



PROSIDING NASIONAL

ISSN : 1411 - 4771



SIMPOSIUM FISIKA NASIONAL XXVII (SFN 2014)

“Fisika Dalam Kehidupan Sehari - hari”



UNIVERSITAS UDAYANA
Bali - Indonesia, 16 - 17 Oktober 2014

Organized by:

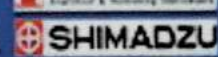


IAPF

Sponsored by :



Supported by :





SURAT TUGAS

No. : 117 /ST/LP3M-ITI/X/2014

Pertimbangan : bahwa dalam rangka mengikuti The 4 th International Conference on Theoretical and Applied Physics 2014 (ICTAP 2014) and Simposium Fisika Nasional XXVII di Denpasar Bali, perlu dikeluarkan Surat Tugas.

Dasar : 1. Surat pemberitahuan dari Panitia tanggal 18 September 2014
2. Kepentingan ITI

DITUGASKAN

Kepada : Dr. Ir. Joelianingsih, MT

Untuk : 1. Mengikuti The 4 th International Conference on Theoretical and Applied Physics 2014 (ICTAP 2014) and Simposium Fisika Nasional XXVII sebagai pemakalah yang berjudul " Kinerja Reaktor Kolom Gelembung Untuk Produksi Biodiesel Dengan Berbagai Jenis Sparger " pada tanggal 16 - 17 Oktober 2014 bertempat di Denpasar Bali.
2. Melaporkan hasil tugas kepada Direktur LP3M ITI
3. Biaya seminar diambilkan dari dana penelitian Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (Sinan) Kementerian Riset dan Teknologi.
4. Dilaksanakan dengan seksama dan penuh rasa tanggung jawab.

Serpong, 15 Oktober 2014
Lembaga Penelitian Pengabdian
dan Pemberdayaan Masyarakat
Direktur



Dr. rer. nat. Abu Amar

Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor
2. Ka. Prodi Teknik Kimia
3. Ka. Divisi Adm SDM



Certificate



UNUD

Sertifikat ini diberikan kepada :

Joelianingsih

sebagai

Pemakalah

dalam

Seminar Fisika Nasional XXVII (SFN 2014)

diselenggarakan oleh

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Udayana

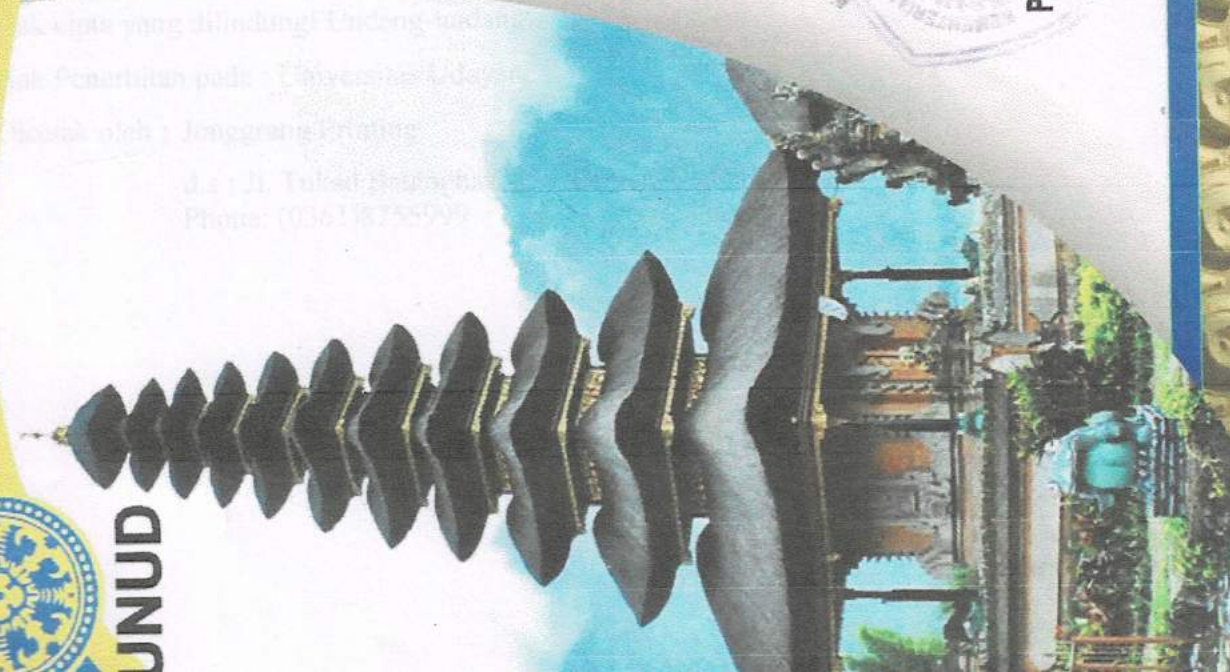
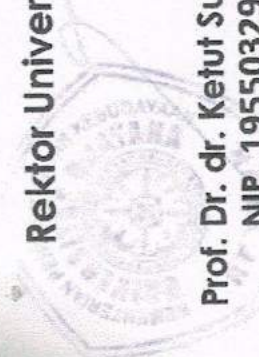
Bali, 17 Oktober 2014

Rektor Universitas Udayana

Ketua Panitia

Prof. Dr. dr. Ketut Suastika, Sp. PD-KEMD
NIP. 195503291980121001

Dr. Drs. A.A. Ngurah Gunawan, MT
NIP. 196209251992031003



ISSN : 1411-4771

Diterbitkan : 19 Maret 2015

PROSIDING
SIMPOSIUM FISIKA NASIONAL XXVII
HIMPUNAN FISIKA INDONESIA

16-17 Oktober 2014
Universitas Udayana
Denpasar Bali

Tim Editor :

Dr. Wayan Gede Suharta
Ni Nyoman Rupiasih, Ph.D.
Dr. Hery Suyanto

Cover Design : I Ketut Putra, M.Si.

Hak cipta yang dilindungi Undang-undang

Hak Penerbitan pada : Universitas Udayana

Dicetak oleh : Jonggrang Printing

d.a : Jl. Tukad Batanghari 42e, Panjer, Denpasar, Bali
Phone: (0361)8755999

**PANITIA SEMINAR FISIKA NASIONAL (SFN) XXVII
THE 4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON THEORETICAL
AND APPLIED PHYSICS (ICTAP)**

Pelindung : Prof. Dr. dr. Ketut Suastika, Sp.PD-KEMD (Rektor UNUD)
Penanggung Jawab : Ir. A.A. Gde Raka Dalam, M.Sc (Hons) (Dekan FMIPA UNUD)
Penasehat : Prof. Dr. Mitra Djamal (Ketua HFI)
Dr. Kuwat Triyana (Wakil Ketua HFI)
Drs. I Made Satria Wibawa, M.Si (PD I FMIPA UNUD)
Drs. Nyoman Widana, M.Si (PD II FMIPA UNUD)
I.B. Suryatika, S.Si, M.S.i (PD III FMIPA UNUD)
Ir. H. S. Poniman, M.Si (Kajur Fisika FMIPA UNUD)
Dr. Ir. Hery Suyanto, M.T (Ketua HFI Bali)
Ketua : Ni Nyoman Rupiasih, S.Si, M.Si, Ph.D
Wakil Ketua : Dr. Drs. A. A. Ngurah Gunawan, MT
Dr. Drs. I Wayan Gede Suharta, M.Si
Sekretaris : Supardi, S.Si, M.Si
Bendahara : Nyoman Wendri, S.Si.,M.Si

PerlengkapandanTransportasi :

I Ketut Putra, S.Si., M.Si. (Koordinator).
I Ketut Sukarasa, S.Si., M.Si
Komang Ngurah Suarbawa, S.Si.,M.Si.

Konsumsi :

Dra.I Gusti Agung Ayu Ratnawati, M.Si (Koordinator)
Dra. Ni Nyoman Ratini, M.Si

Acara :

Gusti Ngurah Sutapa, S.Si., M.Si (Koordinator)
I Made Yuliara, S.Si., M.T

Pubdedok :

I Gusti Agung Putra Adnyana, S.Si., M.Si (Koordinator)
I Gusti Agung Widagda, S.Si., M.Kom

Sidang :

Ir. Putu Suardana, M.Si (Koordinator)
Drs. Ida Bagus Alit Paramarta, M.Si
Drs. I Nengah Simpan, M.Si
I Nengah Artawan, S.Si., M.Si
Ir. Ida Bagus Sujana Manuaba, M.Sc

Sekretariatan :

Drs. Made Sumadiyasa, M.Si (Koordinator)
Ni Luh Putu Trisnawati, S.Si., M.Si

Penggalian Dana :

Ni Komang Tri Suandayani. S.Si.,M.Si (Koordinator)
Ir. Windaryoto, M.Si.
Ir. Winardi Tjahyo Baskoro, MT.
I Gde Antha Kasmawan, S.Si., M.Si

KATA PENGANTAR

Simposium Fisika Nasional (SFN) XXVII adalah kegiatan tahunan Himpunan Fisika Indonesia (HFI) yang diselenggarakan bersamaan dengan *The 4th International Conference on Theoretical and Applied Physics 2014* (ICTAP 2014) di Universitas Udayana pada tanggal 16-17 Oktober 2014, Denpasar-Bali. Panitia Penyelenggara Simposium kali ini adalah HFI Pusat bekerjasama dengan HFI Cabang Bali. Adapun tema khusus yang diusung pada Simposium kali ini adalah “Fisika Untuk Kehidupan Sehari-hari”.

Penyelenggaraan SFN ini diisi dengan penyajian 5 makalah undangan serta 136 makalah paralel yang terbagi dalam 9 Kelompok Fisika yaitu Fisika Teori dan Komputasi, Material Maju dan nano teknologi, Biofisika dan Medis, Geofisika, Astrofisika, Instrumentasi, Laser dan Optoelektronika, Fisika Energi dan Lingkungan, dan Fisika Pendidikan. Makalah undangan pertama disampaikan oleh Prof. Hermawan K. Dipojono, Ph.D. dari Ditjen DIKTI dengan judul “*Computational Materials Design for Future Development of Sustainable Energy*” dan makalah undangan kedua oleh Prof. Dr. Bambang Widiyatmoko dari Pusat Penelitian Fisika LIPI dengan judul “*Stabilisasi Frekuensi Laser Diode dan Potensi Aplikasi Dalam Membangkitkan mm-Wave*”. Makalah undangan ketiga disampaikan oleh Prof. Dr. Halmar Halide dari Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Hasanuddin dengan judul “*Penggunaan El Nino Southern Oscillation (Enso) Untuk Prediksi Bencana Alam – Dimana Posisi Kita ?*”. Makalah undangan keempat disampaikan oleh Prof. Dr. Bobby Eka Gunara dari Jurusan Fisika, FMIPA Institut Teknologi Bandung dengan judul “*Recent Developments In 4D Black Hole Physics*”. Makalah undangan terakhir oleh Dr. Hery Suyanto dari Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Udayana dengan judul “*Aplikasi Laser Pada Konsep Dasar Teori Fisika*”. Selain itu, telah dilaksanakan pula rapat Pleno anggota HFI sebagai cara rutin dan wajib dalam setiap penyelenggaraan Simposium Fisika Nasional.

