

DAFTAR ISI

Reviewer	i
Panitia Penyelenggara	ii
Kata Sambutan Bupati Aceh Selatan	iii
Kata Sambutan Direktur Politeknik Aceh Selatan	iv
Kata Sambutan Ketua Panitia Seminar Nasional Teknologi Rekayasa I Poltas 2014	vi
Daftar Isi	vii

No	Judul	Halaman
1	Teknologi Hasil Perikanan Ramah Lingkungan Mendukung Mendukung Perekonomian Masyarakat Ahmad Syuhada	1
2	Potensi Tenaga Air dan Angin untuk Pembangkit Tenaga Listrik sebagai Sumber Pendapatan Asli Daerah Aceh Selatan Mahidin, Hamdani dan Razali Taib	5
3	Karakteristik Kualitas Batubara Pada Cekungan Meulaboh Di Kabupaten Aceh Barat Dan Nagan Raya, Provinsi Aceh Hamdani dan Yossi Oktarini	11
4	Analisis Kelembaban Udara Relatif Pada Ruang Pengering Surya (<i>Analysis Relative Humidity In Solar Drying Chamber</i>) Ilham Hasbiullah, Fitriady	17
5	Analisis Tingkat Kebisingan Pemotongan Keramik Pada Gedung Aac Dayan Dawood Universitas Syiah Kuala Suhaeri, Muhammad Tadjuddin, Dedi Surya	23
6	Kajian Numerik Distribusi Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Dengan Menggunakan Pemanas Lampu Pijar Nasruddin, Zainal Arif	28
7	Modifikasi Kaolin Dan Polyposfat Sebagai Adsorben Dalam Penyerapan Logam Pb Dalam Air Alfian Putra, Novia Lestari dan Hesti Meilina	33
8	Rancang Bangun Alat Uji Lelah Tipe Cantilever Rotating Bending (<i>Fatigue Testing Machine</i>) Herdi Susanto, Joli Supardi, Jufriadi dan Gunawan Maulana	37
9	Analisa Kualitas Pemesinan Bahan Komposit Serat Alam Husni, Sulaiman Thalib, dan Samsul Rizal	43
10	Pembuatan Mesin Perajang Singkong Tipe Vertikal Nazaruddin, Zainal Arif dan Nasruddinsyah	47
11	Uji Tekan Statik Material Komposit Polimer Diperkuat Serat Ampas Tebu Zainal Arif dan Nasruddin	52
12	Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Murni (<i>Virgin Coconut Oil</i>) Dengan Metode Pemanasan Ratna Sary	60
13	Teknik Otomasi Untuk Reduksi Konsumsi Energi Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328p Dan Komunikasi Infrared M. Ikhsan, Yuwaldi Away	66
14	Penzonangan Kawasan Pendukung Pelabuhan Barang Kuala Tanjung Guna Melengkapi Perannya Sebagai Pelabuhan Terkemuka Di Wilayah Pantai Timur Sumatera Utara R. Aja muhammad ikram, agus priono aja muhammad irham	73

15	Pembuatan dan Pengujian Turbin Pelton untuk Pembangkit Listrik Pikohidro Syamsul Bahwi Widodo dan Suyanto	79
16	Karakterisasi Edible Film dari Campuran Ekstraksi Keratin Limbah Bulu Ayam dan Pati Jagung Sebagai Kemasan Layak Makan Rina Mirdayanti, Basuki Wirjosentono dan Eddy Marlianto	82
17	Analisis Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Bahan Bakar Biogas dari Limbah Cair Pabrik Sawit T Azuar Rizal, Razali Thaib, dan Mahidin	86
18	Pengukuran Laju Korosi Atmosferik Pada Baja Struktural Di Wilayah Aceh Barat Dan Nagan Raya Joli Supardi dan Zakir Husen	92
19	Perencanaan dan Pengujian Turbin Darrieus tipe H sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Arus Muhammad Ilham Maulana, Ibrahim	98
20	Penurunan Senyawa Organik Dalam Air Menggunakan Biofileter Pasir Lambat Syafari, Alfian Putra dan Eva Septia	103
21	Studi Analisis Sistem Pembangkit Listrik Hibrid Untuk Kawasan Kampus Universitas Teuku Umar (Utu) Meulaboh Maidi Saputra	108
22	Analisis Proses Pengolahan Pisang Sale Dengan Bahan Bakar Gas Elpiji Ratna Sary, Dinni Agustina	115
23	Perilaku mekanik dan mampu mesin komposit poliester diperkuat dengan serat buah reubek Sulaiman Thalib, Husni dan Samsul Rizal	120
24	Analisa Pengaruh Gelembung Udara Terhadap Perilaku Mekanik Pada Material <i>Concrete Foam</i> Dicampur Serat Tkks Nuzuli Fitriadi, Bustami Syam,	124
25	Implementasi Ipv6 Untuk Aplikasi File Transfer Protocol (FTP) Dengan Metode Tunneling 6to4 Pada Jaringan Komputer Politeknik Aceh Selatan Cut Mutia, dan Anhar Fitria	133

