

Potensi POME Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas di Kabupaten Tanjung Jabung Barat

Muhammad Firdausi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri – ISTN

Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12640¹

Phone: 0062-21-7270092, Fax: 0062-21-7866954

e-mail; mmfirdausi@istn.ac.id

Abstract

Biogas is formed naturally when Palm Oil Mill Effluent (POME) is described in anaerobic conditions. Without control, biogas is a major contributor to global climate change. Convert POME into biogas can generate energy while reducing the impact of climate change from the palm oil production process. Biogas power plants (PLTBg) take advantage of the natural decomposition process to generate electricity. To convert POME into electrical energy, it is necessary to know the potential, characteristics and continuity owned. POME's potential assessment is conducted in Tanjung Jabung Barat District, which is one of the areas with enormous POME potential of Jambi Province. The result of measurement and discussion known that POME flow rate 146.880 m³ / year. With this potential can be designed generating plant of 4.5 MWe, and electricity generated by 42,336,00 kWh/year. It needs to be followed up with a technical feasibility study to make it happen.

Key words; PKS, CPO, POME, PLTBg, Biogas, Digester

I. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara perkebunan kelapa sawit dan penghasil *crude palm oil* (CPO) terbesar di dunia. Berdasarkan data Dirjen Perkebunan per bulan September 2015, terdapat 702 pabrik kelapa sawit (PKS) dengan total kapasitas pengolahan tandan buah segar (TBS) mencapai 30.831,81 ton/jam yang tersebar di 18 provinsi. Luas total Lahan Perkebunan mencapai 6.290.731,85 ha yang dimiliki oleh 1.181 perusahaan perkebunan sawit dengan total produksi sebesar 11,7 juta ton/tahun.

Potensi sumber daya limbah cair pengolahan minyak sawit (*Palm Oil Mill Effluent, POME*) ini akan menimbulkan masalah pencemaran bagi lingkungan sekitarnya, terutama pelepasan gas CH₄ dan CO₂ hasil pencernaan konsorsium mikroba metanogenik yang dapat tumbuh subur di dalam POME. Gas CH₄ memiliki daya

pemanasan global 21 (duapuluhsatu) kali lebih besar dari gas CO₂.

Sejalan dengan perubahan paradigma ekonomi berbasis fosil menjadi ekonomi berbasis energi terbarukan saat ini, perkembangan teknologi pengolahan limbah menjadi energi pun sangat pesat. Berbagai jenis teknologi pengolahan limbah cair menjadi energi listrik pun telah tersedia dari skala rumah tangga hingga skala industri, di luar maupun di dalam negeri.

Propinsi Jambi di Sumatera merupakan salah satu propinsi yang memiliki potensi POME sangat besar. Untuk mengolah POME menjadi listrik terlebih dahulu perlu diketahui potensi dan kontinuitas yang dimiliki. Kajian potensi POME dilakukan di Kabupaten Tanjung Jabung Barat pada tahun 2017.

II. Tinjauan Literatur

2.1. Konversi POME menjadi Biogas

Biogas terbentuk secara alami ketika limbah cair kelapa sawit (POME) teruraikan pada kondisi anaerob. Tanpa pengendalian, biogas merupakan kontributor utama bagi perubahan iklim global. Biogas biasanya terdiri dari 50-70% metana (CH_4), 25-45% karbon dioksida (CO_2), dan sejumlah kecil gas lainnya. Jika pengelolaan POME tidak terkendali, metana di dalam biogas terlepas langsung ke atmosfer. Sebagai gas rumah kaca, metana mempunyai efek 21 kali lebih besar dibanding karbon dioksida.

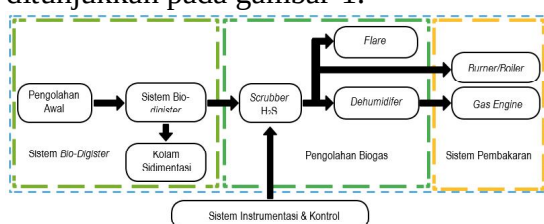
Pembangkit listrik tenaga biogas mengambil manfaat dari proses penguraian alami untuk membangkitkan listrik. Limbah cair organik yang dihasilkan selama produksi kelapa sawit merupakan sumber energi besar yang belum banyak dimanfaatkan di Indonesia. Mengubah POME menjadi biogas untuk dibakar dapat menghasilkan energi sekaligus mengurangi dampak perubahan iklim dari proses produksi minyak kelapa sawit. Tabel-1 menunjukkan potensi daya dari konversi POME menjadi biogas yang dihasilkan oleh PKS, dengan asumsi tiap ton TBS menghasilkan 0,73 m³ limbah cair, PKS beroperasi 20 jam per hari, konsentrasi COD 55.000 mg/liter.

