



# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL FORTEI 2017

**INOVASI DAN PENGEMBANGAN EBT DALAM RANGKA  
AKSELERASI ELEKTRIFIKASI DI INDONESIA TIMUR**

**GORONTALO, 18 - 21 OKTOBER 2017**



ISBN 978-602-6204-24-0



**PENYELENGGARA :**  
FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO  
Jln. Jend. Sudirman No.6 Kota Gorontalo, Telp/fax (0435)821183  
Email : [forte2017@ung.ac.id](mailto:forte2017@ung.ac.id) | Laman : <http://forte2017.ung.ac.id/>

# **PROSIDING**

**TEMU NASIONAL KE-11**

**FORUM PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK ELEKTRO INDONESIA  
(FORTEI) 2017**

**“ INOVASI DAN PENGEMBANGAN EBT DALAM RANGKA  
AKSELERASI ELEKTRIFIKASI DI INDONESIA TIMUR ”**

**Gedung Training Centre Damhil UNG  
18-21 Oktober 2017**

**ISBN 978-602-6204-24-0**

# **PROSIDING SEMINAR NASIONAL FORTEI 2017 INOVASI DAN PENGEMBANGAN EBT DALAM RANGKA AKSELERASI ELEKTRIFIKASI DI INDONESIA TIMUR**

Hak Cipta ©2017 pada penulis,

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk apa pun, secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.



Diterbitkan Oleh :

**FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**

Jln. Jend. Sudirman No.6 Kota Gorontalo, Telp/fax (0435)821183

Email : [ft@ung.ac.id](mailto:ft@ung.ac.id) | Laman : <http://ft.ung.ac.id/>

## **TIM REVIEWER**

- Prof. Dr. Ir. Salama Manjang, MT. IPM  
Universitas Hasanuddin Makassar
- Dr. Zahir Zainuddin, MT  
Universitas Hasanuddin Makassar
- Ir. WAHAB MUSA, M.T, Ph.D  
Universitas Negeri Gorontalo
- Dr. SARDI SALIM, M.Pd  
Universitas Negeri Gorontalo

**PANITIA  
TEMU NASIONAL KE-XI FORTEI 2017  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**

**Pelindung** : Prof. Dr. H. Syamsu Qamar Badu.,M.Pd (Rektor UNG)  
**Panitia Pengarah** : Prof. Dr. Ir. Mochamad Ashari, M.Eng (Rektor Telkom University)

**Anggota** : Dr. Ir. Insuwardianto (Rektor ITI - Teknik Elektro ITB)  
Prof. Ida Ayu Dwi Giriantari, Ph.D (Teknik Elektro UDAYANA)  
Prof. Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT (Teknik Elektro UNHAS)  
Ir. Tumiran, M.Eng.,Ph.D (Teknik Elektro UGM)  
Ir. Arief Syaichu Rohman M.Eng.Sc.,Ph.D (Teknik Elektro ITB)  
Dr. Wahyudi, ST.,MT. (Teknik Elektro UNDIP)  
Ir. Wahab Musa, MT., Ph.D. (Teknik Elektro UNG)

**Penanggung Jawab** : Moh. Hidayat Koniyo, ST.,M.Kom (Dekan Fakultas Teknik UNG)

**Pelaksana**  
**Ketua** : Eryan H. Harun, ST.,MT  
**Sekretaris** : Jumiati Ilham, ST.,MT  
**Bendahara** : Ade Irawati Tolago, ST.,MT

**Panitia** :

Eduart Wolok, ST.,MT	Arfan Sumaga, ST., MT
Sri Wahyuni Dali, ST.,MT	Amelya Indah Pratiwi, ST., MT
Ifan Wiranto, ST., MT	Bambang P. Asmara, ST., MT
Yasin Mohamad, ST.,MT	Mohamad Asri, ST., MT
Dr. Mohamad Yusuf Tuloli, MT	Roy Harun, S.Pd., M.Pd
Agus Lahinta, ST.,M.Kom	Steven Humena, ST., MT
Arip Mulyanto, S.Kom., M.Kom	Salmawaty Tansa, ST., M.Eng
Syahrir Abdussamad, ST.,MT	Yolanda Dungga, S.Pd.
Zainudin Bonok, ST.,MT.	Siti Asnasari Ishak, S.Pd
Tajudin Abdilah, S.Kom.,M.Kom	Taufiq I. Yusuf, ST.,M.Si
Elvie Mokodongan, ST.,MT	Drs. Yus Iryanto Abas, M.Pd
Frengki E. P. Surusa, ST.,MT	Jamal Darussalam Giu, ST.,MT
Amirudin Y. Dako, ST., M.Eng	Lilyan Hadjarati, S.Kom., M.Kom
Rahmat Dedy Rianto Dako, ST., M.Eng	Muammar Zainudin, ST., MT
Rochmad M. Thohir Yassin, S.Kom., M.Eng	Charles Mopangga, S.Pd
Abdul Azis Bouty, S.Kom.,M.Kom	Rahmat Doda, ST
M. Yasser Arafat, S.Pd.,M.Pd	Allan Amilie, S.Kom
Stephan Hulukati, ST.,MT	Eric Pomalingo, A.Md
L.M. Kamil Amali, ST.,MT	Jufri Nento, A.Md
Wrastawa Ridwan, ST.,MT	Raif Latongko, A.Md
Iskandar Z. Nasibu, S.Pd.,M.Eng	Fetry Labolo, A.Md
Dian Novian, S.Kom., MT.	HMJ Teknik Elektro

# **KATA PENGANTAR**

Pertumbuhan ekonomi dan peningkatan daya saing suatu bangsa di setiap negara sangat erat kaitannya dengan kemampuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang dimiliki oleh bangsa itu sendiri. Peran Pendidikan Tinggi dalam menghasilkan riset-riset yang inovatif dan produktif yang dapat dihilirisasi menjadi salah satu faktor pendorong penting dalam kemajuan IPTEK.