Peserta Simposium yang hadir terdiri atas para fisikawan baik anggota maupun bukan anggota HFI yang berasal dari sejumlah Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta (Universitas Negeri Makassar, FKIP UHAMKA Jakarta, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, PPs Unsyiah, Pusat Penelitian Fisika LIPI, Universitas Syiah Kuala, IPB Bogor, UIN Maliki Malang, Universitas Negeri Jakarta, Universitas Negeri Semarang, ITB, Universitas Muhammadiyah Makassar, STKIP Singkawang, Universitas Udayana (UNUD), SMA Negeri 1 Mamasa, UNSRI, Universitas Andalas, LAPAN, Universitas Brawijaya, Universitas Pattimura, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Universitas Negeri Medan, Universitas Advent Indonesia, Universitas Riau, Universitas Sumatera Utara, Universitas Hasanuddin, PT. Astra Honda Motor, Universitas Negeri Surabaya (UNESA), UGM, Parahyangan Catholic University, Politeknik Negeri Banjarmasin, STKIP Singkawang, Universitas Negeri Malang, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional, Unpad, Institut Teknologi Indonesia, Universitas PGRI Semarang, Universitas Gunadarma, Universitas Jenderal Soedirman, Universitas Palangka Raya, UIN Malang, Universitas Syiah Kuala, ITS, Universitas Pendidikan Ganesha, Universitas Negeri Semarang, Politeknik Negeri Bandung, Universitas Khairun, Universitas Cenderawasih Jayapura, Universitas Jenderal Soedirman, Universitas Kristen Satya Wacana, Universitas Pelita Harapan, dan Universitas Mataram).

Akhirnya, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan serta ketidaksempurnaan pada Prosiding ini serta berharap semoga Prosiding Simposium Fisika Nasional XXVII dapat memberikan manfaat serta kontribusi yang berarti bagi dunia ilmu pengetahuan umumnya dan bagi ilmu Fisika khususnya.

Denpasar, 19 Maret 2015

Tim Editor

**JADWAL ACARA SIMPOSIUM FISIKA NASIONAL 2014
(SFN XXVII) 17 Oktober 2014
DENPASAR BALI**

WAKTU	ACARA	RUANG
7.00 - 8.00	Registrasi	Gedung Pasca Sarjana
8.00 - 8.45	Pembukaan	Aula Pasca Sarjana
8.45 - 9.00	Istirahat	Gedung Pasca Sarjana
9.00 - 12.15	Pleno : 1. Hermawan Kresno Dipojono (ITB) 2. Bambang Widiyatmoko (LIPI) 3. Halmar Halide (UNHAS) 4. Bobby Eka Gunara (ITB) 5. Hery Suyanto (UNUD)	Aula Pasca Sarjana
12.15 - 13.00	Ishoma/Pertemuan Fisikawati	Gedung Pasca Sarjana
13.00 - 16.00	Sesi Paralel	Gedung Pasca Sarjana dan Gedung Fakultas Pertanian

DAFTAR ISI

		Halaman
PEMBICARA UTAMA		
PU-1	Computational Materials Design for Future Development of Sustainable Energy, <i>Hermawan Kresno Dipojono, Mohammad Kemal Agusta, Viny Veronika Tanuwijaya, Hasna Afifah, Andam Deatama Refino, Muhammad Naufal Lintangpradipto, Listra Yehezkiel Ginting</i>	xiv
PU-2	Stabilisasi Frekuensi Laser Diode dan Potensi Aplikasi Dalam Membangkitkan mm-Wave, <i>Bambang Widiyatmoko</i>	xv
PU-3	Penggunaan El Nino Southern Oscillation (ENSO) Untuk Prediksi Bencana Alam - Dimana Posisi Kita ?, <i>Halmar Halide</i>	xvi
PU-4	Recent Developments In 4D Black Hole Physics, <i>Bobby Eka Gunara</i>	xvii
PU-5	Aplikasi Laser Pada Konsep Dasar Teori Fisika, <i>Hery Suyanto</i>	xviii
ASTROFISIKA		
A 101	Kajian Tentang Metode Hartree Fock Bogoliubov Pada Kerak Bintang Neutron, <i>Eko Tri Sulistyani, I Putu Eka Widya Pratama</i>	1-10
A 102	Kajian Tentang Sifat Kerak Luar Bintang Neutron Dengan Penghampiran Model Massa Hartree Fock Bogoliubov, <i>I Putu Eka Widya Pratama, Eko Tri Sulistyani</i>	11-17
FISIKA TEORI		
FT 101	Implikasi Ukuran Maksimum Sambungan pada JJ-SNS sebagai Komponen SQUID Berdasarkan Model Ginzburg-Landau Termodifikasi, <i>Hari Wisodo, Arif Hidayat, Pekik Nurwantoro, Agung Bambang Setio Utomo, Eny Latifah</i>	18-23
FT 102	Rancang Bangun Linux PC Cluster berbasis MPI Untuk Komputasi Berkinerja Tinggi, <i>Octavianus Cakra Satya, Menik Ariani</i>	24-27
FISIKA ENERGI DAN LINGKUNGAN		
FL 101	Pengujian Gasifikasi Biomasa Melalui Reaktor <i>Circulating Fluidized Bed</i> , <i>Muhammad Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu</i>	28-32
FL 102	Kinerja Reaktor Kolom Gelembung untuk Produksi Biodiesel dengan Berbagai Jenis <i>Sparger</i> , <i>Joelianingsih, Rusnia Junita Hakim, Ita Supriatin</i>	33-43
FL 103	Karakteristik Minyak Bumi Di Palung Bengkalis (Pulau Padang dan Sekitarnya) Selat Malaka, <i>Falisa</i>	44-47
FL 104	Analisis Efek Rumah Kaca di Indonesia, <i>Indah Susanti dan Sinta Berliana Sipayung</i>	48-52
FL 105	Aplikasi <i>Artificial Neural Network</i> (ANN) untuk Estimasi Profil Vertikal Temperatur dan Kelembapan dari Data Modis, <i>Sinta Berliana Sipayung, Risyanto dan Edy Maryadi</i>	53-56
FL 106	Realisasi Sistem Akuisisi Arus Dalam Optimasi Daya Sel Surya, <i>Ade Agung Harnawan, Eka Suarso, Iwan Sugriwa, Suharto</i>	57-62
FL 107	STUDI ALTERNATIF PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DI PULAU BAWEAN, <i>Sugiyatno, Imam Djunaedi, Mohammad Affendi</i>	63-69
FL 108	Analisis Variabilitas Konsentrasi Uap Air dengan Suhu Permukaan di Indonesia Periode 2003-2012, <i>Ninong Komala</i>	70-76
FL 109	Analisis Sifat Hujan Periode 15 Tahun Terakhir Berbasis Data Satelit TRMM Di Pulau Jawa, <i>Lely Qodrita Avia</i>	77-83
FL 110	Pengaruh Aerosol Pada Awan Dan Keseimbangan Radiasi, <i>Rosida dan Indah Susanti</i>	84-89
FL 111	Tren CO ₂ Dan Potensi Hujan Asam Di Beberapa Kota Indonesia, <i>Tuti Budiwati, Indah Susanti dan Wiwiek Setyawati</i>	90-98

FL 112	Konveksi Rayleigh Benard Melalui Pengamatan Kecepatan Gerak Molekul Air dan Jari-Jari Konveksi, <i>Vistarani Arini Tiwow, Yusril Yusuf</i>	99-103
--------	--	--------

INSTRUMENTASI

I 101	Pengembangan Sistem Instrumentasi Geophone Array Sensor Biaya Murah Untuk Eksperimen Geofisika-Seismik pada Skala Laboratorium, <i>Didik R. Santoso</i>	104-109
I 102	Desain Sistem Pengukur Tebal Profil Film Tipis Dengan Transducer LVDT, <i>Jajat Yuda Mindara, Norman Syakir, Darmawan Hidayat, Bambang Mukti Wibawa</i>	110-117
I 103	Rancang Bangun Sistem Wireless Monitoring Temperatur dan Level pada Tangki Ganda Berbasis Zigbee, <i>Robinsar Parlindungan, Lee Kwan Ronanda Hasiolan Sipangkar</i>	118-125
I 104	Perancangan dan Pembuatan Prototipe Chamber Uji Sensor POF Untuk Kelembaban Udara, <i>A.Irhamsyah, Melania S. Muntini, dan Agus M. Hatta</i> ...	126-131
I 105	Perancangan dan Pembuatan Pemanas Air Otomatis Tipe Cylindrical Parabolic Collector (Cpc) Menggunakan Sensor Temperatur Lm335 Sistem Aliran Paksa, <i>Lathif Muzakky, Farid Samsu Hananto</i>	132-136
I 106	Perancangan dan Pembuatan Lux Meter Digital Berbasis Sensor Cahaya EL7900, <i>Satriya Wibawa I Made, Hery Suyanto, Putra I Ketut</i>	137-141
I 107	SIMULASI PEMANFAATAN KINCIR ANGIN LADANG GARAM SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK, <i>Ahmad Kanzu Syauqi Firdaus, Ahmad Abtokhi</i>	142-145
I 108	Pengembangan Mechanomyogram Berbiaya Murah menggunakan Accelerometer dan Membran Mikrofon, <i>YB Gunawan Sugiarta, Robinsar Parlindungan, Dida Suhadi</i>	146-151

GEOFISIKA

G 101	Kuat Tekan Pasta Geopolimer Berbahan Dasar Lempung Dengan Menggunakan Sodium Silikat Sintesis Dari Abu Sekam Padi, <i>Agung Setiawan, Fitriyani, dan Subaer</i>	152-156
G 102	Uji Formula Brutsaert-Crawford pada Perhitungan Radiasi Gelombang Panjang Atmosfer, <i>Arsali, Octavianus Cakra Satya, dan Saipul Hamdi</i>	157-162
G 103	Potensi Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Musiman di Kota Ambon, <i>Diana Julaidy Patty</i>	163-168
G 104	Estimasi Sifat Elastis Batuan Dengan Metod Geolistrik Hambatan Jenis, <i>Lantu, D.A.Suriamihardja, M.Imran, Tri Haryanto</i>	169-174
G 105	Penyelidikan Geologi dan Geokimia di Lapangan Panasbumi Suli, Maluku Tengah, <i>Helda Andayan, Richard Rudolf Lokollo</i>	175-177
G 106	Identifikasi Curah hujan dan Angin Diurnal Luaran Model Conformal Cubic Atmospheric Model-Numerical Weather Prediction (CCAM-NWP) di Wilayah Indonesia, <i>Iis Sofiati, Nurzaman Adikusumah</i>	178-186
G 107	Karakteristik Air Sumber Panas Bumi Pada Daerah Manifestasi Fajar Bulan, Sumatera Selatan, <i>Erni, Frinsyah Virgo, Falisa</i>	187-190
G 108	Karakteristik Gempa Bumi Dangkal Pada Zona Sesar Sungkup Bali-Flores Back Arc Thrust Dan Sekitarnya Periode 1980-2010, <i>Irjan dan Khairul Rakhman</i>	191-196
G 109	Persamaan Aliran Air Dalam Media Berpori Sebagai Aliran Airtanah (Groundwater), <i>Muhammad Hamzah Syahrudin</i>	197-202
G 110	Perbandingan Peta Anomali Medan Magnetik Total, Gravitasi dan Resistivitas Semu pada Kawasan Rawan Longsor, Paya Ateuk Aceh Selatan, <i>Muhammad Yanis, Faisal Abdullah, Nazli Ismail</i>	203-206
G 111	Studi Pengaruh Debit Sungai Terhadap Parameter TDS (Total Dissolved Solid) Di Sub DAS Komerling Provinsi Sumatera Selatan, <i>Netty Kurniawati, Sutopo, M.Iman Iqbal</i>	207-211

