

Potensi Energi Terbarukan Limbah Cair Kelapa Sawit

Ichsan Syahputra¹, Muhammad Zardi¹, Muhammad Ridha

¹) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Jl. Blang Bintang
Lama Km 8,5 Lampoh Keude Aceh Besar,
email: ichsansyahputra_sipil@abulyatama.ac.id; mr_zardi@yahoo.com;
murid1982@gmail.com

Abstract: Energy is a very important issue in the world, increasing energy demand is inversely proportional to the amount of energy reserves. Palm oil is one of Indonesia's main agricultural commodities that has developed from the past until now. Indonesia is one of the largest palm oil producers in the world. Like some regions in Sumatra, Aceh has oil palm plantations that cover the east and west sides of the Aceh region. The potential of Palm Oil Mill Effluent / POME to be used as raw material for biogas power plants is very capable in the Aceh region. The palm oil biogas power plant uses methane gas as fuel. Palm oil liquid waste left over from processing results from the Palm Oil Mill (PKS) is accommodated in a homogenization pond. From this pool, this waste undergoes a natural process of chemistry and control so that it can eventually be used to produce electricity. The use of POME to produce electricity is an effort to further encourage the use of new renewable energy to support the reliability of the electricity system in the Aceh region while utilizing PKS waste into something more useful and environmentally friendly. Palm liquid waste or POME can be used as a renewable energy source, where the waste in the PKS PTPN I Cot Girek in North Aceh Regency can produce energy ranging from 0.23 - 1.24 MWe and the emissions produced from each ton of TBS is 25.21 kg CO₂ / ton.

Keywords : Renewable Energy, Palm Oil Mill Effluent, Methane Gas

Abstrak: Energi merupakan persoalan yang sangat penting di dunia, peningkatan permintaan energi berbanding terbalik dengan jumlah cadangan energi. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas pertanian utama Indonesia yang telah berkembang dari dahulu hingga saat ini. Indonesia merupakan salah satu produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Seperti halnya beberapa daerah di Sumatera, Aceh memiliki perkebunan kelapa sawit yang mencakup sisi timur dan sisi barat wilayah Aceh. Potensi Palm Oil Mill Effluent/POME untuk digunakan sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga biogas sangat mumpuni di wilayah Aceh. Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) menggunakan gas metana sebagai bahan bakarnya. Limbah cair kelapa sawit sisa hasil pengolahan dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) ditampung di homogenization pond. Dari kolam ini kemudian limbah mengalami proses alami kimiawi dan pengontrolan sehingga akhirnya dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Pemanfaatan POME untuk menghasilkan energi listrik merupakan usaha untuk lebih menggalakkan pemanfaatan energi baru terbarukan guna menunjang keandalan sistem ketenagalistrikan di wilayah Aceh sembari memanfaatkan limbah PKS menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat dan ramah lingkungan. Limbah cair sawit atau POME dapat dijadikan sumber energi terbarukan, dimana limbah pada PKS PTPN I Cot Girek di Kabupaten Aceh Utara dapat menghasilkan energi berkisar antara 0.23 – 1.24 MWe dan emisi yang dihasilkan dari setiap ton TBS sebesar 25.21 Kg CO₂/Ton.

Kata kunci : Energi Terbarukan, Palm Oil Mill Effluent, Gas Metana.

Energi merupakan persoalan yang sangat penting, peningkatan permintaan energi berbanding terbalik dengan jumlah cadangan energi. Oleh sebab itu pemerintah Indonesia memprioritaskan pengembangan terhadap energi terbarukan. Energi terbarukan adalah energi yang dihasilkan dari sumber energi yang alami yang berkelanjutan bila dikelola dengan baik dan tidak akan pernah habis. Contoh energi terbarukan adalah panas bumi, angin air, gelombang air laut, biomassa dan biogas.

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas pertanian utama Indonesia yang telah berkembang dari dahulu hingga saat ini. Indonesia merupakan salah satu produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Seperti halnya beberapa daerah di Sumatera, Aceh memiliki perkebunan kelapa sawit yang mencakup sisi timur dan sisi barat wilayah Aceh. Potensi limbah cair kelapa sawit (*Palm Oil Mill Effluent/POME*) untuk digunakan sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga biogas sangat mumpuni di wilayah Aceh.

Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) sawit menggunakan gas metana sebagai bahan bakarnya. Gas metana tersebut didapat dari pengolahan POME. Limbah cair kelapa sawit sisa hasil pengolahan dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) ditampung di homogenization pond. Dari kolam ini kemudian limbah ini mengalami proses alami kimiawi dan pengontrolan sehingga akhirnya dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Pemanfaatan POME untuk menghasilkan energi listrik merupakan usaha untuk lebih menggalakkan pemanfaatan energi baru terbarukan guna menunjang keandalan sistem ketenagalistrikan di wilayah Aceh sembari memanfaatkan limbah PKS menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat dan ramah lingkungan.

KAJIAN PUSTAKA

Biogas

Biogas terbentuk secara alami ketika limbah cair kelapa sawit (POME) terurai pada kondisi anaerob. Tanpa pengendalian, biogas merupakan kontributor utama bagi perubahan iklim global. Jika pengelolaan gas POME tidak terkendali, metana di dalam biogas terlepas langsung ke atmosfer. Sebagai gas rumah kaca (GRK), metana mempunyai efek 21 kali lebih besar dibandingkan dengan CO₂.

Pembangkit listrik tenaga biogas mengambil manfaat dari proses penguraian alami untuk membangkitkan listrik. Limbah cair organik yang dihasilkan selama produksi kelapa sawit merupakan sumber energi besar yang belum banyak dimanfaatkan di Indonesia.

Tabel 1. Proyeksi Potensi Daya Dari POME

Kapasitas PKS (Ton TBS/jam)	POME Yang Dihasilkan		Potensi Daya (MWe)
	m ³ /jam	m ³ /hari	
30	21	400	1.1
45	31.5	600	1.6
60	42	800	2.1
90	63	1200	3.2
Total Potensi Di Indonesia			
34.280	23.996	479.920	1.280
Asumsi	Setiap Ton TBS menghasilkan 0.7 m ³ limbah cair, PKS beroperasi 20 jam perhari, konsentrasi COD 55.000 mg/l.		

Sumber : Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas.

Limbah Cair Sawit (POME)

Pengolahan tandan buah segar kelapa sawit untuk produksi minyak kelapa sawit menghasilkan beberapa jenis limbah. Proses ekstraksi minyak, pencucian, dan pembersihan di pabrik menghasilkan limbah cair kelapa sawit atau Palm Oil Mill Effluent (POME). Dalam ekstraksi minyak sawit, terdapat 3 proses utama yang menghasilkan POME:

- Proses sterilisasi tandan buah segar.
- Proses penjernihan minyak kelapa sawit mentah atau Crude Palm Oil (CPO) yaitu pemerasan, pemisahan penjernihan.
- Pemerasan tandan kosong.

Pabrik kelapa sawit menghasilkan 0,7–1 m³ POME untuk setiap ton tandan buah segar yang diolah. POME yang baru dihasilkan umumnya panas suhu 60^o-80^oC, bersifat asam (pH 3,3–4,6), kental, berwarna kecoklatan dengan kandungan padatan, minyak dan lemak, Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biological Oxygen Demand (BOD) yang tinggi.

Pemahaman Biogas

Biogas terbentuk dari mikroorganisme, khususnya bakteri, menurunkan kadar zat organik pada kondisi anaerob (tanpa oksigen). Biogas terdiri dari 50% sampai 75% metana (CH₄), 25% sampai 45% karbon dioksida (CO₂) dan sejumlah kecil gas lainnya. Biogas sekitar 20% lebih ringan dibandingkan udara dan memiliki temperatur nyala antara 650°C sampai 750^oC. Biogas merupakan gas yang tidak berbau dan tidak berwarna yang terbakar

dengan bara biru yang serupa dengan Liquefied Petroleum Gas (LPG). Biogas terbakar dengan efisiensi 60% dalam tungku biogas konvensional, ia memiliki nilai kalori 20 MJ/Nm³. Volume biogas biasanya dinyatakan dalam satuan normal meter kubik (Nm³) yaitu volume gas pada suhu 0°C dan tekanan atmosfer.

