikuo Kishimoto, Farid Triawan, Kosuke Takahashi, Kazuaki Inaba</i>	809
--------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PM-006	<b>ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR UPPER FRAME KENDARAAN METRO KAPSUL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN</b> <i>Faiz Febrianto dan I Wayan Suweca</i>	817
--------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PM-007	<b>RANCANG BANGUN MESIN PENUMBUK CANGKANG KALAMBUAI</b> <i>Sobar Ihsan</i>	822
--------	-------------------------------------------------------------------------------	-----

PM-008	<b>PENGARUH URUTAN LAS TERHADAP DEFORMASI LAS PADA PENGELASAN CHASSIS MOLINA UGM</b> <i>Subarmono*, Rachmat Sriwijaya, BN Ghupta dan K Yunanto</i>	826
--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PM-009	<b>PENGEMBANGAN PAYUNG PNEUMATIC BERBASIS MIKROKONTROLER.</b> <i>Gusti Rusydi Furqon Syahrillah, ST., MT, , M. Firman ST. MT, Irfan., ST., MT</i>	830
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PM-010	<b>DETEKSI DINI KERUSAKAN TRANSMISI DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS VIBRASI</b> <i>M. Sabri*, Redman Wijaya dan Harris Kristanto</i>	834
--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PM-011	<b>SIMULASI DAN EKSPERIMENTAL PERBEDAAN KEBISINGAN PADA TRANSMISI SEBELUM PERBAIKAN DAN SETELAH PERBAIKAN PADA TAHAP TRANSMISI 3 DAN 4</b> <i>M.Sabri * , Nordick Huywen dan Willy</i>	844
PM-012	<b>PERANCANGAN ALAT ANGKUT TANDAN BUAH SEGAR UKURAN MINI DI KEBUN KELAPA SAWIT</b> <i>Soeharsono * , Tono Sukarnoto , Jamal M Afiff dan M Ihrom Maulana</i>	851
PM-013	<b>PENGARUH PERUBAHAN JARAK AKSIAL DUA ROTOR TERHADAP DAYA MEKANIK YANG DIHASILKAN DALAM COUNTER ROTATING WIND TURBINE (CRWT)</b> <i>Hermawan dan M. A. Bramantya</i>	859
PM-014	<b>STUDI SIFAT FISIK DAN TRIBOLOGI DARI MINYAK KELAPA DAN MINYAK SAWIT SEBAGAI ZAT ADITIF</b> <i>Dedison Gasni* ,Ismet Hari Mulyadi , Jon Affi dan Muhammad Arif</i>	865
PM-015	<b>VARIASI PISAU POTONG DAN FEEDING PADA MESIN PENCACAH DAN PEMISAH SAMPAH ORGANIK DAN SAMPAH PLASTIK UNTUK MENGHASILKAN SERPIHAN SAMPAH ORGANIK YANG LEBIH KECIL</b> <i>I G.P. Agus Suryawan, I Wayan Widhiada, I Putu Lokantara, A.A. Ngurah Dwi Rendragraha</i>	874
PM-016	<b>PEMODELAN MEKANISME PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT (PLTGL) TIPE PELAMPUNG-PIEZOELECTRIC</b> <i>Yabes David L. , Wiwiek Hendrowati</i>	881
PM-017	<b>PERANCANGAN DASAR SISTEM KESELAMATAN PASIF KERETA PENUMPANG KELAS 1 (KERETA K1)</b> <i>I Gede Sattvika Satya Dharma, I Wayan Suweca, Rachman Setiawan</i>	889
PM-018	<b>ANALISA NUMERIK PEMBERIAN SLIP DAN TEKSTUR UNTUK PENINGKATAN PERFORMANSI PELUMASAN PADA BEARING</b> <i>Mohammad Tauviqirrahman*,Eflita Yohana dan Arif Rachman Hakim</i>	897
PM-019	<b>PERANCANGAN KENDARAAN DARAT TANPA AWAK (UNMANNED GROUND VEHICLE) UNTUK MISI PEMANTAUAN BENCANA</b> <i>Naufal Arif Prasetyo dan Herianto</i>	904
PM-020	<b>EFFECT OF TEMPERATURE ON WEAR OF AMORPHOUS CARBON COATED STAINLESS STEEL LUBRICATED BY PALM METHYL ESTER (PME)</b> <i>Z Fuadi * , M Tadjuddin, Mohd. Iqbal, T Takeno, K Adachi</i>	913
PM-021	<b>DETEKSI KERUSAKAN KOMPRESOR TORAK SATU SILINDER DENGAN SINYAL GETARAN</b> <i>Achmad Widodo * , Satrio Budi Prasajo dan Ismoyo Haryanto</i>	916
PM-022	<b>PENGARUH MEDIA DAN KONDISI AGEING PADA KEKUATAN SAMBUNGAN PEREKAT BAJA-KOMPOSIT FIBERGLASS/POLYESTER</b> <i>Sugiman Sugiman* , Paryanto Dwi Setyawan</i>	923

PM-024	<b>MODIFIKASI METODE MUHLBAUER UNTUK PEMETAAN RISIKO KOROSI SEMI KUANTITATIF PADA PIPA PENYALUR GAS</b> <i>Ekha Panji Suryana *, Bambang Widyanto, Bagus Budiwantoro</i>	928
PM-025	<b>PENGARUH SETTING PARAMETER MESIN INJEKSI TERHADAP MECHANICAL PROPERTIES PRODUK MATERIAL ACRYLONITRIL BUTADIENE STYRENE (ABS) DENGAN MENGGUNAKAN METODE 3K FACTORIAL DESIGNS</b> <i>Eduardus Dimas Arya Sadewa *, Fadhel Muhammad , Elita Pusparini</i>	938
PM-027	<b>IDENTIFIKASI DAFTAR KEBUTUHAN PADA PERANCANGAN PENGGERAK ELETRIK TUAS KOPLING, REM DAN GAS UNTUK PENGEMUDI DENGAN KENDALA KAKI</b> <i>Muhammad Sjahrul Annas, Kuat Rahardjo TS, Zainulsjah, Yusep Mujalis</i>	945
PM-029	<b>SENSITIFITAS KESALAHAN DIMENSI DAN GEOMETRI MEKANISME PARALEL TIGA DERAJAT KEBEBASAN TIPE SPHERICAL DAN PENGARUHNYA TERHADAP COMPENSATABLE ERRORS DAN UNCOMPENSATABLE ERRORS</b> <i>Syafri* , Syamsul Huda, Mulyadi Bur</i>	949
PM-030	<b>ADVANCE ELECTROPORATOR : DESAIN BRACKET ELEKTROPORATOR PENGHANTAR PULSA LISTRIK SEBAGAI PENGHANTAR DNA MELALUI KULIT</b> <i>Danardono Agus Sumarsono, Irfan Mauludin</i>	960
PM-031	<b>PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PENDAHULUAN ELECTROCHEMICAL MACHINE SKALA LABOORATORIUM</b> <i>Aris Widyo Nugroho, E. Sulistiyo, Sudarisman, M. Budi Nur Rahman</i>	964
PM-032	<b>PENINGKATAN EFISIENSI KERJA MESIN HIDROLIK MAIN PRESS DI PT. FCC INDONESIA</b> <i>Jaenal Abidin , Kodir * , Ghany Heryana , Sentot Novianto</i>	971
PM-033	<b>ANALISIS KINEMATIK MEKANISME PARALEL SPHERICAL DENGAN KONFIGURASI RANTAI KINEMATIK REVOLUT-SPHERICAL-REVOLUT (RSR)</b> <i>Syamsul Huda * ,Fauzan Hamdani dan Mulyadi Bur</i>	982
PM-034	<b>PERANCANGAN SISTEM TATA UDARA DAN SIMULASI POLA ALIRAN UDARA DI RUANG OPERASI PADA RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN PROGRAM FLOVENT 8.2</b> <i>Budihardjo, R. Haryo Wibhisono</i>	990
PM-035	<b>PERANCANGAN SISTEM TATA UDARA DAN SIMULASI POLA ALIRAN UDARA DI RUANG ISOLASI DAN IMUNITAS MENURUN PADA RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN PROGRAM FLOVENT 8.2</b> <i>Budihardjo, Hamdani</i>	1001
PM-036	<b>APLIKASI IMAGE VIEWER UNTUK MEMBANTU MENENTUKAN TINGKAT KESUBURAN TANAMAN PADI</b> <i>Munadi* , Yosua Pramono, Norman Iskandar, M. Ariyanto</i>	1011
PM-037	<b>SIMULASI SISTEM KONTROL POSISI MOTOR DC DENGAN UMPAN BALIK KECEPATAN KONTROLER-OBSERVER UNTUK MENINGKATKAN TRACKABILITAS TERHADAP POSITION COMMAND</b> <i>R. Lullus Lambang G. Hidayat * , Budi Santoso</i>	1016