G 112	Studi Penentuan Jenis Aliran Sungai Pute Kawasan Karst Rammang-Rammang Kabupaten Maros, <i>Pariabti Palloan, Nasrul Ihsan dan Vistarani Arini Tiwow</i>	212-218
G 113	Analisis Struktur Kristal Pada Tanah Di Sekitar Daerah Rammang-Rammang Kawasan Karst Maros, <i>Sulistiawaty, Muhammad Arsyah, Vistarani Arini Tiwow</i>	219-226
G 114	Estimasi Model Satu Dimensi Kecepatan Gelombang P Dan S Di Jawa Tengah Dan Timur, <i>Supardiyono dan Dzulkifli</i>	227-230
G 115	Studi Parameter Muatan Padat Tersuspensi (MPT) Pada Sungai Komerang Akibat Pengaruh Kecepatan Arus dan Debit Limpasan, <i>Sutopo, Netty Kurniawati, Rinaldi</i>	231-235
G 116	Analisis Seismic Noise Test Dengan Menggunakan Seismometer Short Period, <i>Titi Anggono, Syuhada, Nugroho Dwi Hananto, Lina Handayani</i> ...	236-240
G 117	Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Di Sekitar Candi Badut Malang Menggunakan Metode Geolistrik, <i>Wasis</i>	241-247
G 118	Studi Penjajagan Potensi Energi Surya di kawasan Yogyakarta, <i>Yusuf Suryo Utomo</i>	248-253
G 119	Struktur Perlapisan Bawah Tanah Berdasarkan Data Geolistrik dan Data Bor (N-SPT) untuk Menentukan Jenis dan Kedalaman Pondasi Daerah Distrik Abepura, Papua, <i>Virman, Jan Pieter, Putu Victoria M. Risamasu, Albert Lumbu dan Auldry F. Walukow</i>	254-261
G 120	Perbandingan Simulasi Curah Hujan Di Wilayah Indonesia Bagian Tengah Selatan Dengan Tiga <i>Host Model, Ina Juaeni, Bambang Siswanto, Nurzaman, Iis Sofiati</i>	262-269
G 121	G 122 Hubungan Antar Lempeng Tektonik di Laut Barat Pulau Sumatera dan Sebaran Pusat Gempabumi dan Pola Sesar, <i>Abdul Basid dan Syarifah</i>	270-280
G 122	Identifikasi Struktur Litologi Bawah Permukaan Berdasarkan Nilai Kelistrikan Bumi di Jalan Trans-Kalimantan yang Melalui Daerah Rawa, Kalimantan Selatan	281-286

LASER DAN OPTOELEKTRONIKA

LO 101	Perancangan Sistem Sensor Serat Optik Untuk Pengukuran Getaran Akustik, <i>Harmadi, Bayu Hadi Saputro, Wildian</i>	287-290
LO 102	Pemindaian 2D Emisi Kuantum Dot Pada Substrat Solid Dengan Mesin CNC, <i>Isnaeni, Suryadi dan Yuliati Herhani</i>	291-295
LO 103	Analisa <i>Bandwidth</i> Respon Transmisi <i>Fiber Bragg Grating</i> Menggunakan Laser Dioda, <i>Iyon Titok Sugiarto, Andi Setiono dan Bambang Widiatmoko</i>	296-299
LO 104	Uji Kemampuan Perangkat Teknik <i>Laser-Induced Plasma Spectroscopy</i> (LIPS) Komersial Untuk Analisa Unsur Organik Utama (C, H, O, N) Dalam Tanah Yang Dilanda Tsunami Setelah 10 Tahun Kejadian Tsunami, <i>Nasrullah Idris, Muliadi Ramli, Syaqui Kamal, Rinda Hedwig, Zener Sukra Lie, Kiichiro Kagawa and Koo Hendrik Kurniawan</i>	300-304
LO 105	Pengenalan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Bidang Keahlian Teknisi Instalasi Fiber Optik, <i>Tomi Budi Waluyo, Bambang Widiatmoko, Maria Margaretha Suliyanti</i>	305-309
LO 106	Analisis Signal Latar Plasma Laser dan Efeknya Dengan <i>Laser-Induced Breakdown Spectroscopy</i> (LIBS), <i>Winardi Tjahyo Baskoro</i>	310-315
LO 107	Pengembangan Microwave Sweep Generator Berbasis Mixing Dua Dioda Laser, <i>Wildan Panji Tresna, Iyon Titok Sugiarto dan Bambang Widiatmoko</i>	316-319
LO 108	Analisis Unsur Impuritas Pb, Cr dan Zn Dalam Sampel Cair Dengan Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) Melalui Metode Elektrolisis, <i>Hery Suyanto, Manuntun Manurung, Winardi Tjahyo Baskoro</i>	320-324

MATERIAL MAJU DAN NANOTEKNOLOGI

MN 101	Pengujian Serbuk Komersial LiFePO_4 Sebagai Bahan Aktif Katoda Baterai Lithium untuk Mobil Listrik Nasional, <i>Achmad Subhan, Fadli Rohman, Titik Lestariningsih, R. Ibrahim Purawardi</i>	325-329
MN 102	Studi Komposisi Fasa dan Sifat Kemagnetan Bijih Besi <i>Magnetite</i> Aceh Besar, <i>Adi Rahwanto, Deviyani Rusdiyanti Putri dan Zulkarnain Jalil</i>	330-333
MN 103	Sintesis Superkonduktor $\text{YBa}_{2-x}\text{La}_x\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Dengan Variasi Unsur Y dan La, <i>I Gede Cahya Pradana, Gusti Agung Widagda, Wayan Gede Suharta</i>	334-338
MN 104	Sintesis Material Fotokatalis TiO_2 Untuk Penjernihan Air Limbah Tekstil, <i>Astuti, Sri Mulyadi, Rinda Tussa'adah</i>	339-342
MN 105	Pengaruh Lama Pengendapan pada Kopresipitasi Sintesis Nano Hidroksiapatit dari Batuan Calcite Alam Druju Malang Terhadap Kristalinitas dan Kekerasannya, <i>Yudyanto, Markus Diantoro, Hartatiek, Lia Septiani</i>	343-352
MN 106	Limbah FlyAsh (Abu Terbang) Batubara PLTU Asam-asam Sebagai Bahan Campuran Bata Ringan, <i>Ninis Hadi Haryanti</i>	353-359
MN 107	Pengaruh Tekanan Pengepresan dan Temperatur Pada Hidrogen Storage Keratin dan Mg, <i>Erna Hastuti, Nova Kartika, Azizah Fi Ahliha</i>	360-364
MN 108	Karakterisasi Campuran Nano Partikel Abu Sekam Padi Dan Abu Boiler Kelapa Sawit Menjadi Nano Komposit Termoplastik HDPE, <i>Eva Marlina Ginting, Nurdin Bukit</i>	365-372
MN 109	Sintesis Zeolit Dari Abu Sekam Padi Sebagai Absorban Karbon Monoksida (Co) Kendaraan Bermotor, <i>Farhani Maula, Abd .Haris, Subaer</i>	373-378
MN 110	Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu (<i>Bagasse</i>) Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Polutan Anorganik Dalam Air, <i>Haryani, Muris, Subaer</i>	379-383
MN 111	Fabrikasi Lapisan Transparan dan Fleksibel Komposit Nanopartikel <i>ZnO/Carboxymethyl Cellulose (CMC)</i> , <i>Horasdia Saragih</i>	384-389
MN 112	Pengaruh Molar NaOH Terhadap Struktur Nanopartikel ZnO Dengan Menggunakan Metode Kopresipitasi, <i>Hosana Robertus, Jasruddin dan Subaer</i>	390-394
MN 113	Analisis dan Karakterisasi Pembuatan Nanokomposit Karet Alam/Bentonit dengan Glysidil Metacrilate, <i>Kurnia Sembiring, Riani Sari Sembiring</i>	395-402
MN 114	Pengaruh Penambahan Abu Boiler Kelapa Sawit Dalam Meningkatkan Kekuatan Beton, <i>Karya Sinulingga dan Remi Napitupulu</i>	403-409
MN 115	Ketergantungan T_c Terhadap Medan Magnet Pada Superkonduktor Fase (Bi,Pb)-2212 Terdoping Nd, <i>Made Sumadiyasa, Putu Suardana, I Gusti Agung Putra Adnyana, Gelys Anisa Nindri</i>	410-416
MN 116	Pengaruh Penambahan CaCO_3 Terhadap Sifat Fisis Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>), <i>Asnaeni Ansar, Syamsidar. D, Armayani. M, Subaer</i>	417-421
MN 117	Identifikasi Fasa $\text{Zn}_{0,2}\text{Mg}_{0,8}\text{TiO}_3$ (ZMT) Pada Variasi Temperatur Kalsinasi Dengan Metode Pencampuran Larutan, <i>Nur Ichzan AS, Vicran Zharvan, Muhammad Saukani</i>	422-425
MN 118	Pengaruh Komposisi Agregat Zircon Terhadap Struktur Mikro Dan Daya Tahan PanasKomposit Geopolimer, <i>Nurfadilla, Subaer dan Nurhayati</i>	426-430
MN 119	Mekanisme Deposisi Film Tipis Karbon Amorfi Terhidrogenasi, <i>Putut Marwoto</i>	431-437
MN 120	Studi Tentang Struktur Mikro Keramik Rekayasa <i>Silicon Carbide (SiC)</i> Berbahan Dasar Abu Sekam Padi & Grafit Pensil 2B, <i>Resky Irfanita, Jasruddin, dan Subaer</i>	438-443
MN 121	Strategi Peningkatan Industri Rotan Indonesia Melalui Produksi Serat Rotan Sebagai Filler Komposit, <i>Siti Nikmatin, Nares Nugroho, Farah Fahma</i>	444-447
MN 122	Optimalisasi Pemakaian Energi di Industri Pengecoran Besi Melalui Audit Energi, <i>Sugiyatno, Muhammad Affendi</i>	448-452

MN 123	Pembuatan dan Karakterisasi Semen Gigi Nano Zinc Oxide Eugenol, <i>Siswanto, Ardini Prihantini, dan Nurul Taufiqurrohman</i>	453-456
MN 124	Optimasi Suhu dan Waktu Sintering Dalam Penumbuhan Kristal Superkonduktor Sistem NLBCO, <i>Putu Suardana, I Gusti Agung Putra Adnyana, Wayan Gede Suharta</i>	457-461
MN 125	Komparasi Spesifikasi Zirkonia Hasil Kalsinasi ZOH Dan ZOC, <i>Tundjung Indrati Yulianti</i>	462-471
MN 126	Pengukuran Magnetisasi Zero-field-cooled dan Field-cooled Pada $La_{0,1}Ca_{0,9}MnO_3$, <i>Yohanes Edi Gunanto, Kelly Sinaga, Budhy Kurniawan, Soehardjo Poertadji, Toshio Ono, and Hidekazu Tanaka</i>	472-476
MN 127	Pengaruh Penyimpanan Terhadap Perubahan Senyawa Dan Struktur Kristal $LiB(C_2O_4)_2 \cdot H_2O$, <i>Titik Lestariningsih, Ety Marty Wigayati, Christin Rina Ratri, R. Ibrahim Purawiardi</i>	477-482
MN 128	Pembuatan Senyawa Zinc Aluminat Sebagai Katalis Hetrogen Untuk Produksi Bio Diesel, <i>Erfin Y Febrianto, Righita Ferdian H, Fitrah Ulumuddin dan Joelianingsih</i>	483-488
MN 129	Bismuth Oxide Dan Peran nya Sebagai Elektrolit Padat SOFC, <i>Erfin Y Febrianto, Agus Sukarto, Totok Sudiro</i>	489-494
MN 130	Sintesis, Struktur Dan Sifat-Sifat Polimer Anorganik Aluminasilikat (Geopolimer) Dan Potensi Aplikasinya di Indonesia, <i>Subaer Junaedi, Abdul Haris</i>	495-499