Menghitung Potensi Energi Terbarukan

Perhitungan potensi pembangkitan energi dari biogas dapat dilakukan dengan menggunakan nilai dari beberapa parameter penting. Menguraikan parameter input yang harus diidentifikasi oleh pabrik.

Tabel 2. Potensi Energi Terbarukan

Paramater	Unit	Keterangan
Jam Operasi	Jam/hari	Rata-rata jumlah jam operasi pabrik dalam sehari
Hari Operasi	Hari/tahun	Rata-rata jumlah hari produksi beroperasi dalam setahun
TBS Tahunan	Ton TBS/tahun	Jumlah TBS yang diproses dalam setahun
Rasio POME terhadap TBS	M ³ /ton TBS	Rasio volume POME yang dihasilkan per TBS yang diolah POME : TBS = (m ³ POME)/(Ton TBS)
COD	Mg/l	COD limbah cair yang dianalisis dengan spektrofotometer

Sumber : Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas.

Tabel 3. Asumsi Perhitungan Potensi Daya

Paramater	Simbol	Nilai	Satuan	Keterangan
Rasio konversi CH ₄ terhadap COD	CH ₄ /COD	0.35	Nm ³ CH ₄ /Kg COD Removed	Volume metana yang dihasilkan per Kg COD yang dihilangkan dari air limbah secara teoritis
Efisiensi COD removal	COD _{eff}	80-95	%	Presentase COD yang akan di ubah menjadi metana
Nilai Energi Metana	CH _{4,ev}	35.7	MJ/m ³	Kandungan energy metana
Rata-rata efisiensi kelistrikan	Gen _{eff}	38 – 42	%	Efisiensi gas engine dalam mengkonversi nilai energy metana menjadi energy listrik

Sumber : Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas

Berdasarkan karakteristik limbah cair PKS dan asumsi yang tercantum di atas, dapat dilakukan perhitungan potensi daya. Bagian berikut menunjukkan tahapan perhitungan:

$$\text{Bahan Baku Harian (Ton TBS/hari)} = \frac{\text{TBS Olah Tahunan}}{\text{Hari Operasi Dalam Setahun}} \quad (1)$$

$$\text{Aliran Limbah Cair Harian (m}^3\text{/hari)} = \text{Volume Limbah Cair Harian} \times \text{Rasio POME Terhadap TBS} \quad (2)$$

$$\text{COD Loading (Kg COD/hari)} = \text{COD} \times \text{Aliran Limbah Cair Harian} \times \frac{\text{Kg} \times 1000 \text{ L}}{1.000.000 \text{ mg} \cdot \text{m}^3} \quad (3)$$

$$\text{Produksi CH}_4 \text{ (Nm}^3 \text{ CH}_4\text{/hari)} = \text{COD}_{\text{Loading}} \times \text{COD}_{\text{Eff}} \times \text{CH}_4\text{/COD} \quad (4)$$

$$\text{Kapasitas Pembangkit (MWe)} = \frac{\text{Produksi CH}_4 \times \text{CH}_{4\text{rev}} \times \text{Gen}_{\text{Efektif}}}{24 \times 60 \times 60} \quad (5)$$