Analisis Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Bahan Bakar Biogas dari Limbah Cair Pabrik Sawit

T. Azuar Rizal¹, Razali Thaib², dan Mahidin³

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh-Langsa, Aceh

²⁾ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh 23111

³⁾ Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh 23111

Abstrak - Palm Oil Mill Effluent (POME) adalah salah satu produk limbah cair hasil proses produksi pabrik kepala sawit. POME menghasilkan metana yang menyebabkan efek rumah kaca. Namun, disisi lain limbah tersebut merupakan sumber energi terbarukan berupa biogas yang dapat dijadikan sumber bahan bakar pembangkit energi listrik. PT. Perkebunan Nusantara I yang mengelola PKS Tanjung Seumantoh dan PKS Pulo Tiga, dengan kapasitas pengolahan 317.731 Ton TBS/tahun menghasilkan POME mencapai 238.000 ton setiap tahun. Pada kajian ini telah dilakukan analisa tekno-ekonomi pemanfaatan POME sebagai bahan baku penghasil biogas untuk pembangkit listrik. Dari hasil analisa diperoleh daya listrik yang dihasilkan adalah 860 kW, dan menghasilkan energi listrik 7.534 MWh. Dari hasil analisa ekonomi diperoleh BEP akan diperoleh pada tahun ke 4 dengan investasi awal sebesar \$4.5 juta dan harga jual listrik sebesar \$0,09/KWh.

Kata kunci: Tekno-Ekonomik, Biogas, Energi Listrik, Limbah cair sawit.

1. PENDAHULUAN

Kondisi kelistrikan di Aceh

Listrik di Aceh disuplai oleh menggunakan sistem interkoneksi Sumut - Aceh dan sub-sistem *terisolasi* dengan tegangan distribusi 20 kV. Sekitar 70% dari total kebutuhan dipasok oleh sistem interkoneksi 150 kV Sumbagut dan sisanya, yaitu 30%, dilayani oleh pembangkit PLTD tersebar tersebar di beberapa daerah. Daerah yang mendapat pasokan listrik dari sistem interkoneksi 150 kV meliputi pantai Timur Provinsi Aceh, yaitu melalui 7

gardu induk yang terletak di Kabupaten Tamiang, kota Langsa, Kabupaten Aceh Timur, kota Lhokseumawe, Kabupaten Bireuen, kabupaten Pidie dan Pidie Jaya, Kota Banda Aceh dan kabupaten Aceh Besar. Pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut berada di kawasan sumatera utara. Peta sistem kelistrikan Provinsi Aceh ditunjukkan pada Gambar 1. Seluruh wilayah pantai barat dan tengah Aceh serta kepulauannya masih dipasok oleh PLTD berbahan bakar HSD dengan sistem kelistrikan 20 kV[1].



Gambar 1. Peta Sistem Kelistrikan & Kapasitas Pembangkit Eksisting Provinsi Aceh

Beban puncak sistem kelistrikan di Provinsi Aceh yang telah mencapai sekitar 343 MW sebagian besar dipasok dari pembangkit-pembangkit yang berada di Provinsi Sumut melalui transmisi 150 kV Pangkalan Brandan – Langsa – Idi – hingga ke Banda Aceh dengan transfer daya rata-rata 240 MW dan sistem terisolasi tersebar rata-rata 92 MW. Biaya Pokok Penyediaan listrik di Provinsi Aceh masih tinggi, yaitu Rp 2.197/kWh, antara lain disebabkan karena masih banyak menggunakan PLTD, baik di sistem interkoneksi maupun sistem terisolasi. [1]