PM-038	<b>AKUISISI DATA UNTUK PENGUKURAN KOEFISIEN GESEK BIO-LUBRICANT PADA ALAT UJI GESEK JENIS PIN ON DISC</b> <i>Zulkifli Amin * , Dedison Gasni dan KM Abdul Rozak</i>	1024
PM-039	<b>PENGARUH SUDUT CRUSH INITIATOR BERBENTUK LUBANG LINGKARAN TERHADAP KRITERIA CRASHWORTHINESS PADA TABUNG PERSEGI BERTINDING TIPS</b> <i>Jos Istiyanto * , Felix Dionisius</i>	1030
PM-040	<b>ANALISA KINERJA PENGATURAN POSISI ANGULAR PADA SISTEM SERVO HIDROLIK</b> <i>Albertus Rianto , Khairu Rezqi dan Galuh Prihantoro</i>	1036
PM-042	<b>MODIFIKASI SUBMERSIBLE DREDGE PUMP GEARBOX DENGAN DAYA 1,25 MW</b> <i>Bagus Budiwantoro * , Toto Hardianto, dan Bangsa Mahardika</i>	1043
PM-043	<b>PENGUKURAN GETARAN TORSIONAL PADA PERANGKAT UJI POROS-ROTOR DAN RODA GIGI MIRING</b> <i>Muhammad Arifiandi, Zainal Abidin, dan Budi Heryadi</i>	1054
PM-044	<b>SIMULASI PERILAKU ARAH SEPEDA MOTOR PADA KONDISI JALAN BELOK DENGAN MENAMBAHKAN SISTEM KONTROL SKID</b> <i>I Ketut Adi Atmika * , IDG.Ary Subagia</i>	1065
PM-045	<b>ANALISIS PERFORMA REM KENDARAAN PENUMPANG BERUKURAN SEDANG (MIDSIZE PASSENGER'S CAR "2500 mm &lt; L &lt; 2800 mm") MENGGUNAKAN MODEL TEMPERATUR Pengereman</b> <i>Rolan Siregar * , Mohammad Adhitya, Danardono A. Sumarsono</i>	1071
PM-046	<b>ANALISA SISTEM KONTROL KESTABILAN DISTRIBUSI SUHU PADA INKUBATOR BAYI BERBASIS ARDUINO UNO</b> <i>I Wayan Widhiada * , Putu Agus Suryawan dan Bayu Nurcahaya</i>	1079
PM-047	<b>ANALISA RESPON ROLLER CVT KONVENSIONAL DAN ENERGI KINETIK FLYWHEEL</b> <i>Mochamad Edoward Ramadhan</i>	1083
PM-048	<b>PERANCANGAN ALAT BANTU TERAPI BERJALAN UNTUK PENDERITA LUMPUH KAKI</b> <i>Nuha Desi Anggraeni * , Iwan Agustiawan, dan Aldi Renaldi Nurzaman</i>	1088
PM-049	<b>PERANCANGAN POROS DAN MATA PISAU MESIN PENCACAH PLASTIK</b> <i>Alfan Ekajati Latief , Nuha Desi Anggraeni* , dan Asep Sulaeman</i>	1095
PM-050	<b>UJI UNJUK KERJA PENDORONG UTAMA AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE (AUV): OPEN PROPELLER DAN DUCTED PROPELLER</b> <i>Muhammad Tadjuddin, Teuku Firsya, Syahriza dan Muhammad Iqbal</i>	1101

PM-051	<b>ANALISA PENGARUH PAPARAN GETARAN TEMPAT DUDUK PENGEMUDI PADA BUS LINTAS BANDA ACEH - MEDAN TERHADAP KENYAMANAN KERJA</b> <i>Iskandar Hasanuddin, Sabri. T M Husaini</i>	1105
PM-052	<b>PENGARUH KETEBALAN BAHAN PEREDAM YUMEN BOARD TERHADAP NILAI KOEFISIEN SERAP BUNYI</b> <i>Sri Poernomo Sari * , Mondedy Setiagusman, Aga Hasbadi</i>	1112
PM-053	<b>PERHITUNGAN BERAT DAN KESEIMBANGAN PESAWAT UDARA DENGAN PEMODELAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN MICROSOFT EXCEL</b> <i>Aji Jatmika Atmawijaya</i>	1119
PM-054	<b>KAJI KEEFEKTIFAN PENGGUNAAN STRUKTUR BATANG DALAM MENGHITUNG LENDUTAN STRUKTUR SHELL KONTINUM</b> <i>Eka Satria * , Shiro Kato</i>	1126
PM-055	<b>PENGUKURAN DEBIT POMPA SENTRIFUGAL SUSUNAN SERI DAN PARAREL</b> <i>Bambang Herlambang * , Djuwana, Fifit Astuti dan Yohan</i>	1133
PM-056	<b>OPTIMASI KINERJA PENGATURAN POSISI SISTEM SERVO HIDROLIK PADA MESIN PRESS 40 TON</b> <i>Arif Krisbudiman, Khairu Rezqi</i>	1136
PM-057	<b>ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DAN NILAI ERGONOMI SISTEM MEKANIK PERANGKAT DIAGNOSIS FUNGSI GINJAL DAN THYROID TERPADU</b> <i>M. Awwaluddin, Tri Hardjanto, Fifit Astuti</i>	1143
PM-058	<b>PERANCANGAN DAN SIMULASI AERODINAMIKA PESAWAT TANPA AWAK (UNMANNED AERIAL VEHICLE, UAV) FLYING WING ELEKTRIK DENGAN MATERIAL KOMPOSIT UNTUK MISI PEMANTAUAN BENCANA</b> <i>Gesang Nugroho*, Ali Ashar RJ, Muhammad Satrio dan Ridho Ramadhan TS</i>	1152
PM-059	<b>SIMULASI UNJUK KERJA PROFIL RODA KERETA API ORES 1002 DENGAN MODIFIKASI RADIUS FLENS RODA</b> <i>I Made Parwata dan I Made Widiyarta</i>	1160
PM-060	<b>EVALUASI ANALISA DINAMIK ROTOR TURBIN UAP MENGGUNAKAN METODA ELEMEN HINGGA</b> <i>Achmad Zaki Rahman, Khairul Jauhari</i>	1165
PM-061	<b>PENGEMBANGAN ALGORITMA BARU UNTUK MENGATASI KEBOCORAN SPEKTRUM MENGGUNAKAN ESTIMASI FREKUENSI DAN EXTENDED FOURIER TRANSFORM</b> <i>Hadiyan Budi Prasetyo * , Ignatius Pulung Nurprasetio dan Budi Heryadi</i>	1170
PM-062	<b>ANALISIS TEGANGAN TERMAL PADA BAGIAN SAMBUNGAN ANTARA SILINDER KERAMIK DAN POROS BAJA</b> <i>Dedi Suryadi</i>	1178