METODE PENELITIAN

Ikhtisar Pembangkit Listrik Tenaga Biogas

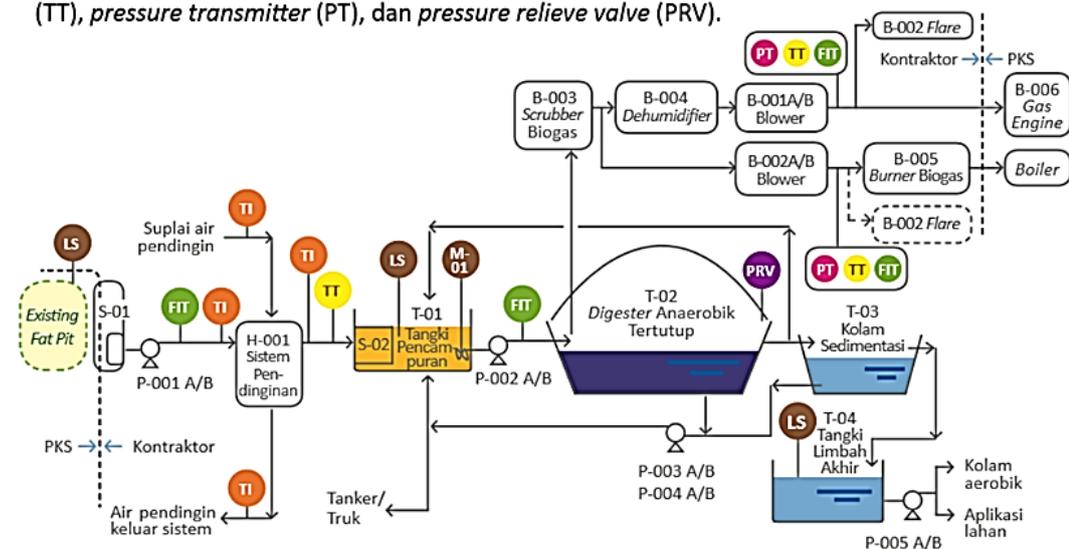
Pembangkit listrik tenaga biogas memberikan serangkaian pilihan pemanfaatan untuk pabrik kelapa sawit. Pengelola pabrik dapat menggunakan biogas untuk:

- Bahan bakar burner maupun boiler sebagai pengganti penggunaan cangkang dan serat.
- Menghasilkan listrik untuk keperluan pabrik sehingga mengurangi biaya bahan bakar.
- Menghasilkan listrik untuk dijual ke jaringan PLN sebagai panambah pendapatan.

Komponen PLTBg

Bagian utama dari suatu fasilitas komersial konversi POME menjadi biogas ditunjukkan pada gambar berikut:

(TT), *pressure transmitter* (PT), dan *pressure relieve valve* (PRV).



Gambar 1. Manajemen Konstruksi PLTBG

Sumber : Konversi POME Menjadi Biogas.

Sampling POME

Komposisi limbah cair kelapa sawit pabrik memberikan informasi penting untuk perhitungan potensi daya, sehingga memerlukan analisis yang cermat dan menyeluruh. Analisis POME dilakukan untuk menentukan kualitas dan kandungan limbah cair serta mengidentifikasi potensi masalah yang berhubungan dengan keselamatan atau ketaatan pada peraturan. Analisis POME harus dilakukan dengan menggunakan sampel yang

dapat mewakili karakter limbah dari pabrik kelapa sawit. Mengandalkan asumsi umum akan mengarah pada perkiraan energi potensial yang tidak akurat.

Metode pengambilan sampel limbah yang tepat dan mewakili karakteristik limbah dibutuhkan untuk mendapatkan hasil pengujian laboratorium yang valid. Pengambilan sampel limbah cair umumnya menggunakan salah satu dari dua metode, yaitu grab sampling atau composite sampling.

1. Grab Sampling.

Sampel hanya diambil pada satu waktu tertentu. Metode ini mencerminkan karakteristik limbah hanya pada titik dan waktu saat sampel diambil, dengan catatan sampel diambil dengan benar saat itu. Metode ini memberikan hasil kajian awal karakteristik POME dengan relative cepat dan cukup untuk pra-study kelayakan.

2. Composite Sampling.

Sampel komposit ini merupakan kumpulan berbagai sampel individu terpisah yang diambil secara teratur selama periode waktu tertentu, biasanya dalam periode 24 jam. Sampel-sampel yang dikumpulkan dalam satu periode 24 jam tersebut kemudian dicampurkan dalam satu wadah untuk dianalisis. Metode ini akan menghasilkan analisis yang mewakili kinerja rata-rata unit pengolahan limbah selama periode pengambilan sampel.

Analisis Sampel

Mengidentifikasi karakteristik POME merupakan langkah penting untuk mengkaji potensi pembangkitan energi dari biogas. Parameter yang dianalisis mencakupi:

- pH
- Suhu
- COD (Chemical Oxygen Demand)
- Sulfat
- TSS (Total Suspended Solids) dan VSS (Volatile Suspended Solids)
FOG (Fat, Oil and Grease)