Peran Pendidikan Tinggi sebagai lembaga penghasil IPTEK, diharapkan tidak saja sekedar menghasilkan riset, tetapi bagaimana riset-riset itu menjadi produk IPTEK yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan oleh praktisi industri dalam meningkatkan daya saing produknya. Peningkatan interaksi antar Pendidikan Tinggi dan Dunia Industri menjadi penting, salah satu hal yang dapat dilakukan adalah menggiatkan forum komunikasi dan kerjasama antara ilmuwan, perekayasa, praktisi di industri, serta masyarakat.

Dalam kaitan dengan penguatan Peran Pendidikan Tinggi dalam menghasilkan riset-riset yang produktif dan inovatif, Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia (FORTEI) menyelenggarakan Temu Nasional ke-11 tahun 2017 yang mengambil tema “Inovasi dan Pengembangan EBT dalam Rangka Akselerasi Elektrifikasi di Indonesia Timur”.

Serangkaian dengan kegiatan Temu Nasional FORTEI tahun 2017 ini, telah dilaksanakan juga Seminar Nasional FORTEI sebagai media untuk mempresentasikan hasil penelitian para pendidik, peneliti, akademisi, dan praktisi rumpun Teknik Elektro serta platform untuk membangun atau mengembangkan hubungan kerjasama antara peserta. Hasil penelitian dan gagasan ini selanjutnya didokumentasikan dalam bentuk prosiding yang diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai perkembangan dan inovasi teknologi khususnya rumpun Teknik Elektro.

Akhir kata, Panitia Penyelenggara menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah ikut berpartisipasi dalam kegiatan Temu Nasional FORTEI 2017 dan Seminar Nasional hingga sampai penerbitan prosiding ini.

**Gorontalo, Oktober 2017**

**Panitia Penyelenggara**

# DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	i
<b>Tim Reviewer</b> .....	iii
<b>Susunan Panitia</b> .....	iv
<b>Kata Pengantar</b> .....	v
<b>Daftar Isi</b> .....	vi
<b>Penggunaan Jaringan Wireless untuk Memantau Besarnya Pemakaian dan Kualitas air PDAM secara RealTime</b>	
<i>A. Ejah Umraeni Salam, Ingrid Nurtanio, Muh. Fakhri, Umar Hasan</i> .....	1 - 4
<b>Datalogger Portabel Online Untuk Remote Monitoring Menggunakan Arduino Mikrokontroler</b>	
<i>Agus Putu Abiyasa, I Wayan Sukadana, I Wayan Utama, I Wayan Sugarayasa</i> .....	5 - 10
<b>Rancang Bangun Kontrol Otomatis pada Stasiun Penebahan Buah Sawit, Studi Kasus di PKS Sei Galuh PT. Perkebunan Nusantara V</b>	
<i>Amir Hamzah, Dodi Sofyan Arief, Galuh Leonardo Sembiring, Andri</i> .....	11 - 16
<b>Perancangan Sistem Pengendali Air Conditioner untuk Aplikasi Smart Energy Building</b>	
<i>Anggoro S. Pramudyo, Suhendar</i> .....	17 - 20
<b>Unjuk Kerja Generator Sinkron dengan Sistem Translasi Menggunakan Variasi Bentuk Magnet NdFeB Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut</b>	
<i>A. Indriani, Dimas, S, Hendra</i> .....	21 - 26
<b>Sistem Kontrol Kekeruhan Dan Temperatur Air Laut Menggunakan Microcontroller Arduino Mega</b>	
<i>A.Indriani, Y. Witanto, Supriyadi, Hendra</i> .....	27 - 34
<b>Energy Efficiency Analysis by Using AHU Fresh Air Controller in HVAC System at PT. SCI</b>	
<i>Arnisa Stefanie, Dene Herwanto</i> .....	35 - 38
<b>Pengembangan Pembangkit Listrik Tersebar Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi</b>	
<i>Asep Najmurrokhman, Zulfakhri, Muhamad Reza</i> .....	39 - 44
<b>Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya</b>	
<i>Aslimeri</i> .....	45 - 48
<b>Smart Lighting Berbasis Photocell pada Low Voltage Main Distibusion Panel (Lvmdp) untuk Penghematan Energi</b>	
<i>Deni Hendarto, Padillah</i> .....	49 - 58
<b>Analsis Penguat EDFA dan SOA pada Sistem Transmisi DWDM dengan Optisystem 14</b>	
<i>Dewiani Djamaluddin, Andani Achmad, Fiqri Hidayat, Dhanang Bramatyo</i> .....	59 - 64
<b>Sistem Kendali Governor Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Berbasis Mikrokontroler</b>	
<i>Elfizon</i> .....	65 - 72