BIOFISIKA DAN MEDIS

BM 101	<i>Oral Minimal Model</i> Untuk Mendeteksi Penyakit Diabetes Tipe 2, <i>Agus Kartono dan Andari Pratiwi</i>	500-505
BM 102	Dinamika Glukosa Darah dan Insulin Menggunakan <i>Minimal Model</i> Termodifikasi Waktu Tunda, <i>Agus Kartono, Anggi Marstella Pangaribuan dan Mersi Kurniati</i>	506-510
BM 103	Respon Adaptasi <i>In-Vivo</i> Terhadap Kuantitas Leukosit Mencit (<i>Mus musculus l</i>) Pasca Radiasi Gamma Co-60, <i>Gusti Ngurah Sutapa</i>	511-517
BM 104	Pengukuran Sifat Dielektrik Lemak Pangan pada Frekuensi Rendah, <i>Chomsin Sulistya Widodo, Hari Arif Dharmawan, Sucipto, Arif Hidayat</i> ...	518-521
BM 105	Deteksi Efektifitas Bahan Antiseptik Melalui Pengukuran Tegangan Permukaan, <i>Sri Suryani, Hendra Purnomo</i>	522-527
BM 106	Efek Radiasi Gamma Co-60 Terhadap Interval Waktu Pemberian Dosis Adaptasi (DA) Dengan Dosis <i>Challenges</i> (DC) Pada Kuantitas Leukosit Mencit (<i>Mus musculus L</i>), <i>Ni Luh Putu Trisnawati, Gusti Ngurah Sutapa, I Made Yuliana</i>	528-535
BM 107	Memfaatkan Limbah Biomassa Kebun dan Industri Kehutanan Menjadi Arang dan Uap-asap Cair, <i>Alamta Singarimbun, Lilik hendrajaya, Muhammad Edisar, Johny Custer</i>	536-539
BM 108	Pemanfaatan Biomagnetik Untuk Menghambat Pertumbuhan Sel Bakteri ETEC (Enterotoxigenic Escherichia coli), <i>Anak Agung Ngurah Gunawan</i> ...	540-545
BM 109	Rancang Bangun Sistem Pembangkit Gelombang Ultrasonik Sebagai Metode Alternatif Menurunkan Jumlah Bakteri E. Coli Pada Proses Penjernihan Air, <i>Komang Gde Suastika, Natalia Sri Martani, Theo Jhoni Hartanto</i>	546-552
BM 110	Penggunaan Medan Listrik Berpulsa Untuk Penonaktifan Biofilm Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Mokhamad Tirono</i>	553-558
BM 111	Transfer Muatan Pada DNA dalam Kerangka Teori Medan Gauge Dengan menggunakan Pendekatan Integral Lintas Feynman, <i>Erika Rani, Husnul Fuad Zein</i>	559-565
BM 112	Sistem Persamaan Diferensial Elektrokardiogram dengan Waktu Tunda untuk Simulasi Gelombang PQRST, <i>Suryasatriya Trihandaru</i>	566-571

BM 113	Perbandingan Dampak Polutan Asap Kendaraan Bermotor Pada Organ Mencit (Studi Kasus pada Ginjal, Paru-Paru, Hati dan Darah), <i>Unggul P. Juswono, Arinto Y. P. Wardoyo, Hasnisa, Reza Sativan, Islakhah Sofihayati, Siti Maysaroh</i>	572-577
BM 114	Pengaruh Konsentrasi Dan Temperatur Pada Transpor Ion Dalam Membran Kitosan, <i>Ni Nyoman Rupiasih, Umi Hariyani, Putu Erika Winasri, I Ketut Putra</i>	578-582
BM 115	Analisis Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Tembakau Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok (Usaha Meningkatkan Kualitas Asap Rokok), <i>Agus Mulyono, Itsna Bekti Rahmawati</i>	583-588

FISIKA PENDIDIKAN

FP 101	Pengaruh Pemberian Tes Berstruktur Dalam Model Pembelajaran <i>Problem Solving</i> Terhadap Kemampuan Berpikir Sistematis Siswa Di SMAN 72 Jakarta, <i>Acep Galing Kusdiwelirawan, Martin</i>	589-593
FP 102	Pengaruh Pendekatan Multiple Intelligences Melalui Model Pembelajaran Inquiry Terhadap Kemampuan Memecahkan Masalah Fisika Peserta Didik Kelas X di SMAN 2 Sungguminasa Gowa, <i>Aliasyahraeni, Hartono Bancong, Dian Pramana Putra</i>	594-597
FP 103	Penerapan Pendekatan Multiple Intelligences Melalui Model Pembelajaran Inquiry Terhadap Sikap dan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas VIII Di SMP Negeri 3 Sungguminasa, <i>Aminah Ahmad, Hartono Bancong, Dian Pramana Putra</i>	598-602
FP 105	Perbandingan Metode Demonstrasi Dan Metode Eksperimen Terhadap Aktivitas Dan Hasil Belajar Fisika Kelas X SMAN 1 Tellu Siattinge, <i>Ary Utary nur, Elwinda Dwi Pratiwi, Muhammad Arsyad</i>	603-607
FP 106	Pengembangan Quis Maker Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Kreativitas Bagi Calon Guru Fisika, <i>Dewi Purwati</i>	608-611
FP 107	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berorientasi Multi Representasi dalam Mereduksi Kesalahan Prakonsepsi Fisika Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Majene, <i>Dewi Sartika, Muris</i>	612-618
FP 108	Analisis Proses Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Berdasarkan <i>Thinking Style</i> dan <i>Multiple Intelligences</i> Pada Praktikum Fisika Modern di Universitas Muhammadiyah Makassar, <i>Dian Pramana Putra, Hartono Bancong</i>	619-623
FP 109	Penerapan Strategi Literasi Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Wawasan Konsep Dasar Fisika Mahasiswa Program Studi Fisika UIN Sunan Gunung Djati Bandung, <i>Chaerul Rochman</i>	624-628
FP 110	Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Umum Berbasis Pendidikan Karakter Di Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA Unimed, <i>Derlina, Tri Harsono, Sabani</i>	629-635
FP 111	Kepraktisan Prototipe Media Tepat Guna Dalam Pembelajaran Fisika Di SMA, <i>Edi Supriana, Mohamad Nur</i>	636-646
FP 112	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika SMA Menggunakan Pendekatan Ilmiah (<i>Scientific</i>) Untuk Kurikulum 2013, <i>Elwinda Dwi Pratiwi, Ary Utary Nur, Kaharuddin</i>	647-654
FP 113	Peranan Metode Pembelajaran Partisipatif Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 8 Maros, <i>Emi Hardyanti, Jasruddin, Muh.Tawil</i>	655-660
FP 114	Pembelajaran Fisika Berbasis Praktikum : Komposisi Gaya, <i>Handrika utami, Hendra, Eka Murdani</i>	661-664
FP 115	Pengembangan Paket Tutorial Teori Kuantum Cahaya Berbasis Penyelesaian Eksplisit untuk Meningkatkan Kemampuan <i>Problem Solving</i> Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UM, <i>Hartatiek, Supriyono Koes Handayanto, Yudyanto</i>	665-671

FP 116	Model Pembelajaran Reciprocal Teaching Setting Kooperatif Pada Mata Kuliah Termodinamika di Universitas Muhammadiyah Makassar, <i>Hartono Bancong, Dian Pramana Putra</i>	672-676
FP 117	Pengaruh Metode Praktikum Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas VIII Di SMPN 2 Kota Tangerang, <i>Imas Ratna Ermawaty, Wahyu Dian Laksanawati, Oktarina Heriyani</i>	677-683
FP 118	Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Terpadu Model Shared Di Sekolah Menengah Pertama (SMP), <i>Irma Sakti, Subaer, Nasrul</i>	684-689
FP 119	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Peningkatan Capaian Kompetensi Fisika Umum II Prodi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Medan, <i>Jurubahasa Sinuraya, Sehat Simatupang, dan Ida Wahyuni</i>	690-701
FP 120	Membangun Metode Belajar Untuk Generasi Abad 21 Pada Materi Fisika SMA, <i>Masita Husen, Hartono Bancong</i>	702-706
FP 121	Pengaruh Model Pembelajaran Langsung dengan Metode Bervariasi Terhadap Kemampuan Berpikir Logis dan Pemahaman Konsep Fisika Pada Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Galesong Utara, <i>Muhammad Taqwin, Muhammad Tawil, Ahmad Yani</i>	707-714
FP 122	Pengaruh Model Pembelajaran dan Gaya Belajar Terhadap Hasil Belajar IPA Peserta Didik Kelas VII SMP Negeri 30 Makassar, <i>Mutahharah Hasyim, Ahmad Yani, Aisyah</i>	715-719
FP 123	Profil Kompetensi <i>Technological Pedagogical Content Knowledge</i> (TPCK) Guru Fisika Pada Pokok Bahasan Gelombang di SMA, <i>Nurul Kusuma Wardani, Meili Yanti, Hartono B.</i>	720-726
FP 124	Pembelajaran Fisika Berbantuan <i>Maple 13</i> (Untuk Mendukung Proses Pembelajaran Sains Sesuai Tuntutan Kurikulum 2013), <i>Oriza Stepanus, Horasdia Saragih</i>	727-731
FP 125	Pengembangan Model Pembelajaran Langsung Inovatif Berbantuan Media Simulasi PHET Untuk Melatih Penggunaan Metode Ilmiah Mahasiswa Calon Guru Pada Materi Listrik Dinamis, <i>Pendi Sinulingga, Theo Jhoni Hartanto</i>	732-739
FP 126	Model Heuristik Vee dalam Pembelajaran Fisika untuk Mengembangkan Enam Dimensi Sains di SMA, <i>I Wayan Suastra</i>	740-748
FP 127	Mengembangkan Keterampilan Generik dan Nilai Karakter Melalui Pembelajaran Fisika, <i>Ketut Suma</i>	749-757
FP 128	Pengaruh Model Pembelajaran Novick terhadap Motivasi Belajar dan Pemahaman Konsep Fisika Peserta SMAN 5 Makassar, <i>Ria Ristiani, Sidin Ali dan Nurhayati</i>	758-765
FP 129	Identifikasi Peserta Didik Berdasarkan Aspek Sikap (<i>Attitude</i>) terhadap Fisika dan Hubungannya dengan Hasil Belajar Fisika Berdasarkan Instrumen CLASS (<i>the Colorado Learning Attitudes about Science Survey</i>) di Kelas IX SMP PGRI Bontonompo, <i>Riskawati, Nur Ungki Sari, Sitti Rahma Yunus</i> ...	766-769
FP 130	Penggunaan Multimedia Interaktif Materi Arus dan Tegangan Listrik Bolak-Balik Berorientasi Peta Kompetensi Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) di Provinsi Maluku Utara, <i>Saprudin</i>	770-774
FP 131	Desain Model Pembelajaran Multiple Representation Menggunakan Desain Slide PowerPoint Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru IPA (Kajian Teoritis), <i>Sitti Rahma Yunus</i>	775-780
FP 132	Eksplorasi Kemampuan Pemecahan Masalah Dalam Topik Kinematika Bagi Mahasiswa Calon Guru, <i>Sondang R Manurung</i>	781-787
FP 133	Analisis Hasil Belajar Fisika Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif dan Metode Ceramah Pada Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Palangkaraya Tahun 2013/1014, <i>Suhartono, Titik Utami, Ariawanti</i>	788-796
FP 134	Improving Student's Scientific Abilities by Using Guided Inquiry Laboratory, <i>Supriyono, Madlazim and M.N.R. Jauhariyah</i>	797-803