Proyeksi Kebutuhan Listrik di Aceh

Pertumbuhan ekonomi daerah Aceh terus meningkat dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Hal tersebut sangat terkait dengan pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana tsunami yang dilakukan Badan Rehabilitasi & Rekonstruksi Aceh-Nias pada tahun 2006 s/d 2010. Kondisi keamanan yang kian membaik setelah penandatanganan MOU Helsinki antara Pemerintah RI dan GAM pun menjadi awal penting dalam pemulihan ekonomi Aceh. Kemajuan di sektor ekonomi dan keamanan ini memberikan kontribusi langsung kepada pertumbuhan kebutuhan energi listrik. Penjualan pada tahun 2012 tumbuh hingga 11,1% dan tahun 2013 akan tumbuh sekitar 10%. Selain itu beban puncak sistem kelistrikan juga naik dari 343 MW pada tahun 2012 menjadi 361 MW pada tahun 2013. Rata-rata pertumbuhan penjualan listrik PLN dalam 5 tahun terakhir adalah 12% per tahun, dimana penjualan pada tahun 2008 sebesar 1.150 GWh telah meningkat menjadi 1.755 GWh pada tahun 2012. Penjualan terbesar adalah dari sektor rumah tangga sebesar 1.139 GWh (64,9%), kemudian sektor publik sebesar 290 GWh (16,5%). Dari realisasi perusahaan lima tahun terakhir dan mempertimbangkan kecenderungan pertumbuhan ekonomi, penambahan penduduk dan peningkatan rasio elektrifikasi di masa datang, maka proyeksi kebutuhan listrik 2013 – 2022 diberikan pada Tabel 1. [1]

Tabel 1. Proyeksi Kebutuhan Tenaga Listrik

Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (%)	Sales (GWh)	Produksi (GWh)	Beban Puncak (MW)	Pelanggan
2013	5,28	1.930	2.140	361	1.140.205
2014	5,36	2.115	2.321	391	1.196.438
2015	5,36	2.314	2.534	427	1.276.674
2016	5,36	2.529	2.752	463	1.313.477
2017	5,36	2.764	2.987	503	1.345.792
2018	5,36	3.021	3.244	546	1.378.731
2019	5,36	3.304	3.526	593	1.412.113
2020	5,36	3.619	3.841	646	1.446.235
2021	5,36	3.971	4.205	707	1.480.921
2022	5,36	4.367	4.613	776	1.516.240
Pertumbuhan	5,35%	9,5%	9,0%	8,6%	3,3%

Pengembangan Pembangkit di Provinsi Aceh

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik sampai tahun 2022 diperlukan pembangunan pusat pembangkit dalam wilayah Provinsi Aceh dengan daya sebesar 1.583 MW dengan rincian diberikan pada Tabel 2. [1]

Tabel 2. Rencana Pengembangan Pembangkit

No	Proyek	Jenis	Asumsi	Kapasitas	Realisasi
			Pengembang		
1	Meulaboh #1,2 (FTP1)	PLTU	PLN	220	2013 – 2014
2	PLTM Tersebar Aceh	PLTM	Swasta	65	2014 – 2015 – 2016
3	Arun	PLTG/ MG	PLN	200	2015
4	Sinabang (eks Tapaktuan)	PLTU	PLN	14	2015
5	Aceh	PLTG	Belum dialokasikan	25	2016
6	Sabang (ORC)	PTMPD	Belum dialokasikan	7	2016
7	Sinabang (ORC)	PTMPD	Belum dialokasikan	7	2016
8	Peusangan 1-2	PLTA	PLN	88	2017
9	Sumbagut-2	PLTGU.	PLN	250	2018
	Peaker (Arun)	MGU			
10	Jaboi (FTP2)	PLTP	Swasta	10	2018 – 2019
11	Meulaboh #3, 4	PLTU	Belum dialokasikan	400	2018 – 2019
12	Seulawah Agam (FTP2)	PLTP	Swasta	110	2021 – 2022
13	Peusangan -4 (FTP2)	PLTA	Swasta	83	2020
14	Meurebo	PLTM	Belum dialokasikan	59	2020
TOTAL				1538	

Sumber: ref [1]

Potensi Energi Dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Produksi Minyak Kelapa Sawit

