

# PROSIDING

SEMINAR REKAYASA DAN TEKNOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA JAKARTA



**SEMRESTEK 2018**  
15-16 AGUSTUS

“Pengembangan Energi Baru Terbarukan  
(EBT) dan *Green Technology* untuk  
Kemandirian Bangsa”

Penyelenggara:



Fakultas Teknik Universitas Pancasila Jakarta  
Srengseng Sawah-Jagakarsa, Jakarta 12640 Indonesia  
[teknik.univpancasila.ac.id/semrestek/2018](http://teknik.univpancasila.ac.id/semrestek/2018)  
email : [semrestek@univpancasila.ac.id](mailto:semrestek@univpancasila.ac.id)

e-ISSN : 2621-5934  
p-ISSN : 2621-7112

---

**KATA PENGANTAR**  
**KETUA PENGURUS YAYASAN PENDIDIKAN DAN PEMBINAAN**  
**UNIVERSITAS PANCASILA**

Asalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh  
Salam sejahtera.  
Om Swastyastu.

Pertama- tama marilah kita panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT,berkat ridho, karunia, dan rahmatNya, sehingga acara “Seminar Rekayasa Teknologi” (SemResTek) dapat berlangsung dengan baik dan buku prosiding hasil kegiatan seminar dapat dipublikasikan.

Dengan mengangkat tema “ **Pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) dan *Green Technology Untuk Kemandirian Indonesia***”, kegiatan “SemResTek” merupakan salah satu perwujudan untuk dapat membantu mencari solusi atas masalah sumber Energi di Indonesia melalui forum diskusi serta sebagai salah satu kegiatan untuk pencapaian ***Sustainable Development Goals (SDGs)*** bidang tujuh (*Affordable and Clean Energy*) dan sembilan (*Industry, Innovation and infrastructure*) terkait Energi Baru Terbarukan (EBT). Oleh karena itu, kami berharap makalah-makalah yang diseminarkan pada kegiatan SemResTek dapat membantu untuk memecahkan masalah sumber energi dan dapat memotivasi para peneliti untuk terus berkarya sehingga dapat membantu kesejahteraan masyarakat.

Atas nama Yayasan Pendidikan dan Pembina Universitas Pancasila (YPPUP) kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh pemakalah atas partisipasinya terhadap kegiatan SemResTek. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada para sponsor yang telah mendukung penyelenggaraan acara seminar ini.

Sebagai penutup, kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu mensukseskan acara seminar ini : Keynote Speaker, moderator, Pimpinan Universitas Pancasila, dan panitia penyelenggara. Semoga kegiatan ini dapat diadakan secara berkelanjutan, dan bermanfaat bagi masyarakat di masa yang akan datang.

Jakarta, 31 Juli 2018

Ketua Yayasan Pendidikan dan Pembinaan Universitas Pancasila

Prof. Dr. Edie Toet Hendratno, SH., M.Si.

## KATA PENGANTAR REKTOR UNIVERSITAS PANCASILA

Alhamdulillah rabbi'l'alamin. Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala berkah dan rahmat yang telah diberikan kepada kita semua, sehingga buku Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Teknologi dapat dipublikasikan. Prosiding ini merupakan hasil dari kegiatan Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek) Tahun 2018 dengan tema “**Pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) dan Green Technology untuk Kemandirian Bangsa**”.

Seminar ini adalah salah satu bentuk kontribusi dari Universitas Pancasila untuk mempertemukan akademisi, peneliti, praktisi industri dan pemerintah dalam rangka meningkatkan kemandirian teknologi Indonesia di bidang Energi Baru dan Terbarukan (EBT), inovasi produk dan teknologi tepat guna, *green material*, serta teknologi dan sistem manufaktur yang ramah lingkungan. Selain itu, topik yang juga diangkat pada seminar ini adalah tentang sistem elektronika dan otomasi, sebagai langkah awal menuju **industri 4.0**. SemResTek 2018 juga merupakan salah satu kegiatan untuk pencapaian **Sustainable Developments Goals (SDGs)** untuk bidang tujuh yaitu *Affordable and Clean Energy* (Energi Bersih dan Terjangkau) dan bidang Sembilan yaitu *Industry, Innovation and Infrastructure* (Industri, Inovasi dan Infrastruktur).

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan terima kasih kepada *Keynote Speakers* yang telah meluangkan waktu untuk mensukseskan kegiatan ini, yaitu :

1. Bapak Ignasius Jonan yang diwakili oleh Dirjen Energi Baru dan Terbarukan Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, Indonesia.
2. Ir. Latif Gau, CEO Seatech Energy BV & Tidal Bridge BV, Belanda.
3. Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi, SE., MS., IPM, ASEAN Eng., Ketua Umum BKM-PII.
4. Prof. Dr-Ing. Ralf Foster, University of Applied Sciences, Berlin, Jerman.
5. Ir. Eka Maulana, MMT, Dosen Universitas Pancasila dan Peneliti di bidang Pembangkit Listrik Tenaga Sampah.

Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada semua pemakalah yang telah mempublikasikan dan mempresentasikan hasil penelitiannya. Pihak sponsor yang telah mendukung acara ini, serta semua pihak yang berperan aktif pada kepanitiaan.

Semoga publikasi dalam bentuk prosiding ini dapat meningkatkan motivasi dan memberikan informasi bagi kemajuan teknologi dan kemandirian bangsa.

Jakarta, 30 Juli 2018  
Universitas Pancasila  
Rektor,

Prof. Dr. Wahono Suharyono, Apt.

## **KATA PENGANTAR** **DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA**

Assalamualaikum Warahmatullahi wabarakatuh.  
Salam sejahtera untuk kita semua.  
Om Swastyastu.

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala nikmat yang telah diberikan kepada kita sekalian, sehingga acara “Seminar Nasional” dengan Tema “Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) dan Green Technology Untuk Kemandirian Indonesia”, dapat terlaksana dengan baik dan berlangsung lancar, serta menghasilkan sebuah buku prosiding yang merangkum tema-tema aktual yang dipaparkan selama seminar.

Penyelenggaraan seminar nasional ini dalam rangka pelaksanaan komponen Tridharma Perguruan Tinggi di Fakultas Teknik Universitas Pancasila, serta sebagai salah satu kegiatan untuk pencapaian Sustainable Development Goals (SGDs) bidang tujuh (Affordable and Clean Energy) dan sembilan (Industry, Innovation and infrastructure) terkait Energi Baru dan dan Tebarukan (EBT). Kegiatan ini juga dilatar belakangi oleh keinginan untuk dapat memenuhi kebutuhan energi bagi kesejahteraan masyarakat Indonesia melalui pengembangan EBT dan proyeksi defisit energi pada tahun 2020.

Atas nama Fakultas Teknik Universitas Pancasila, pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah menyumbangkan tenaga dan pikiran, terutama dalam memberikan masukannya terkait dengan tinjauannya terhadap peta kemampuan aktual pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) dan *Green Inovation* dilihat dari kemungkinan dampak yang ditimbulkannya berkaitan dengan peningkatan nilai ekonomis, penegakan hukum/peraturan yang berlaku juga dampak terhadap pelestarian lingkungan dan kesehatan manusia.

Terima kasih pula disampaikan kepada pihak pimpinan Universitas Pancasila atas dukungannya dalam penyelenggaraan kegiatan seminar. Tidak lupa juga disampaikan terima kasih kepada para sponsor, yang telah mendukung penyelenggaraan seminar nasional ini.

Kepada panitia pelaksana dan dewan penyunting, terima kasih atas kerja kerasnya dalam mewujudkan kegiatan seminar nasional dan penerbitan buku prosiding ini, semoga dapat menjadi bagian amal baik yang akan memberikan manfaat bagi sesama.

Akhir kata, semoga buku prosiding ini dapat menyumbangkan manfaat yang besar bagi pengembangan khasanah ilmu dan gagasan dalam pengembangan sumberdaya lokal ke arah yang lebih baik dimasa yang akan datang.