Tabel-1. Potensi biogas dari POME

Kapasitas PKS (ton TBS/jam)	POME yg dihasilkan		Potensi Daya (MW)
	(m ³ /jam)	(m ³ /hari)	
30	21	400	1,1
45	31,5	600	1,6
60	42	800	2,1
90	63	1.200	3,2
Total Potensi di Indonesia			
34.280	23.996	479.920	1.280

2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Biogas

Bagian utama dari suatu fasilitas komersial konversi POME menjadi biogas ditunjukkan pada gambar-1.



Gambar-1. Proses konversi POME menjadi biogas

Pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) memberikan serangkaian opsi pemanfaatan untuk pabrik kelapa sawit. Pengelola pabrik dapat menggunakan biogas untuk;

- Bahan bakar burner maupun boiler sehingga mengganti sebagian pengguna cangkang dan serat.
- Menghasilkan listrik untuk keperluan pabrik sehingga mengurangi biaya bahan bakar.
- Menghasilkan listrik untuk dijual ke PLN sehingga menambah pendapatan.
- Kebutuhan energi di pabrik kelapa sawit dan potensi keuntungan menjadi dasar pertimbangan untuk memilih opsi pemanfaatan biogas. Tabel-2 menguraikan pemanfaatan biogas secara umum.

Tabel-2. Pemanfaatan biogas

Teknologi	Biaya	Efisiensi	Kerumitan	Kendala
Pembakaran				
Burner	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi
Boiler	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi
Listrik/lainnya				
Generator	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi
Turbin	Tinggi	Sedang	Tinggi	Sedang
Pemurnian Biogas	Sangat tinggi	Tinggi	Tinggi	Bervariasi

2.3. Potensi Sawit di Tanjung Jabung Barat



Gambar-2. Kabupaten Tanjung Jabung Barat

Kabupaten Tanjung Jabung Barat terletak di Propinsi Jambi (gambar-2). Secara

administratif, Kabupaten Tanjung Jabung Barat berada di wilayah Provinsi Jambi. Berdasarkan posisi geografisnya, Kabupaten Tanjung Jabung Barat memiliki batas-batas: sebelah utara berbatasan dengan Propinsi Riau, sebelah timur berbatasan dengan Selat Berhala dan Kabupaten Tanjung Jabung Timur, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Batanghari, sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Batanghari dan kabupaten Tebo, dan memiliki luas Area 5.009,82 km². Terdiri dari 13 kecamatan, 20 kelurahan, dengan jumlah penduduk sebanyak 310.914 jiwa (2015).

Berdasarkan data dari Dinas Perkebunan Kabupaten Tanjung Jabung Barat diketahui luas keseluruhan perkebunan kelapa sebesar 69.960 ha, Dan berdasarkan data yang diperoleh dari Dirjen EBTKE hasil pendataan yang dilakukan oleh Dirjen Perkebunan mengenai pabrik kelapa sawit Indonesia 2015, terdapat sebanyak 12 (duabelas) perusahaan kelapa sawit (PKS) di Kabupaten Tabjung Jabung Barat. Tabel-3 menunjukkan daftar perusahaan PKS dan kapasitas produksinya.

Tabel-3. Pabrik PKS di Kabupaten Tanjab

Perusahaan Kelapa Sawit	Kec.	Luas Keb (ha)	Kap. (ton)	Prod. (ton/jam)
PT Inti Indosawit Subur	Merlung	3503	60	60
PT Palma Abadi	Merlung	371	44	45
PT Mitra Sawit Jambi	Merlung		45	45
PT Agro Mitra Madani	Tungkal Ulu	2500	50	60
PT Trimitra Lestari	Tungkal Ulu	5413	30	30
PT Rudi Agung Agralakasana	Papalik	3575	45	45
PT Citakoprasindo Tani	Merlung	3419	40	40
PT Produk Saawitindo Jambi	Pelabuan D		25	45
PT Aneka Pura Mlti Kerta	Batang Asam	505	30	30
PT Dasa Anugrah Sejati	Batang Asam	9133	45	45
PT Fortius Wajo Perkebunan	Tanjab		45	45
PT Persada Alam Jaya	Tanjab		45	45

Sumber; Dirjen Perkebunan 2015

Pada kajian ini studi dilakukan di PT. Trimitra Lestari. Perusahaan bergerak

dibidang pengolahan CPO. Pabrik dibangun di atas lahan seluas 33,6 hektare. PT. Trimitra Lestari memiliki kebun sendiri seluas 5.413 ha dan di sekitar pabriknya di kelilingi oleh perkebunan milik warga, yang hasil panennya di jual ke PKS, sehingga produksi CPO dan *kernel* setiap bulannya stabil.