FP 135	Pengembangan Media Tutorial Berbasis Web untuk Pemecahan Masalah dalam Fisika, <i>Syamsuriwal, Ahmad Yani, Subaer</i>	804-811
FP 136	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Kombinasi Model Pembelajaran Langsung dan Model Pembelajaran Kooperatif yang Diimplementasikan Melalui Kegiatan Eksperimen pada Materi Kalor Untuk Melatih Keterampilan Proses Sains Siswa, <i>Theo Jhoni Hartanto</i>	812-821
FP 137	Pengaruh Penggunaan Strategi Pembelajaran Peningkatan Kemampuan Berpikir (SPPKB) Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa, <i>Tri Isti Hartini, Tasman Abbas, Fidyanti Mafikasari</i>	822-827
FP 138	Kesulitan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Fisika, <i>Joko Siswanto, dan Joko Saefan</i>	828-830
FP 139	Membangkitkan Kecakapan Hidup (<i>Life Skills</i>) Siswa melalui Pendekatan Sains Teknologi Masyarakat (STM) pada Topik Hukum Hooke., <i>A.Halim dan Angria Milda</i>	831-834

Penelitian dengan judul "Membangun Reaktor Kalor Gelembung untuk Produk Industri dengan Berbasis Model Euler" oleh Jochandriyah*, Ruzita Jusita Hekha, Ita Supriatun* Staf Pengajar Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia (IT), Raya Pengapick Serpong Tangerang Selatan-Banteng jochandriyah@itb.ac.id

Masalah dengan judul : Malarja Reaktor Kalor Gelembung untuk Produk Industri dengan Berbasis Model Euler

Nama Penulis : Jochandriyah*, Ruzita Jusita Hekha, Ita Supriatun*
 Asal Instansi : Staf Pengajar Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia (IT), Raya Pengapick Serpong Tangerang Selatan-Banteng
 email : jochandriyah@itb.ac.id

salah sebuah indaga resmi dari PT. Aneka, Berdasarkan hasil review, masalah tersebut di atas diterima untuk diterbitkan di Prosiding SFN XXVII.

Dimungkinkan akan terdapat hal-hal yang dengan sekenanya, agar dapat dipergunakan sebagaimana adanya.

Atas nama panitia ICTAP 2014 dan SFN XXVII, kami mengucapkan banyak terima kasih atas kerjasamanya dan partisipasinya.

Denpasar, 26 November 2014
 Ketua Panitia SFN XXVII & ICTAP 2014



Dr. Ni Nyomai Hidayati, Ph.D
 NIP. 19590400197412001

**The 4th International Conference on Theoretical and Applied Physics 2014 (ICTAP 2014)
and Simposium Fisika Nasional XXVII (SFN XXVII)**

October 16-17, 2014 Denpasar-Bali, Indonesia

<http://situs.opi.lipi.go.id/ictap2014/>



Nomor : 07 /XI/SFN-XXVII/2014
Lampiran : -
Hal : Surat Keterangan Penerbitan Makalah di Prosiding SFN XXVII

Kepada Yth :
I bu Dr. Joelianingsih
di
ITI Serpong

Dengan Hormat,

Berkenaan dengan telah dilaksanakan seminar tahunan Himpunan Fisika Indonesia (HFI) "The 4th International Conference on Theoretical and Applied Physics 2014 (ICTAP 2014) dan Seminar Fisika Nasional XXVII (SFN-XXVII)" pada tanggal 16-17 Oktober 2014 di Universitas Udayana- Bali, kami atas nama panitia ICTAP dan SFN 2014 menginformasikan bahwa :

Makalah dengan judul : **Kinerja Reaktor Kolom Gelembung untuk Produksi Biodiesel dengan Berbagai Jenis Sparger**
Nama Penulis : **Joelianingsih*, Rusnia Junita Hakim , Ita Supriatin**
Asal Instansi : *** Staf Pengajar Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia (Jl. Raya Puspipetek Serpong Tangerang Selatan-Banten)**
email : joelianingsih@yahoo.com

sudah melalui tahapan *review* oleh *reviewer*. Berdasarkan hasil *review*, makalah tersebut di atas diterima untuk diterbitkan di Prosiding SFN XXVII.

Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Atas nama panitia ICTAP 2014 dan SFN XXVII, kami mengucapkan banyak terima kasih atas kerjasama dan partisipasinya.

Denpasar, 26 November 2014
Ketua Panitia SFN XXVII & ICTAP 2014



Ni Nyoman Rupiasih, Ph.D
NIP.196904081994122001

Kinerja Reaktor Kolom Gelembung untuk Produksi Biodiesel dengan Berbagai Jenis *Sparger*

Joelianingsih¹⁾, Rusnia Junita Hakim²⁾, Ita Supriatin²⁾

¹ Staf Pengajar Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia
(Jl. Raya Puspipetek Serpong Tangerang Selatan-Banten)

email: joelianingsih@yahoo.com

² Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia
email: nia.juny@hotmail.com, itasupriatin@gmail.com

Abstrak

Reaktor Kolom Gelembung, RKG (*Bubble Column Reactor*) merupakan suatu alat yang intensif digunakan sebagai kontakor multifase dan reaktor dalam industri kimia, biokimia dan petrokimia. Beberapa keuntungan RKG diantaranya adalah kecepatan transfer massa dan panas yang tinggi, kekompakan serta biaya operasi dan pemeliharaan yang rendah. Pada penelitian ini RKG diterapkan untuk memproduksi biodiesel dari minyak goreng kelapa sawit melalui reaksi transesterifikasi secara non-katalitik. Minyak berfasa cair di dalam RKG sebanyak 1L direaksikan dengan uap metanol yang diumpankan ke dalam reaktor secara kontinu dengan laju alir (diukur dalam kondisi fasa cair) 2, 5, 5,0 dan 7.5 mL/menit. Produk biodiesel akan terbawa oleh uap yang secara kontinu dikeluarkan dari reaktor untuk selanjutnya dikondensasikan dan ditampung setiap 20 menit selama 140 menit (7 sampel). Biodiesel dipisahkan dari metanol dengan menggunakan alat rotary evaporator. Temperatur reaksi divariasikan pada 230, 240, 250 °C dan jenis sparger berbentuk plat berlubang berdiameter sekitar 1 mm dengan jumlah lubang bervariasi 29, 45, 119. Hasil terbaik diperoleh pada temperatur reaksi 250 °C, laju alir metanol 5 mL/min dan sparger dengan 119 lubang dengan waktu reaksi pada 20 menit ke 3. Laju produksi biodiesel diperoleh sebesar 6,24 g/menit. Kualitas biodiesel dianalisa menggunakan metode sesuai SNI - 7182:2012 dan didapatkan kadar metil ester sebesar 69.28%, gliserol total sebesar 0.2525%, angka asam sebesar 55.45 mg KOH/g dan angka penyabunan sebesar 184.27 mg KOH/g. Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa biodiesel yang dihasilkan belum memenuhi SNI 7182 - 2012. Kecilnya kadar metil ester dikarenakan besarnya nilai angka asam, yang diperkirakan karena terjadinya reaksi oksidasi saat pemanasan awal minyak di dalam reaktor. Pada penelitian selanjutnya peralatan perlu dilengkapi dengan sistem aliran gas nitrogen yang diumpankan selama proses pemanasan awal minyak sampai mencapai temperatur reaksi yang diinginkan dan dihentikan setelah uap metanol digelembungkan ke dalam reaktor.

Kata kunci : Reaktor kolom gelembung, sparger, biodiesel, minyak goreng sawit.

1. PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan monoalkil ester (misal: fatty acid methyl ester/FAME) yang diproses dengan metode transesterifikasi antara trigliserida yang berasal dari minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek terutama metanol untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel [1,2]. Biodiesel dapat diproduksi secara katalitik dan non-katalitik. Proses pembuatan biodiesel tanpa katalis mempunyai kelebihan diantaranya tidak perlu dilakukan penghilangan FFA dengan refining atau praesterifikasi, reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dapat berlangsung dalam satu reaktor sehingga minyak dengan kadar FFA tinggi dapat langsung digunakan, kondisi proses pemisahan dan pemurnian produk lebih sederhana dan ramah lingkungan.

Proses produksi biodiesel secara non-katalitik telah dilaporkan oleh beberapa peneliti, diantaranya pada kondisi superkritik metanol oleh Demirbas [3], Kusdiana dan Saka [4] dengan kondisi reaksi 350°C, 20 MPa (200 bar), rasio metanol terhadap minyak 42 mol, reaksi dapat berlangsung sangat cepat dengan waktu reaksi sempurna hanya 4 menit. Namun penggunaan reaktor bertekanan tinggi selain memerlukan investasi (harga reaktor bertekanan tinggi) dan biaya produksi tinggi (energi untuk menaikkan temperatur dan tekanan bahan) juga beresiko membahayakan keamanan dan keselamatan, sehingga untuk diterapkan pada skala komersial masih perlu dipertimbangkan.

Salah satu teknologi proses produksi biodiesel yang telah dikembangkan oleh Joelianingsih, dkk [5] adalah produksi biodiesel secara non-katalitik dalam suatu

bubble column reactor (BCR) atau reaktor kolom gelembung (RKG). Penelitian tersebut mempelajari pengaruh temperatur reaksi dan laju alir metanol terhadap proses (konversi dan yield) dan kualitas produk (kemurnian) biodiesel pada tekanan 1 atm. Namun penelitian dengan berbagai jenis *sparger* sebagai pembentuk gelembung dari uap metanol belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian untuk mengetahui kinerja RKG dengan berbagai jenis *sparger* perlu dilakukan.

Secara prinsip penggunaan RKG untuk reaksi transesterifikasi non-katalitik minyak nabati/trigliserida adalah menggantikan peran katalis dengan temperatur reaksi yang lebih tinggi (250-290°C). Pada proses dengan katalis homogen temperatur reaksi sekitar 65°C pada tekanan 1 atm (temperatur didih metanol), menggunakan reaktor tangki berpengaduk. Sedangkan peran pengaduk digantikan oleh gelembung-gelembung uap metanol. Pada proses dengan katalis homogen dijaga agar metanol tetap berfasa cair, oleh karena itu usaha mempercepat reaksi dengan menaikkan temperatur harus selalu diikuti dengan kenaikan tekanan. Kelemahan ini diatasi dengan memanfaatkan sifat metanol yang berbentuk uap pada suhu di atas 65 °C sehingga dapat digelembungkan. Reaksi antara minyak dan metanol terjadi di lapisan antar muka minyak dan gelembung metanol. Sehingga semakin banyak jumlah gelembung dan semakin kecil ukuran diameter gelembung luas kontak antar mukanya semakin besar dan reaksi akan semakin cepat. Dengan kata lain usaha mempercepat reaksi kimia yang semula dilakukan dengan bantuan katalis yang bersifat kimiawi dan pengadukan konvensional diubah dengan perlakuan fisikal dan mekanikal sesuai dengan karakteristik bahan perekasi.

Kelebihan dari RKG adalah konstruksi sederhana, biaya operasi murah, efisiensi energi tinggi, pindah panas dan pindah massa terjadi dengan baik (Mouza et al., 2004)[6]. Keunggulan lain penerapan proses reaksi transesterifikasi trigliserida untuk membentuk metil ester dalam RKG adalah bahwa reaktor berfungsi sebagai distilasi reaktif, dimana reaktor tidak hanya sebagai tempat berlangsungnya reaksi, tetapi juga sebagai tempat pemisahan produk. Produk metil ester dan gliserol terbawa oleh uap metanol yang dikeluarkan dari reaktor secara kontinu, sedangkan minyak nabati sebagai reaktan tetap berfasa cair di dalam reaktor. Berdasarkan

prinsip termodinamika (kesetimbangan) reaksi, proses ini dapat mendorong reaksi ke arah produk sehingga konversi reaksi dapat mencapai 100%. Selain itu dengan prinsip distilasi reaktif ini proses produksi dapat berlangsung secara kontinu walaupun dengan kapasitas yang kecil.