Terima kasih.  
Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu

Fakultas Teknik Universitas Pancasila  
Dekan,

Dr. Ir. Budi Muliawan Suyitno, IPM

## LAPORAN KETUA PANITIA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Yang saya hormati :

1. Ketua Yayasan Pendidikan dan Pembina Universitas Pancasila, Bapak Dr. (HC) Ir. Siswono Yudhohusodo
2. Rektor Universitas Pancasila, Bapak Prof. Wahono Sumaryono, Apt
3. Para Wakil Rektor Universitas Pancasila
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Bapak Dr. Budhi M. Suyitno
5. Para Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasila
6. Bapak-Bapak Keynote Speaker :
  - i. Harris, ST, MT, Direktur Energi Baru Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, Indonesia.
  - ii. Ir. Latif Gau, CEO Seatech Energy BV & Tidal Bridge BV, Belanda.
  - iii. Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi, SE., MS., IPM, ASEAN Eng., Ketua Umum BKM-PII.
  - iv. Prof. Dr-Ing. Ralf Foster, University of Applied Sciences, Berlin, Jerman.
  - v. Ir. Eka Maulana, MMT, Dosen Universitas Pancasila dan Peneliti di bidang Pembangkit Listrik Tenaga Sampah.
7. Para tamu undangan, pihak sponsor dan donatur SEMRESTEK 2018.
8. Para pemakalah yang telah mempublikasikan hasil penelitiannya dan peserta yang telah berpartisipasi dalam kegiatan ini.
9. Para panitia, reviewer dan semua pihak yang telah berperan aktif hingga terlaksananya seminar ini.

Alhamdulillah puji dan syukur kita hadirkan kepada Allah Subhanahu wata'ala, karena hanya dengan ijin-Nya lah kegiatan Seminar Rekayasa Teknologi Fakultas Teknik Universitas Pancasila 2018 dapat terselenggara.

SemResTek FTUP 2018 dengan tema **“Pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) dan Green Technology untuk Kemandirian Bangsa”** merupakan kegiatan yang bertujuan :

- a. sebagai usaha pencapaian **Sustainable Developments Goals (SDCs)** bidang tujuh yaitu *Affordable and Clean Energy* (Energi Bersih dan Terjangkau) dan bidang Sembilan yaitu *Industry, Innovation and Infrastructure* (Industri, Inovasi dan Infrastruktur)
- b. memberikan peta kemampuan pengembangan EBT dan *green technology* di Indonesia,
- c. forum pertukaran informasi dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti di Indonesia melalui *call paper* dan presentasi makalah pada parallel session.

Topik pada SemResTek FTUP 2018 terbagi menjadi 6 kategori yaitu :

1. Energi Baru Terbarukan, dengan jumlah 12 makalah yang diterima.
2. Konversi Energi, dengan jumlah 16 makalah yang diterima.
3. Perancangan Produk & Teknologi Tepat Guna, dengan jumlah 14 makalah yang diterima.
4. Sistem Elektronika & Otomasi, dengan jumlah 8 makalah yang diterima.
5. Sistem Manufaktur, dengan jumlah 14 makalah yang diterima.
6. Teknologi Manufaktur, dengan jumlah 8 makalah yang diterima.

Jumlah makalah yang masuk ke panitia hingga tanggal 5 Agustus 2018 adalah sebanyak 100 makalah. Dengan jumlah yang diterima adalah 90 makalah. Pemakalah tersebut berasal 15 kota di Indonesia, dari Medan hingga Jayapura, serta satu pemakalah dari Jepang. Sedangkan berdasarkan asal institusi, tercatat 22 Perguruan Tinggi yang berbeda, 2 Lembaga Riset dan 2 industri.

Bersama ini kami ingin mengundang Bapak dan Ibu untuk dapat berpartisipasi tahun depan pada *International Research for Science Technology & Culture (IRSTc)* dan *Regional Student Product Exhibition (ReSPEX)* 2019 yang akan dilaksanakan di Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Jakarta. IRSTc dan ReSPEX merupakan bentuk kegiatan kerja sama dari Universitas Pancasila dengan Beuth University – German dan Politeknik Port Dicson – Malaysia.

Pada kesempatan ini kami juga ingin menyampaikan terima kasih kepada Yayasan Pendidikan dan Pembina Universitas Pancasila, Rektor Universitas Pancasila dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasila atas dukungan dana, moril dan materiil sehingga acara ini dapat terselenggara. Kami ucapkan pula terima kasih kepada pihak sponsor yaitu BCA, Bantex, Ikatan Alumni Mesin Pancasila (IMPAC), Le Minerale, Bank Mandiri, PT. Prosinergi, dan PT. Elnusa Tbk, serta para donatur yang tidak ingin disebutkan namanya. Kami ucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada seluruh panitia dan reviewer yang telah bekerja keras dan tepat waktu sehingga proses persiapan dan pelaksanaan seminar ini dapat berjalan dengan baik.

Tak ada gading yang tak retak. Untuk itu saya mewakili segenap panitia ingin menyampaikan permohonan maaf sedalam-dalamnya kepada semua pihak apabila terdapat kesalahan atau ketidakpuasan dalam penyelenggaraan SemResTek FTUP 2018 ini.

Demikian kami sampaikan. Semoga kegiatan ini dapat berjalan dengan baik dan berkelanjutan. Sehingga kita semua mendapatkan manfaat dari seminar ini.

Waasalamualaikum Warahmatullahi wabarakatuh.

Ketua Panitia,

Dr. Dede Lia Zariatn, ST, MT

## SUSUNAN PANITIA

- Pelindung : Rektor Universitas Pancasila
- Steering Commite : 1.Prof. Ir. Djoko W. Karmiadji, MSME., Ph.D  
(Koordinator)  
2.Prof. Dr.Ir. Dahmir Dahla, M.Sc (Anggota)  
3.Prof. Drs. Syahbuddin, M.Sc., Ph.D (Anggota)  
4.Prof.Dr.Ir.Tresna Priyana Soemardi,  
MS.SE.,IPM.,ASEAN Eng (Anggota)  
5.Prof.Dr. Agustinus Purma Irawan, ST., MT  
(Anggota)  
6.Prof.Dr.Ir. Wegie Ruslan, MS.,Math, MBA  
(Anggota)  
7.Dr. Tanika Dewi Sofianti, ST., MT (Anggota)
- Organizing  
Comimite
- Pengarah : Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasila  
Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas  
Pancasila  
Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas  
Pancasila  
Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas  
Pancasila
- Penanggung Jawab : Ketua Program Studi Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Pancasila
- Ketua : Dr. Dede Lia Zariatn, ST., MT
- Sekretaris : Rovida Camalia Hartantie., ST.,MT
- Bendahara : 1.Dr. Agri Suwandi, ST., MT  
2.Titik Maryati, S.Sos
- Kesekretariatan : 1.Iqbal Rahmadhian Pamungkas, ST., MT  
(Koordinator)  
2.Erlanda Augupta Pane, S.TP., M.Si (Anggota)
- Bidang Acara : 1.Ir. Eddy Djatmiko, MT (Koordinator)  
2.Ir. Estu Prayogi, M.KKK (Anggota)
- Bidang Reviewer : Dr. Ismail, ST., MT
- Bidang Dokumentasi : 1.Nely Toding Bunga, ST., MT (Koordinator)  
2.Rovida Camalia Hartantie, ST., MT (Anggota)
- Bidang Perlengkapan : 1.I Gede Eka Lesmana, ST., MT (Koordinator)  
2.Ir. Bambang Sulaksono, MT (Anggota)
- Bidang Sponsrship : 1.Eko Prasetyo, ST., MT (Koordinator)  
2.Ir. Hasan Hariri, MT (Anggota)  
3.Arif Riyadi Tatak, ST., MT (Anggota)  
4.Ir. Rudi Hermawan, MM., MT (Anggota)  
5.Hendri Sukma, ST., MT (Anggota)

## REVIEWERS

1. Prof.Dr.Agustinus Purna Irawan, ST.,MT.,IPM  
Universitas Tarumanagara
2. Prof.Dr.Ir.Dahmir Dahlan, M.Sc  
Universitas Pancasila
3. Prof.Ir.Djoko W. Karmiadji, MSME.,Ph.D.,IPU  
Universitas Pancasila
4. Prof.Drs.Syahbuddin, M.Sc.,Ph.D  
Universitas Pancasila
5. Prof.Dr.Ir.Tresna P.Soemardi,SE.,MS.,IPM.,ASEAN Eng  
Universitas Indonesia
6. Dr.Agri Suwandi,ST.,MT  
Universitas Pancasila
7. Dr.Ir.Amin Suhadi,M.Eng  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
8. Dr.As Natio Lasman  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
9. Dr.Dede Lia Zariatn,ST.,MT  
Universitas Pancasila
10. Dr.Ir.Dwi Rahmalina,MT  
Universitas Pancasila
11. Dr.Ir.Ismail,ST.,MT  
Universitas Pancasila
12. Dr.Ir.La Ode Mohammad Firman,MT  
Universitas Pancasila
13. Dr.Mahfudz Al Huda,M.Eng.,B.Eng  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
14. Ir.Susanto Sudiro,M.Sc.,Ph.D  
PT.Mega Andalan Kalasan
15. Dr.Tanika Dewi Sofianti,ST.,MT  
Swiss German University
16. Dr.Ir.Yohanes Dewanto,MT  
Universitas Suryadharma
17. Dr.Ir.Yudhi M.Sholihin,MT  
Universitas Pancasila