PM-063	<b>RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI COMPLIANT MOTION PADA ROBOT INDUSTRI</b> <i>Indrawanto*, Muhammad Ilham Nafan dan Miftakhudin</i>	1182
PM-064	<b>RANCANG BANGUN PROTOTYPE TENSIMETER DIGITAL BERBASIS ARDUINO</b> <i>Indrawanto*, Alfran Adhitya dan Miftakhudin</i>	1189
PM-065	<b>TINJAUAN KRITIS ASPEK KESELAMATAN DALAM REGULASI NASIONAL DAN USULAN PENYEMPURNAANNYA</b> <i>R. Setiawan, S. Jihad, Y.B. Pratiknyo dan B. Budiwantoro</i>	1196
PM-066	<b>DESAIN MICRO SCALE HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE BLADE UNTUK KARAKTERISTIK ANGIN DI MUARA GEMBONG BEKASI</b> <i>Adi Surjosatyo dan Ahmad Dien Warits</i>	1205
PM-067	<b>PENGUKURAN DAN PEMODELAN SISTEM KINEMATIKA 8 BATANG SEBAGAI PARAMETER KINEMATIKA PADA ATLET ROWING</b> <i>Arif Sugiharto, Andi Isra Mahyuddin, Indria Herman, Moh Nanang Himawan Kusuma</i>	1216
PM-068	<b>KAJI BANDING DUA KONFIGURASI PEREDAM DINAMIK TMD DAN TLCD DALAM MENGURANGI RESPON GETARAN STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA</b> <i>Lovely Son dan Mulyadi Bur</i>	1224
PM-069	<b>ANALISIS VARIASI FREKUENSI DAN GELOMBANG PADA PEMBENTUKAN CINCIN VORTEKS OLEH AKTUATOR JET SINTETIK</b> <i>Engkos A. Kosasih</i>	1228
PM-070	<b>MENINGKATKAN MTBF POMPA MINYAK MULTI STAGES CENTIFUGAL DENGAN UPGRADE MATERIAL DAN REDESIGN BALANCE DRUM</b> <i>Nono Pinarto, Sadikit, Ismail Hasan Fahmi Sukmana</i>	1236
PM-071	<b>PATH GENERATED AND OPTIMIZED OF MOBILE ROBOT USING SIMULATION</b> <i>Teuku Firsya, Muhammad Tadjuddin, Iskandar, Syahriza</i>	1243
PM-072	<b>PERANCANGAN KONSTRUKSI MESIN PENCACAH PLASTIK</b> <i>Alfan Ekajati Latief, Nuha Desi Anggraeni*, dan Dimas Juniar Hermawan</i>	1255

## TEKNIK PRODUKSI

TP-001	<b>ANALISIS KARAKTERISTIK PELAPISAN LISTRIK KROM DAN PELAPISAN PANCARAN LARUTAN KROM TERHADAP PRODUK LOGAM SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN MUTU DI SUMATERA BARAT</b> <i>Asfarizal *, Nurzal</i>	1260
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

TP-002	<b>KEAUSAN MATA PAHAT KARBIDA PADA PEMESINAN INCONEL 718 MENGGUNAKAN PELUMAS BERKWANTITAS MINIMUM</b> <i>Gusri Akhyar * Arinal Hamni dan Jamiatul Akmal</i>	1267
TP-003	<b>INFLUENCE OF ANGLE TORCH POSITION TO PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES ON TIG WELD JOINT OF MATERIAL AA 5083 H116 AND ELECTRODE ER 5356</b> <i>Mudjijana, Oktavian, S.P, Iswanto, P.T.</i>	1274
TP-004	<b>PENGARUH VARIASI TEKANAN DAN WAKTU TAHAN PADA PROSES INJEKSI PLASTIK TERHADAP BERAT SERTA PENYUSUTAN PRODUK</b> <i>Cahyo Budiyanoro</i>	1282
TP-005	<b>EVALUASI KUALITAS SAMBUNGAN FRICTION STIR WELDING DENGAN VARIASI PENGULANGAN LINTASAN</b> <i>Djarot B. Darmadi * , Dannar Christyanto dan A.A. Sonief</i>	1290
TP-006	<b>KAJIAN EXPERIMENTAL PERFORMANSI PEMBUBUTAN TULANG SAPI SEBAGAI BAHAN IMPLAN</b> <i>Rusdi Nur * , dan Asmeati</i>	1296
TP-007	<b>PENGEMBANGAN SISTEM MANAJEMEN PERALATAN LABORATORIUM / WORKSHOP BERBASIS KOMPUTER (STUDI KASUS LABORATORIUM PRODUKSI TEKNIK MESIN UNIVERSITAS RIAU)</b> <i>Dodi Sofyan Arief * , Anita Susilawati dan Barib Bramawira</i>	1302
TP-008	<b>OPTIMISASI DESAIN RIBBING PADA STRUKTUR BED MESIN BUBUT CNC TERHADAP PENGARUH DEFLEKSI DAN FREKUENSI PRIBADI</b> <i>Agus Wibowo, Ahmad Taufiqur Rohman, Reza Aulia Rahman dan Barep Luhur Widodo</i>	1312
TP-009	<b>ANALISA INTERAKSI MANUSIA MESIN UNTUK IDENTIFIKASI KESALAHAN PROSES DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAFEI DAN FMEA PADA STUDI KASUS PROSES SAND CASTING MIXING</b> <i>Eduardus Dimas Arya Sadewa * , Wahyudi</i>	1323
TP-010	<b>THRUST FORCE IN DRILLING OF ABACA COMPOSITE PANEL</b> <i>Mohd Iqbal, Akram, Zahrul Fuadi and Masrur</i>	1331
TP-011	<b>ANALISIS FEM PENGARUH TUMBUKAN GANDUM PADA BLADE HAMMER MILL TYPE SWING</b> <i>Norman Iskandar * , Fuad Hilmy, Munadi, Mochammad Ariyanto</i>	1337
TP-012	<b>PENGEMBANGAN MODEL PENJADWALAN PERAWATAN DENGAN SEMI MARKOV PROCESS UNTUK FASILITAS FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM</b> <i>Ari Setiawan* , Selly Budiyanoro, Yatna Yuwana Martawirya</i>	1343
TP-013	<b>MEMPERKIRAKAN KESALAHAN GEOMETRIK LINEAR GUIDEWAY DI MESIN CNC MILING VERTIKAL TIGA-SUMBU</b> <i>Widiyanti Kwintarini, Agung Wibowo, Yatna Yuwana Martawirya, Bagus M. Arthaya</i>	1352