<b>Educational Kit: Trainer (Multi Gerbang) Berbasis Arduino Mega 2560</b> <i>Adnan Subkhan, Fatchul Arifin</i> .....	73 - 78
<b>Alat Pengatur Suhu Air Via Smartphone Android Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno</b> <i>Habibullah, Orri Novita Sari</i> .....	79 - 82
<b>Penurunan CO2 Penerapan Energi Baru Terbarukan Biofuel Limbah Kelapa Sawit</b> <i>Hasmawaty. AR</i> .....	83 - 86
<b>Digital Transformation Maturity Model for Telecommunication Service Provider</b> <i>Ibrahim, Lela Nurpulaela</i> .....	87 - 90
<b>Perancangan Modul Pengereng Ikan Putaran Rak Vertikal Berbasis Mikrokontroler</b> <i>Irnanda Priyadi, Reza Satria Rinaldi, Mensi Alexander</i> .....	91 - 96
<b>Rancang Bangun Sistem Penyejuk Udara Menggunakan Termoelektrik dan Humidifier</b> <i>Irnanda Priyadi, Khairul Amri Rosa, Rian Novriansyah</i> .....	97 - 102
<b>Very Short Term Load Forecasting Beyond Peak Load Time Using Fuzzy Logic (Case Study : Java Bali Electrical System)</b> <i>Jamaaluddin Jamaaluddin, Dwi Hadidjaja, Indah Sulistiyowati, Eko Agus Suprayitno, Izza Anshory, Syamsudduha Syahririni</i> .....	103 - 106
<b>Inverter Lima Tingkat dengan Topologi Deret Jembatan-H</b> <i>Krismadinata, Irma Husnaini</i> .....	107 - 110
<b>Analysis of Service Quality to Implementation of Tracking Antenna on Inclined Satellite based on Carrier to Noise Ratio Parameter</b> <i>Lela Nurpulaela, Arnisa Stefanie</i> .....	111 - 116
<b>Perancangan Rangkaian Digital Pendeteksi Kontinuitas Saluran Transmisi</b> <i>Lianly Rompis</i> .....	117 - 120
<b>Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Menggunakan Maximum Power Point Tracking (MPPT) Berbasis Fuzzy-P&amp;O (Perturb &amp; Observe)</b> <i>Machmud Effendy, Nuralif, Khusnul</i> .....	121 - 124
<b>Gallium Nitride Applications in Power Electronics</b> <i>Mohammad Taufik, Taufik</i> .....	125 - 130
<b>Pengaruh Masuknya PLTS on Grid Skala Besar Pada Sistem Distribusi 20 KV Terhadap Kualitas Tegangan dan Rugi-rugi Daya</b> <i>Muammar Zainuddin</i> .....	131 - 136
<b>Pengembangan EBTKE Melalui Kerja Sama Industri di Universitas Telkom Bandung</b> <i>Muhamad Reza, Sigit Yuwono</i> .....	137 - 140

<b>Desain Sistem Informasi Pemasaran Hasil Pertanian Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) Berbasis Web di Kota Kendari</b>	
<i>Muh Nadzirin Anshari Nur, Jumadil Nangi</i> .....	141 - 144
<b>Pengontrolan Catu Daya Cadangan Dengan Panel Surya Pada Smart Traffic Light</b>	
<i>Noveri Lysbetti Marpaung, Edy Ervianto, Nurhalim, Rahyul Amri</i> .....	145 - 150
<b>Urban Growth through Land Use Optimization in Bekasi City</b>	
<i>Seta S, Herlawati, Anita SSG, Rahmadya TH</i> .....	151 - 156
<b>Teknologi Informasi untuk Peningkatan Hasil Penjualan Perajin Karawo sebagai Upaya Mempertahankan Eksistensi Industri Kreatif Tradisional</b>	
<i>Dicky Saputra Ibrahim, Sri Wahyuni, Moh. Fahmi DJ Puloli, Tajuddin Abdillah</i> .....	157 - 162
<b>Inverter Tiga Fasa untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya</b>	
<i>Asnil, Krismadinata, Irma Husnaini</i> .....	163 - 166
<b>Analisis Unjuk Kerja Penyearah 3 Fasa Terkendali pada Tegangan Suplai tidak Seimbang</b>	
<i>Aswardi</i> .....	167 - 172
<b>Tinjauan Inovasi Sistem Cooler Heatsink Dingin pada Pembangkit Energi Listrik Alternatif dengan Model Sistem Hybrid Thermoelektrik dengan Panel Surya Mini untuk Desa Mandiri Energi</b>	
<i>Bambang Panji Asmara</i> .....	173 - 178
<b>Pengaturan Output Generator Induksi dengan Static Synchronous Compensator (STATCOM) pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin</b>	
<i>Riswan Dinzi, Riswanta Sembiring, Fahmi Fahmi</i> .....	179 - 184
<b>Kualitas Uji Citra Phantom Payudara untuk Deteksi Dini Kanker Menggunakan Konstruksi Sensor UWB</b>	
<i>Elyas Palantei, Dewiani, Farid Armin</i> .....	185 - 190
<b>Radiation Detection System Ultraviolet and Carbonmonoxides In Air Arduino Based</b>	
<i>Gunady Haryanto, Vector Anggit Pratomo</i> .....	191 - 194
<b>Penerapan Aseec Berbasis Energi Baru Terbarukan (Solar Cell) untuk Perontok dan Pengereng Padi</b>	
<i>Hendri, Aswardi, Lian, Wirma</i> .....	195 - 198
<b>Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Energi Bersih dan Murah (Studi Kasus Rumah Pariwisata Di Bali)</b>	
<i>I Putu Suka Arsa</i> .....	199 - 202
<b>Penerapan Algoritma Sistem Semut untuk Penjejakan Multi Target pada Sistem Radar Multi Sensor</b>	
<i>Ifan Wiranto, Zainudin Bonok</i> .....	203 - 208
<b>Perancangan Reaktor Gas Tipe Fixed Dome Multi Input Skala Laboratorium</b>	
<i>Jumiati Ilham, Wrastawa Ridwan, Ervan Hasan Harun</i> .....	209 - 214