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar Ketua Pengurus Yayasan Pendidikan dan Pembina Universitas Pancasila	i
Kata Pengantar Rektor Universitas Pancasila	ii
Kata Pengantar Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasila	iii
Laporan Ketua Pelaksana	iv
Susunan Panitia	vi
<i>Reviewer</i>	vii
Daftar Isi	viii

No	Kode	<u>Energi Baru Terbarukan</u> Judul	Hal
1	16	Analisa Daya Listrik Optimum Model <i>Screw Turbine 2 Blade</i> Sebagai Penggerak Generator Listrik <i>Jamaludin</i>	1 - 11
2	26	Pemetaan Bahan Baku dan Analisis Teknoekonomi Biodiesel dari Kelapa Sawit <i>Tri Yuni Wahyuni dan Anwar Limar Ramadhan</i>	12 - 20
3	32	Analisis Kinerja Motor <i>Matic</i> 110cc Dengan Menggunakan Campuran Bahan Bakar <i>Pertalite</i> dan <i>Bioetanol</i> <i>I Gede Eka Lesmana, Rovida Camalia H dan Ruddy Domas</i>	21 - 27
4	37	Perancangan Sistem Biodigester Untuk Bahan Bakar Biogas Rumah Hemat dan Mandiri Energi di Indonesia <i>Eka Maulana dan Muhammad Arif Herniko</i>	28 - 38
5	49	Pemanfaatan Kandang Ternak Terpadu Sebagai Sumber Energi Terbarukan dari Biogas dan <i>Photovoltaic</i> untuk Masyarakat di Desa Terpencil <i>Muhammad Irsyad</i>	39 - 46
6	54	Analisis Pengujian Sepeda Motor Listrik 3 kW pada Jalan Mendatar dan Menanjak <i>Eko Prasetyo, Dahmir Dahlan dan Raditya Nur Fadhli</i>	47 - 53
7	63	Analisa Efisiensi Daya Pada Sistem Pengkondisian Udara Menggunakan HRV ( <i>Heat Recovery Ventilation</i> ) <i>I Gede Eka Lesmana dan Anggi Raras</i>	54 - 57
8	67	<i>Papua Clean Stove</i> Berbahan Bakar Bioetanol Ampas Ela Sagu <i>Johni Jonatan Numberi</i>	58 - 63
9	78	Desain Reaktor Biodigester untuk Pembangkit Listrik Kapasitas 0,6 MW <i>Eka Maulana, Dwi Rahmalina, Much. Ichsan Fadillah, La Ode M Firman, Sorimuda Harahap dan Agri Suwandi</i>	64 - 69
10	85	Analisis Kinerja Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Laboratorium Yang Memanfaatkan Kalor Hasil Pembakaran Proses Pirolisis <i>DL Zariatn, Iqbal Rahmadhian P dan Rifki Khairul Azzaam</i>	70 - 75
11	86	Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Laboratorium Yang Memanfaatkan Energi Panas Terbuang Hasil Pembakaran Proses Pirolisis <i>DL Zariatn, I Gede Eka Lesmana dan Yudea Kapiarso</i>	76 - 85

No	Kode	<u>Konversi Energi</u> Judul	Hal
1	12	Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan Bakar Peralite, Pertamina, Pertamina Turbo Terhadap Daya Dan Torsi Pada Honda Beat eSP <i>Wegie Ruslan, I Gede Eka Lesmana dan Krisna Kurnia Nugraha</i>	86 - 92
2	13	Analisis Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Performa Mesin SAA6D107E-1 Komatsu <i>Wegie Ruslan dan Ikhwan Lazuardy</i>	93 - 100
3	17	Analisis Pengaruh Waktu Pengapian untuk Bahan Bakar Peralite terhadap Kinerja Motor Honda Beat Karburator <i>Wegie Ruslan, I Gede Eka Lesmana dan Rohmi Safitri</i>	101 - 109
4	19	Perhitungan Daya Dan Efisiensi Thermal Pada Mobil Mercedes Benz Menggunakan Turbocharger <i>Wegie Ruslan, Nely Toding Bunga dan Septian Wahyu Saputra</i>	110 - 118
5	31	Analisis Penghematan Konsumsi Listrik pada AC Ruangan dengan Menggunakan Refrigeran R-1270 (Propylene) <i>Widodo Saji and Fatkur Rachmanu</i>	119 - 127
6	33	Pemanfaatan Tetes Tebu untuk Pembuatan Bioetanol sebagai Campuran Bahan Bakar Sepeda Motor 125 cc <i>I Gede Eka Lesmana, Rovida Camalia Hartantrie and Antonius Rizki A. Sulistyio</i>	128 - 136
7	38	Desain Desalinasi Air Laut Berbentuk Piramida dan Berbasis Energi Surya <i>Budhi Muliawan Suyitno, I Gede Eka Lesmana, dan Ikhsan Widantara</i>	137 - 142
8	39	Analisa Perhitungan Pompa Untuk Kebutuhan Sirkulasi Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah di PT X <i>Rudi Hermawan, Erlanda Augupta Pane dan Handika Nur Faizal</i>	143 - 153
9	42	Pengaruh Pemasangan Aktuator Jet Sintetik Jenis Kaviti Setengah Bola Terhadap Penurunan Hambatan (Drag Reduction) Aerodinamika Pada Model Uji Reverse Ahmed Body <i>Ramon Trisno dan Dika Irawan</i>	154 - 163
10	44	Penurunan Hambatan (Drag Reduction) Aerodinamika Pada Model Uji Reverse Ahmed Body <i>Ramon Trisno dan Moh. Tarum N. Umam</i>	164 - 175
11	47	Studi Eksperimen Pemanfaatan Gas Suar (Flare Gas) Menghasilkan Daya Listrik 15 kW <i>Nafsan Upara, Eko Prasetyo dan Dian Sri S</i>	176 - 187
12	48	Analisa Sentralisasi Pompa Kebakaran Pada Instalasi Hidran dan Sprinkler di Rumah Sakit X <i>Sorimuda Harahap dan Nindiar Darumadi Mardijono</i>	188 - 198
13	53	Analisis Uji Jalan Sepeda Motor Listrik 1 kW <i>Eko Prasetyo, Dahmir Dahlan dan Rachmat Ryfaldi</i>	199 - 208
14	58	Pengaruh Modifikasi Drill Pipe Screen Pada Unit DD & MWD Pada Perusahaan P Terhadap Filtrasi Padatan & Karakteristik Aliran Dengan Metode Simulasi <i>Budhi Muliawan Suyitno, Iqbal Rahmadhian P dan Hikmahnul Ar Royyan</i>	209 - 216
15	75	Pengaruh Arah Pancung Nozzle Terpancung Terhadap Kestabilan Api Pembakaran Difusi Concentric Jet Flow <i>Ahmad Akromul Huda, Agung Sugeng Widodo dan Eko Siswanto</i>	217 - 224

No	Kode	<u>Konversi Energi</u> Judul	Hal
16	90	Pengaruh Jumlah Sudu dan Jumlah Fin pada Sudu terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Savonius Tipe U <i>Ridwan, Iwan Setyawan, dan Abdul Latief</i>	255 - 234