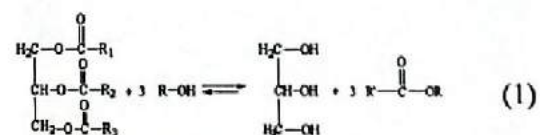
Dalam penelitian ini, kinerja RKG dievaluasi dengan mempelajari pengaruh berbagai jenis *sparger*, laju alir metanol dan temperatur reaksi dengan operasi reaktor secara *semi-batch*.

1. KAJIAN LITERATUR

• Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi alkyl ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Di antara alkohol-alkohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber/pemasok gugus alkil adalah metanol yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktivitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut metanolisis). Jadi, di sebagian besar dunia ini, biodiesel praktis identik dengan ester metil asam-asam lemak (Fatty Acids Metil Ester, FAME) [7].

Reaksi transesterifikasi memegang peranan penting dalam pengolahan biodiesel dari minyak nabati (trigliserida atau TG). Reaksi transesterifikasi disebut juga reaksi alkoholisis dan proses ini sering dikaitkan dengan proses untuk mengurangi viskositas trigliserida [8]. Secara umum reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan alkohol (metanol) dapat dilihat pada persamaan (1).



Trigliserid 3 (Alkohol) Gliserol 3 (Ester)

Reaksi transesterifikasi TG dengan metanol (MeOH) berlangsung dalam 3 tahap reaksi seperti pada persamaan (2), (3) dan (4). Satu mol TG bereaksi dengan 1 mol MeOH menghasilkan satu mol FAME dan 1 mol digliserida (DG). Selanjutnya 1 mol DG

bereaksi dengan 1 mol MeOH menghasilkan 1 mol FAME dan 1 mol monogliserida (MG). Akhirnya 1 mol MG bereaksi dengan 1 mol MeOH menghasilkan 1 mol FAME dan 1 mol gliserol (GL).

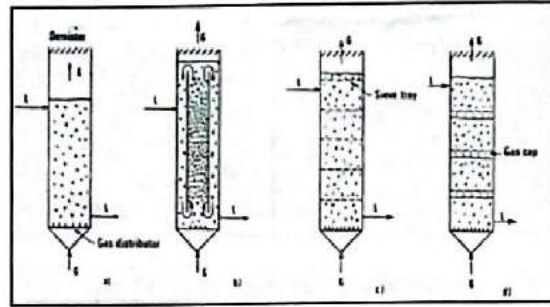


• Reaktor Kolom Gelembung

Reaktor kolom gelembung pada dasarnya adalah sebuah bejana silinder dengan distributor gas di bagian dasar, gas disemprotkan ke dalam bentuk gelembung menjadi fasa cair atau suspensi cair-gas [9]. Reaktor kolom gelembung memberikan keunggulan aplikasi yang luas, menyediakan desain dan operasi yang baik dibandingkan dengan reaktor lain. Reaktor kolom gelembung memiliki sistem perpindahan panas dan karakteristik perpindahan massa yang sangat baik, sehingga menyebabkan perpindahan massanya menjadi efisien. Sedikitnya pemeliharaan dan biaya operasional yang rendah diperlukan karena dapat mengurangi perpindahan dan kepadatan massa.

Behkish, dkk [10] menyatakan bahwa gelembung yang besar dibentuk dengan adanya perpaduan gelembung dan dapat membatasi perpindahan massa dalam kolom. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa untuk kolom gelembung pada industri, adanya gelembung kecil lebih diinginkan dan adanya gelembung besar harus dihindari untuk kecepatan transfer massa yang efektif. Rata-rata ukuran gelembung dalam kolom gelembung dipengaruhi oleh kecepatan gas, sifat cairan, distribusi gas, tekanan operasi dan diameter kolom. Kecepatan munculnya gelembung gas tergantung pada ukurannya. Dengan demikian, ukuran dan kenaikan kecepatan gelembung bergantung satu sama lain dan dipengaruhi oleh parameter yang sama.

Bentuk standar kolom gelembung ditunjukkan pada Gambar 1. Sebagai aturan, rasio tinggi terhadap diameter lebih besar dari 1 (3 sampai 10).



Gambar 1. Berbagai jenis reaktor kolom gelembung

Gas dimasukkan melalui *perforated tubes*, *perforated trays*, dalam kasus yang jarang, melalui *sintered plates*. Kecepatan *superficial* gas biasanya berkisar antara 1 dan 30 cm / s. Kecepatan *superficial* adalah rasio laju aliran volumetrik dengan luas penampang kolom pada saat kosong [11].

2. METODE PENELITIAN

• Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat percobaan RKG yang diperbaiki dari alat yang telah dirancang sebelumnya, *rotary evaporator*, erlenmeyer, neraca analitik, labu bulat, beaker glass. Gambar 2 adalah sistem peralatan yang lama, sedangkan Gambar 3 merupakan sistem peralatan yang baru.

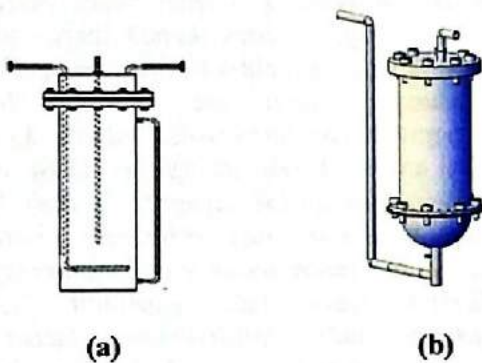


Gambar 2. Prototipe lama



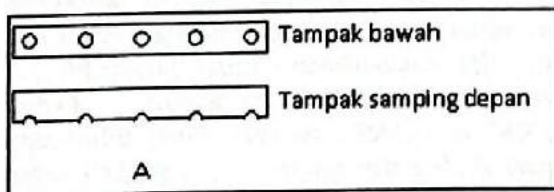
Gambar 3. Prototipe baru

Perubahan reaktor baru : Dimensi (Rasio L/D) menjadi 5, sebelumnya rasio L/D = 3. Karena dengan rasio yang kurang dari kecil banyak minyak yang terikut keluar ke produk uap saat dioperasikan, sehingga diperlukan rasio L/D yang lebih besar (reaktor lebih tinggi). Aliran umpan uap metanol yang semula dialirkan dari dalam reaktor (pipa di dalam reaktor) diubah menjadi di luar dan diumpankan dari bawah reaktor seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

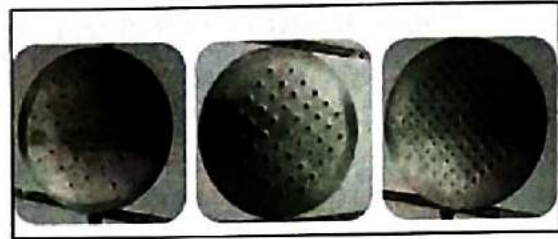


Gambar 4. Reaktor (a) lama dan (b) baru

Perubahan Sparger: dari semula hanya terdiri dari pipa berlubang 5 buah dengan diameter lubang 3 mm berubah menjadi plat berlubang dari bahan SS-316 dengan diameter lubang 1 mm dan jumlah lubang 119 buah, seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6.

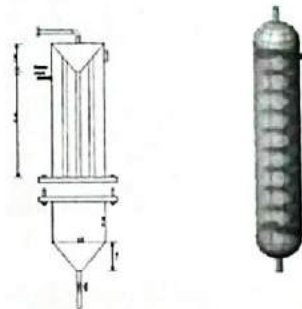


Gambar 5. Sparger lama: pipa dengan 5 lubang



Gambar 6. Sparger baru: plat berbubang

Perubahan kondensor : (Gambar 7) dari 3 tube vertikal menjadi bentuk spiral dengan panjang pipa 3 m dan perubahan letak fluida air pendingin semula ada di shell berubah menjadi di tube bagian dalam kondensor. Hal ini disebabkan pada saat digunakan bila ada produk yang menjadi padat pada kondensor sebelumnya akan menyumbat aliran produk sehingga kondensor menjadi mampet. Pada kondensor yang lama luas perpindahan panas kurang mencukupi sehingga produk uap keluar reaktor tidak dapat terkondensasi seluruhnya. Alat yang baru telah diujicoba dan hasilnya menjadi lebih baik.



Gambar 7. Kondensor lama dan baru

• **Bahan**

Minyak goreng kelapa sawit Bimoli diperoleh dari toko swalayan, metanol PA 99,8% di produksi oleh PT Smart – Lab Indonesia.

• **Variabel dan Parameter**

Besaran yang divariasikan dalam penelitian ini adalah jumlah lubang sparger (29, 45, 119), laju alir metanol (2,5 ; 5 ; 7,5) mL/menit, dan temperatur reaksi transesterifikasi (230, 240, 250)^oC

Parameter yang diukur :

A_s : Angka penyabunan (mg/g)

A_a : Angka asam (mg/g)

G_{total} : Gliserol total dalam biodiesel (%-b)

Parameter yang dihitung :

$$\text{Laju produksi} = \frac{\text{massa biodiesel (gr)}}{\text{waktu (menit)}} \quad (1)$$

Kadar Metil Ester (% massa)

$$= \frac{100(A_s - A_a - 18,27G_{\text{total}})}{A_s} \quad (2)$$

Keterangan :

 A_s : Angka penyabunan (mg/g) A_a : Angka asam (mg/g) G_{total} : Gliserol total dalam biodiesel (%-b)

Uji kualitas biodiesel dilakukan di Laboratorium analisa kimia Lemigas Jakarta.

- Prosedur Percobaan**

Bahan baku berupa minyak goreng sawit sebanyak 1 Liter diumpankan ke dalam reaktor kemudian dipanaskan sampai temperatur reaksi yang diinginkan. Sementara itu metanol dalam fasa cair diubah fasanya menjadi uap dalam *vaporizer* lalu uap metanol masuk ke dalam reaktor yang berisi minyak goreng sawit dan melewati lubang- lubang *sparger* yang ada di bagian dasar reaktor. Dimana di dalam reaktor terjadi kontak antara minyak goreng sawit, dan uap metanol sehingga menghasilkan produk biodiesel yang masih mengandung metanol. Produk keluar kondensor ditampung dalam wadah setiap 20 menit selama 140 menit (ada 7 sampel). Selanjutnya produk biodiesel dipisahkan dari metanol dengan menggunakan alat *rotary evaporator*, tiap-tiap sampel ditimbang dan hasil terbaik berdasarkan produktifitas dan tingkat kejernihan diuji kadar metil esternya.

Pada awal pembuatan biodiesel digunakan suhu reaksi 250°C dan laju alir 5 mL/menit serta dengan memvariasikan jenis *sparger* yaitu 29 lubang, 45 lubang dan 119 lubang, dari hasil produksi biodiesel dengan memvariasikan jenis *sparger* didapatkan *sparger* terbaik yaitu dengan 119 lubang. Selanjutnya *sparger* tersebut digunakan untuk percobaan dengan temperatur reaksi 250°C dan variasi laju alir metanol 2.5 mL/menit dan 7.5 mL/menit untuk mendapatkan laju alir terbaik. Kemudian dilakukan variasi temperatur reaksi sebesar 230°C dan 240°C untuk jenis *sparger* dan laju alir terbaik yang telah didapatkan sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

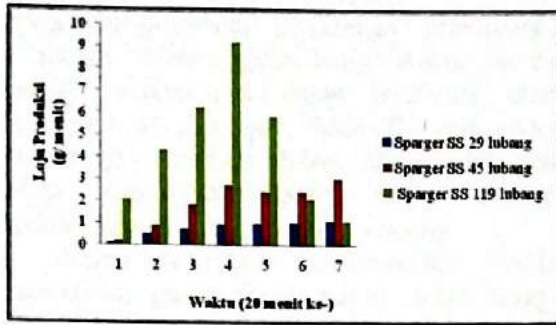
- Pengaruh Jenis Sparger Terhadap Laju Produksi**

Sparger digunakan sebagai alat pemecah gelembung metanol agar gelembung yang terbentuk berukuran kecil sehingga luas permukaan interfasanya lebih besar sehingga laju difusi metanol ke dalam larutan lebih cepat dan kadar metanol terlarut meningkat.