<b>The ACO-ANFIS Hybrid Method used for LFC Optimization in Wind–Diesel Hybrid Power System</b>	
<i>Machrus Ali, Hidayatul Nurohmah, Muhlasin .....</i>	215 - 218
<b>Model Design of Surya-Diesel Hibrid Power System</b>	
<i>Matius Sau, Hestikah Eirene Patoding .....</i>	219 - 224
<b>The FA-ANFIS Hybrid Method is used for LFC Optimization in Micro Hydro Power Generation</b>	
<i>Muhlasin, Rukslin, Agus Raikhani, Machrus Ali .....</i>	225 - 230
<b>Alat Penjemur Kemplang Berbasis Sensor : Studi Kasus pada Industri Rumah Tangga Palembang</b>	
<i>Nina Paramytha IS, Ali Kasim .....</i>	231 - 236
<b>Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Tegangan Keluaran Modul Surya</b>	
<i>Nurhalim, Firdaus, Noveri Lysbetti, Edy Ervianto, Rahyul Amri .....</i>	237 - 240
<b>Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA)</b>	
<i>Salmawaty Tansa, Bambang Panji Asmara, Ade Irawaty Tolago, Yasin Mohamad .....</i>	241 - 244
<b>Strategi Pengembangan Skema Load Balancing Multicarrier Trafik Data pada Jaringan Heterogen</b>	
<i>Setiyo Budiyanto, Fajar Rahayu, Dadang Gunawan, Arissetyanto Nugroho .....</i>	245 - 250
<b>Penerapan Customer Relationship Management (CRM) Berbasis Web Mobile pada Coffee Toffee</b>	
<i>Nifantri Agunta, Arip Mulyanto, Sitti Suhada .....</i>	251 - 258
<b>Torajapedia (The Encyclopedia of Virtual Art Carving Toraja)</b>	
<i>Lande Sudianto, Petrus Simon .....</i>	259 - 264
<b>Desain Antena Mikrostrip Mutiband menggunakan Metode Multislit</b>	
<i>Teguh Firmansyah, Herudin, Fery Kurniawan .....</i>	265 - 268
<b>Aplikasi Spektrum Analyzer menggunakan Software Defined Radio (SDR) berbasis Android</b>	
<i>Toto Supriyanto, Indra .....</i>	269 - 272
<b>Aplikasi Algoritma Hibrida rvGA-Enm Untuk Prediksi Harga Energi Takterbarukan</b>	
<i>Wahab Musa, Wrastawa Ridwan .....</i>	273 - 276
<b>Potensi Pemanfaatan Energi Listrik Fotovoltaik di Universitas Bangka Belitung</b>	
<i>Wahri Sunanda, Rika Favoria Gusa, Irwan Dinata, Asmar.....</i>	277 - 280
<b>Pengendalian Robot Lengan Berbasis Perintah Suara Menggunakan MFCC dan ANN</b>	
<i>Wahyu Muldayani, Ali Rizal Chaidir, Guido Dias Kalandro, Catur Suko Sarwono .....</i>	281 - 286
<b>Desain Tracker Antena Parabola Berbasis Mikrokontroler</b>	
<i>Sri Wahyuni Dali, Iskandar Z. Nasibu, Syahrir Abdussamad .....</i>	287 - 292

<b>Analisis Kebutuhan dan Penyediaan Energi Listrik di Kabupaten Konawe Kepulauan Tahun 2017-2036 dengan Menggunakan Perangkat Lunak Leap</b>	
<i>Abdul Djohar, Mustarum Musaruddin</i> .....	293 - 298
<b>Listrik Mikro Hidro Berdasarkan Potensi Debit Andalan Sungai</b>	
<i>Sardi Salim</i> .....	299 - 304
<b>Analisis Kekuatan Struktur Pondasi untuk Dudukan Mesin Turbin</b>	
<i>Ayuddin, Frice L. Desei</i> .....	305 - 308
<b>Desain Hydro Setting Room untuk Pengeringan Piringan pada Pabrik Baterai</b>	
<i>Sumardi Sadi, Rizal Febriandi</i> .....	309 – 314
<b>Improving Method MIMO Multi Relay Using Zero Forcing At Network System</b>	
<i>Apriana Toding, Syafruddin Syarif</i> .....	315 - 318

# Penurunan CO<sub>2</sub> Penerapan Energi Baru Terbarukan Biofuel Limbah Kelapa Sawit

Hasmawaty. AR

Teknik Industri, Universitas Bina Darma. Palembang

hasmawaty@binadarma.ac.id

**Abstrak** — Sumatera Selatan menata masa depan yang ramah lingkungan dengan menggalakan perkebunan untuk menghasilkan energi terbarukan, sekaligus meminimumkan panas bumi. Sebagai contoh banyaknya perkebunan kelapa sawit dan karet yang hampir merata diseluruh Kabupaten di Sumatera Selatan dan begitu juga dengan perkebunan tebu yang sekarang ini terus menjadi perhatian pemerintah setempat menjadi andalan dalam mendukung program lumbung energi nasional sekaligus ikut dalam program antisipasi-mitigasi dalam menurunkan panas bumi. Perkebunan-perkebunan tersebut dapat mereduksi emisi gas rumah kaca dengan menghasilkan O<sub>2</sub> dalam ton/ha, sedangkan hijau daunnya mengurangi emisi udara berupa CO<sub>2</sub>. Hasil penelitian diantaranya; (1) Sisa dari proses CPO menjadi sumber bahan bakar terbarukan berupa biodiesel, data yang diperoleh diantaranya; massa jenis, viscositas, FFA, gliserol baik bebas maupun terikat, air, angka sabun, dan titik nyala, semuanya masuk dalam standard. mutu dari SNI-04-7182-2006. (2) Pemanfaatan limbah setiap satu hektar kebun tanaman kelapa sawit yang menghasilkan biomassa sebanyak 36 ton pertahun dari batang, pelepah dan tandan sawit menghasilkan biogas berupa gas metan sebanyak 18.828.000 liter/tahun. (3) Daun atau pelepah dari tanaman kelapa sawit dapat menyerap CO<sub>2</sub> dengan reaksi fotosintesis;  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ , dan mengubahnya menjadi udara bersih O<sub>2</sub> sebanyak  $3.39808 \times 10^7$  liter/tahun dalam tiap hektar tanaman kelapa sawit.