PT Perkebunan Nusantara I (Persero) adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang usaha perkebunan dengan komoditas kelapa sawit dan karet. PT Perkebunan Nusantara I

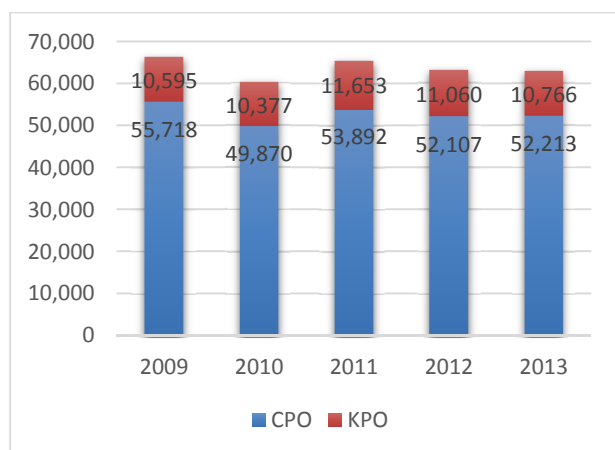
(Persero) memiliki sembilan unit usaha yang mengelola budidaya kelapa sawit dan karet, yang menyebar di enam kabupaten yaitu Kabupaten Aceh Tamiang, Aceh Timur, Aceh Utara, Nagan Raya, Aceh Selatan dan Aceh Barat. Dalam proses pengolahan, PT Perkebunan Nusantara I (Persero) mempunyai tiga unit Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang berada di Kabupaten Aceh Tamiang dan Aceh Utara.

Selama 5 (lima) tahun terakhir (2009-2013), produksi TBS kebun sendiri pertumbuhannya berfluktuatif. Produksi TBS pada tahun 2010 mengalami penurunan 12,25% dari 247.004 ton pada tahun 2009 menjadi 216.740 ton dan pada tahun 2011 mengalami peningkatan 7,73% dari 216.740 ton menjadi 233.494 ton dan turun pada tahun 2012 sebesar 5,20% atau 12.137 ton dan pada tahun 2013 mengalami peningkatan 3,09% atau 6.847 ton. [2]



Gambar 2. Produksi TBS kebun sendiri. Sumber ref: [2]

Selama 5 (lima) tahun terakhir (2009-2013), produksi minyak dan inti sawit kebun sendiri pertumbuhannya berfluktuasi. Produksi minyak dan inti sawit pada tahun 2010 mengalami penurunan 9,15% dari 66.313 ton pada tahun 2009 menjadi 60.247 ton pada tahun 2010. Pada tahun 2011 mengalami kenaikan 8,79% dari 60.247 ton pada tahun 2010 menjadi 65.545 ton pada tahun 2011 dan turun pada tahun 2012 sebesar 3,63%. Pada tahun 2013 mengalami penurunan 0,30% atau 188 ton dari tahun 2012.



Gambar 3. Produksi Minyak & Inti Sawit Kebun Sendiri. Sumber: ref[2]

Selama 5 (lima) tahun terakhir (2009-2013), produktivitas kebun sendiri berfluktuasi. Pada tahun 2010 mengalami penurunan sebesar 1,34% dari tahun 2009 dan pada tahun 2011 mengalami kenaikan sebesar 13,51% dari tahun 2010. Pada tahun 2012 dan 2013 mengalami peningkatan masing-masing sebesar 3% dan 2,99% dari tahun 2011 dan 2012.