Mula-mula, ditentukan lebih dahulu bahan yang digunakan untuk membuat *sparger*. Ada 3 bahan yang telah diujicoba yaitu dalam bentuk kasa dengan ukuran 100 mesh, bahan dari teflon dan bahan dari SS-316. Dari hasil percobaan diketahui bahwa bahan dari kasa dan teflon mengalami perubahan bentuk fisik karena tidak tahan pada temperatur reaksi (250°C), seperti diperlihatkan pada Gambar 8 dan 9. *Sparger* dari bahan kasa menjadi tidak rata seperti gelombang. Sedangkan bahan dari teflon mengembang dan menyebabkan lubang *sparger* mengecil atau tertutup.

Gambar 8. *Sparger* dari kasaGambar 9. *Sparger* dari teflon.

Bahan yang tahan temperatur tinggi adalah SS-316 yang digunakan untuk membuat *sparger* dengan jumlah lubang beraviari (29, 45 dan 119), diameter lubang 1 mm. Pengaruh jenis *sparger* terhadap laju produksi dapat dilihat dari perbandingan hasil laju produksi yang diperoleh pada Gambar 10. Terlihat laju produksi menggunakan *sparger* dengan 119 lubang lebih besar dibandingkan dengan produk yang menggunakan *sparger* dengan 29 dan 45 lubang.



Gambar 10. Pengaruh jenis sparger terhadap laju produksi

Gambar 10 menunjukkan bahwa laju produksi pada variasi sparger dengan banyak lubang 29 dan 45 lubang mengalami kenaikan pada setiap waktunya, sedangkan untuk 119 lubang laju produksi yang dihasilkan mengalami kenaikan dan penurunan. Untuk *sparger* berlubang 29 dan 45 terlihat produksi lebih lambat dan waktu mencapai laju produksi optimum belum tercapai dengan waktu pengamatan selama 140 menit. Sedangkan untuk *sparger* berlubang 119 waktu optimum dengan hasil laju produksi terbesar didapatkan pada 20 menit ke-4. Ketidak stabilan laju produksi yang didapatkan karena sistem operasi dilakukan secara *semi-batch*, pada sistem tersebut minyak didalam reaktor akan berkurang selama operasi berlangsung dengan begitu laju produksi yang dihasilkan mula-mula akan naik dan setelah mencapai kondisi optimum akan menurun. Foto hasil percobaan dengan berbagai jenis sparger yang dapat dilihat pada Gambar 11,12 dan 13. Urutan sampel produk dalam foto dimulai dari kanan ke kiri.



Gambar 11. Produk pada sparger 29 lubang, 250 °C, laju alir metanol 5 mL/menit



Gambar 12. Produk pada sparger 45 lubang, 250 °C, laju alir metanol 5 mL/menit

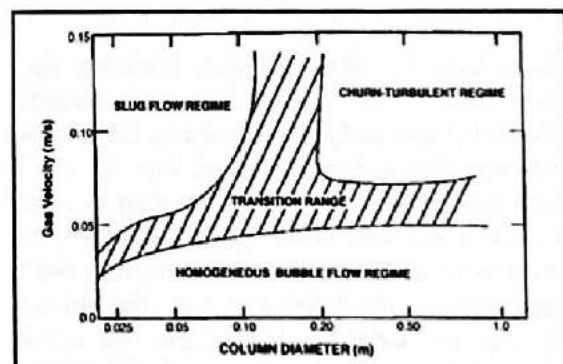


Gambar 13. Produk pada sparger 119 lubang 250 °C, laju alir metanol 5 mL/menit

Sebagian besar produk yang dihasilkan pada penggunaan *sparger* 29 dan 45 lubang menjadi padat setelah dibiarkan selama 5-10 menit pada temperatur ruang. Sedangkan pada produk dengan *sparger* 119 lubang diperoleh produk cair sampai pengamatan lebih dari 1 bulan.

• Pengaruh Laju Alir Metanol Terhadap Laju Produksi

Karakteristik dinamis cairan pada reaktor kolom gelembung memiliki dampak yang signifikan terhadap operasi dan kinerja reaktor kolom gelembung. Menurut literatur, aliran dalam kolom gelembung diklasifikasikan dan dipertahankan sesuai dengan *superficial gas velocity* yang dilakukan dalam kolom. Tiga jenis laju aliran yang sering ditemui pada kolom gelembung yaitu aliran homogen, aliran heterogen dan aliran slug serta aliran lain berupa " aliran berbusa " yang jarang ditemui dalam kolom gelembung [12]. Gambar 14 menunjukkan regime aliran pada RKG [13].



Gambar 14. Regime Aliran pada RKG

Aliran homogen diperoleh pada kecepatan gas yang rendah, kurang dari 5 cm / s dalam kolom *semibatch* [14,15]. Aliran ini ditandai dengan gelembung yang berukuran kecil dengan ukuran yang relatif sama dan adanya peningkatan kecepatan. Sebenarnya tidak ada

penggabungan atau pemisahan gelembung, sehingga ukuran gelembung dalam aliran hampir sepenuhnya dapat terditeksi oleh *sparger* [16]. Kawagoe, dkk [17] menemukan bahwa gas hold-up dalam aliran homogen akan meningkat secara linier seiring meningkatnya *superficial gas velocity*.

Aliran heterogen dipertahankan pada *superficial gas velocity* yang lebih tinggi (lebih dari 5 cm/s dalam kolom *batch*). Aliran ini ditandai dengan adanya gangguan dari sistem gas - cair homogen karena peningkatan gerak gelembung gas yang turbulen dan memiliki ukuran gelembung yang berbeda-beda [18]. Aliran turbulen sering ditemukan pada industri dengan ukuran diameter kolom yang besar [12] menunjukkan bahwa koefisien perpindahan massa gas-cair lebih rendah dari aliran turbulen (heterogen) dibandingkan dengan aliran homogen.

Transisi *gas velocity* bergantung pada dimensi kolom (diameter, tinggi dispersi), desain *sparger* dan sifat fisika dari sistem [16]. Transisi dari aliran gelembung menjadi aliran turbulen dalam kolom gelembung meningkatkan *superficial gas velocity*, transisi *velocity* meningkat seiring dengan meningkatnya densitas gas [19]. Gas hold up merupakan bilangan tak berdimensi yang menjadi parameter dari tujuan desain dengan karakterisasi fenomena transport dari sistem kolom gelembung [20]. *Superficial gas velocity* adalah kecepatan rata-rata gas yang disemburkan ke dalam kolom yang hanya dinyatakan sebagai laju aliran volumetrik dibagi dengan luas penampang kolom, holdup gas dalam kolom gelembung tergantung pada kecepatan gas *superficial* dimana jika gas holdup meningkat maka kecepatan *gas superficial* meningkat [12,13,18].

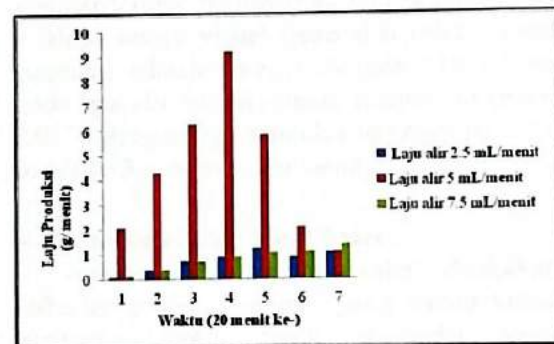
Dalam penelitian ini laju alir yang divariasikan sebesar 2.5 mL/menit, 5 mL/menit dan 7.5 mL/menit. Pengambilan laju alir 2.5 mL/menit, 5 mL/menit dan 7.5 mL/menit dikarenakan laju alir tersebut berada pada daerah *regime* aliran pada reaktor kolom gelembung dan termasuk dalam aliran homogen. Kecepatan *superficial gas metanol* dalam laju alir 2,5 mL/menit, 5 mL/menit dan 7,5 mL/menit disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan Superfisial Uap Metanol yang Digunakan pada Penelitian

Laju Alir (mL/menit)	Gas Velocity (m/s)
2,5	0.008
5,0	0.016
7,5	0.026

Berdasarkan nilai *gas velocity* pada Tabel 1 dan aturan *regime* aliran pada Gambar 11, maka laju alir 2,5 mL/menit, 5 mL/menit dan 7,5 mL/menit berada dalam aliran homogen, pemilihan laju alir pada aliran homogen dikarenakan agar jumlah gelembung yang dihasilkan lebih banyak, seragam dan merata, sehingga kontak antar muka reaktan – reaktan menjadi lebih sering untuk menghasilkan produk reaksi yang diinginkan.

Pengaruh laju alir metanol (2,5; 5,0 dan 7,5 mL/menit) terhadap laju produksi pada temperatur 250 °C dan *sparger* 119 lubang disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Pengaruh laju alir metanol terhadap laju produksi

Laju produksi pada laju alir 2,5 mL/menit terbesar didapatkan pada 20 menit ke-5 yaitu sebesar 1,2 g/menit sedangkan untuk laju alir 5 dan 7,5 mL/menit didapatkan laju produksi terbesar pada waktu 20 menit ke-4 dan ke-7 yaitu sebesar 9,2 g/menit dan 1,4 g/menit. Hasil laju produksi terbesar didapatkan pada kondisi laju alir metanol 5 mL/menit pada waktu 20 menit ke-4. Gambar 16 dan 17 memperlihatkan foto produk pada penggunaan *sparger* 119 lubang, temperatur 250 °C dengan laju alir metanol 2,5 dan 7,5 mL/menit.



Gambar 16. Foto produk pada laju alir metanol 2,5 mL/menit, 250 °C, sparger 119 lubang

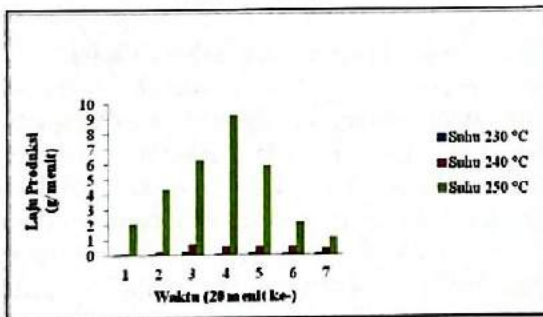


Gambar 17. Foto produk pada laju alir metanol 7,5 mL/menit, 250 °C, sparger 119 lubang

Seluruh produk yang dihasilkan pada laju alir 2,5 dan 7,5 mL/menit menjadi padat setelah dibiarkan selama 5-10 menit pada temperatur ruang.

• Pengaruh Temperatur Reaksi Terhadap Laju Produksi

Pengaruh temperatur reaksi terhadap laju produksi dilakukan pada sparger dengan jumlah lubang 119 dengan laju alir metanol 5 mL/menit. Hasilnya disajikan pada Gambar 18.



