

ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK BIOGAS BERBASIS LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT STUDI KASUS PKS PT INTAN SEJATI ANDALAN, RIAU

Ari Wibowo

Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin, Politeknik LPP Yogyakarta
Jl. LPP No 1A, Balapan, Yogyakarta 55222 Telp: 0274-555776 Fax: 0274-585274
ariwibowo.lpp@gmail.com

ABSTRACT

Riau is a province which had a deficit of electricity. Based on 2014 PLN statistic data, Riau and Riau Island Region peak load reached 261.02 MW, while installed power plant capacity of 166.62 MW capable power only 98.70 MW. This causes frequent rolling blackouts in the Riau city and its surrounding. On the other hand, Riau has huge renewable energy sources derived from palm oil industry. Palm Oil Mill (POM) are scattered throughout the region of Riau, where the plant produces liquid waste called Palm Oil Mill Effluent (POME). POME has the potential to be converted into biogas, which can then be used as fuel in a gas engine to drive generators and produce power. The purpose of this research is to analyze the the potential of biogas power plants with a case study of PT Intan Sejati Andalan Palm Oil Mill (ISA POM) located in Bengkalis, Riau. The research method is to take the factory production data are then used to determine the amount of POME produced. The potential of biogas contained in POME tested in the laboratory to determine the organic content in POME that can be converted into biogas. Furthermore, the biogas production projections, based on production data, to determine the feasibility of the construction of biogas plants in the ISA POM. The results showed that ISA POM has excellent performance, with a installed capacity of 60 tonnes TBS/hour and the plant availability of more than 99%. The average POME flow is 22,55 m³/h with the temperature 33-45°C. The test results the COD content of POME 62,000 mg/l that could produce CH₄ content in biogas of 489,3 m³CH₄/hour. CH₄ has calorific value of 8,900 kcal/l with the assumption of the generation efficiency of 35%, the obtained electric potential is 1.773 kW.

Key words: biogas, palm oil, waste, electricity

PENDAHULUAN

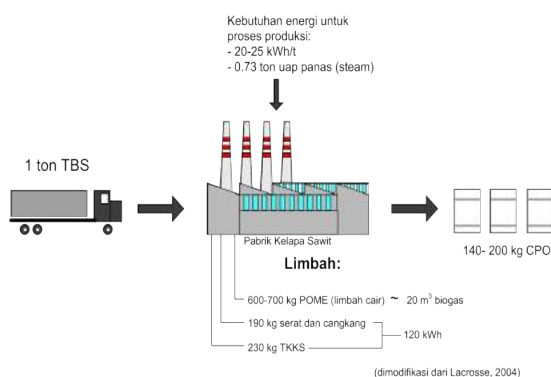
Krisis energi listrik melanda Pulau Sumatera setiap tahun, dengan wilayah Sumatera Utara dan Riau menjadi propinsi dengan kekurangan energi yang cukup parah. Data Statistik PLN 2014 (PLN, 2015) menunjukkan defisit energi listrik di Wilayah Riau dan Kepulauan Riau, dengan beban puncak tercatat mencapai 261,02 MW, sedangkan kapasitas terpasang pembangkit sebesar 166,62 MW, sementara daya mampu hanya sebesar 98,70 MW. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya pemadaman bergilir yang rutin terjadi di wilayah tersebut.

Provinsi Riau memiliki industri perkebunan kelapa sawit yang sangat luas dan memiliki potensi yang cukup besar dalam mendukung kemandirian energi nasional, karena limbah kelapa sawit ini memiliki kandungan kalori yang cukup tinggi. Setiap 1 ton tandan buah segar (TBS) akan menghasilkan limbah padat berupa serabut (*fibre*) 130 kg (13%/ton) dengan kalori sekitar 2637-4554 kkal/kg, cangkang (*shell*) 65 kg (6,5%/ton) dengan kalori 4105-4802 kkal/kg, tandan kosong (*empty fruit bunch*) 230 kg (23 % /ton) dengan kalori 2492 kkal/kg, sedangkan limbah cair (POME) sekitar

600-700 kg, (60%/ton) (Lacrosse, 2004).