**Kata kunci** — Carbon dioksida, oksigen, dan energi biofuel.

## I. PENDAHULUAN

Sumatera Selatan sebagai bagian dari Negara agraris memiliki ekosistem geografis dengan daerah berpotensi dalam perluasan wilayah perkebunan. Adanya potensi tersebut Sumatera Selatan memanfaatkannya dengan memperluas beberapa jenis perkebunan [2]. Perkebunan yang tersebar di beberapa kabupaten dengan rangking terbanyak adalah perkebunan kelapa sawit [3]. Perkebunan tersebut disamping untuk meminimumkan pemanasan global dengan program *Early Warning (EW)*, Sumatera Selatan juga menggalakan perkebunan untuk penghasil energi terbarukan yang ramah lingkungan dari bahan baku hayati, karena polusi udara di perkotaan sudah tidak lagi menjadi masalah lokal namun telah menjadi *issue* nasional ini telah kita

rasakan sejak tahun 1970-an, oleh sebab itu segera dapatkan pemecahannya bukan membatasi pengembangan dan kemajuan teknologinya.

[7] menjelaskan bahwa ditahun 1972 Amerika Serikat mengumandangkan aturan pengendalian polusi paling ketat di dunia, dan mendirikan *Environmental Protection Agency (EPA)* yaitu suatu badan perlindungan lingkungan yang dinamai *clean air act* untuk mengawasi pelaksanaannya dalam menetapkan batas berbagai gas buang dari berbagai jenis industri dan kendaraan bermotor seperti senyawa; *chloro fluoro carbon (CFC)*, *carbon dioksida (CO<sub>2</sub>)*, *methan (CH<sub>4</sub>)*, *carbon tetra chlor,(CCl<sub>4</sub>)* *natrium dioksida (NO<sub>2</sub>)*, *sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)*, *halon*, *metilchloroform*, dan yang lainnya. Dijelaskan [1] bahwa gas-gas tersebut memegang peranan penting dalam meningkatkan efek Rumah Kaca (ERK) atau *green house effect* dan disebut Gas Rumah Kaca (GRK).

Sekarang ini kita merasakan fenomena panas global lebih dari tahun 1970-an, yang mengakibatkan perubahan iklim atau musim sampai penurunan kualitas udara. Maka timbul pertanyaan apakah siklus musim masih berlaku sekarang ini? Jawabnya tidak, Apakah ada pergeseran? Jawabnya ya, dari data yang dimiliki Departemen Pertanian, sejak 2007 tercatat bahwa terjadinya pergeseran awal musim tanam 2-4 minggu, bahkan daerah di Pantura awal MT mundur 1-2 bulan. Belum lagi adanya issue dari ERK sampai prakiraan tahun 2030 sebanyak 2000 pulau akan tenggelam yang dibahas dalam konfrensi di Bali Desember 2007 [7].

Jika melihat data-data tersebut sungguh sangat mengerikan bukan? Beberapa alternatif terus dilakukan dalam upaya melindungi lapisan ozon, dari larangan menggunakan zat penghasil senyawa-senyawa tersebut diatas sampai perdagangan karbon, dimana negara industri menghasilkan emisi seperti CO<sub>2</sub>, melalui REDD (*Redused Emission from Deferestation in Developing*) masalah ini juga yang dibahas dalam konfrensi di Bali Desember 2007 yang lalu menjual gas tersebut ke negara agraris yang memerlukan CO<sub>2</sub>.

Maka dengan formula fotosintesis ( $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ ), dapat menghitung secara *comprehensive* kontribusi Sumatera Selatan dengan beraneka perkebunan dan hutan alami anugrah dari sang Esa pencipta jagat ini untuk Provinsi Sumatera Selatan yang kita miliki sebagai paru-paru dunia, oleh

sebab itu hendaklah kita terus menjaga hutan yang masih ada dan terus menggalakan perkebunan.

Kedepan Sumatera Selatan dapat memperdagangkan O<sub>2</sub> yang dihasilkan dari perkebunannya. Sebagaimana dalam buku [10], dirumuskan jika seluruh Negara maju mengemisikan GRK dibawah jatah yang diizinkan, maka Negara tersebut dapat menjual volume GRK yang tidak diemisikannya kepada Negara maju lain yang tidak dapat memenuhi kewajibannya. Sekema ini selanjutnya dikenal dengan perdagangan emisi (*emission trading*).

Sebagai contoh aplikasi program Sumatera Selatan adalah banyaknya kelapa sawit yang hampir merata diseluruh kabupaten di Sumatra Selatan yang dapat mereduksi emisi gas rumah kaca dengan menghitung O<sub>2</sub> yang dihasilkan dalam ton/ha, karena satu hektar kebun sawit menghasilkan biomassa berupa batang, pelepah dan tandan sawit. Jumlah biomassa yang dapat menyerap CO<sub>2</sub> dapat mengubahnya menjadi udara bersih O<sub>2</sub>.