III. Produksi dan Karakteristik POME

Pada saat survey dilaksanakan, operasi produksi PKS berlangsung selama 16 jam per hari. Tabel-4 memperlihatkan data operasi PT. Mitra LestariL.

Tabel-4. Produksi PKS PT. Trimitra Lestari

2017	RENDEMENT (%)		PRODUKSI (ton/hari)		T B S (ton/jam)	T B S (ton/hari)	Limbah Cair (ton/hari)
Bulan	CPO	Kernel Oil	CPO	Kernel Oil	Olah		
April	23	3	331,2	43,2	90	1.440	

Setiap 1 ton CPO diperoleh limbah cair sebanyak 2,5 ton atau setara dengan 2,5 m³. Kondisi operasi produksi di PT. trimitra lestari ini menghasilkan limbah cair POME sebesar 51,8 ton/jam limbah cair atau setara dengan 828 m³/hari. Untuk menangani limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi, PT Trimitra Lestari memiliki 9 kolam pengolahan limbah cair POME. Pemanfaatan POME selama ini hanya untuk *land aplication*.

3.1. Hasil Uji Karakteristik POME

Uji karakteristik POME di PT Trimitra Lestari dilakukan di 3 kolam, yaitu kolam 1, 2 dan 3. Masing-masing kolam dilakukan pengukuran sampel sebanyak 10 kali. Tabel; 5, 6 dan 7 memperlihatkan hasil pengujian karakteristik POME tersebut. Tabel-8 menunjuk kan karakteristik fisik biogas secara umum.

Tabel-5. Karakteristik POME pada kolam 1-2-3

No	Parameter	Satuan	Rata-rata		
			Kolam 1	Kolam 2	Kolam 3
1	COD	mg/l	33.691	32.367	2.619
2	BOD	mg/l	14.294	12.658	800
3	TDS	mg/l	6.946	6.218	624
4	O & G	mg/l	526	803	8,2
5	pH	-	4,5	4,37	6,84
6	Temperatur	°C	58,2	52,65	37,9

Tabel-6. Komposisi POME

No	Parameter	Satuan	Sample Rata ²
1	COD	mg/l	40.759,1
2	BOD	mg/l	28.997,5
3	TDS	mg/l	8.064,5
4	Minyak & Lemak	mg/l	541,8
5	pH		5,9
6	Temperatur	°C	47,1

Table-7. Komposisi Biogas dari POME

No.	Komponen	(%)
1	Metana (CH ₄)	55,00
2	Karbon dioksida(CO ₂)	39,72
3	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	0,16
4	Nitrogen (N ₂)	1,10
5	Hidrogen (H ₂)	1,00
6	Karbon Monoksida (CO)	0,62
7	Air (H ₂ O)	2,40
Total		100 %

Table-8. Properti Fisik Biogas

No	Properti	Nilai
1	Berat molekul	26,75
2	Densitas (kg/m ³)	1,1
3	Kapasitas panas (kJ/kg°C)	1.383
4	Viscositas (cP)	0,0129
5	Entalpi (kJ/kg)	-7.500
6	LHV (kcal/m ³)	4.389

Sumber : Aspen HYSYS

IV. Pembahasan

4.1. Perencanaan Proses untuk PLTBg

Terdapat beberapa hal penting yang menjadi dasar pertimbangan untuk perancangan proses produksi pada PLTBg, sebagaimana dipaparkan berikut ini;

a. Sumber bahan baku umpan biodigester

Data sumber bahan baku POME seperti yang disajikan pada tabel-9

Tabel-9. Produksi POME untuk kebutuhan umpan

Parameter	Nilai	Satuan
Waktu Produksi	16	jam/hari
	360	hari/tahun
	5.760	jam/tahun
Kapasitas Olah	518.40	ton TBS/tahun
Rasio Limbah Cair (POME)	0.8	ton POME/ton TB
Produksi POME	414.720	ton TBS/tahun
COD	>32.00	mg/L
Biogas/COD	0.35	(liter/gram)

Tabel-10. Rencana operasi PLTBg

Parameter	Nilai	Satuan
Waktu Produksi PLTBg	24	jam/hari
	360	hari/tahun
Kebutuhan Biogas	400	Nm ³
	9.600	Nm ³
	3.456.00	Nm ³
Kebutuhan POME	10	m ³ /jam
	240	m ³ /hari
	86.40	m ³ /tahun