No	Kode	<u>Perancangan Produk &amp; Teknologi Tepat Guna</u> Judul	Hal
1	3	Perancangan Modifikasi <i>Heater</i> dan Sistem Kontrol <i>Water Bath</i> Kapasitas 9 Liter <i>Mustangin dan Indra Saputra</i>	235 - 245
2	10	Perencanaan Pemakaian <i>Accumulator</i> Guna Optimasi Output Pada Alat Penyiram Tanaman Bawang Merah <i>Fadwah Maghfurah, Windarta dan Andis Munandar</i>	246 - 253
3	18	Optimasi Kapasitas Mesin Cuci 2 Tabung pada Kategori 4,5 Kg Menjadi 5,5 Kg <i>Wegie Ruslan dan Shinta Pramaswati</i>	254 - 260
4	23	Rancang Bangun Pembibitan Tanaman Dengan Luas 2m <sup>2</sup> Menggunakan Metode Vertikultur <i>Istianto Budhi Rahardja</i>	261 - 270
5	30	Pengaruh Dimensi <i>Depth Draw</i> Dan <i>Flange</i> Terhadap Defleksi Pada Komponen <i>Bracket Joint</i> <i>Estu Prayogi dan Laurentinus Noto Budyo</i>	271 - 276
6	34	Pengaruh Jumlah dan Variasi Ukuran Katup Buang Pada Efisiensi Pompa Hidram <i>Rovida Camalia Hartantrie, I Gede Eka Lesmana dan Andhika Pratama</i>	277 - 285
7	40	Konsep Rancangan Tungku Peleburan Logam Menggunakan Metode VDI 2221 Bahan Bakar Oli Bekas Dengan Filter Penyekatan <i>Farid Syahrussiyam</i>	286 - 296
8	43	Perancangan Dimensi Bagian Utama Turbin Uap Impuls Skala Laboratorium <i>Hasan Hariri dan Fadli Zainal</i>	297 - 305
9	55	Analisis Konsumsi Daya Baterai Lithium-Ion Pada Sepeda Motor Listrik 1 (Satu) kW <i>Dahmir Dahlan, Eko Prasetyo dan David Junkypri</i>	306 - 312
10	74	Perancangan Konsep Alat Bantu Penangkapan Ikan ( <i>Fishing Deck Machinery</i> ) Tipe Hidrolik untuk Kapal > 5 GT <i>Agri Suwandi, DL Zariatn, Bambang Sulaksono, Estu Prayogi dan Anggada</i>	313 - 319

No	Kode	<u>Sistem Elektronika &amp; Otomasi</u> Judul	Hal
1	2	Rancang Bangun Sistem Informasi Penyewaan Mobil pada <i>Abu Sulaiman Rent Car</i> <i>Muhammad Hisyam Alfarisy dan Anita Diana</i>	320 - 329
2	29	Model Arsitektur <i>Backpropagation</i> Pada Prediksi Total Laba Rugi Komprehensif Bank Umum Konvensional Dalam Mendorong Laju Pertumbuhan Ekonomi <i>Agus Perdana Windarto, Muhammad Ridwan Lubis dan Solikhun</i>	330 - 338

No	Kode	<u>Sistem Elektronika &amp; Otomasi</u> Judul	Hal
3	66	Optimasi Kuat Pencahayaan Lampu <i>Philips Hue</i> Dengan Memanfaatkan Cahaya Alami Untuk Ruang Kuliah Lantai 8 STTPLN <i>Juara Mangapul Tambunan dan Albert Gifson</i>	339 - 347
4	76	Perancangan Sistem Parkir Berbarkode Di Lahan Parkir Fakultas Teknik - Universitas Bangka Belitung <i>Tri Hendrawan Budianto, Fardhan Arkan dan Rudy Kurniawan</i>	348 - 351
5	77	Perancangan Sistem Pemantauan Kecepatan dan Pengelolaan Baterai pada Sepeda Motor Listrik 3 kW <i>Dahmir Dahlan, Dede Lia Zariatn dan Nurdiansyah Wibowo</i>	352 - 358
6	84	Desain Sistem Pengendalian Temperatur Proses Pirolisis <i>Dwi Rahmalina, Yohannes Dewanto, D.L Zariatn dan Ryan Harianto</i>	359 - 365
7	87	Pemanfaatan <i>PHP Programming</i> dan <i>JQuery</i> pada <i>DPTools3</i> sebagai Alat Bantu Analisis Data Pemilih dalam Pemilu <i>Yuliazmi dan Riyogarta Pratikto</i>	366 - 376
8	94	Deteksi Pemakaian Tenaga Listrik Terhadap Deviasi kWh Meter Berbasis Mikrokontroler <i>Duta Widhya dan Noor Suyaningsih</i>	377 - 391
9	95	Perancangan Alat Ukur Pemilihan Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki <i>Factor Daya</i> Dengan Pengaplikasian <i>Switching</i> <i>Gunadi Haryanto dan Vector Anggit Pratomo</i>	392 - 403
10	96	<i>Monitoring</i> Penghematan Daya Menggunakan PLTS Pada Rumah Tinggal <i>Wisnu Broto dan Agung Saputra</i>	404 - 412

No	Kode	<u>Teknologi Material</u> Judul	Hal
1	6	Karakteristik Spesimen <i>Carbon Brush</i> Dengan Material Alternatif <i>Carbon</i> Tempurung Kelapa <i>Bambang Sulaksono, Setiyono dan Mochammad Satrio Wicaksono</i>	413 - 418
2	7	Pengaruh Waktu Cetak Terhadap Karakteristik Panel <i>Back Splash</i> dari Pemanfaatan Botol PET Bekas <i>Gema Fitriyano, Susanty, Muhammad Reza Huseini dan Naazilatul Luthfiyah Al'aizzah</i>	419 - 425
3	8	Proses Peningkatan Luas Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung <i>Siti Agustina dan Anna Fitriana</i>	426 - 432
4	9	Analisa Pengaruh Variasi Tekanan dan Temperatur Terhadap <i>Porosity</i> Pada Proses <i>High Pressure Die Casting (HPDC)</i> Untuk Material Aluminium HD2 <i>Windarta, Fadwah Magfurah dan Jujur Setiyo Widayanto</i>	433 - 441
5	11	Studi Isoterm Terhadap Pengembangan Adsorben Dari Hidrotermalisasi Limbah Lumpur Pulogadung Dengan Sistem <i>Batch</i> <i>Muhammad Reza Huseini, Deri Iryawan, Gema Fitriyano dan Dzulfahmi</i>	442 - 451
6	20	Pengaruh Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Titanium Dioksida Pada Proses Hidrolisis Larutan Titanium Sulfat <i>Ahmad Royani</i>	452 - 456

No	Kode	<u>Teknologi Material</u> Judul	Hal
7	57	Perancangan Anjungan Angkat Hidraulik ( <i>Hydraulic Lifting Platform</i> ) Dengan Kapasitas 5 Ton <i>Nafsan Upara dan Asep Adhara</i>	457 - 467
8	61	Analisis Pengaruh Kecepatan pada Proses <i>Injection Molding</i> terhadap Kekerasan Komposit <i>Polyurethane-15 % Carbon Black</i> <i>Dwi Rahmalina, Reyshar Abdurrafi, Agri Suwandi, Susanto, Amin Suhandi dan Indra C Setiawan</i>	468 - 472
9	62	Analisis Pengaruh Temperatur <i>Injection Molding</i> Terhadap Kekerasan Material Komposit <i>Polyurethane</i> Berpenguat 15% fv <i>Carbon Black</i> <i>Agri Suwandi, Dendry Baringin Ericson, Dwi Rahmalina, Susanto, Amin Suhandi dan Indra C Setiawan</i>	473 - 478
10	71	Pemanfaatan Bubuk Sedimen Sebagai Bahan Penyusun <i>Paving Block</i> Berbasis Pengujian Kuat Tekan dan Pengujian Penyerapan Air <i>Ridwan Syah Nuhun, La Wendo, Siti Nurjanah Ahmad dan Try Sugiyarto</i>	479 - 486
11	73	Peningkatan Kekerasan Material Komposit Matrik Aluminium Melalui Metode Nitridasi Plasma <i>Hendri Sukma dan Win Ardi Abbas</i>	487 - 493
12	80	Analisis Kekuatan Lentur Pada Bambu Laminasi Kombinasi Dengan Komposit Tali Pelepeh Pisang <i>Dahmir Dahlan, Hendri Sukma, DL Zariatini dan Yogi Septianto</i>	494 - 502
13	81	Analisis Kekuatan Lentur Bambu Apus Laminasi Kombinasi Tali Pelepeh Pisang, Serabut Kelapa tua, Dan Ijuk Untuk Pembuatan Bodi Perahu <i>Dahmir Dahlan, Hendri Sukma, DL Zariatini dan Ihyaudhiya Abdi</i>	503 - 512
14	82	Analisis Kekuatan Bambu Laminasi Untuk Pembuatan Bodi Perahu <i>Dahmir Dahlan, Hendri Sukma, DL Zariatini dan Ade Prasetyo</i>	513 - 518