Limbah cair PKS yang berada dalam kolam berdampak negatif bagi lingkungan. Pada umumnya kolam limbah yang terbuka, sehingga rawan meluap pada saat hujan atau terjadi resapan ke dalam tanah. Selain itu, limbah cair akan mengalami fermentasi secara terbuka di kolam/pond secara anaerob maupun aerob, akan menghasilkan gas methana (CH_4) yang dilepas ke udara dan atmosfer secara langsung. Gas methana tersebut ternyata juga memiliki tingkat emisi yang tinggi. UNFCCC, badan PBB yang menangani perubahan iklim, mencatat gas methana memiliki tingkat emisi 24 kali jika dibandingkan dengan gas karbon (CO_2).

Di sisi lain, gas methana ini juga memiliki tingkat energi yang cukup tinggi. Gas methana ini memiliki nilai kalor 50,1 MJ/kg. Jika densitas methana 0,717 kg/m³ maka 1 m³ gas methana akan memiliki energi setara dengan 35,9 MJ atau sekitar 10 kWh. Jika kandungan gas methana adalah 62% dalam biogas, maka 1 m³ biogas akan memiliki tingkat energi sebesar 6,2 kWh. Melihat potensi tersebut sangat disayangkan jika gas-gas yang dihasilkan dari penguraian biomassa tersebut dibiarkan begitu saja. Untuk dapat memanfaatkan potensi biogas tersebut, terdapat beberapa teknologi yang dapat diterapkan.



Gambar 1. Neraca massa PKS

Sumber: Lacrosse 2004

Dengan potensi pembangkit listrik dari pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit tersebut, maka dilakukan analisis potensi

dengan mengambil studi kasus salah satu pabrik kelapa sawit yang berada di Propinsi Riau, yaitu PKS PT Intan Sejati Andalan (PKS ISA), di Kabupaten Bengkalis.

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan melakukan pengumpulan data-data dari lapangan, percobaan di laboratorium dan analisis data untuk mendapatkan kesimpulan.

Metode Pengumpulan Data

Untuk melaksanakan penelitian ini, dilakukan pengumpulan data lapangan dalam bentuk survey dan percobaan di laboratorium. Data lapangan berupa data produksi pabrik PKS ISA, yang terdiri dari data Tandan Buah Segar (TBS) terolah, asal TBS, dan proyeksi produksi TBS. Data produksi tersebut diambil untuk empat tahun terakhir (2011-2014), yang kemudian digunakan untuk memproyeksi data produksi untuk 5 tahun ke depan (2015-2019).

Data neraca bahan diambil untuk melihat jumlah limbah yang dihasilkan oleh PKS ISA, khususnya data limbah cair (POME) yang dihasilkan. Untuk mengetahui kandungan organik dalam limbah POME, maka dilakukan pengujian laboratorium untuk mendapatkan nilai COD dari limbah tersebut. Sampel limbah diambil secara acak, selama penelitian dan kemudian diuji untuk menentukan rerata harga COD terkandung dalam limbah.

Metode Analisis Data

Dari data kuantitatif yang dihasilkan baik data primer dari hasil pengujian maupun data sekunder dari data kinerja pabrik, selanjutnya dianalisis secara kuantitatif untuk mendapatkan nilai potensi energi listrik yang dapat dibangkitkan dari limbah cair PKS ISA.

Analisis pertama yang dilakukan adalah proyeksi produksi pabrik di masa depan dengan melihat data produksi masa lalu. Proyeksi ini diperlukan untuk memastikan pembangkit listrik yang direncanakan memiliki

keberlanjutan yang baik dimasa depan. Proyeksi dilakukan dengan melihat sumber bahan baku TBS yang dimiliki oleh PKS ISA, serta potensi yang dimiliki oleh Kabupaten Bengkalis untuk menghasilkan Buah Sawit yang sebagian diolah di PKS ISA.

Analisis kedua adalah analisis neraca massa pabrik. Yaitu menghitung proses produksi di pabrik, sehingga didapatkan untuk setiap ton TBS akan dihasilkan produk dan limbah dengan komposisi yang mendekati realisasi di PKS ISA.

Analisis ketiga adalah melakukan pengujian laboratorium untuk mendapatkan kadar organik yang terkandung dalam limbah cair di PKS ISA. Hasil analisis berupa rerata nilai COD dari sampel limbah POME yang didapatkan.