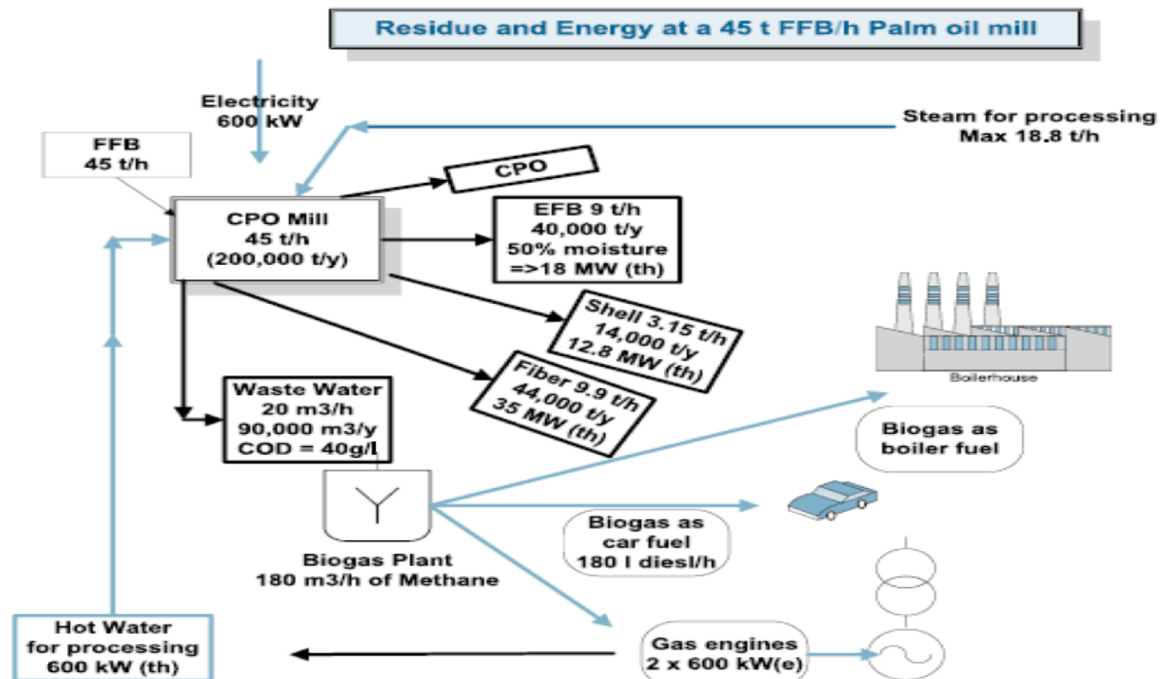
Produksi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dengan kapasitas penuh 60-ton TBS/jam akan menghasilkan POME sebanyak 27 – 30 m³/jam. Chemical oxygen demand (COD) dan biological oxygen demand (BOD) sangat dipengaruhi oleh tingkat efisiensi decanter yang ada di pabrik, dimana semakin tinggi efisiensi decanter maka akan diperoleh hasil CPO yang lebih tinggi dengan tingkat output limbah yang lebih rendah. Nilai COD sangat bervariasi dengan rentang 40,000 mg/L dan 60,000 mg/L. Sesuai dengan tingkat kecanggihan teknologi biogas yang digunakan, maka akan dapat diubah sekitar 65 hingga 90% COD menjadi biogas. Angka baku yang umum digunakan adalah 65%, namun jika menggunakan proses hidrolisis dan pabrik biogas dua tingkat, eksperimen dalam skala penuh menunjukkan pengurangan COD hingga 90%. [3]

PKS dengan kapasitas 60-ton TBS/jam dengan kadar COD 40,000 mg/L mampu menghasilkan metan (CH₄) sebanyak 200 m³/jam dari pabrik biogas 325 m³/jam (biogas memiliki kandungan sekitar 65%). Metan yang dihasilkan (200 m³/jam) setara dengan kira-kira 200 liter/jam bahan bakar minyak solar. Metan dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin gas untuk memproduksi listrik dan dapat menghasilkan sekitar 800 kW listrik. [3]

Tambahan 800 kW energi panas dapat diperoleh dari air panas yang digunakan dalam proses klarifikasi minyak, perontokan dan pengepresan TBS. Biogas (setelah H₂S dibuang) dapat umpankan ke dalam air intake pada mesin diesel yang ada (penggunaan bahan bakar ganda) dan menggantikan sejumlah bahan bakar solar untuk menghasilkan listrik. Selama operasional, surplus gas dapat digunakan di dalam boiler untuk menghasilkan uap penghasil energi listrik maupun pemrosesan CPO.