No	Kode	<u>Sistem Manufaktur</u> Judul	Hal
1	15	Penjadwalan Penggantian Komponen Pada Mesin <i>Rolling</i> dan <i>Heading</i> Di PT DRA Component Persada Dengan Metode <i>Age Replacement</i> <i>Nur Yulianti Hidayah, dan M. Zhona Adinata P</i>	519 - 526
2	22	Perancangan Aplikasi <i>Reliability Centered Maintenance, Reliability Centered Spares</i> , dan Model Inventori Probabilistik Berbasis Web dalam Menentukan Kebijakan <i>Maintenance</i> dan Persediaan <i>Spare Part</i> <i>Maghifara Rachmawati Hariyanto, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji dan Judi Alhilman</i>	527 - 534
3	24	Pemilihan Strategi Transfer Pengetahuan dalam Implementasi Sistem <i>Enterprise Resource Planning</i> pada UKM di Indonesia <i>Indra Cahyadi</i>	535 - 544
4	25	Implementasi Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> Guna Mengukur Efektivitas Mesin Produksi <i>Tri Ngudi Wiyatno, Muhammad Fatchan dan Andri Firmansyah</i>	545 - 552

No	Kode	<u>Sistem Manufaktur</u> Judul	Hal
5	28	Analisis Perawatan Mesin <i>FillingR125</i> Menggunakan Metode <i>Risk Based Maintenance</i> (RBM) pada <i>Plant Large Volume Parenteral</i> (LVP) PT XYZ <i>Natasha Aluna, Judi Alhilman dan Tatas Dwi Atmaji</i>	553 - 560
6	45	Perancangan Sistem Pokayoke Untuk <i>Part Smart Key</i> Pada Proses Perakitan Mobil di PT. XYZ <i>Deden Kurniawan Setiadi dan Estu Prayogi</i>	561 - 569
7	52	Optimasi Geometri Foil Pada Kapal Hidrofoil Menggunakan Algoritma Genetika (GA) <i>Eva Hertnacahyani Herraprastanti, Helmi Gunawan dan Ruzita Sumiati</i>	570 - 580
8	88	Analisis Produktivitas Kasir Guna Menentukan Beban Kerja Menggunakan Work Sampling Pada Gerai Makanan Cepat Saji <i>Anggun Lestari, Hendy Tannady, dan Filscha Nurprihatin</i>	581 - 590
9	92	Meminimalkan Biaya Transportasi pada <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i> dengan <i>Clarke and Wright's Savings Algorithm</i> <i>Hu Limei, Hendy Tannady, dan Filscha Nurprihatin</i>	591 - 599
10	97	Perancangan Kursi Kerja Untuk Mengurangi Kelelahan Pada Proses Penimbangan Bagian Quality Control Di PT. Novell Pharm Lab <i>Rini Prasetyani &amp; Dian Rahayu Nuryana</i>	600 - 608
11	98	Analisis Kapabilitas Proses dalam Pembuatan Sediaan Farmasi <i>Hot Cream</i> di Mesin <i>Multimix Single Vortex</i> dan <i>Double Vortek</i> <i>Siti Rohana Nasution, Dian Sholihin</i>	609 - 616
12	99	Analisis Risiko Pada Area <i>Finishing</i> Menggunakan Metode <i>Failure Mode Effect And Analysis</i> (Fmea) Di PT. Indokarlo Perkasa <i>Kirana Rukmayuninda Ririh, Anggina Sandy Sundari, dan Putri Wulandari</i>	617 - 626
13	100	Upaya Peningkatan Nilai Overall <i>Equipment Effectiveness</i> pada Mesin <i>Wolf 8 9</i> Divisi <i>Powder Dry Blend &amp; Packing Process</i> <i>Bambang Cahyadi, dan Ikko Watinur Safitri</i>	627 - 634

No	Kode	<u>Teknologi Manufaktur</u> Judul	Hal
1	4	Manufaktur Alat Bantu Peningkat Keterampilan Juru Las SMAW <i>Wina Libyawati, Nafsan Upara, Agri Suwandi, Dimas Wahyu Wicaksono</i>	635 - 640
2	27	Pengaruh Tegangan dan Pulse Pada Sambungan Las Laser Baja Perkakas NAK80 <i>Syhabuddin dan M. Ilham Azkiya</i>	641 - 650
3	41	Analisis Parameter Pengelasan <i>Resistance Spot Welding</i> (RSW) pada Material Baja SPC dan SCGA di Kendaraan <i>Multi Purpose Vehicle</i> (MPV) <i>Djoko W. Karmiadji dan Muhammad Khoirul Huda</i>	651 - 664
4	50	Manufaktur Konstruksi Rangka Sepeda Motor Listrik Kapasitas 3 kW <i>Agri Suwandi, Aldhy Dwi Cahyo dan Dahmir Dahlan</i>	665 - 671
5	51	Manufaktur Prototipe Konstruksi Rangka Sepeda Motor Listrik Kapasitas 1 kW dengan Penggerak Roda Belakang <i>A. Suwandi, Mohamad Gunawan Wibisana dan Dahmir Dahlan</i>	672 - 677

No	Kode	<u>Teknologi Manufaktur</u> Judul	Hal
6	65	Analisis <i>Warpage</i> Berdasarkan Aliran Material Dan Sistem Pendingin Pada Cetakan Injeksi Plastik Dan Optimasi Pada Produk <i>Front Cover Sensor</i> <b>Djoko W. Karmiadi dan Vera Aulia</b>	678 - 691
7	70	Analisa Pengaruh Perubahan <i>Packing</i> Pada Bejana Silinder Terhadap Kompresi Mesin Motor 100 CC <b>Yudhi M Sholihin dan Risky Arafat</b>	692 - 696
8	79	Analisis Pengaruh Tekanan Injeksi pada Proses <i>Injection Molding</i> terhadap Kekerasan Komposit <i>Polyurethane - 15% Carbon Black</i> <b>Dwi Rahmalina, Estu Prayogi, Ari Styabudi Atmaja, Susanto Sudiro, Amin Suhadi, Indra C. Setiawan</b>	697 - 701

## SUBMISSION 49

# Pemanfaatan Kandang Ternak Terpadu Sebagai Sumber Energi Terbarukan dari Biogas dan *Photovoltaic* untuk Masyarakat di Desa Terpencil

Muhammad Irsyad<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, 35145, Bandar Lampung, Indonesia

**Abstrak.** Energi listrik sudah menjadi kebutuhan yang tidak terelakkan dalam kehidupan manusia, namun masih ada masyarakat yang belum menikmati manfaat energi listrik khususnya di desa terpencil. Untuk memenuhi kebutuhan listrik dan meningkatkan rasio elektrifikasi perlu dibangun pembangkit listrik dari energi terbarukan berbasis potensi daerah. Potensi energi di desa terpencil yang bisa dikembangkan diantaranya bersumber dari kotoran ternak, matahari, air, dan angin. Pengembangan peternakan masyarakat dengan sistem kandang terpadu dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas dari kotorannya dan energi listrik dari penggunaan photovoltaic pada atap. Penelitian ini mendisain pembangkit energi listrik dari energi terbarukan berbasis biogas dan photovoltaic. Rancangan pembangkit listrik untuk satu kelompok masyarakat dengan jumlah 20 rumah, dengan masing-masing rumah dialiri listrik 45 W dan fasilitas umum sebesar 190 W. Untuk waktu penggunaan dari jam 18:00 WIB – 06:00 WIB dengan beban bervariasi diperoleh konsumsi energi total adalah 8,36 kWh per hari. Kebutuhan energi ini dapat dipenuhi oleh sistem pembangkit listrik yang bersumber dari biogas dari 7 ekor sapi dan 18 buah PV kapasitas 100Wp. Energi listrik yang dihasilkan oleh genset berbahan bakar biogas 2 Hp per hari adalah 5,52 kWh. Sedangkan PV setiap hari dapat menghasilkan energi listrik sebesar 4,43 kWh. Dengan memaksimalkan pemasangan PV pada atap diperoleh energi listrik total per hari sebesar 18,54 kWh untuk setiap kandang.

**Kata kunci—***kandang ternak terpadu, biogas, photovoltaic, energi terbarukan, desa terpencil*

## 1. PENDAHULUAN

Rasio elektrifikasi rata-rata Indonesia setiap tahun terus meningkat. Pada tahun 2016 rasio elektrifikasi sudah mencapai 91,16%, seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Namun untuk daerah di luar Jawa rasio elektrifikasi masih dibawah rata-rata Indonesia. Hal ini disebabkan karena banyak perkampungan masyarakat di daerah terpencil. Pada daerah tersebut masyarakat tinggal secara berkelompok di areal pertanian/perekebunan, baik di daerah perbukitan, kaki gunung maupun di tepi hutan. Jarak antar perkampungan sangat jauh dan biasanya juga sangat jauh dari jaringan listrik PLN yang sudah ada. Kondisi ini sangat menyulitkan pemerintah atau PLN untuk membangun jaringan ke masing-masing kelompok masyarakat tersebut karena biaya membangun jaringan sangat besar dan tidak sebanding dengan jumlah pelanggan yang akan menggunakan. Kondisi ini bisa berlangsung lama apabila tidak ada sumber energi listrik yang lain. Pemenuhan kebutuhan listrik bagi daerah terpencil biasanya menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), namun biaya operasionalnya sangat tinggi karena mahalnya harga bakar akibat biaya transportasi. Oleh karena itu diperlukan pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan berdasarkan potensi daerah setempat seperti: biogas, matahari, angin, air dan biomasa.