Kapasitas Pembangkit

Hasil dari perhitungan kapasitas pembangkitan daya berkaitan dengan potensi daya yang akan dihasilkan oleh gas engine. Untuk pabrik yang berencana menjual semua listrik

ke jaringan, perhitungan rencana pendapatan dapat dilakukan dengan mengalikan kapasitas daya yang dihasilkan dengan 24 jam (mengubah MWe ke MWh per hari) dan mengalikan hasilnya dengan tarif pembelian PLN (*feed-in-tariff*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penguraian anaerobik maupun aerobik secara efektif dapat mendegradasi zat organik. Proses anaerobik terjadi dalam kondisi tanpa oksigen, sedangkan proses aerobik berlangsung apabila terdapat oksigen. Aplikasi konversi POME menjadi energi menggunakan proses anaerobik. Alasan utama memilih proses anaerobik adalah kemampuannya dalam menghasilkan biogas dengan baik. Proses aerobik tidak mengkonversi zat organik menjadi metana, menghasilkan lebih banyak lumpur dan mengolah limbah lebih tuntas. Sebaliknya, proses anaerobik menghasilkan metana dan sisa limbah cair yang kaya nutrisi seperti nitrogen dan fosfor. Pemilik perkebunan kelapa sawit dapat menggunakan sisa limbah cair untuk pemupukan.

Penguraian anaerobik maupun aerobik secara efektif dapat mendegradasi zat organik. Proses anaerobik terjadi dalam kondisi tanpa oksigen, sedangkan proses aerobik berlangsung apabila terdapat oksigen. Aplikasi konversi POME menjadi energi menggunakan proses anaerobik. Alasan utama memilih proses anaerobik adalah kemampuannya dalam menghasilkan biogas dengan baik. Proses aerobik tidak mengkonversi zat organik menjadi metana, menghasilkan lebih banyak lumpur dan mengolah limbah lebih tuntas. Sebaliknya, proses anaerobik menghasilkan metana dan sisa limbah cair yang kaya nutrisi seperti nitrogen dan fosfor. Pemilik perkebunan kelapa sawit dapat menggunakan sisa limbah cair untuk pemupukan.





Gambar 2. PKS PTPN I Cot Girek, Kolam dan Sampel Limbah Cair Sawit

Sumber : Dokumentasi Penulis.

Tabel 4. Hasil Uji Sampel di Laboratorium

No. Sampel	Hasil Uji COD (mg/L)	Hasil Uji TOC (mg/L)
L0576	35677.60	4107.50
L0577	19448.80	732.00
L0578	19062.40	450.75
L0579	6568.80	655.50
L0580	21509.60	396.75
L0581	15778.00	481.25
L0582	31169.60	405.75

Sumber : Laboratorium Baristand Aceh

Berdasarkan karakteristik limbah cair wait milik PKS PTPN I Cot Girek di Kabupaten Aceh Utara dan asumsi yang tercantum di atas, dapat dilakukan perhitungan potensi daya listrik sebagai berikut:

Kapasitas TBS	=	45 Ton/Jam	
Waktu Operasi	=	5000 Jam/Tahun	
Jumlah Hari Kerja	=	300 Hari/Tahun	
Rasio POME	=	0.8	
Konsentrasi COD Limbah Cair	=	35677.6 mg/l	(HASIL UJI LAB)
Konversi COD - Metana	=	95%	
Rasio Konversi CH ₄ Terhadap COD	=	0.35	
Efisiensi Gas Engine	=	42%	

Air Limbah Cair Harian	=	45	$\frac{\text{Ton FFB}}{\text{Jam}}$	$\times \frac{5000 \text{ Jam}}{300 \text{ Hari}}$	$\times 0.8$	$\frac{\text{m}^3 \text{ POME}}{\text{Ton TBS}}$	=	600	$\frac{\text{m}^3 \text{ POME}}{\text{Hari}}$		
COD Loading	=	35,678	$\frac{\text{mg COD}}{\text{L}}$	$\times 600$	$\frac{\text{m}^3 \text{ POME}}{\text{Hari}}$	$\times \frac{\text{Kg}}{1,000,000 \text{ mg}}$	$\times 1,000$	$\frac{\text{L}}{\text{m}^3}$	=	21,407	$\frac{\text{Kg COD}}{\text{Hari}}$
Produksi CH ₄	=	21,407	$\frac{\text{Kg COD}}{\text{Hari}}$	$\times 95\%$	$\times 0.35$	$\frac{\text{Nm}^3 \text{ CH}_4}{\text{Kg COD}}$	=	7,118	$\frac{\text{Nm}^3 \text{ CH}_4}{\text{Hari}}$		
Kapasitas Daya Listrik	=	7,118	$\frac{\text{Nm}^3 \text{ CH}_4}{\text{Hari}}$	$\times 35.7$	$\frac{\text{MJ}}{\text{Nm}^3 \text{ CH}_4}$	$\times 42\%$	$\times \frac{\text{Hari}}{86400 \text{ Detik}}$	=	1.24	MWe	