TP-014	<b>DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA DESAIN DAN PEMILIHAN MATERIAL DRUM PENGERING MESIN PENGERING ROTARY DRYER UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR MENGUNAKAN FINITE VOLUME METHOD</b>	1359
	<i>Hendra*, M. Silalahi, A. Indriani, M. Syaiful dan Hernadewita</i>	
TP-015	<b>RANCANGAN OPTIMASI PARAMETER PEMBUATAN SERBUK SUPER HALUS (NANO) BIOKERAMIK PADA MESIN PULVERISSETTE 6 DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI DAN ANOVA</b>	1364
	<i>Hendri V. Hoten *, Gunawarman, Ismet H. Mulyadi, Afdhal K. Mainil dan P. Bismantolo</i>	
TP-016	<b>ANALISIS PENGARUH KUAT ARUS DAN KECEPATAN PENGELASAN TERHADAP DISTORSI BAJA SS400 MENGGUNAKAN LAS TUNGSTEN INERT GAS (TIG)</b>	1372
	<i>Ario Sunar Baskoro , Usman Munandar</i>	
TP-017	<b>PERHITUNGAN DAN ANALISIS NILAI KOMPLEKSITAS SETUP MESIN CNC UNTUK FITUR ROTATIONAL DAN NON ROTATIONAL</b>	1377
	<i>Hendri DS Budiono, Alvinsyach Pratama, Azka Rianto Tedja Ningrat</i>	
TP-018	<b>MICRO-TEXTURING FOR MICRO-PART BASED ON 2D IMAGE</b>	1386
	<i>Gandjar Kiswanto, Achmad Handryanto, Riandhika Hendrianto, Ario S. Baskoro, Dede Zariatn</i>	
TP-019	<b>REALISASI SISTEM KARAKTERISASI SENSOR GAS CO YANG TERBUAT DARI LAPISAN TIPIS SEMIKONDUKTOR OKSIDA LOGAM</b>	1399
	<i>Bambang Herlambang *, Fifit Astuti dan Yohan</i>	
TP-020	<b>OPTIMASI PARAMETER DALAM PEMBUATAN PROFIL MULTILAYERED MICROFILTERS DENGAN PROSES ELECTROCHEMICAL MACHINING MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI</b>	1404
	<i>Andi Sudiarso, Galih P.L. Adi, Muslim Mahardika</i>	
TP-021	<b>PERHITUNGAN MTBF OPTIMUM PADA CRUSHER LINE B DI PT. XYZ</b>	1414
	<i>Henky Suskito Nugroho * dan Atika Indriyani Lestari</i>	
TP-022	<b>ANALISIS PERBAIKAN METODE DISTRIBUSI PADA INDUSTRI KECIL MENENGAH</b>	1419
	<i>Ratna Mayasari *, Robby Marlon Brando</i>	

## Kekuatan Bending Dan Ketangguhan Impak Komposit Matrik Aluminium Diperkuat Dengan Keramik Zirconia ( $ZrO_2$ ) Yang Dibuat Dengan Metode *Hot Extrusion*

M.W. Wildan<sup>1</sup>, Subarmono<sup>1</sup>, M. Budi Nur Rahman<sup>2\*</sup>

(1) Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No.2 Yogyakarta 55281, Indonesia

(2) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Lingkar Selatan Tamantirto Kasihan Bantul Yogyakarta, 55183, Indonesia

\*e-mail: nurrahman\_umy@yahoo.co.id

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan partikel zirconia ( $ZrO_2$ ) sebagai penguat pada komposit *Aluminium Matrix Composite-AMC* yang dibuat dengan metode *hot extrusion* terhadap densitas relatif, kekuatan bending dan ketangguhan impak. Serbuk  $ZrO_2$  merupakan bahan keramik yang keras dan memiliki ketahanan terhadap temperatur tinggi. Penambahan partikel  $ZrO_2$  sebanyak 0; 2,5; 5; 7,5, 10, 12,5 dan 15% fraksi berat dicampur dengan serbuk aluminium menggunakan *turbula mixer* selama 2 jam. Campuran serbuk aluminium dan  $ZrO_2$  dikompaksi secara uniaksial dengan tekanan 300 MPa dilanjutkan proses *hot extrusion* pada suhu  $625^\circ C$  dengan *holding time* 30 menit. Pengujian yang dilakukan adalah densitas relatif dengan metode *Archimedes*, kekuatan bending dengan metode *four point bending test* sesuai standar ASTM C 1161 – 02c, dan ketangguhan impak dengan metode Charpy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan partikel  $ZrO_2$  meningkatkan nilai *bulk density* dan densitas relatif maksimum 94,6% pada penambahan 2,5% fraksi berat. Nilai kekuatan bending komposit menurun seiring dengan penambahan partikel zirconia, bernilai 48,57 MPa pada kondisi tanpa zirconia menjadi bernilai 42, 87 MPa pada 5% zirconia selanjutnya 36,56 MPa pada 7,5% zirconia dan semakin turun pada penambahan zirconia selanjutnya. Ketangguhan impak komposit mengalami peningkatan seiring dengan penambahan partikel penguat  $ZrO_2$  sampai penambahan 7,5% sebesar 14,67 kJ/m<sup>2</sup> namun selanjutnya ketangguhan impak semakin turun.

**Kata kunci:** AMC, zirconia, *hot extrusion*, *bending*, *impak*

### Pendahuluan

Aluminium merupakan bahan yang banyak digunakan pada industri otomotif karena ringan, ulet dan tahan korosi. Akan tetapi, untuk komponen yang bekerja dalam kondisi bergesekan (saling kontak satu dengan lain) aluminium lebih cepat mengalami kerusakan karena ketahanan ausnya rendah. Salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kekuatan aluminium selain dengan teknik paduan (*alloy*) adalah dengan menambahkan serbuk penguat ke dalam matrik komposit *Aluminium Matrix*

*Composite-AMC* yang dibuat melalui proses metalurgi serbuk.

Komposit adalah dua bahan atau lebih yang berbeda digabung atau dicampur secara makroskopis. Pada umumnya komposit terdiri dari dua unsur utama yaitu penguat (*reinforcement*) dan bahan pengikat yang disebut *matrix*. Penguat adalah bahan utama yang menentukan karakteristik dari komposit seperti kekakuan, kekuatan, dan ketahanan terhadap aus. Sedang *matrix* bertugas melindungi dan mengikat serat/partikel agar bekerja dengan baik[1]. Bahan penguat dapat berupa serat panjang, serat

pendek, dan dalam bentuk partikel yang umumnya keras, kuat tetapi getas seperti boron, karbon, alumina dan SiC. Sedangkan bahan matriks dapat dipilih dari bahan lain seperti resin, alumunium, magnesium dan tembaga[2]. Penguat berbentuk partikel dapat meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus, sedang penguat serat panjang dapat meningkatkan kekuatan bending dan ketangguhan [3].