Rencana operasi yang akan dijalankan ditunjukkan pada tabel-10.

b. Dasar Desain Proses

Kinerja PLTBg Rancangan adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas produksi listrik 1 MWe.
2. Kapasitas produksi biogas 570 Nm³/jam.
3. Rasio produksi Metana terhadap COD 0,35 (Nm³/kg COD removal)
4. Konsentrasi metana yang menjadi umpan gas engine 55 % CH₄.
5. Kandungan H₂S pada biogas yang masuk gas engine maksimum 200 ppm.
6. Ambang Batas Maksimum kandungan H₂S 3.000 ppm.
7. Efisiensi penurunan kadar COD pada cairan keluaran reaktor 80 %.
8. Efisiensi gas engine 35%.

Produk Biogas Rancangan berdasarkan data berikut;

1. COD desain yang digunakan minimal 32.000 mg/l.
2. Laju alir POME yang diproses 17 m³/jam (maksimum 15 m³/jam).
3. Waktu operasi kerja pabrik biogas 8.640 jam (360 hari, 24 jam).
4. *Organic Loading rate biodigester* 0,8 kg COD /m³/hari

5. Nilai energi metana 21 MJ/Nm³
Laju Alir Biogas;

1. Basis Desain Laju alir volumetrik : 570
Nm /hr

Kondisi Operasi;

1. Temperatur operasi : 35-40 °C
2. Tekanan Operasi : 5 mmHg (101,8 kPa)

c. Kapasitas Pembangkit Listrik Rancangan

Spesifikasi pembangkit listrik tenaga biogas rancangan dapat dilihat pada tabel-11.

Table-11. Spesifikasi Gas Engine

No	Parameter	Keterangan
1	Power Electric output	1,2 MWe (2 x 60
2	Alternator Voltage O	400 V (3 pass)
3	PLN Voltage Grid	20 kVA
4	Kecepatan	1500 rpm (50Hz)
5	Efisiensi Listrik	≥39 %
6	Faktor Kapasitas	80%

4.2. Kapasitas PLTBg di PT. Trimitra Lestari

Dasar perhitungan penentuan kapasitas PLTBg mengacu pada perhitungan kandungan energi kimia biogas POME, konsumsi bahan bakar biogas untuk *genset gas engine* serta perhitungan kapasitas produksi biogas yang dihasilkan digester dari bahan baku POME.

a. Perhitungan Kebutuhan Bahan Baku Limbah POME

Perhitungan secara umum untuk penentuan volume limbah POME yang dibutuhkan untuk PLTBg ini dapat disampaikan sebagai berikut;

1. 1 kg COD limbah POME di PT. Trimitra Lestari dapat menyumbang 650 liter biogas dengan waktu tinggal (HRT) 15 hari.
2. Berdasarkan nilai terukur karakteristik fisik dan kimia 1 liter POME kolam 1 di PT. Trimitra Lestari memiliki densitas, $\rho = 890 \text{ kg/m}^3$ dan COD 32.000 mg/liter akan menghasilkan 23,4 liter biogas atau setara dengan 0,023 m³.

3. Maka 1 liter POME di PT. Trimitra Lestari dapat menghasilkan listrik sebesar 0,06 kWh

4. Sehingga 1 kWh listrik membutuhkan volume limbah POME sebesar; 1 liter /0,06 kWh x 1 kWh = 17 liter

5. atau 1 MWh membutuhkan volume limbah POME di PT. Trimitra Lestari sebesar 17.000 liter atau setara 17 m³

6. Maka untuk memenuhi beban daya listrik 1 MWe selama 24 jam dibutuhkan POME sebesar 410 m³.

b. Perhitungan Volume Kebutuhan Biogas Harian Untuk Pembangkit Listrik 1 MW

Berdasarkan data hasil perhitungan-perhitungan diatas maka dapat ditentukan volume umpan limbah POME setiap hari sebagai berikut;

1. Nilai kalor biogas (< 55% CH₄) = 21 MJ/m³.
2. 1 kWh = 1 kW x 3.600 s = 3.600 kJ = 3,6 MJ
3. Jika η pembangkit listrik 35%;
4. 1 kWh listrik = $(100/35) \times (3,6/21) = 0,4 \text{ m}^3 \text{ Biogas}$
5. Sehingga untuk memenuhi beban daya listrik 1 MWe selama 24 jam dibutuhkan 9.600 m³ biogas

c. Perhitungan Volume Digester

Untuk menghasilkan biogas dalam jumlah tersebut, volume biodigester yang dibutuhkan dapat dihitung seperti berikut ini;

$$V_{\text{digester}} = V_{\text{biogas}} \times (1/\text{sgp});$$

dimana;

$$\text{sgp (specific gas production)} = 0.8 \text{ [m}^3/(\text{m}^3 \text{ plant x hari)]}$$

sehingga;

$$V_{\text{digester}} = 9.600 \text{ (m}^3/\text{hari)} \times (1/0,8) \text{ (m}^3/\text{m}^3 \text{ plant x hari)} = 12.000 \text{ m}^3.$$