Metan yang telah di bersihkan dan di kompress, dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar solar pada truk baik melalui proses modifikasi kepala silinder pada mesin diesel dan mengubah mesin diesel menjadi mesin gas, atau dengan cara memasukkan metan ke dalam pipa udara (prinsip bahan bakar ganda). Untuk keperluan ini perlu dilakukan penelitian atau konsultasi lebih lanjut mengenai pelumas yang sesuai untuk mesin gas ataupun mesin bahan bakar ganda. Kesenjangan energy dan massa sederhana dengan fokus khusus pada pemanfaatan biogas dapat diamati pada gambar 4. [3]



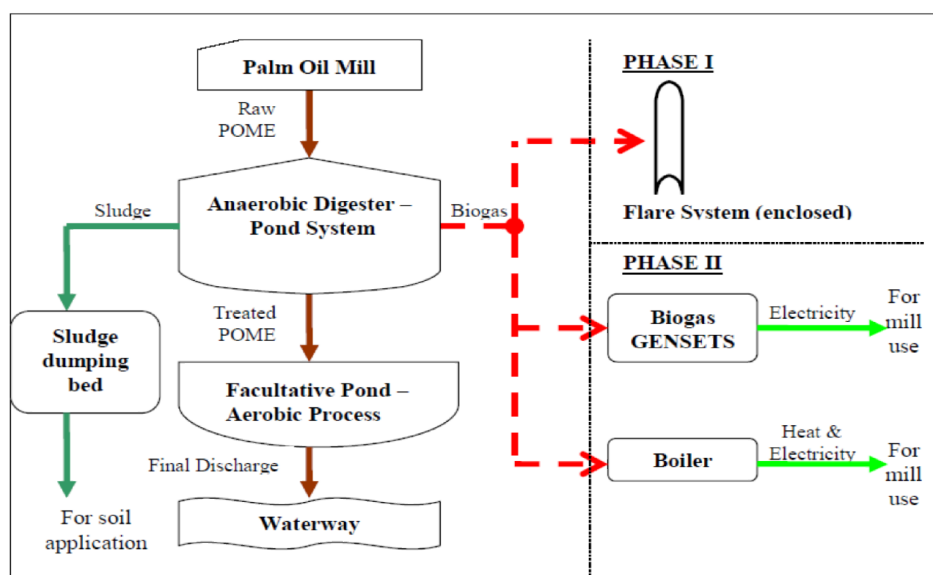
Gambar 4. Residu Energi dari Pabrik Kelapa Sawit. Sumber ref[3]

Dengan cara melakukan perlakuan terhadap POME di pabrik biogas sebelum dimanfaatkan sebagai pupuk, akan menghasilkan sekitar 3.3 m³ CH₄ (setara dengan ~3.3 liter bahan bakar solar) dari setiap ton TBS yang diproses. Kelayakan produksi pabrik biogas dan sebuah system generator berbahan bakar gas untuk menggantikan mesin generator berbahan bakar olar sangatlah tinggi. Dengan asumsi harga solar sebesar 0.57 USD/liter, nilai FIRR project mencapai sekitar 50%. Dengan kata lain, investasi terhadap pabrik biogas dan generator gas akan, setelah dikurangi biaya operasi dan maintainan, menghasilkan surplus biaya yang cukup besar untuk mengembalikan biaya investasi setelah 2 tahun.

2. METODELOGI

Digester merupakan sebuah sistim yang memungkinkan pemrosesan bahan organik secara biologis di sebuah lingkungan tanpa oksigen. Luaran yang dihasilkan adalah gas alam (CH₄ dan CO₂) serta bagian hidrogen sulfide (H₂S). Pemurnian gas dilakukan secara terbatas pada penghilangan kandungan H₂S melalui penggunaan udara jalur pipa dengan suatu jalur gas dengan sistim kondensasi sederhana. Gas dengan kandungan BTU rendah (biogas) diumpankan secara langsung ke dalam mesin yang sesuai dengan kebutuhan ini. Tingkat rasio hutang dalam lembar kerja analisis finansial dianggap 0; dengan asumsi pembangunan

fasilitas pabrik dilakukan secara mandiri oleh perusahaan. Data default RETScreen sebagai nilai panas bahan bakar biogas dapat digunakan dan jenis "Biogas" dapat dipilih melalui menu dropdown. Namun, dalam kasus ini, analisis bahan bakar telah tersedia, jadi bukan, menggunakan bahan bakar "User-defined - gas" yang dipilih dalam daftar dropdown dan analisis data akhir dari bahan bakar masuk ke Tools worksheet. Angka internal rate-of-return (IRR), net present value (NPV) and simple payback period (SPP) would still be acceptable without a grant. [4]