Analisis terakhir adalah perhitungan daya listrik yang dapat dibangkitkan di PKS ISA dengan melihat fluktuasi produksi dan proyeksi di masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Produksi

PKS ISA memiliki lahan seluas lebih kurang 1000 Ha berada di Dumai namun bahan baku TBS sebagian besar berasal dari petani rakyat, yang dikumpulkan melalui supplier TBS resmi yang mengelola sebagian besar bahan baku untuk pabrik. Bahan Baku TBS utamanya berasal dari Kecamatan Mandau dan Kecamatan Pinggir (bersebelahan dengan Mandau) dan daerah lain meliputi Duri, Dumai maupun Prapat.

Luas areal komoditas kelapa sawit di kabupaten Bengkalis mengalami pertumbuhan rata – rata 8% untuk lahan rakyat dengan luas 151.820 Ha di tahun 2012 atau 6% untuk total termasuk perkebunan perusahaan swasta dengan total seluas 185.125 Ha untuk tahun 2014, dengan luas areal terbesar berada di kecamatan Pinggir seluas 56.916 Ha kemudian kecamatan Mandau seluas 50.197 Ha. Dua kecamatan ini merupakan kecamatan bersebelahan dimana PKS ISA berada di kecamatan Mandau.

Secara keseluruhan di kabupaten Bengkalis total memiliki produktivitas yang normal/wajar. Produktivitas tertinggi dicapai pada tahun 2010 dengan nilai 27 ton/Ha/tahun. Produktivitas terendah terjadi pada tahun 2011 dengan nilai 4,1 ton/Ha/tahun. Jumlah petani di kabupaten Bengkalis mengalami pertumbuhan yang cukup baik, dengan rerata naik sebesar 13%. Jumlah petani untuk setiap kepala keluarga (KK) meningkat dari 17.987 KK di tahun 2010 menjadi 31.173 KK di tahun 2014. Hal ini mengakibatkan peningkatan yang cukup signifikan terhadap produksi TBS di Bengkalis. Dengan kondisi potensi TBS tersebut PKS ISA memiliki data produksi yang relatif stabil dari tahun 2011 sebesar 311.849 ton dan tahun 2014 sebesar 318.499 ton. Adapun prosentase TBS terolah PKS ISA terhadap kabupaten Bengkalis pada tahun 2011 sebesar 71%, kemudian menjadi 18%,15%, 12% pada tahun 2012 – 2014.

Tabel 1 menunjukkan total produksi TBS di kabupaten Bengkalis pada tahun 2012-2014 dan perbandingan terhadap jumlah TBS diolah di PKS ISA.

Tabel 1: Produksi TBS Kabupaten Bengkalis

Ket	Produksi TBS (ribu ton/thn)			
	2011	2012	2013	2014
Bengkalis	451,1	1.779,5	2.181,5	2.427,3
PKS ISA	322,7	318,5	323,1	294,1
%	71	18	15	12

Sumber: ditjenbun Bengkalis, diolah

Produksi TBS di Bengkalis selalu meningkat, sehingga walaupun TBS terolah PKS ISA meningkat namun prosentase terhadap TBS yang tersedia di Bengkalis semakin mengecil. Hal ini menunjukkan bahwa PKS ISA memiliki peluang untuk memperoleh TBS semakin tinggi.

Untuk menghitung proyeksi potensi produksi TBS maka dilakukan perhitungan berdasarkan produktivitas sawit terhadap lahan.

Umur tanaman dibagi dalam TBM dan TM. TBM selama 3 tahun, namun dianggap pada tahun ke 3 (TBM 3) sebesar 2,5 ton/Ha/tahun. Produktivitas tertinggi diperhitungkan berada pada umur 15 tahun dengan produktivitas 23 ton/Ha/tahun. Umur tanaman diperhitungkan tetap berproduksi sampai pada umur 28 tahun. Dengan memperhitungkan produktivitas berdasarkan umur tanaman, maka diperoleh potensi tertinggi pada tahun 2018 sebesar 5.213.602 ton. Potensi terendah pada tahun 2030 sebesar 1.012.624 ton. Tahun yang menjadi perhatian adalah tahun 2026 sampai dengan 2036. Namun perhitungan ini hanya memperhitungkan pertumbuhan yang cukup sedikit dan tidak diperhitungkan setiap tahun ada penambahan areal. Pertumbuhan areal hanya diperhitungkan pada saat ada tahun tanam. Namun sangat dimungkinkan bahwa setiap tahun ada penambahan areal. Perkembangan areal diperhitungkan di atas 10% hanya di Kecamatan Siak kecil dan Bukit Batu yang saat ini memiliki lahan sawit sangat kecil. Dengan demikian bahwa perhitungan ini cukup aman.