Ekstrusi panas digunakan untuk fabrikasi paduan temperatur tinggi, penyatuan dispersi oksida diperkuat tembaga, alumina dan *super alloy* dengan base nikel. Teknik ini juga digunakan untuk material dengan plastisitas rendah seperti beryllium, zirconium dan Nb<sub>3</sub>Sn super konduktor. Ekstrusi serbuk logam dengan berbagai suhu akan mendapatkan densitas maksimal. Paduan serbuk biasanya diperoleh deformasi tinggi untuk mendapatkan sifat yang maksimal. Pada ekstrusi dengan suhu rendah dibutuhkan tekanan tinggi untuk mendapatkan peningkatan densitas. Pada paduan tertentu dari komposit, kombinasi suhu dan tekanan akan diperoleh hasil optimal yang ditunjukkan dengan struktur mikro dan kontrol *properties* akhir [4].

Komposit dengan matrik alumunium telah banyak dikembangkan dan terbukti mampu meningkatkan *mechanical properties* dari alumunium. Pada komposit bermatrik alumunium, material yang sering digunakan sebagai penguat adalah dari bahan keramik. Hal ini karena keramik adalah bahan yang keras dan tahan pada temperatur tinggi. Akan tetapi karena kekerasannya yang tinggi tersebut, bahan keramik cenderung bersifat getas. Sehingga sangat tepat bila keramik yang bersifat keras dikombinasikan dengan alumunium yang bersifat ulet dan tangguh. Dengan

demikian, diharapkan akan didapatkan material yang tangguh sekaligus memiliki kekerasan dan ketahanan aus tinggi.

Penelitian komposit Al-13,5Si-2,5Mg yang diperkuat serbuk zircon (ZrSiO<sub>4</sub>) dibuat dengan *cold pressing* pada 350 MPa, dilanjutkan dengan *liquid-phase reaction sintering* pada 615°C pada kondisi vakum selama 20 menit. menghasilkan kekuatan tarik maksimum dan tegangan luluh bahan masing-masing akan meningkat sebesar 4 dan 13 %. Sedangkan kekerasan akan meningkat cukup signifikan yaitu sebesar 88 %. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa persentase zircon yang memberikan peningkatan *mechanical properties* paling baik adalah sebesar 15% [5].

Hasil pengujian kekuatan bending, kekerasan Vickers, ketahanan aus dan densitas komposit AMC seiring dengan peningkatan fraksi berat abu terbang (*fly ash*) meningkat sampai 5% berat, selebihnya terjadi penurunan. Aluminum dan abu terbang dikompaksi secara uniaksial dilanjutkan kompaksi secara isostatik dengan tekanan 100 MPa dan diikuti sintering tanpa tekanan dengan lingkungan gas argon. Kekuatan bending, kekerasan Vickers, porositas dan laju keausan berturut-turut 74 MPa, 66 VHN, 4,5% dan 0,04 mg/(MPa.m) [6].

Penelitian karakteristik komposit dengan matrik CuAl diperkuat keramik SiC dengan metode metalurgi serbuk, dikompaksi dengan tekanan 180 MPa dan disinter pada variasi temperatur 650°C, 700°C, 750°C dan 800°C selama 2 jam dengan laju pemanasan 200°C/jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan mikro tertinggi sebesar 80 MPa terjadi pada temperatur sinter 700°C. Selain itu, dari pengamatan struktur mikro terlihat bahwa

kekuatan komposit meningkat karena terbentuknya fase Al<sub>2</sub>Cu [7].

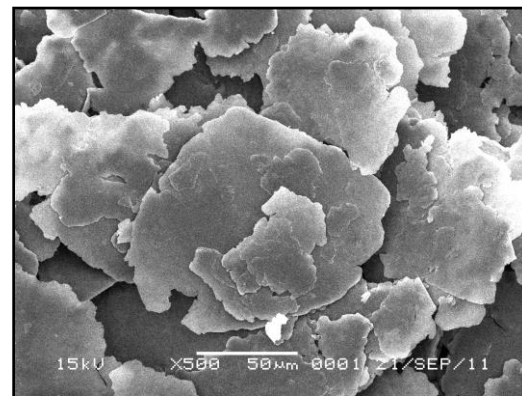
Penelitian *Aluminium Matrix Composite* (AMC) diperkuat serbuk zirconia (ZrO<sub>2</sub>) dibuat dengan tekanan uniaksial sebesar 300 MPa dilanjutkan *hot extrusion* pada suhu 625°C. Penambahan zirconia meningkatkan nilai kekerasan AMC dari 66 kg/mm<sup>2</sup> menjadi 72 kg/mm<sup>2</sup> pada 2,5% ZrO<sub>2</sub> dan 74 kg/mm<sup>2</sup> pada 15% ZrO<sub>2</sub>. Penambahan ZrO<sub>2</sub> menurunkan laju keausan AMC dari 85,22x10<sup>-3</sup> mg/MPa.m menjadi 31,63x10<sup>-3</sup> mg/MPa.m pada 2,5% ZrO<sub>2</sub> dan relatif konstan untuk penambahan ZrO<sub>2</sub> selanjutnya [8].

Zirconia (ZrO<sub>2</sub>) adalah salah satu bahan yang mempunyai prospek cukup baik untuk digunakan sebagai penguat. Hal ini karena ZrO<sub>2</sub> memiliki kelebihan antara lain kekerasan tinggi, titik leleh tinggi, kekuatan tinggi dan bahan komposit dengan ketangguhan tinggi [9].

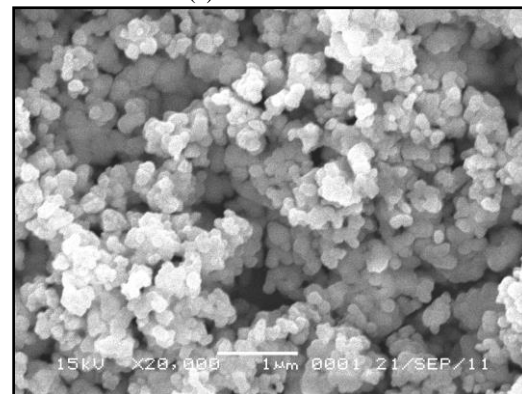
Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan partikel zirconia (ZrO<sub>2</sub>) sebagai penguat komposit *Aluminum Matrix Composite* (AMC) terhadap densitas relatif, kekuatan bending dan ketangguhan impact dibuat dengan metode *hot extrusion*.

## Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk aluminium paduan Al-Si-Cu buatan Merck (Jerman) sebagai matrik dan serbuk ZrO<sub>2</sub> yang distabilkan dengan 3% mol Ytria (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang dikenal dengan 3Y-TZP (*Tetragonal Zirconia Polycrystal Stabilized with 3% mol Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*) dengan ukuran partikel rata-rata 0,01-2 µm sebagai penguat. Serbuk ZrO<sub>2</sub> divariasikan dengan fraksi berat 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5% dan 15% dicampur dengan serbuk aluminium menggunakan *turbula mixer* selama 2 jam. Sebelum dicampur, serbuk ZrO<sub>2</sub> dipanaskan pada oven dengan suhu 100°C untuk menghindari terjadinya aglomerasi/penggumpalan.