Salah satu aplikasi programnya adalah mitigasi yaitu untuk menurunkan Efek Rumah Kaca (ERK) dalam program Sumatera Selatan di masa depan yang ramah lingkungan tersebut. Sumatera Selatan juga mendukung program antisipasi dalam hal menggalakan energi terbarukan pengganti energi konvensional yang semakin menipis di masa akan datang. Energi terbarukan yang digalakan salah satunya adalah energi dari hayati yang ramah lingkungan yang sangat berpotensi adalah dari pemanfaatan limbah perkebunannya.

Tujuan analisis untuk mendapatkan nilai besarnya dampak positif dari aplikasi program mitigasi dan antisipasi dengan digalakkannya pengembangan perkebunan sawit, karet dan tebu di Sumatera Selatan dalam menunjang Program Sumatera Selatan menggalakan energi pengganti energi konvensional dengan energi dari hayati yaitu biofuels. Manfaat analisis ini agar pihak pemerintah dapat mengambil kebijakan dalam menunjang program mitigasi dan antisipasi sekaligus sebagai lumbung energi nasional.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini untuk mengetahui dampak positif dari pengembangan perkebunan sawit, yang menghasilkan Energi Baru Terbarukan (EBT) biogas sebagai data awal dalam upaya pengembangan industri energi biofuels dimasa datang. Biomassa berasal dari tanaman kelapa sawit juga dapan menurunkan CO<sub>2</sub> sekaligus meningkatkan O<sub>2</sub>.

Data perkebunan kelapa sawit diambil dari salah satu perkebunan di kabupaten Sumatera Selatan yaitu PTPN VII, di Desa Penanggiran, 2015. Beberapa tahapan penelitian yang dilakukan:

1. Mereaksikan emisi berupa CO<sub>2</sub> yang diserap daun kelapa sawit dengan total biomassa 36ton/tahun [11], sebagai bahan baku untuk

reaksi fotosintesis  $CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_2 + O_2$ , untuk menghitung banyaknya volume O<sub>2</sub> yang dihasilkan setiap 1 (satu) hektar tanaman kelapa sawit, menggunakan persamaan:  $V = A/r \times P$ , dimana, V adalah volume O<sub>2</sub> yang dihasilkan dalam liter/tahun, A adalah luas tanaman kelapa sawit (m<sup>2</sup>), r adalah jarak penanaman pohon 2x2m [11], dan P adalah 1pohon total penghasil O<sub>2</sub> sebanyak 44 m<sup>2</sup>/hari [6]. O<sub>2</sub> sebanyak 44 m<sup>2</sup>/hari identik dengan 2.880 liter/hari O<sub>2</sub> [5].

2. Menganalisis biofuel dari perkebunan sawit dengan memanfaatkan sisa proses CPO dari PTPN VII, sebagai bahan baku untuk mendapatkan data reactor yang dihasilkan dengan standard mutu berdasarkan SNI-04-7182-2006, [12] dalam [7]. Analisis yang dilakukan dengan cara *esterifikasi* dan *transesterifikasi*. Proses *esterifikasi* pencampuran antara kalium hidroksida (KOH) dan reactor (CH<sub>3</sub>OH) dengan minyak sawit. Proses ini berlangsung sekitar 2 jam pada suhu 58–65 °C. Bahan yang pertama kali dimasukkan ke dalam reactor adalah asam lemak yang selanjutnya dipanaskan pada suhu yang telah ditentukan. Reaktor *esterifikasi* dilengkapi pemanas dan pengaduk, selama proses pemanasan, pengadukan dijalankan. Tepat pada suhu reactor 65 °C campuran reactor dan KOH dimasukkan ke dalam reactor dan waktu reaksi mulai dihitung pada saat itu. Pada akhir reaksi akan terbentuk metil ester dengan konversi sekitar 94 % selanjutnya produk ini diendapkan selama waktu tertentu untuk memisahkan gliserol dengan metil ester. Gliserol yang terbentuk berada di lapisan bawah karena berat jenisnya lebih besar dari pada metil ester. Gliserol kemudian dikeluarkan dari reactor agar tidak mengganggu proses *transesterifikasi*. Selanjutnya dilakukan *transesterifikasi* pada metil ester. Setelah proses *transesterifikasi* selesai, dilakukan pengendapan selama waktu tertentu. Pengendapan II memerlukan waktu lebih pendek dari pada pengendapan I. Standar mutu yang diacu adalah standar mutu berdasarkan SNI-04-7182-2006 ditetapkan sebagai berikut.

TABEL I  
NILAI SNI-04-7182-2006

Parameter	Satuan	Nilai	Metode Uji
Massa Jenis 40 °C	Kg/cm <sup>3</sup>	850-890	ASTM D 1298
Viskositas Kinematik 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,3 – 6,0	ASTM D 445
FFA	mg KOH/g	Maks 0,8	EN 14214: 2002

Gliserol Bebas	% massa	Maks 0,02	ASTM D 6584
Gliserol Total	% massa	Maks 0,24	ASTM D 6584
Air	% volume	Maks 0,05	ASTM D 1796
Angka sabun	% massa	Min 51	AOCS Cd 3-25
Titik nyala	° C	Min 100	ASTM D 93

Sumber: [12]

- Menganalisis biogas dari limbah dengan biomassa 36 ton/th [11]. Tahapan yang dilakukan:

Pengolahan gas bio menjadi biogas metan, dengan cara proses anaerob [9]. Limbah berupa batang, pelepah dan cangkang kelapa sawit, kemudian masukkan ke dalam suatu wadah semacam drum besar dalam tanah, dan masukan wadah atau drum yang lebih kecil dengan posisi terbalik, letakkan sampai menyentuh dasar wadah yang lebih besar. Antara kedua wadah diberi pipa. Wadah yang lebih kecil dipasang tujuannya untuk menampung produk gas yang diinginkan. Kemudian mencampur limbah kelapa sawit dengan bakteri saprofit (bahan pengurai), tujuannya agar limbah lebih cepat terurai karena bakteri tersebut mengurai senyawa organik kompleks seperti lemak, protein, dan karbohidrat menjadi senyawa-senyawa sederhana yang diinginkan. Limbah kelapa sawit dan bakteri saprofit yang mengandung bakteri di tambah air dengan perbandingan 1:1, kemudian diaduk sampai homogen, dan ditutup rapat. Atur dan kontrol temperatur tetap kurang lebih 380C. Tujuannya agar proses penguraian sempurna untuk menghasilkan hasil yang sempurna. Setelah penguraian mulailah terjadi proses pembentukan asam. Asam-asam yang terbentuk untuk tahapan pembentukan gas metan, karena bakteri-bakteri yang ada menggunakan asam-asam yang tersebut sebagai makanannya untuk memproduksi gas metan. Gas metan yang dihasilkan, ditampung dalam tangki penampungan gas, kemudian dialirkan ke industri-industri atau rumah yang memerlukannya.

### III. HASIL ANALISIS

Hasil analisis untuk meningkatkan produk energi hayati (biofuel) dari hasil perkebunan kelapa sawit yang ada khususnya di Sumatera Selatan, sehingga tujuan mengembangkan industri berbasis energi alternative dalam rangka program daerah Sumatera Selatan kedepan dapat mewujudkan sebagai lumbung energi nasional.

Industri berbasis hayati adalah salah satu alternatif yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi industri energi, sebagai pengganti bahan bakar fosil.

Industri energi dari bahan baku hayati dapat menghasilkan bahan bakar alternatif yang tergolong sumber energi terbarukan dengan produksi biofuels. Biofuel bersifat ramah lingkungan karena tanaman penghasil biofuels banyak menyerap CO<sub>2</sub> dari udara yang tercemar, dimana tahun ketahun CO<sub>2</sub> makin meningkat. Tetapi CO<sub>2</sub> diperlukan untuk fotosintesis daun pada tanaman.

Proses fotosintesis daun dari perkebunan yang berhektar-hektar dapat menurunkan pemanasan global, karena produksi tanaman seperti perkebunan kelapa sawit, menyerap CO<sub>2</sub>, menghasilkan O<sub>2</sub> dan biofuels. Hasil analisis:

- Volume O<sub>2</sub> dari banyaknya biomassa dalam 1 (satu) hektar tanaman kelapa sawit, dengan persamaan:  $V = A/r \times P$ , dimana; 1 (satu) hektar mempunyai tanaman pohon kelapa sawit sebanyak 810 pohon dihitung daei A/r [11] 1 (satu) pohon mereduksi O<sub>2</sub> sebanyak 44 m<sup>2</sup>/hari identik 2.880 liter/hari. Perkebunan mempunyai tanaman pohon kelapa sawit 1(satu) hektar, menghasilkan volume O<sub>2</sub> sebanyak 8.39808x10<sup>7</sup> liter/tahun. CO<sub>2</sub> yang diserap oleh daun yang masih segar, dengan total biomassa 36ton/tahun. Sebanding dengan banyaknya volume O<sub>2</sub> yang dihasilkan, CO<sub>2</sub> diserap daun kelapa sawit sebagai bahan baku untuk menghasilkan O<sub>2</sub>, reaksi fotosintesis yang terjadi seperti;  $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_2 + 6O_2$ . Hasil reaksi terdapat 6 molekul CO<sub>2</sub> sebelum direaksikan sama dengan 6 molekul O<sub>2</sub> yang dihasilkan.
- Biofuel dari perkebunan sawit dengan memanfaatkan bahan baku dari Crude Plm Oil (CPO), untuk mendapatkan data biodisel yang dihasilkan dengan standard mutu berdasarkan SNI-04-7182-2006. Hasil analisis:

TABEL II  
HASIL PRODUKSI BIOFUEL (BIODISEL)

Parameter	Satuan	Nilai
Massa Jenis, pada 40°C	Kg/cm <sup>3</sup>	842
Viskositas, pada 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	5,3
FFA	mg KOH/g	0,3
Gliserol Bebas	% massa	0,03
Gliserol Terikat	% massa	0,3
Air	% volume	0,035
Angka sabun	% massa	29
Titik nyala	° C	115

Hasil analisis biogas dari limbah kelapa sawit seluas 1 (satu) hektar dengan banyaknya biomassa 36 ton/tahun [11]. Dan hasil dalam tiap-tiap 10 kg bio gas atau bentuk gas metan yang diteliti menghasilkan sebanyak 523 liter [9]. Volume gas metan untuk

limbah perkebunan sawit dalam 1 hektar sebanyak 18.828.000 liter/tahun.

Aplikasi program mitigasi dan antisipasi yang dilakukan di Sumatera Selatan untuk menurunkan panas bumi dengan menghasil biofuels, sekaligus menyerap CO<sub>2</sub> dan menghasilkan O<sub>2</sub> dengan cara memanfaatkan limbah perkebunannya: Satu hektar kebun sawit yang menghasilkan biomassa berupa batang, pelepah dan tandan sawit 36 ton per tahun, dapat menghasilkan udara bersih O<sub>2</sub> sebanyak 22 ton per tahun. Dari biomassa tersebut menghasilkan bahan bakar terbarukan atau disebut biofuels yang ramah lingkungan sebanyak 18.828.000 liter/tahun. Kualitas biodiesel hasil produksi dari kelapa sawit merupakan bahan bakar hayati atau nabati yang mempunyai sifat serupa dengan minyak diesel, namun memiliki sejumlah kelebihan.