Neraca Massa Pabrik

Data neraca massa didapatkan dari data pengolahan yang ada di PKS ISA. Data 4 tahun terakhir selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan rata-rata komposisi produk dari PKS ISA.

Total TBS terolah pada tahun 2011 sebesar 322.718 ton per tahun. Pada bulan Januari mengolah sebanyak 23.121 ton. Pada bulan Februari sebanyak 20.678 ton dan seterusnya sampai dengan bulan Desember. Berdasarkan data pengolahan tersebut neraca masa untuk satu ton TBS adalah sebesar 14% untuk fiber, 10% cangkang, 22% tandan kosong dan POME 55%. Terdapat penambahan dalam bentuk uap sebesar 60% TBS. Prosentase cangkang cukup besar (normal 5% - 6%) karena varietas dura cukup banyak maka prosentase 10%. Berdasarkan prosentase tersebut, maka pada bulan Januari jumlah TBS sebesar 1,6 ton/jam, tandan kosong sebesar 7,8 ton/jam dan

cangkang sebesar 0,87 ton/hari. Demikian seterusnya sampai dengan Desember. Demikian pula untuk tahun 2012, 2013 dan 2014.

Komoditas kelapa sawit memiliki ciri khas adanya musim panen (puncak) dengan musim produksi rendah. Musim puncak pada bulan Juni sampai dengan Desember kemudian menurun di bulan Januari sampai dengan Maret/ April kemudian Mei /Juni mulai meningkat. Untuk lebih menjamin keberlanjutan pembangkit, maka diperlukan analisis pada musim trek (rendah) dengan mengambil bulan Januari, Februari dan Maret. Pada tahun 2011 bulan Januari diperoleh TBS terolah tertinggi sebesar 1.080.601 ton dan terendah 349.068 ton (mungkin pengaruh libur tahun baru) dan 402.943 ton dengan rata-rata terolah 665.673 ton/hari. Untuk bulan Februari terolah tertinggi sebanyak 786.176 dan terendah 386.773 ton dengan rata-rata terolah 596.588 ton. Untuk bulan Maret terolah tertinggi sebanyak 1.069.940 ton dan terendah 453.166 ton dengan rata-rata terolah 710.078 ton.

Perhitungan kapasitas pabrik menggunakan data TBS terolah, hari olah dalam setahun dan satu hari olah dianggap selama 24 jam mengikuti kinerja pembangkit listrik. Pada tahun 2011 kapasitas olah adalah:

$$Kapasitas \left(\frac{ton}{jam} \right) = \frac{TBS \text{ Terolah}}{(Hari \text{ Olah} \times 24 \text{ Jam})}$$

$$Kapasitas \left(\frac{ton}{jam} \right) = \frac{322.718 \text{ ton}}{(320 \text{ hari} \times 24 \text{ Jam})}$$

$$= 42 \text{ ton/jam}$$

Demikian pula untuk kapasitas tahun-tahun berikutnya. Dengan perhitungan yang sama, maka kapasitas olah rata – rata tahun 2011 sampai dengan 2014 sebesar 42 ton/jam, 42 ton/jam, 43 ton/jam dan 46 ton/jam. TBS terolah selama empat tahun disajikan dalam Tabel 2.

Kadar Organik POME

Kadar organik POME dapat diketahui melalui pengujian kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada limbah cair pabrik

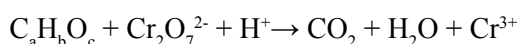
kelapa sawit. Untuk mengetahui jumlah bahan organik di dalam cairan dapat dilakukan suatu uji yang lebih cepat dibandingkan dengan uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksidan yang disebut uji COD.