(a) Fine Powder Al



(b) Powder ZrO<sub>2</sub>

**Gambar 1.** Serbuk yang digunakan penelitian (a) perbesaran 500 x, (b) perbesaran 2000x (saat pengambilan gambar)

Campuran serbuk aluminium dan ZrO<sub>2</sub> kemudian dibuat *green body* berdiameter 12 mm dan panjang 25 mm dengan cara dikompaksi secara *uniaksial* pada tekanan 300 MPa. Selanjutnya *green body* dimasukkan dalam *dies extruder* dengan ujung berdiameter 7 mm kemudian dipanaskan sampai suhu 625°C dan *holding time* selama 30 menit dan ditekan sampai keluar dari *dies*. Benda uji hasil ekstrusi diuji *bulk density*, kekerasan Vickers, laju keausan dan mikrostruktur.

Prinsip Archimedes digunakan untuk mengukur *bulk density*, yaitu dengan cara menimbang benda uji didalam fluida (raksa) dan di udara. Densitas benda uji dapat dihitung sebagai berikut:

$$\rho_b = \frac{W_{udara}}{W_{udara} - W_{fluida}} \times \rho_{fluida} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

$\rho_b$  = berat jenis spesimen (g.cm<sup>-3</sup>)

$\rho_{fluida}$  = berat jenis fluida (g.cm<sup>-3</sup>)

$W_{udara}$  = berat spesimen di udara (g)

$W_{fluida}$  = berat spesimen pada fluida (g)

Berat jenis relatif diukur dengan membandingkan antara berat jenis hasil pengujian dengan berat jenis teoritis.

$$\rho_{rel} = \frac{\rho_b}{\rho_c} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- $\rho_{rel}$  = densitas relatif ( $g.cm^{-3}$ )
- $\rho_b$  = densitas hasil pengujian ( $g.cm^{-3}$ )
- $\rho_c$  = densitas teoritis ( $g.cm^{-3}$ )

Berat jenis / densitas teoritis dihitung dengan *Rule of Mixture* :

$$\rho_c = \rho_1 \cdot v_1 + \rho_2 \cdot v_2 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- $\rho_c$  = densitas teoritis komposit ( $g.cm^{-3}$ )
- $\rho_1$  = densitas penyusun 1 ( $g.cm^{-3}$ )
- $\rho_2$  = densitas penyusun 2 ( $g.cm^{-3}$ )
- $v_1$  = fraksi volume penyusun 1
- $v_2$  = fraksi volume penyusun 2

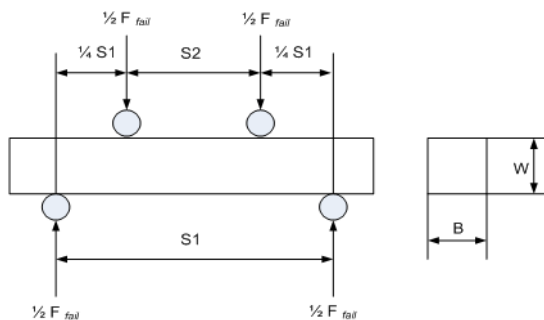
Untuk menghitung  $\rho_c$  tersebut fraksi berat matrik dan penguat dikonversi menjadi fraksi volume.

Pengujian bending menggunakan metode *four point bending test* sesuai standar ASTM C 1161 – 02c dengan laju pembebanan 10 mm/menit, dengan skema Gambar 2 dan dihitung dengan persamaan 4 berikut:

$$\sigma_{MOR} = \frac{3(S_1 - S_2)}{2B.W^2} \times F_{fail} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

- $\sigma_{MOR}$  = Modulus of rupture ( $N.mm^{-2}$ )
- $F_{fail}$  = beban bending maksimum (N)
- $S_1$  = jarak antar tumpuan (mm)
- $S_2$  = jarak antar beban (mm)
- $B$  = lebar spesimen (mm)
- $W$  = tebal spesimen (mm)



Gambar 2. Skema pengujian *four point bending*

Pengujian impact dengan metode Charpy menggunakan bandul 1 kg dan lengan ayun 0,87 m. Pengujian dapat memperoleh energi patah (6) atau energi yang diserap material untuk mematahkan dan harga keuletan material (7). Untuk menghitung harga keuletan spesimen dilakukan dari hasil perbandingan antara tenaga patah yang digunakan

dengan luas penampang patah material. Sehingga dapat dirumuskan dengan:

$$E = G.R.(\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots (6)$$

$$HU = \frac{E}{A} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

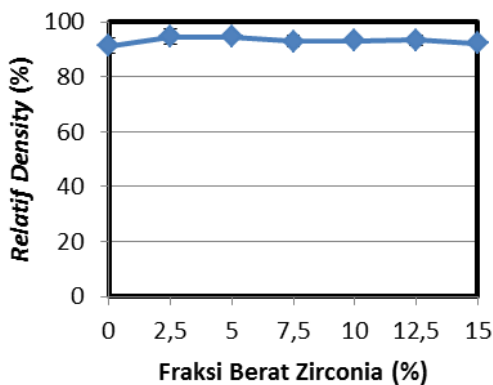
- $E$  = energi impact (J)
- $HU$  = harga keuletan ( $J/mm^2$ )
- $A$  = luas bidang patah ( $mm^2$ )
- $G$  = berat pendulum (N)
- $R$  = jari – jari ayunan pendulum (m)
- $\alpha$  = sudut pendulum sebelum berayun ( $^\circ$ )
- $\beta$  = sudut pendulum setelah berayun ( $^\circ$ )

**Hasil dan Pembahasan**

**Hasil Pengujian Densitas** menunjukkan peningkatan fraksi berat  $ZrO_2$  dapat meningkatkan densitas komposit. Hal ini karena  $ZrO_2$  memiliki densitas yang lebih besar dari aluminium. Hasil yang diperoleh sesuai dengan *Rule of Mixtures* dari komposit, namun nilai densitas komposit masih lebih rendah dari densitas teoritis. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa densitas relatif juga mengalami peningkatan dengan meningkatnya fraksi berat  $ZrO_2$ . Peningkatan tertinggi dicapai oleh komposit dengan fraksi berat  $ZrO_2$  2,5% sedangkan untuk fraksi berat selanjutnya relatif sama dan cenderung turun.