Daerah pedesaan yang terpencil memiliki potensi dalam bidang pertanian. Ketersediaan lahan yang cukup luas sangat potensial menghasilkan komoditi pertanian. Selain itu dengan adanya limbah pertanian, rumput dan tumbuhan lainnya yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, maka usaha peternakan juga sangat potensial untuk dikembangkan. Secara umum peternakan masih merupakan usaha sampingan masyarakat pedesaan. Ternak bagi masyarakat merupakan tabungan yang dapat digunakan pada saat membutuhkan. Model peternakan masih skala kecil dengan jumlah ternak 1 – 3 sapi, atau 2 – 5 kambing dengan posisi kandang berada dekat rumah. Alasan keamanan merupakan salah satu penyebab kandang dibangun dekat rumah pemilik ternak. Namun disisi lain hal ini dapat berpengaruh terhadap kebersihan, kesehatan dan

\* Corresponding author: [muhammad.irsyad@eng.unila.ac.id](mailto:muhammad.irsyad@eng.unila.ac.id)

keindahan lingkungan. Apabila kandang ternak dibuat terpadu menjadi satu kandang bersama, maka lingkungan menjadi bersih dan sehat serta mudah dalam menjaga keamanan.



Gambar 1. Rasio elektrifikasi di Indonesia tahun 2016 [1]

Kotoran ternak merupakan salah satu bahan baku yang dapat diolah menjadi energi dalam bentuk biogas. Biogas ini dapat dimanfaatkan masyarakat untuk keperluan sehari-hari seperti kompor, penerangan, maupun bahan bakar genset untuk menghasilkan listrik.

Selain potensi biogas dari kotoran ternak, desa terpencil memiliki potensi energi matahari. Indonesia merupakan negara tropis memiliki intensitas cahaya matahari yang cukup tinggi dengan rata-rata harian 4,8 kW/m<sup>2</sup> dengan durasi menerima penyinaran sekitar 8 - 10 jam/hari [2]. Sel surya atau photovoltaic (disingkat PV) dapat dimanfaatkan untuk merubah energi surya menjadi energi listrik.

Biogas dan energi matahari dapat menjadi sumber energi utama untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat di desa terpencil. Energi listrik yang dihasilkan kedua sumber ini dapat digabung dalam sistem *smart grid* atau digunakan secara terpisah. Untuk memanfaatkan kedua potensi ini di desa terpencil perlu dilakukan kajian dengan melakukan perancangan sistem pembangkit listrik dari kedua sumber energi ini. Penelitian ini menghitung kebutuhan energi listrik minimal masyarakat perhari. Berdasarkan kebutuhan ini dirancang kandang ternak dengan kebutuhan ternak minimal dan pemasangan PV minimal di atapnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Energi terbaru merupakan solusi bagi desa terpencil untuk dapat menikmati energi listrik. Dua potensi yang memungkinkan dapat dikembangkan adalah kotoran ternak untuk menghasilkan biogas dan sinar matahari untuk menghasilkan energi listrik menggunakan PV. Hasil kajian dan potensi kedua sumber energi ini diuraikan pada bahasan berikut ini.

### a. Biogas dari Kotoran Ternak

Kotoran ternak dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas dengan menggunakan reaktor biogas. Teknologi ini sudah lama dikembangkan dan sudah umum digunakan. Sistem ini juga memiliki teknologi yang sederhana sehingga sangat mudah untuk dioperasikan masyarakat umum. Potensi kotoran ternak dan biogas yang dapat dihasilkan cukup besar seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi kotoran dan biogas berdasarkan jenis ternak [3]

Kotoran	Kg/hari	Produksi Gas Per Kg Kotoran (m <sup>3</sup> )
Sapi	10 – 25	0.023 – 0.040
Kerbau	10 – 25	0.023 – 0.040
Kambing	1.13	-
Ayam	0.18	0.065 – 0.116
Manusia	0,25 – 0,4	0.020 – 0.028

Bahan bakar utama yang terkandung dalam biogas adalah gas *methane*. Selain gas *methane* ada beberapa senyawa lain yang terkandung di dalamnya seperti diperlihatkan pada Tabel 2. Peningkatan kualitas biogas dapat dilakukan dengan cara pemurnian. Senyawa yang dapat dikurangi jumlahnya adalah CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S. Senyawa CO<sub>2</sub> dapat dikurangi dengan menggunakan karbon aktif dan zeolite. Dari hasil penelitian menunjukkan persentase CO<sub>2</sub> dapat diturunkan menjadi 20%. Sedangkan H<sub>2</sub>S dapat diturunkan menggunakan geram baja karbon. H<sub>2</sub>S mengeluarkan bau yang kurang sedap. Dengan penggunaan geram baja karbon ini biogas tidak berbau lagi.

Tabel 2. Komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam biogas [4]

Senyawa	Simbol	Persentase
Methane	CH <sub>4</sub>	50- 70
Karbon dioksida	CO <sub>2</sub>	30 - 40
Hidrogen	H <sub>2</sub>	5 - 10
Nitrogen	N <sub>2</sub>	1 - 2
Kandungan air	H <sub>2</sub> O	0.3
Hidrogen sulfat	H <sub>2</sub> S	Sisa

Ada beberapa parameter yang perlu diketahui dalam pengoperasiannya yakni: rasio campuran kotoran ternak dan air, rasio C/N, pH campuran, dan temperatur campuran. Rasio kotoran dan air adalah 1:1. Rasio C/N adalah 25 -30. pH campuran kotoran dan air berkisar antara 6,8 – 8,5. Sedangkan temperatur dalam reaktor biogas berkisar antara 27 °C – 37°C [5].

Dimensi reaktor biogas yang dibuat terkandung dengan produksi kotoran setiap hari atau dari jumlah ternak yang dimiliki. Pada Tabel 3 diperlihatkan ukuran reaktor biogas berdasarkan jenis dan jumlah ternak.

Tabel 3. Ukuran reaktor biogas berdasarkan jenis dan jumlah ternak [6]

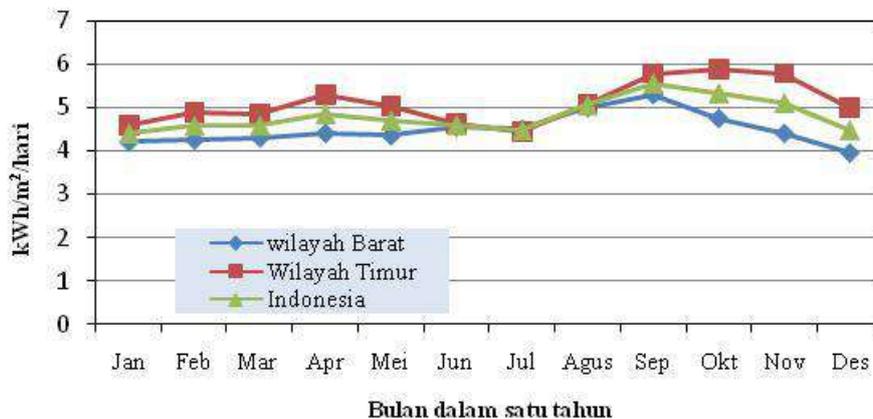
Jumlah ternak	Ukuran unit biogas			
	4,6 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>	12 m <sup>3</sup>	16 m <sup>3</sup>
Sapi perah	2 ekor	3 ekor	5 ekor	7 ekor
Sapi pedaging	3 ekor	5 ekor	12 ekor	18 ekor
Kerbau	2 ekor	3 ekor	8 ekor	13 ekor
Babi	15 ekor	15 ekor	25 ekor	38 ekor

Nilai kalori dari 1 m<sup>3</sup> biogas adalah sekitar 6 kWh yang setara dengan setengah liter minyak diesel/minyak tanah, yang dapat dimanfaatkan :memasak makanan 3 kali untuk 4 orang ( $8,3 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s dengan tekanan 75 mmH<sub>2</sub>O), penerangan lampu petromak 7 jam ( $6,4 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s dengan tekanan 45 mmH<sub>2</sub>O), menjalankan genset 2 Hp selama 1 jam dan menghasilkan listrik setara 1.25 kWh [7].