Emisi yang dihasilkan dari setiap Ton TBS dapat dihitung sebagai berikut :

Penggunaan Pupuk N	=	920,000	Kg/Tahun
Penggunaan Pupuk P ₂ O ₅	=	260,000	Kg/Tahun
Faktor Emisi Pupuk Nitrogen	=	5.88	Kg CO _{2eq} /Kg Pupuk
Faktor Emisi Pupuk P ₂ O ₅	=	1.01	Kg CO _{2eq} /Kg Pupuk
Produksi TBS	=	45.00	Ton/Jam
Waktu Operasi	=	5000	Jam/Tahun
Produksi TBS	=	225,000.00	Ton/Tahun

Emisi Yang Dihasilkan	=	920,000	$\frac{\text{Kg N}}{\text{Tahun}}$	$\times 5.88$	$\frac{\text{Kg CO}_{2eq}}{\text{Kg N}}$	$\times 1$	+	260,000	$\frac{\text{Kg P}_2\text{O}_5}{\text{Tahun}}$	$\times 1.01$	$\frac{\text{Kg CO}_{2eq}}{\text{Kg P}_2\text{O}_5} \times 1$
-----------------------	---	---------	------------------------------------	---------------	--	------------	---	---------	--	---------------	---

Emisi Yang Dihasilkan	=	5,672,200	$\frac{\text{Kg CO}_{2eq}}{\text{Tahun}}$
-----------------------	---	-----------	---

Emisi Per Ton TBS	=	5,672,200	$\frac{\text{Kg CO}_{2eq}}{\text{Tahun}}$:	225,000,000	$\frac{\text{Kg TBS}}{\text{Tahun}}$	=	0.0252	$\frac{\text{Kg CO}_{2eq}}{\text{Kg TBS}}$	=	25.21	$\frac{\text{Kg CO}_{2eq}}{\text{Ton TBS}}$
-------------------	---	-----------	---	---	-------------	--------------------------------------	---	--------	--	---	-------	---