Tabel 2: Data Produksi Pabrik

Keterangan	2011	2012	2013	2014
TBS diolah (ribu ton/th)	322,7	318,5	323,1	294,1
TBS tertinggi/ bln (ribu ton/bln)	32,9	30,4	34,9	37,5
TBS terendah/ bln (ribu ton/bln)	20,7	17,4	17,5	23,3
Bulan Tertinggi	October	Juni	Juli	Juni
Bulan Terendah	Februari	Agustus	April	Oktober
Kapasitas (Ton/Jam)	42	42	43	38

Sumber: PKS ISA diolah, 2015

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam cairan dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Dalam hal ini bahan buangan organik akan dioksidasi oleh kalium bichromat atau $K_2Cr_2O_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Oksidasi terhadap bahan buangan organik akan mengikuti reaksi berikut ini:



Reaksi tersebut perlu pemanasan dan juga penambahan katalisator perak sulfat (Ag_2SO_4) untuk mempercepat reaksi. Penentuan kadar COD pada POME dilakukan dengan metode titrimetri dimana campuran $H_2SO_{4(p)}$ dengan $K_2Cr_2O_7$ dan zat organik direfluks selama 2 jam. Kelebihan kalium bichromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan ferroammonium sulfat (FAS)

Sampel diambil dari saluran keluar kolam pendingin PKS ISA, dengan membuat variasi sampel 5 kali pengulangan. Hasil pengujian terdapat pada tabel 3.

Tabel 3: Hasil pengujian COD POME

SAMPEL	Volume (mL)	N FAS (mL)	COD (mg/L)	Rerata COD (mg/L)
POME 1	10	0,0496	62.668	62.211
POME 2	10	0,0496	61.769	
POME 3	10	0,0496	61.976	
POME 4	10	0,0496	62.175	
POME 5	10	0,0496	62.467	

Dari hasil pengujian menunjukkan rata-rata kadar COD dalam POME PKS ISA sebesar 62.211 mg/L. Dengan asumsi ada eror, maka dalam perhitungan potensi dilakukan pembulatan harga COD menjadi 62.000 mg/L.

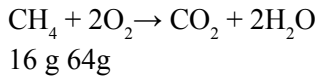
Analisis Potensi Pembangkit listrik

Komposisi biogas sangat tergantung pada bahan baku POME, umumnya terdiri dari 50-70% metana, karbon dioksida 30-40%, 5-10% Hidrogen, 1-2% Nitrogen, uap air 0,3% dan sejumlah Hidrogen Sulfida. Faktor pengendali utama dalam produksi biogas adalah tingkat pembebanan (*flow rate*), waktu retensi dan suhu digester biogas. Tingkat pembebanan akan bervariasi terhadap jumlah bahan baku dan jenis digester tetapi biasanya tergantung berat *total volatile solids* (TVS) per hari per satuan volume digester atau berat dari TVS per hari per berat TVS dalam digester. Padatan *Volatile* menentukan jumlah bahan organik dalam bahan baku atau komponen organik yang akan di proses dalam digester anaerobik. Jumlah TVS yang lebih tinggi dalam substrat, semakin tinggi jumlah biogas yang dihasilkan. Kelebihan pemuatan (*over-loading*) menyebabkan peningkatan keasaman digester dan mengurangi jumlah produksi metana, sementara apabila terjadi *under-loading* akan menghasilkan produksi gas yang rendah. Waktu retensi adalah ukuran dari jumlah waktu substrat tetap dalam digester sebelum dibuang dan biasanya sama dengan volume digester dibagi dengan input harian substrat. Hal ini penting untuk mengoptimalkan waktu retensi untuk memastikan pengolahan yang

tepat sehingga diperoleh ekstraksi biogas yang tinggi. Efisiensi proses pemisahan gas methana dalam POME tergantung dari beberapa faktor diantaranya: tipe substrat, laju beban organik (*Organic Loading Rate/OLR*), *Hydraulic Retention Time* (HRT) dan konfigurasi digester yang digunakan.

Desain biogas tergantung perhitungan potensi biogas yang dihasilkan. Untuk perhitungan ini dapat didasarkan pada jumlah COD di limbah POME. Untuk menghitung potensi tersebut adalah sebagai berikut:

Step 1: Menghitung jumlah COD ekuivalen terhadap CH₄



$$\Rightarrow 16 \text{ g CH}_4 \sim 64 \text{ g O}_2 \text{ (COD)}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ g CH}_4 \sim 64/16 = 4 \text{ g COD} \text{ ----- (1)}$$

Step 2: Konversi berat CH₄ ke volume
Berdasarkan hukum dalam gas, maka 1 mole gas dalam STP (*Standard Temperature and Pressure*) dengan volume 22.4 L.