Melihat hasil analisis limbah dan manfaat perkebunan kelapa sawit Sumatera Selatan merupakan salah satu energi yang potensial untuk dimanfaatkan guna memenuhi kebutuhan energi nasional, oleh sebab itu hendaknya pemerintah terus mengoptimalkan pengembangan energi berbasis kelapa sawit dan harus dilakukan secara komprehensif. Memanfaatkan energi berbasis kelapa sawit, dengan meningkatkan produksi, dan menyediakan infrastruktur pendukung yang memadai, akan memaksimalkan ekspor biofuels.

Singkronisasi prioritas eksploitasi secara nasional dan regional, perlu terus dilakukan dengan mempertimbangkan kelangsungan atau kesinambungan suplai energi untuk pendapatan daerah dari hasil industri energi berbasis kelapa sawit. Namun faktor lingkungan perlu juga dipertimbangkan agar kelestarian lingkungan tetap terjaga.

#### IV. KESIMPULAN

Sumatera Selatan menata masa depan ramah lingkungan dengan mengaplikasikan program mitigasi-antisipasi yaitu dengan menggalakan beberapa banyak perkebunan salah satunya adalah perkebunan kelapa sawit. Perkebunan kelapa sawit sebagai penghasil energi baru terbarukan sekaligus menurunkan panas bumi. Energi baru terbarukan yang dihasilkan adalah biofuels dengan jenis bio gas dari memanfaatkan limbah batang, pelepah, dan cangkang dari tanaman pohon kelapa sawit yang menghasilkan biomassa sebanyak 36 ton per tahun dalam setiap hektarnya. Dari biomassa tersebut menghasilkan bahan bakar terbarukan atau disebut biofuels yang ramah lingkungan sebanyak 18.828.000 liter/tahun. Penanaman pohon kelapa sawit dalam tiap hektarnya dapat menghasilkan udara bersih O<sub>2</sub> sebanyak  $3.39808 \times 10^7$  liter/tahun. Adanya O<sub>2</sub> yang dikeluarkan sebanyak tersebut, artinya banyak CO<sub>2</sub> yang sebanding diserap oleh biomassa 36ton/tahun (masih segar). CO<sub>2</sub> diserap daun kelapa sawit sebagai bahan

baku untuk menghasilkan O<sub>2</sub>, reaksi fotosintesis yang terjadi seperti;  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ . Hasil reaksi terdapat 6 molkul CO<sub>2</sub> sebelum direaksikan akan menghasilkan sebanyak 6 molkul O<sub>2</sub>. Biogas berupa gas metan dari limbah perkebunan sawit dalam 1 hektar dihasilkan sebanyak 18.828.000 liter/tahun. Biodiesel berasal dari CPO yang dihasilkan dengan massa jenis, viscositas, FFA, Gliserol baik bebas maupun terikat, air, angka sabun, dan titik nyala, semuanya masuk dalam standard. mutu dari SNI-04-7182-2006.

Pengembangan perkebunan kelapa sawit dapat menghasilkan energi terbarukan dengan memanfaatkan limbah dari perkebunannya tersebut untuk energi biofuel. Potensi energi biofuel yang sangat menjanjikan adalah dari perkebunan kelapa sawit yang dapat memenuhi kebutuhan energi nasional.

Energi biofuel yang berpotensi berasal dari biomassa sisa kelapa sawit yaitu batang, pelepah, dan tandannya, sebesar 36ton/tahun per hektarnya yang dapat dijadikan energi seperti biodiesel, juga dijadikan briket. Sehingga ke depan secara bertahap akan menggantikan peran bahan bakar minyak, terutama minyak tanah. Teknologinya diproyeksikan akan memberikan kontribusi atau perannya dalam energi di masa akan datang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rakasih, Achmad. 2004. Kimia Lingkungan. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [2] Badan Perencanaan Pemerintah Daerah (BAPPEDA), 2015. Provinsi Sumatera Selatan.
- [3] Badan Pusat Statistik (BPS), 2015. Data Sumsel Dalam angka. Sumatera Selatan.
- [4] Departemen Pertanian. 2007. Perkembangan Perkebunan Sumatera Selatan.
- [5] Guyton & Hall, 2012. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 11. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- [6] Hasmawaty, 2012. Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Menjadi Bio Gas. Jurnal Tekno.
- [7] Hasmawaty dkk, 2013. Rekayasa System Teknologi Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak dan CPO Menjadi Kontinyu. Jurnal Kinetik.
- [8] Hasmawaty, 2015. Pengetahuan Lingkungan (Udara, Air dan Tanah. Penerbit Dian Rakyat. Bandung.
- [9] Hasmawaty, 2017. Industri Kimia. (macam, manfaat, dan dampak lingkungan). Penerbit Andi Offset. Jogja.
- [10] Daniel, Murdiyarso, 2005. Protokol Kyoto (Implikasinya bagi Negara Berkembang). Buku Kompas. Jakarta.
- [11] PT PN VII, 2015. Data Perkebunan Sawit dan Gula Sumatera Selatan.
- [12] Ristek, 2007. Proses dan Rekayasa Rancang bangun Pabrik Biodiesel Sekala Kecil. Serpong, Tangerang

# Sertifikat

diberikan kepada :

**Hasmawaty AR**

Atas Partisipasinya sebagai :

**P E M A K A L A H**

**Seminar Nasional dalam Rangka Temu Nasional ke-11  
Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia (FORTEI) 2017  
TC Damhil Universitas Negeri Gorontalo, 20 Oktober 2017**



**Moh. Hidayat Koniyo, ST, M.Kom**  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo



**Ervan H. Harun, ST, MT**  
Ketua Panitia FORTEI 2017



forte 2017