Sistem *smart micro grid* digunakan pada pembangkit listrik dari energi terbarukan berfungsi menggabungkan energi listrik dari berbagai sumber dan mengontrol penggunaan. Penggunaan *inverter bidirectional* pada sistem *smart micro grid* sangat membantu mengatur penggunaan dan penyimpanan energi. Apabila input energi lebih besar dibandingkan penggunaan maka sebagian akan dimanfaatkan untuk mengisi baterai. Sedangkan apabila input lebih kecil dibandingkan penggunaan maka kekurangan energi disuplai dari baterai [8, 9]. Manajemen penggunaan energi dapat dilakukan dengan pengaturan secara manual.

### b. Potensi Photovoltaic di Indonesia

Indonesia terletak di jalur katulistiwa sehingga mendapatkan penyinaran matahari yang relatif sama sepanjang tahun. Selain itu intensitas matahari relatif tinggi sepanjang tahun dengan radiasi matahari rata-rata per hari di atas 4,8 kW/m<sup>2</sup>, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Radiasi matahari global Indonesia [10]

Kondisi ini sangat menguntungkan dalam penggunaan *photovoltaic*. Sistem ini dapat dioperasikan sepanjang tahun dengan fluktuasi produksi energi yang dihasilkan sedikit. Produksi energi berkurang pada saat musim hujan karena sinar matahari terhalang awan.

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan kajian perancangan kandang ternak terpadu untuk menghasilkan energi terbarukan berupa biogas dari kotoran ternak dan energi listrik dari PV untuk desa terpencil. Dalam perancangan ini jumlah rumah satu kelompok masyarakat adalah 20 rumah. Konsumsi energi listrik setiap rumah dihitung untuk memperoleh daya minimum yang dibutuhkan setiap rumah untuk penerangan. Pada siang hari diasumsikan masyarakat tidak menggunakan energi listrik. Jumlah ternak sapi disimulasikan untuk mendapatkan energi minimal yang dibutuhkan. Produksi biogas dihitung berdasarkan jumlah sapi dan kemudian dihitung energi listrik yang dihasilkan setiap harinya. Dari data ini dihitung ukuran kandang, sehingga diperoleh luas atap yang bisa digunakan untuk PV. Luas atap yang dipasang PV ditentukan dari kebutuhan energi yang harus disuplai oleh PV.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perancangan pembangkit listrik, diawali dengan perhitungan kebutuhan energi tiap rumah. Untuk masyarakat pedesaan kebutuhan utama energi listrik adalah untuk penerangan. Untuk meminimalkan penggunaan daya listrik dipilih lampu *Light Emitting Diode* disingkat dengan LED. Kebutuhan listrik untuk setiap rumah adalah seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan energi listrik setiap rumah

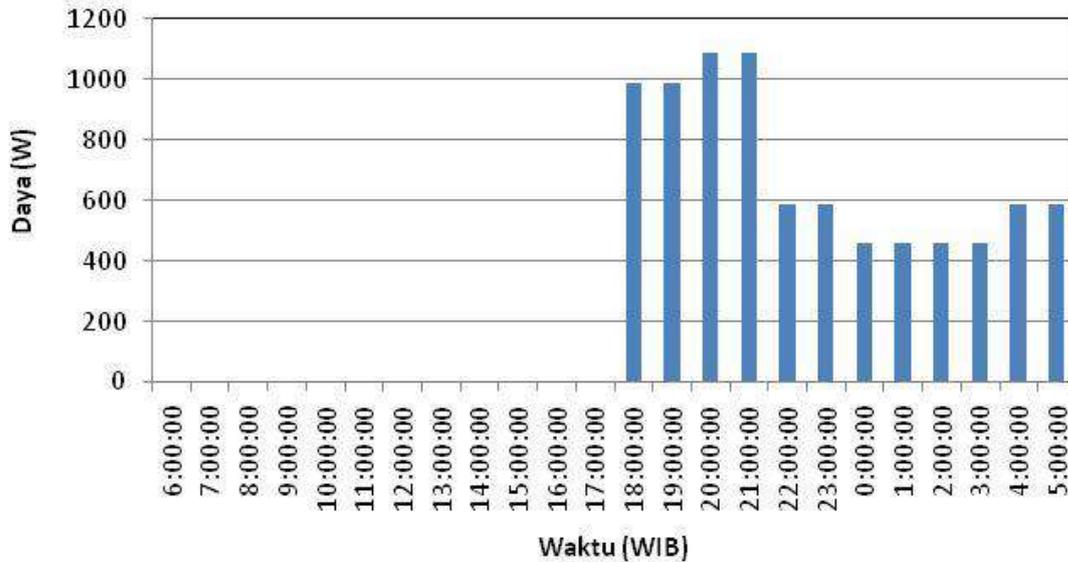
Ruangan	Lampu	Jumlah	Waktu penggunaan	Total (W)
Teras	5 W	1	18:00 – 06:00	5
Ruang tamu	10 W	1	18:00 – 22:00	10
Ruang keluarga	10 W	1	18:00 – 22:00	13
	3 W	1	18:00 – 06:00	
Kamar tidur	3 W	3	18:00 – 06:00	9
Dapur	5 W	1	18:00 – 22:00 04:00 – 06:00	5
Kamar mandi	3 W	1	18:00 – 06:00	3
Total daya minimal yang dibutuhkan				45

Selain penggunaan untuk masing-masing rumah energi listrik digunakan untuk fasilitas umum yakni: rumah ibadah, pos ronda, dan lampu jalan. Distribusi penggunaan daya diperlihatkan pada tabel 5. Penggunaan energi listrik secara penuh dari jam 18:00WIB – 06:00 WIB adalah lampu untuk penerangan jalan dan pos ronda.

Tabel 5. Kebutuhan energi listrik fasilitas umum

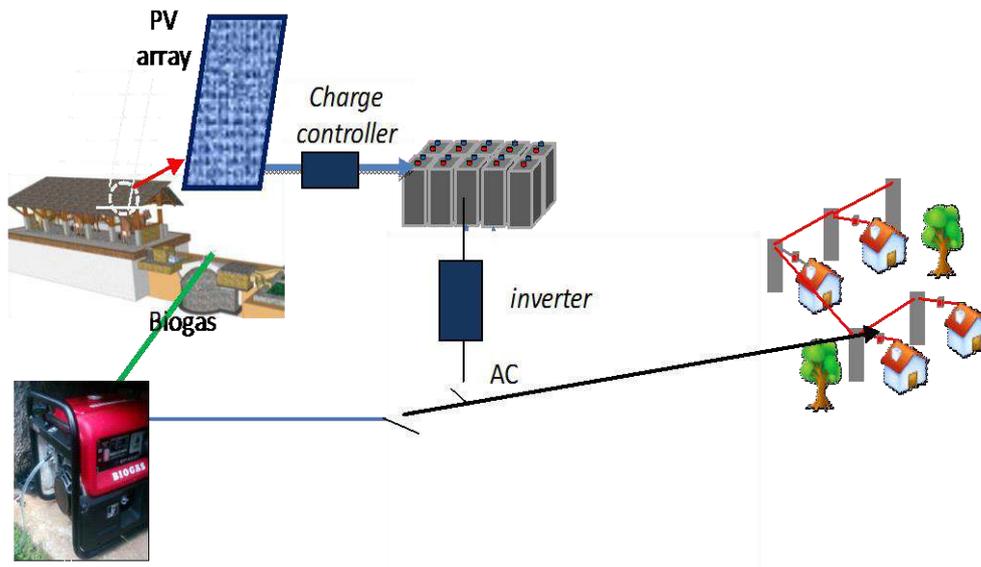
Ruangan	Lampu	Jumlah	Waktu penggunaan	Total (W)
Rumah ibadah	30 W	1	18:00 – 20:00 04:00 – 06:00	30
Pos ronda Lampu Televisi (TV)	10 W	1	18:00 – 06:00	110
	100 W	1	20:00 – 24:00	
Lampu penerangan	10 W	5	18:00 – 06:00	50
Total daya minimal yang dibutuhkan				190

Dari tabel 4 dan Tabel 5 diperoleh distribusi penggunaan daya listrik total untuk satu kampung setiap jamnya, seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Penggunaan energi listrik puncak adalah pada jam 20:00 WIB – 22:00 WIB. Setelah jam 22:00 WIB listrik masih digunakan untuk TV dan penerangan di depan rumah dan jalan. Pada jam 4:00 kebutuhan listrik sedikit meningkat karena masyarakat sudah mulai beraktifitas kembali. Kebutuhan energi listrik yang kontiniu dari jam 18:00 WIB – 06:00 WIB adalah 460 W. Sedangkan total kebutuhan energi listrik minimal untuk 20 rumah tersebut setiap hari adalah 8,36 kWh.