Gambar 18. Pengaruh temperatur reaksi terhadap laju produksi

Hasil terbesar didapatkan pada 20 menit ke-4 dengan kondisi suhu 250 °C yaitu sebesar 9,2 g/menit, sedangkan pada kondisi suhu 230 dan 240 °C laju produksi terbesar didapatkan pada 20 menit ke-3 secara berturut turut sebesar 0,2 dan 0,7 g/menit. Foto hasil penelitian disajikan pada Gambar 19 dan 20.



Gambar 19. Foto produk pada 230° C, laju alir metanol 5 mL/menit, sparger 119 lubang



Gambar 20. Foto produk pada 240° C, laju alir metanol 5 mL/menit, sparger 119 lubang

Dari foto pada Gambar 19 dan 20 terlihat produknya berfasa padat (sekitar 5-10 menit).. Berdasarkan data-data yang diperoleh pada berbagai pengaruh jenis sparger, laju alir metanol dan temperatur reaksi) didapatkan kondisi terbaik berdasarkan laju produksi dan kualitas secara visual (jenis dan tidak berupa padatan) adalah *sparger* dengan 119 lubang pada laju alir 5,0 mL/menit, temperatur reaksi 250 °C dengan laju produksi tertinggi pada 20 menit ke 3 sebesar 6,2 g/menit.

• Analisa Kadar Metil Ester

Analisa kadar metil ester dilakukan terhadap produk biodiesel yang secara visual berwarna jernih tidak memadat yang dihasilkan pada kondisi optimum (sampel pada 20 menit ke tiga, dengan kondisi temperatur 250 °C, laju alir metanol 5 mL/menit. Metode analisa dengan menggunakan SNI sesuai persamaan (2). Hasil analisa disajikan pada Tabel 2.

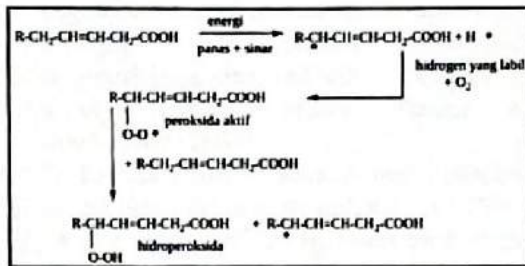
Tabel 2. Hasil Analisa Kadar Metil Ester

Penetapan	Hasil		Satuan	Metode
	698/14 Biodiesel	NK-5-250-1.3(119)		
Angka asam	55.45		mg KOH/g	ASTM D.664
Angka penyabunan	184.27		mg KOH/g	Titrimetri
Metil ester	69.28		%wt	Calculated
Glisserol total	0.2525		%wt	AOCS Ca 14-56

Standar SNI 7182:2012 untuk kadar metil ester minimum 96,5% massa, untuk angka asam maksimum 0,6 mg KOH/g sampel dan kadar gliserol total maksimal 0,24 % massa. Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2

terlihat bahwa kemurnian (kadar metil ester) hasil analisa sebesar 69,28% massa dan angka asam 55,45 mg KOH/g sampel, produk yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI.

Rendahnya kadar metil ester dikarenakan tingginya nilai angka asam, besarnya angka asam diperkirakan karena terjadinya reaksi oksidasi pada saat pemanasan awal minyak didalam reaktor. Minyak nabati umumnya mengandung senyawa ikatan rangkap di dalam gugus asam karboksilat yang ada di dalam struktur molekul trigliserida. Untuk minyak goreng kelapa sawit ikatan rangkap terdapat pada gugus asam oleat (sekitar 39-45%) dan linoleat (sekitar 7-11%) [21]. Gambar 21 menunjukkan mekanisme reaksi oksidasi pada asam lemak tak jenuh

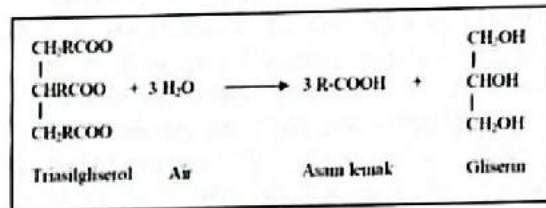


Gambar 21. Mekanisme reaksi oksidasi pada asam lemak tak jenuh [22].

Proses oksidasi pada minyak nabati yang terjadi karena adanya pemanasan menyebabkan minyak mengalami degradasi oksidatif. Reaksi oksidasi oleh oksigen terhadap asam lemak tidak jenuh akan menyebabkan terbentuknya peroksida, aldehid, keton serta asam-asam lemak berantai pendek yang dapat menimbulkan perubahan organoleptik yang tidak disukai seperti perubahan bau dan flavour (ketengikan). Asam-asam lemak rantai pendek yang dihasilkan dapat berupa asam formiat, asam asetat, asam propionat dan asam kaproat [23]. Asam-asam ini kemudian juga dapat berperan menjadi katalis untuk reaksi polimerisasi oksidatif termal yang menyebabkan minyak menjadi lebih kental.

Meningkatnya angka asam produk yang dihasilkan juga dapat disebabkan karena ternyata reaksi hidrolisis minyak nabati yang disebabkan karena adanya kandungan air di dalam metanol. Pada reaksi hidrolisis asam yang terbentuk adalah asam lemak bebas rantai panjang yang terkandung di dalam gugus molekul trigliserida/triasilgliserol

minyak. Reaksi hidrolisis minyak nabati menjadi asam lemak bebas disajikan pada Gambar 22.



Gambar 22. Reaksi hidrolisis minyak nabati

Untuk mengatasi kedua masalah penyebab meningkatnya angka asam produk biodiesel yang dihasilkan maka peralatan perlu diperbaiki dengan cara-cara sebagai berikut:

- Melengkapi peralatan dengan sistem aliran gas nitrogen (N₂). Pada saat awal percobaan dan pemanasan awal minyak sebelum diumpankan dengan metanol, ke dalam reaktor harus dialirkan gas nitrogen untuk mengeluarkan semua oksigen yang ada di dalam reaktor dan peralatan utama lainnya termasuk di sistem pemipaan. Setelah suhu reaksi tercapai baru aliran gas nitrogen dihentikan dan diganti dengan aliran uap metanol sebagai reaktan ke 2 setelah minyak nabati.
- Melengkapi peralatan umpan metanol cair dengan kolom penyerap air (adsorbent) sehingga metanol yang diumpankan ke dalam reaktor sudah bebas dari H₂O.

4. KESIMPULAN

Hasil terbaik dari seluruh perlakuan adalah pada penggunaan sparger berbahan SS-316 dengan jumlah lubang 119, laju alir metanol 5 mL/menit dan temperatur reaksi 250°C dengan laju produksi tertinggi sebesar pada 20 menit ke tiga sebesar 6,2 g/menit dengan kadar metil ester, angka asam, dan gliserol total berturut-turut adalah 69,28%; 55,45 mg KOH/g sampel dan 0,25 % m/m. Secara kualitatif hasil belum memenuhi syarat SNI 7182:2012. Terjadi proses oksidasi termal minyak saat pemanasan awal sehingga menyebabkan terbentuknya asam-asam karboksilat rantai pendek yang merupakan penyebab tingginya angka asam produk biodiesel.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi yang telah memberikan dana hibah penelitian melalui Program Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (Insinas) dengan Kontrak No. 27/SEK/INSINAS/PPK/I/2014.

6. REFERENSI

1. T.Krawczyk, *Biodiesel-Alternative Fuel Makes Inroads but Hurdles Remain Inform* 7, (8), 800-815 (1996).
2. M.Mittlebach and C. Remschmidt, *The Biodiesel Comprehensive Handbook*, Vienna : Boersedruck Ges.m.BH., 2004, pp.1-6.
3. A.Demirbas, Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: a survey, *Energy Convers. Manage.* 4, 2093- 2109 (2003).
4. D. Kusdiana and S. Saka, A novel process of the biodiesel fuel production. In : *Proc. Of 1st World Conf, On Biomass for Energy and Industry*; Sevills, Spain, James & James (Science Publisher) Ltd., 5-9 Jun 2000, pp 563-566.
5. Joelianingsih, H. Maeda, H. Natabeni, Y. Sagara, T.H. Soerawidjaya, A.H. Tambunan, and K. Abdullah, Biodiesel Fuels from Palm Oil via tge Non Catalytic Teansesterification in a Bubble Column Reaktor at Atmospheric Pressure : a kinetic study, *J. Renewable Energy* 33, No.7, 1629-1636 (2008).
6. K.A.Mouza, N.A.Kazakis, P. Paras SV., Bubble column reactor design using a CFD code. 1st IC-SCCE ; Athens, Greece, 2004.
7. Zandy, D. Mescha, Nazef, P.Soraya, Intensifikasi Proses Produksi Biodiesel, Institut Teknologi Bandung & PT. Rekayasa Industri, 2007.
8. J.Otera, Transesterification. *J. Chem Rev* , 93 (4), 1449-1478 (1993).
9. N.Kantarci, F. Borak, and K. O. Ulgen, Bubble Column Reactor, *J. Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
10. A.Behkish, Z.Men, R.J.Inga, B.I.Morsi (2002) in N.Kantarci, F. Borak, and K.O. Ulgen, Bubble Column Reactor, *J.Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
11. P.Trambouze, H. Van Landeghem , J.P.Wauquier, *Chemical Reactor: design/ engineering/operation*, Paris: Imprimerie Nouvelle, 1988, pp. 253-295.
12. C.L. Hyndman, F. Larachi, C. Guy (1997) in N. Kantarci, F.Borak, and K.O.Ulgen. Bubble Column Reactor, *J. Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
13. W.D.Deckwer, Y. Louisi, A. Zaidi, M.Ralek, (1980) in Kantarci, N., Fahir Borak, and Kutlu O. Ulgen, Bubble Column Reactor, *J. Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
14. J.H.Hills (1974) in N.Kantarci, F. Borak, and K.O. Ulgen, Bubble Column Reactor, *J. Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
15. L.S.Fan, *Gas-Liquid-Solid Fluidization Engineering*, Boston: Butterworths, 1989.
16. B.N.Thorat and J.B.Joshi (2004) in N.Kantarci, F.Borak, and K.O. Ulgen, Bubble Column Reactor, *J. Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
17. K.Kawagoe, T.Inoue,K.Nakao, T. Otake (1976) in N.Kantarci, F. Borak, and K.O. Ulgen, Bubble Column Reactor, *J. Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
18. A.Schumpe and G. Grund (1986) in N.Kantarci, F.Borak, and K.O. Ulgen, Bubble Column Reactor, *J. Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
19. R. Krishna, De Stewart JWA. Ellenberger J, Martina GB, Maretto C. (1997) in Kantarci, N., Fahir Borak, and Kutlu O. Ulgen, Bubble Column Reactor, *J. Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
20. X.Luo , D.J. Lee, R.Lau, G.Yang, L.Fan (1999) in Kantarci, N., Fahir Borak, and Kutlu O. Ulgen, Bubble Column Reactor, *J. Process Biochemistry* 40, 2263-2283 (2005).
21. I.S. Purwaningsih, Joelianingsih, Wahyudin, "Biodiesel production from palm frying oil using sulphated zirconia catalyst in a bubble column reactor", *Proceeding International Conference and Workshop on Chemical Engineering*, Kuta, Bali (December 4-5, 2013).
22. F.G.Winarno, in Yuliana, "Analisa Kadar Asam Lemak Minyak Goreng yang dipakai Penjual Ayam Ala Kentucky di Jalan Binjai Medan" Skripsi Fakultas

- Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara, 2004.
23. Benchmarking of Biodiesel Fuel Standardization in East Asia Working Group (2010), *Biodiesel Fuel Quality*. in Goto, S., Oguma, M., and Chollacoop, N. *EAS-ERIA Biodiesel Fuel Trade Handbook*, Jakarta: ERIA, 2010, pp.27-62.