Dari perhitungan ini diketahui bahwa untuk pembangkitan listrik 1 MW dengan *gas engine* akan membutuhkan volume digester minimal sebesar 12.000 m³. Untuk menjaga

sensitifitas karakter bahan baku dan faktor cuaca, perancangan digester biogas di bulatkan menjadi 15.000 m³.

Data digister rancangan dapat dilihat pada tabel-12. Sedangkan potensi listrik yang dapat dihasilkan dari PLTBg disajikan pada tabel-13.

Tabel-12. Data digister

Parameter	Nilai	Satuan
Efisiensi COD-removal	85	%
Volume Biodigester	15.000	m ³
Rasio methane /COD	0,35	-
Produksi Biogas	400	Nm ³
Konsentrasi Methana (CH ₄)	55	%

Tabel-13. Potensi listrik yang dapat diproduksi

Parameter	Nilai	Satua
Nilai bakar metana	21	MJ/Nm ³
Efisiensi Genset	35	%
Potensi Produksi Listrik	42.336.00	kWh/tahun
Potensi Kapasitas	4,5	MWe

V. Simpulan

Dari data operasi PKS PT Trimitra Lestari menunjukkan bahwa kapasitas olah sebesar 518.400 ton TBS/tahun, produksi POME sebesar 414.720 ton /tahun dan rasio limbah cair adalah 0,8 ton POME/tonTBS. Hasil pengukuran dan pembahasan diketahui bahwa dengan potensi POME tersebut diperoleh;

- ◆ Laju aliran POME 146.880 m³/tahun
- ◆ Nilai bakar metana 21 MJ/Nm³
- ◆ Efisiensi gas engine 35%
- ◆ Potensi kapasitas pembangkit 4,5 MW
- ◆ Potensi produksi Listrik 42.336,00 kWh/tahun

Dengan memperhatikan kontinuitas pasokan POME, kajian awal tersebut sangat layak untuk ditindak lanjuti untuk dikembangkan membangun PLTBg melalui studi kelayakan teknis

Jika membandingkan rencana kapasitas pembangkit (tabel-11) dengan hasil hitungan teoritik (tabel-13), maka kapasitas POME untuk menghasilkan biogas masih berlebih sehingga terdapat kemungkinan

untuk ekspansi kapasitas pembangkit di kemudian hari.

Daftar Pustaka

1. BPS Kabupaten Tanjung Jabung Barat; *Tanjung Jabung Barat dalam Angka 2015*, 2016.
2. David Fulford, *Running A Biogas Programme: A Handbook*, London, 2001.
3. GIZ GmbH, Program Energi Indonesia/ASEAN; *Pedoman Energi Terbarukan tentang Pengembangan Proyek Tenaga Listrik Biomassa dan Biogas di Indonesia*. Jakarta, 2015.
4. Filino Harahap, dkk.; *Teknologi Gas Bio*, Pusat Teknologi Pembangunan ITB, 1978.
5. Ibrahim, Reksowardojo Iman, Soerawidjaja; *A Preliminary Study of the Heat and Power Output from Biogas Obtained by the Symposium And Exhibition Indonesia-Japan*, Jakarta, 2008.
6. Ibrahim S, Andrias WS, Tatang HS, Tirta PB, Iman KR.; *Produksi Biogas Dari Bungkil Jarak Pagar (Jatropha Curcas)*, Konferensi Nasional Jarak Pagar, Bogor, 2007.
7. Marsudi, Djiteng; *Pembangkitan Energi Listrik*, Erlangga, Jakarta, 2005.
8. Zuhail; *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1995.
9. Saadat, Hadi; *Power System Analysis*, McGraw-Hill Companies, Singapore, 1999.
10. Stevenson Jr, W. D.; *Analisis Sistem Tenaga Listrik*, Edisi ke-4, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, 1994.
11. PLN (Persero), PT.; *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL)*, Jakarta, 2010.
12. Pusdiklat Ketenagalistrikan, EBTKE – KemenESDM; *Modul Evaluasi Teknis – PLTBg POME*, Jakarta, 2015.
13. Winrock International; *Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas Pengembangan Proyek di Indonesia*, Jakarta, 2015.
14. <https://www.ebtke.go.id>