$$\Rightarrow 1 \text{ Mole CH}_4 \sim 22.4 \text{ L CH}_4$$

$$\Rightarrow 16 \text{ g CH}_4 \sim 22.4 \text{ L CH}_4$$

$$\Rightarrow 1 \text{ g CH}_4 \sim 22.4/16 = 1.4 \text{ L CH}_4 \text{ ----- (2)}$$

Step 3: Jumlah CH₄ yang dihasilkan terhadap COD yang dihilangkan
Dari persamaan (1) dan persamaan (2), diperoleh,

$$\Rightarrow 1 \text{ g CH}_4 \sim 4 \text{ g COD} \sim 1.4 \text{ L CH}_4$$

$$\Rightarrow 4 \text{ g COD} \sim 1.4 \text{ L CH}_4$$

$$\Rightarrow 1 \text{ g COD} \sim 1.4/4 = 0.35 \text{ LCH}_4$$

atau 1 Kg COD ~ 0.35 m³ CH₄ ----- (3)

Dengan demikian pengurangan 1 kg COD akan memproduksi 0.35 m³ CH₄ dalam kondisi STP.

Berdasarkan data produksi pabrik, maka rata-rata kapasitas produksi sebesar 41 ton/jam.

Dengan analisis neraca massa didapatkan rata-rata POME sebesar 55% dari total TBS terolah, maka total produksi POME dihitung sebagai berikut:

$$\text{POME} = 55\% \times \text{kapasitas olah} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}}\right)$$

$$= 55\% \times 41 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}$$

$$= 22,55 \frac{\text{ton POME}}{\text{jam}}$$

Dengan asumsi densitas POME sama dengan air, yaitu 1.000 kg/m³ maka POME per jam adalah 22,55 m³/jam atau 22.550 liter/jam.

Dari hasil pengujian sampel didapatkan nilai COD POME sebesar 62.000 mg/l atau sama dengan 0,062 kg/l, maka kandungan COD dalam POME dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{COD POME} = 0,062 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \times 22.550 \frac{\text{l}}{\text{jam}}$$

$$= 1.398 \frac{\text{kgCOD}}{\text{jam}}$$

Dari perhitungan reaksi kimia, bahwa CH₄ dihasilkan sebesar 0,35 m³ untuk setiap kg COD, maka CH₄ dihasilkan adalah:

$$\text{CH}_4 = 0,35 \frac{\text{m}^3}{\text{kgCOD}} \times 1.398 \frac{\text{kgCOD}}{\text{Jam}}$$

$$= 489,3 \frac{\text{m}^3 \text{CH}_4}{\text{jam}}$$

Nilai kalor CH₄ ditentukan sebesar 8.900 kkal/m³, maka total kalori terbangkit adalah:

$$\text{Total Kalori} = \text{NK} \frac{\text{kkal}}{\text{m}^3} \times \text{total} \frac{\text{CH}_4 \text{m}^3}{\text{jam}}$$

$$= 8.900 \frac{\text{kkal}}{\text{m}^3} \times 489,4 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}$$

$$= 8.900 \frac{\text{kkal}}{\text{m}^3} \times 489,4 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}$$

$$= 4.555.660 \frac{\text{kkal}}{\text{jam}}$$

Konversi dari kkal menjadi Watt thermal adalah 1,163 Watt/kkal. Maka total energi dalam Watt adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{energi kalor} &= 4.555.660 \frac{\text{kcal}}{\text{jam}} \times 1,163 \frac{\text{Watt}}{\text{kcal}} \\
 &= 5.065.632,58 \frac{\text{Watt}}{\text{jam}} \\
 &= 5.066 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Dengan asumsi efisiensi pembangkit gas engine berkisar antara 35%, maka potensi energi listrik dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Potensi listrik} &= \text{energi kalor} \times \text{efisiensi} \\
 &= 5.066 \text{ kWh} \times 35\% \\
 &= 1.773,1 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, potensi energi listrik dari konversi limbah biogas yang dapat dibangkitkan di PKS ISA sebesar 1.773,1 kWh atau 1,7 MW.

Teknologi Pembangkit Biogas

Teknologi *covered lagoon* merupakan teknologi yang cukup sederhana. Gambar 2 menunjukkan skema pembangkit biogas dengan *covered lagoon*. Limbah cair POME yang dihasilkan di pompa untuk dimasukkan ke dalam kolam limbah ke-1. Lagoon tersebut kemudian ditutup menggunakan bahan plastik non-porous. Gas diambil menggunakan kompressor bertekanan 4 - 10 bar untuk dialirkan ke sistem pada tahap selanjutnya. Padatan dari limbah berupa sludge di pompa untuk dikeluarkan dan bisa digunakan untuk pemupukan di lahan. Di PKS ISA, volume kolam yang digunakan sekitar 32.000 m³.