Gambar 5. Skema Pembentukan dan Pemanfaatan Biogas

Tabel 3. Parameter kunci dalam analisis finansial

Parameter Finansial	
1. Biaya Investasi	
i. Biaya pra operasional	343,000,000.00
ii. Biaya Peralatan	20,604,500,000.00
iii. Biaya Manajemen Proyek, pengujian dan Pemasangan	1,015,000,000.00
iv. Kontijensi	420,000,000.00
Kebutuhan Modal Penyelenggara	
2. Biaya Operasional	
i. Gaji staff teknis	485,040,500.00
ii. Biaya Operasional & maintainan	594,125,000.00
iii. Biaya Administrasi Umum	234,500,000.00
iv. Riset & Pengembangan dan perizinan	175,000,000.00
v. Asuransi	237,650,000.00
Harga Bahan Bakar Solar (Rp/liter)	10,750.00
Harga PKS (Rp/ton)	900,000.00
Tingkat Inflasi (%)	3,8

3. HASIL

Palm Oil Mill Effluent (POME) adalah salah satu produk limbah cair hasil proses produksi pabrik kepala sawit. POME menghasilkan metana yang menyebabkan efek rumah kaca. Namun, disisi lain limbah tersebut merupakan sumber energi terbarukan berupa biogas yang dapat dijadikan sumber bahan bakar pembangkit energi listrik. PT. Perkebunan

Nusantara I yang mengelola PKS Tanjung Seumantoh dan PKS Pulo Tiga, dengan kapasitas pengolahan 317.731 Ton TBS/tahun menghasilkan POME mencapai 238.000 ton setiap tahun. Pada kajian ini telah dilakukan analisa tekno-ekonomi pemanfaatan POME sebagai bahan baku penghasil biogas untuk pembangkit listrik. Dari hasil analisa diperoleh daya listrik yang dihasilkan adalah 860 kW, dan menghasilkan energi listrik 7.534 MWh. Dari hasil analisa ekonomi diperoleh BEP akan diperoleh pada tahun ke 4 dengan investasi awal sebesar \$4.5 juta dan harga jual listrik sebesar \$0,09/KWh.

4. KESIMPULAN

Pada studi ini telah dilakukan analisa teknis, finansial dan ekonomis pengolahan POME metode anaerobik untuk menghasilkan listrik. Analisis ini didasarkan pada analisis hasil ekonomi biaya pabrik biogas dari tiga kapasitas pabrik yang berbeda, dengan tingkat diskon yang berbeda. Melalui perhitungan NPV, dapat disimpulkan bahwa proyek ini layak di tiga discount factor yang dipilih (5, 10 dan 15%) untuk kapasitas pabrik 30 ton TBS/jam, 60 ton TBS/jam dan 90 ton TBS/jam. Namun, 60 ton TBS/jam ke atas lebih potensial untuk investasi. Dari perhitungan, dapat disimpulkan bahwa investasi awal dapat dipulihkan dalam 3.17, 4.29 dan 6.07 tahun untuk 90, 60 dan 30 ton TBS/jam pada faktor kapasitas 100. Proyek Biogas juga akan mendapatkan manfaat tidak langsung dari:

1. Pemanfaatan energi terbarukan dari POME
2. Peningkatan standar pembuangan limbah yang akan melindungi sumber air dari kontaminasi.
3. Pengurangan kontribusi industri kelapa sawit pada percepatan pemanasan global atau perubahan iklim dengan memanfaatkan metana sebagai energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero), “Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2013-2022,” Jakarta, Indonesia, 2013.
- [2] PT. Perkebunan I, “Kinerja Operasional Tahun 2009-2013,” <http://www.ptpn1.co.id/>, 2014. [Online]. Available: http://www.ptpn1.co.id/index.php?view=article&catid=39:kinerja-operasional&id=171:kinerja-operasional-tahun-2009-2013&option=com_content&Itemid=73. [Accessed: 22-Dec-2014].
- [3] IRG Philippines, “Scoping Study Clean Technology Opportunities and Barriers in Indonesian Palm Oil Mill and Rice Mill Industries,” Jakarta, Indonesia, 2012.
- [4] RETScreen® International, *RETScreen® International CLEAN ENERGY PROJECT ANALYSIS* ∴. Canada: Minister of Natural Resources Canada, 2004.