Tabel 1. Data pengujian densitas

Fraksi Berat $ZrO_2$ (%)	Fraksi Volume $ZrO_2$ (%)	Theoretical Density ( $g/cm^3$ )	Bulk Density Rata-Rata ( $g/cm^3$ )	Relative Density Rata-Rata (%)
0	0	2,700	2,462	91,191
2,5	1,16	2,737	2,590	94,621
5	2,35	2,775	2,622	94,484
7,5	3,58	2,814	2,617	92,980
10	4,84	2,855	2,657	93,057
12,5	6,14	2,896	2,705	93,378
15	7,47	2,939	2,709	92,162



Gambar 3. Pengaruh fraksi berat ZrO<sub>2</sub> terhadap densitas relatif komposit Al-ZrO<sub>2</sub>

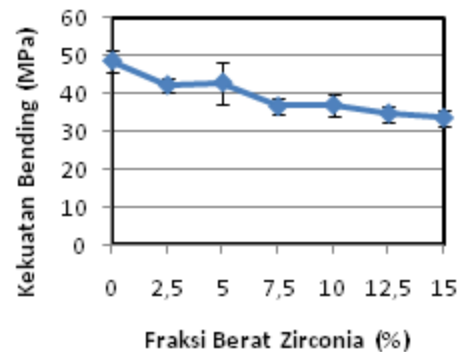
Densitas relatif akan semakin turun seiring dengan penambahan fraksi berat partikel ZrO<sub>2</sub>. Ini berarti pori-pori pada specimen sedikit meningkat. Pengaruh tersebut disebabkan pada saat kompaksi, partikel lunak mengalami deformasi plastis sedangkan partikel keras hanya mengalami deformasi elastic [4]. Pada penelitian ini campuran komposit adalah aluminium sebagai matrik bersifat lunak sedangkan ZrO<sub>2</sub> sebagai penguat bersifat keras (12,5 GPa - VHN). Jika campuran bahan ini dikompaksi, serbuk aluminium mengalami deformasi plastis, sedang ZrO<sub>2</sub> mengalami deformasi elastis. Setelah proses kompaksi selesai maka partikel keras akan kembali ke kondisi semula, sehingga akan menimbulkan tekanan pada partikel lunak yang telah terdeformasi plastis. Akibatnya pada batas butir antar partikel Al akan terjadi peregangan sehingga porous menyebar di antara batas tersebut. Selain itu, perbedaan ukuran serbuk antara matrik dan penguat yang cukup tinggi menyebabkan posisi partikel penguat hanya akan menempel pada permukaan matrik. Kondisi ini berakibat pada penurunan densitas relatif, karena jumlah porous cenderung tidak berkurang. Padahal secara teoritis berat komposit Al- ZrO<sub>2</sub> akan meningkat seiring dengan meningkatnya fraksi berat ZrO<sub>2</sub> karena densitas penguat yang lebih besar.

Penyebab lain menurunnya densitas dengan bertambahnya jumlah ZrO<sub>2</sub> adalah antar partikel ZrO<sub>2</sub> yang bersentuhan/bergerombol tidak terjadi sinter. Temperatur ekstrusi dalam penelitian ini adalah 625°C sedang untuk terjadinya sinter antar partikel ZrO<sub>2</sub> diperlukan temperatur yang lebih tinggi lagi ( $\pm 1450^\circ\text{C}$ ) [9]. Kondisi ini menyebabkan terjadinya gumpalan-gumpalan partikel ZrO<sub>2</sub> pada permukaan matrik aluminium yang disebut *clustering*. Berkumpulnya partikel ZrO<sub>2</sub> di beberapa bagian ini mengindikasikan bahwa proses pencampuran serbuk (*mixing*) antara partikel matrik dan penguat belum sempurna, dan sifat ZrO<sub>2</sub> yang mudah teraglomerasi.

**Pengujian Bending** dilakukan dengan metode four point bending dengan laju pembebanan 10 mm/menit sebanyak 3 spesimen tiap variasi. Data hasil pengujian penambahan fraksi berat ZrO<sub>2</sub> terhadap kekuatan bending komposit Al-ZrO<sub>2</sub> disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 4.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kekuatan Bending Komposit Al-ZrO<sub>2</sub>

Fraksi Berat ZrO <sub>2</sub> (%)	Nilai Modulus of Rupture (MPa)	Standar Deviasi (MPa)
0	48,57	2,90
2,5	42,17	4,40
5	42,83	5,63
7,5	36,56	2,20
10	36,94	3,08
12,5	34,71	2,16
15	33,53	2,29



Gambar 4. Pengaruh fraksi berat ZrO<sub>2</sub> terhadap kekuatan bending komposit Al-ZrO<sub>2</sub>

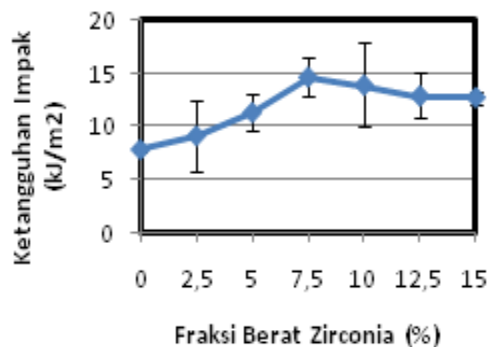
Penambahan fraksi berat zirconia menurunkan kekuatan bending komposit dari 48,57 MPa menjadi 42,17 MPa dan 42,83 MPa pada fraksi berat 2,5% dan 5% sertasemakin kecil untuk penambahan fraksi berat selanjutnya. Kekuatan bending dipengaruhi oleh gaya maksimum yang mampu ditahan sebelum patah dan momen inersia penampang material. Penurunan kekuatan bending disebabkan adanya porous yang terbentuk pada komposit yang semakin banyak seiring bertambahnya jumlah partikel ZrO<sub>2</sub>. Suhu lebur ZrO<sub>2</sub> sangat tinggi + 2700°C sehingga pada suhu 625°C belum tersinter dengan baik akibatnya ikatan antara matrik aluminium dengan ZrO<sub>2</sub> sangat lemah. Adanya porous dapat diketahui dari menurunnya *relative density*. Peningkatan *relative density* sampai penambahan ZrO<sub>2</sub> sampai 5% belum dapat mengindikasikan kekuatan ikatan matrik dengan penguat. Adanya porous dan retak akan mengurangi kekuatan bending karena menimbulkan konsentrasi tegangan yang semakin tinggi. Perbedaan koefisien muai panas antara partikel zirconia dengan aluminium menyebabkan terjadinya tegangan sisa tekan pada permukaan

interface antara penguat dengan matrik sehingga menurunkan kekuatan komposit [8].

**Hasil Pengujian Ketangguhan Impak** komposit mengalami peningkatan seiring dengan penambahan partikel penguat  $ZrO_2$  sampai 7,5%  $ZrO_2$  namun selanjutnya mengalami penurunan. Data hasil pengujian keausan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 5.