Tabel 5. Potensi PLTBG Di Beberapa PKS Wilayah Aceh

No.	Nama PKS	Lokasi PKS	TBS (Ton/Jam)	Potensi Daya (MWe)
1	PT. Blang Ketumba	Kabupaten Bireuen, Kecamatan Peusagan Selatan, Desa Juli	20	0.95
2	PT. Syaukath Sejahtera	Kabupaten Bireuen, Kecamatan Gandapura, Desa Keudee Lapang/Lapang Timur	30	1.43
3	PT. Padang Palma Permai	Kabupaten Aceh Timur, Kecamatan Peureulak Timur, Desa Seuneubok Lapang	10	0.48
4	PT. Esmam Sawita	Kabupaten Aceh Timur, Kecamatan Birem Bayeun, Desa Aramyah	30	1.43
5	Koperasi Prima Jaya	Kabupaten Aceh Timur, Kecamatan Birem Bayeun, Desa Bayeun	30	1.43
6	PT. PN – I	Kabupaten Aceh Tamiang, Kecamatan Tanjung Hulu, Desa Perkebunan/Pulau Tiga	28	1.34
7	PT. Mapoli Raya	Kabupaten Aceh Tamiang	28.89	1.38
8	PT. Parasawita	Kabupaten Aceh Tamiang, Kecamatan Bendahara/Seurway	19.32	0.92
9	PT. Dwikencana Lestari	Kabupaten Aceh Tamiang, Kecamatan Ranto, Desa Alur Manis	45	2.15
10	PT. Padang Palma Permai	Kabupaten Aceh Tamiang, Kecamatan Karang Baru, Desa Tanah Terban	30	1.43
11	PT. Sisirau	Kabupaten Aceh Tamiang, Kecamatan Tenggulun, Desa Alur Gantung	30	1.43
12	PT. PP Pati Sari	Kabupaten Aceh Tamiang, Kecamatan Tenggulun, Dewsa Selamat	25	1.19
13	PT. Bahari Dwikencana Lestari	Kabupaten Aceh Tamiang, Kecamatan Ranto, Desa Alur Manis	45	2.15
14	PT. Karya Tanah Subur	Kabupaten Aceh Barat, Kecamatan Kaway XVI, Desa Padang Sikabu	60	2.86
15	PT. Mapoli Raya	Kabupaten Aceh Barat, Kecamatan Kaway XVI, Desa Alue Kuyun	25	1.19
16	PT. Boswa Megapolis	Kabupaten Aceh Jaya, Kecamatan Setia Bakti, Desa Krueng Sabe	30	1.43
17	PT. Fajar Baizury	Kabupaten Nagan Raya, Kecamatan Kuala, Desa Alue Gani	15	0.72
18	PT. Kalista Alam	Kabupaten Nagan Raya, Kecamatan Suak Bakong, Desa Darul Makmur	15	0.72
19	PT. Socfindo Seunagan	Kabupaten Nagan Raya, Kecamatan Gunung Meriah, Desa Arongan	22	1.05
20	PT. Sonfindo Seumayam	Kabupaten Nagan Raya, Kecamatan Darul Makmur, Desa Simpang Deli	23.45	1.12
21	PT. Perkebunan Lembah Bhakti	Kabupaten Aceh Singkil, Kecamatan Gunung Meriah, Desa Pandan Sari	60	2.86
22	PT. Nafasindo	Kabupaten Aceh Singkil, Kecamatan Kota Baharu, Dsa Bungara	30	1.43
23	PT. Ensem Lestari	Kabupaten Aceh Singkil	20	0.95
24	PT. Delima Makmur	Kabupaten Aceh Singkil, Kecamatan Singkil, Desa Pulo Sarok	30	1.43
25	PT. Socfindo	Kabupaten Aceh Singkil, Kecamatan Gunung Meriah, Desa Rimo	23	1.10
26	PT. Lestari Tunggal Pratama	Kota Subulussalam, Kecamatan Penanggalan, Desa Penanggalan	30	1.43
27	PT. Bangun Sempurna	Kota Subulussalam, Kecamatan Simpang	30	1.43

No.	Nama PKS	Lokasi PKS	TBS (Ton/Jam)	Potensi Daya (MWe)
	Lestari	Kiri, Desa Kalondang		
28	PT. Samudera Sawit Nabati	Kota Subulussalam, Kecamatan Sultan Daulat, Desa Singgarsing	30	1.43
		JUMLAH TOTAL POTENSI PLTBG		38.86

Sumber : Dinas Perkebunan Aceh dan Perhitungan Penulis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Limbah cair sawit atau POME dapat dijadikan sumber energi terbarukan, dimana limbah pada PKS PTPN I Cot Girek di Kabupaten Aceh Utara dapat menghasilkan energi 1.24 MWe dan emisi yang dihasilkan dari setiap ton TBS sebesar 25.21 Kg CO₂/Ton TBS.

Saran

Perlu dilakukan kajian lanjutan pada PKS-PKS yang tersebar di seluruh Provinsi Aceh sebagai upaya pemanfaatan limbah cair sawit sebagai sumber energi alternatif mendukung program pemerintah khususnya di bidang energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2018). Aceh Utara Dalam Angka, Kabupaten Aceh Utara.
- Chairul Muluk. (2011) Bahan Presentasi Pemanfaatan Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Pembangkit Listrik, Direktur Perencanaan dan Pengembangan PTPN III.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2015). Buku Informasi Energi, Jakarta.
- Safrizal. (2015). Small Renewable Energy Biogas Limbah Cair Sawit (POME) Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Tipe Covered Lagoon Solusi Alternatif Defisit Listrik Provinsi Riau, Jurnal Disprotek Volume 6 No. 1 Januari 2015.
- USAID. (2015). Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas, Pengembangan Proyek di Indonesia.