Gambar 3. Distribusi kebutuhan energi harian

Kebutuhan energi listrik harian ini akan disuplai dari energi listrik yang dihasilkan oleh genset berbahan bakar biogas dan dari PV yang sudah disimpan dalam baterai. Perancangan kandang terpadu adalah berdasarkan kebutuhan energi dengan sistem *off grid*. Suplai energi dilakukan secara terpisah antara genset dan PV, seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Suplai dari genset dipilih untuk kebutuhan dari 18:00 WIB – 22:00 WIB, yakni 4,16 kWh, dengan daya 1,2 kW. Sedangkan kebutuhan energi listrik dari jam 22:00 WIB – 06:00 WIB adalah dari baterai yang diisi oleh PV pada siang hari



Gambar 4. Sistem *off grid* pembangkit listrik PV dan biogas

Jumlah ternak sapi minimal yang dibutuhkan untuk sistem *off grid* adalah 7 ekor. Perhitungan energi listrik yang dihasilkan diperlihatkan pada Tabel 6. Dengan kapasitas produksi biogas ini setiap hari dapat menyimpan energi 5% sebagai cadangan.

Tabel 6. Energi listrik dari kotoran sapi

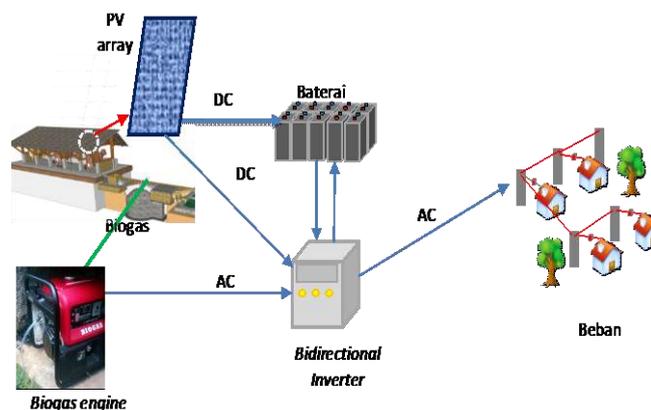
Uraian	Jumlah ternak sapi	
	1 ekor	7 ekor
Jumlah kotoran per /hari (kg)	20	140
Volume biogas (m <sup>3</sup> )	0,6	4,8
Energi listrik yang dihasilkan per hari (kWh)	0,75	5,25
Waktu genset 2 Hp dapat digunakan per hari (jam)	0,6	4,2

Untuk memenuhi kebutuhan dari jam 22:00 WIB – 06:00 WIB diperoleh energi listrik dari PV yang dipasang di atap kandang seperti diperlihatkan pada Tabel 7. Luas kandang untuk 7 ekor sapi potong dihitung berdasarkan ukuran standar untuk satu ekor sapi potong 1,5 m x 2 m [11]. PV yang dipasang adalah 100 Wp dengan ukuran panjang 1,085 m dan lebar 0,65 m [12]. Asumsi efisiensi PV yang digunakan adalah 7% dan berada dalam range efisiensi PV 6% - 20% [13].

Tabel 7. Energi listrik dari PV

Uraian	Besar
Kebutuhan energi per hari (kWh)	4,2
Jumlah ternak sapi (ekor)	7
Luas atap kandang yang bisa dipasang PV 100 Wp (m <sup>2</sup> )	39,55
Total energi dari atap PV per hari (kWh)	13,29
Jumlah total PV 100 Wp yang bisa dipasang	54
Jumlah PV minimal yang dibutuhkan	18
Total energi dari atap PV minimal per hari (kWh)	4.43

PV dengan jumlah 18 buah tersebut dipasang di atap kandang berjejer dalam satu baris. Untuk memenuhi peningkatan kebutuhan, penduduk dapat mengembangkan pemasangan PV pada baris kedua dan ketiga dengan penambahan per hari sebesar 8,86 kWh, sehingga satu kandang untuk 7 ekor sapi dapat menghasilkan total energi per hari sebesar 18,54 kWh.



Gambar 5. Pembangkit Listrik pada kandang terpadu dengan sistem *hybrid grid*

Pembangkit listrik pada kandang terpadu ini dapat dipasang dalam bentuk *hybrid grid* yang terhubung pada *inverter*, seperti diperlihatkan pada Gambar 5. Sistem ini dapat dibuat *smart grid* dengan menggunakan pengaturan *on/off* untuk suplai energi secara otomatis. Keuntungan penggunaan sistem ini adalah, kelebihan energi dapat disimpan, dan tegangan listrik relatif stabil. Namun penggunaan sistem ini membutuhkan investasi lebih besar.

## 5. KESIMPULAN

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat desa terpencil dapat memanfaatkan kandang terpadu untuk pembangkit listrik dari biogas dan *photovoltaic*. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik 20 rumah per hari sebesar 8,36 kWh dengan jam pemakaian dari 18:00 WIB – 06:00 WIB dibutuhkan 7 ekor sapi dan 18 buah PV 100Wp. Energi listrik yang dihasilkan oleh genset berbahan bakar biogas 2 Hp per hari adalah 5,52 kWh. Sedangkan PV dapat menghasilkan energi listrik perhari sebesar 4,43 kWh. Dengan memaksimalkan pemasangan PV pada atap diperoleh total energi listrik perhari sebesar 18,54 kWh untuk setiap kandang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Tahun 2016
- [2] M. Irsyad, M. D. Susila, M. Hartanto, Pengaruh Pemasangan Photovoltaic pada Dinding Bangunan Terhadap Temperatur Ruangan, Prosiding Seminar Nasional – XII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS, Bandung, 23 – 28 (2013).
- [3] A. C. Adityawarman, Salundik, C. Lucia, 2015, Pengolahan Limbah Ternak Sapi Secara Sederhana di Desa Pattalassang Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan, Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan, **03**, 3, 171 – 177 (2015).
- [4] T. Al-Seadi, D. Rutz, H. Prassl, M. Köttner, T. Finsterwalder, S. Volk, R. Janssen, Biogas Handbook, University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs Vej 9-10, DK-6700 Esbjerg, Denmark (2008)
- [5] T. W. Widodo, Teknologi Biogas dan Aplikasinya untuk Masyarakat Pedesaan. Makalah disampaikan Pada Temu Komunikasi Dan Praktek Pemecahan Masalah Sektor Peternakan. Jakarta: Badan Litbang Partanian Departemen Pertanian (2007).
- [6] D. Fadli, M. Irsyad, M. D. Susila, Kaji Eksperimental Sistem Penyimpanan Biogas dengan Metode Pengkompresian dan Pendinginan pada Tabung Gas Sebagai Bahan Bakar Pengganti Elpij, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, **1**, 4., 42 – 48 (2013)
- [7] Suyitno, A. Sujono, Dharmanto, Teknologi Biogas: Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan, Graha Ilmu, Yogyakarta (2010)
- [8] D. Novitasari, Y. S. Indartono, J. E. Harjono, M. Irsyad, T. D. Rachmildha, I. K. Reksowardojo, Study of Micro Grid Hybrid System of Photovoltaic and Diesel Engine, MATEC Web of Conferences, **70**. 03001, 1 – 5 (2016)
- [9] D. Novitasari, Y. S. Indartono, T. D. Rachmidha, I. K. Reksowardojo, M. Irsyad, Design and Optimization of Smart Grid System Based on Renewable Energy in Nyamuk Island, Karimunjawa District, Central Java, AIP Conference Proceedings, **1818**, 020036, 1 – 6 (2017)
- [10] A. Prastawa, R. Dalimi, A. Rezavidi, Single Hidden Layer Artificial Neural Network Technique for Solar Energy Potential Prediction in Indonesia, Isesco Journal of Science and Technology, **10**, 17, 2 – 10 (2014)
- [11] F. Sukmawati, Kaharudin, Petunjuk Praktis Perkandangan Sapi, Kementerian Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NTB (2010)
- [12] Panel Surya 100 WP Shinyoku Polycrystalline, <http://panelsuryajakarta.com/panel-surya-100-wp-shinyoku-polycrystalline/>
- [13] S. Dubey, J. N. Sarvaiya, B. Seshadri, Temperature Dependent Photovoltaic (PV) Efficiency and Its Effect on PV Production in the World – A Review, Energy Procedia, **33**, 311 – 321 (2013)