**Tabel 3. Hasil pengujian pengaruh fraksi berat  $ZrO_2$  terhadap ketangguhan impak komposit Al- $ZrO_2$**

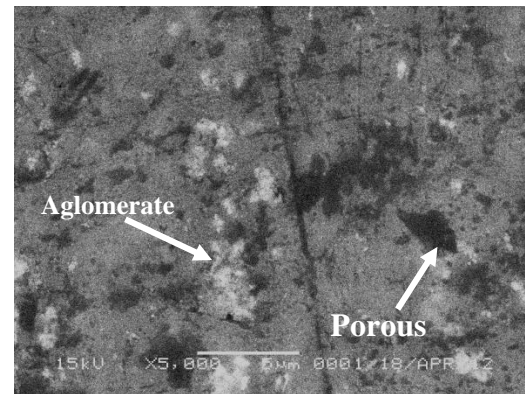
Fraksi Berat $ZrO_2$ (%)	Energi Impak (kJ)	Ketangguhan Impak ( $kJ/m^2$ )	Standar Deviasi ( $kJ/m^2$ )
0	0,128	7,81	0,32
2,5	0,174	9,11	3,40
5	0,185	11,31	1,73
7,5	0,231	14,64	1,81
10	0,231	13,89	3,95
12,5	0,219	12,87	2,13
15	0,196	12,73	0,62



**Gambar 5. Pengaruh fraksi berat  $ZrO_2$  terhadap laju keausan komposit Al- $ZrO_2$**

Peningkatan ketangguhan impak maksimum terjadi pada penambahan fraksi berat  $ZrO_2$  7,5% yaitu sebesar  $14,64 \text{ kJ/m}^2$ , penambahan  $ZrO_2$  selanjutnya menurunkan ketangguhan impak. Peningkatan ketangguhan impak disebabkan karena penambahan fraksi berat dapat mengurangi porositas yang diketahui dari peningkatan *relative density* sampai penambahan 5% zirconia. Penambahan zirconia selanjutnya menghasilkan *relative density* turun karena jumlah porous semakin banyak yang juga mempengaruhi ketangguhan impak. Peningkatan jumlah porous memicu retak dan akan menurunkan ketangguhan impak yang dimiliki. Hasil pengamatan struktur mikro juga menunjukkan pada fraksi berat yang lebih besar muncul *agglomerate* zirconia dimana ikatannya

sangat lemah karena antar butiran belum tersinter dengan baik seperti pada Gambar 6.



**Gambar 6. Foto mikro komposit Al- $ZrO_2$  pada 5%  $ZrO_2$  dan suhu ekstrusi  $625^\circ\text{C}$**

Penambahan bahan penguat dimanfaatkan untuk meningkatkan kekuatan sehingga komposit dapat menanggung beban yang lebih besar. Penguatan juga dapat meningkatkan ketangguhan material sehingga energi yang diperlukan untuk mengawali dan merambatkan patah semakin banyak. Ketangguhan merupakan ukuran energi yang diperlukan untuk menimbulkan perpatahan akibat beban. Peningkatan ketangguhan lebih signifikan terjadi ketika mikrostruktur mengharuskan perpatahan merambat melintasi fasa-fasa ulet. Pergerakan ini menghasilkan regangan berlangsung tanpa perpatahan sehingga meningkatkan luas daerah dibawah kurva tegangan-regangan dan keuletan diujung retak mengurangi konsentrasi tegangan akibatnya energi patah yang diperlukan semakin besar. Hal ini seperti mendispersikan fasa penguat yang lebih keras di dalam matrik ulet. Selain itu peningkatan energy patah dapat ditingkatkan dengan memberikan regangan semu (*apparent strain*) melalui pembentukan mikroretak. Regangan semu akan terbentuk dengan banyaknya perpindahan kecil yang terjadi saat daerah yang terpengaruh bertambah luas dan meningkatkan hasil kali tegangan-regangan sehingga meningkatkan energi patah yang diperlukan.

Penurunan ketangguhan impak selain disebabkan karena porous yang semakin banyak seiring bertambahnya partikel  $ZrO_2$  juga dipengaruhi material penguatnya. Kekerasan partikel penguat yang tinggi mengakibatkan sifat komposit Al- $ZrO_2$  menjadi cenderung getas. Pada saat perambatan retak bertemu dengan material penguat, retak akan bergeser mencari daerah yang ikatannya lebih lemah baik antara matrik dengan penguat maupun diantara penguat-penguat. Pada fraksi berat yang lebih besar dari 5% terdapat agglomerate antar penguat yang ikatannya lemah dibandingkan ikatan antara matrik aluminium

dengan penguat zirconia. Hal ini menyebabkan energi perambatan retak komposit Al-ZrO<sub>2</sub> pada fraksi berat kurang dari 5% mengalami peningkatan, sehingga ketangguhan material menjadi meningkat. Ikatan *agglomerate* antar partikel zirconia lebih lemah karena suhu sinternya sangat tinggi sehingga energi perambatannya lebih kecil, akibatnya ketangguhan material semakin berkurang.

### Kesimpulan

1. Penambahan partikel ZrO<sub>2</sub> dapat meningkatkan densitas actual dan densitas relatif dengan densitas relatif tertinggi pada fraksi berat 2,5% sebesar 94,621%.
2. Pada suhu ekstrusi 625°C, penambahan partikel penguat ZrO<sub>2</sub> menurunkan kekuatan bending komposit Al-ZrO<sub>2</sub>. Komposit 0% ZrO<sub>2</sub> memiliki kekuatan bending 48,57 MPa dengan penambahan fraksi berat sampai 5% ZrO<sub>2</sub> kekuatan bending menjadi 42,83 MPa dan selanjutnya semakin rendah. Keberadaan porous semakin banyak akan menurunkan kekuatan bending.
3. Pada suhu ekstrusi 625°C, penambahan partikel penguat ZrO<sub>2</sub> meningkatkan ketangguhan impak komposit Al-ZrO<sub>2</sub> dengan nilai ketangguhan impak tertinggi pada penambahan 7,5 % ZrO<sub>2</sub> sebesar 15 kJ/m<sup>2</sup> dan penambahan selanjutnya cenderung turun. Peningkatan ketangguhan karena porous semakin kecil. Pada fraksi berat lebih tinggi, porous semakin banyak akibat terjadi agglomerasi dimana butiran zirconia belum tersinter dengan baik.

### Referensi

- [1] Hadi BK., "Mekanika Struktur Komposit", Penerbit ITB, Bandung, 2000.
- [2] Rawal S., "Metal Matrix Composites for Space Applications", Journal JOM pp 14-17, 2001.
- [3] Schwartz, M. M., 1984, *Composite Materials Hand Book*, McGraw Hill, New York.
- [4] German, R.M., 1984, "Powder Metallurgy Science", Metal Powder Industries Federation, Princeton New Jersey.
- [5] Ejiofor, J.U., Okorie B.A. dan Reddy R.G., 1997, "Powder Processing and Properties of Zircon-Reinforced Al-13,5Si-2.5Mg Alloy Composite", Journal of Materials Engineering and Performance Vol 6 (No.3) : p326-334
- [6] Subarmono, Jamasri, M.W. Wildan dan Kusnanto., 2008, "Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Sebagai Penguat Aluminum Matrix Composite", Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya Vol. 10 No. 2 :109-114

- [7] Wang, H., Rui Z., Xing H., Chang-An W., dan Yong H., 2008, "Characterization of a powder metallurgy SiC/Cu-Al composite", Journal of Materials Processing Technology Vol. 197 : p43-48
- [8] Rahman, M.B.N., M.W. Wildan, Subarmono, 2011, "Kekerasan Dan Laju Keausan Komposit Matrik Aluminium Diperkuat Dengan Keramik Zirconia (ZrO<sub>2</sub>) Yang Dibuat Dengan Metode Hot Extrusion", Prociding Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) VI, STTNAS Yogyakarta,
- [9] Barsoum, M.W., 1997, "Fundamental of Ceramics", Mc Graw-Hill Book Co New York.