Lagoon bekerja pada suhu mesofilic sebesar 35°C - 45°C. Kondisi pH sebesar 6 - 8 dengan perbandingan C/N sebesar 30:1. *Hydraulic retention time* selama 27 hari dengan kadar COD sebesar 62.000 mg/l.

Untuk peningkatan kualitas biogas, maka dilakukan penghilangan gas H₂S. Untuk itu digunakan teknologi *waterscrubber*. Komponen gas yang diserap secara fisik terikat pada cairan scrubbing, dalam hal ini air. Karbon dioksida memiliki kelarutan tinggi dalam air daripada metana terutama pada suhu yang lebih rendah dan tekanan tinggi. Selain karbon dioksida, hidrogen sulfida dan amonia dapat dikurangi

dalam aliran biometana menggunakan air sebagai cairan scrubbing. Air buangan keluar dan karbon dioksida ditransfer ke flash tank di mana tekanan berkurang sehingga sebagian terbesar dari gas terlarut dilepaskan. Gas ini terutama berisi karbon dioksida, tetapi juga sejumlah metana (metana juga larut dalam air, tetapi untuk tingkat yang lebih kecil). Jika air didaur ulang kembali ke kolom absorpsi, maka harus diregenerasi, sehingga harus dipompa ke bagian desorpsi di mana ia bertemu dengan udara, di mana karbon dioksida terlarut sisa dilepaskan. Air regenerasi ini kemudian dipompa kembali ke absorber sebagai air scrubbing yang baru.

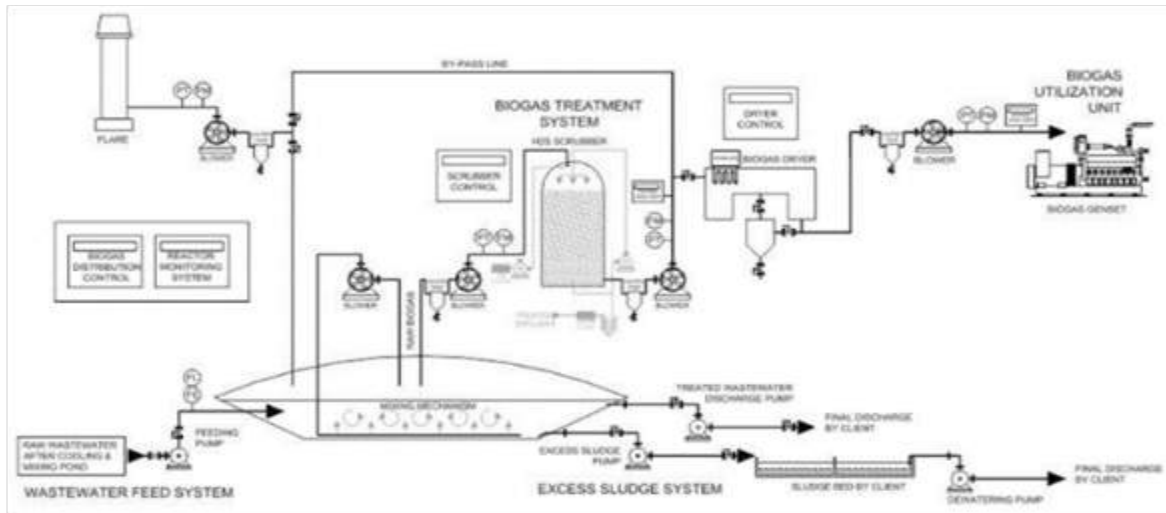
Wet Scrubber mampu menangani suhu dan kelembaban tinggi. Gas-gas inlet didinginkan, sehingga ukuran keseluruhan peralatan dapat dikurangi. *Wet Scrubber* dapat menghapus baik gas maupun partikel dan dapat menetralkan gas korosif. Selain itu, gesekan air dengan gas dapat digunakan untuk mengurangi kadar H₂S karena H₂S ini lebih larut dalam air dibandingkan CO₂. Air yang keluar dapat diregenerasi dan disirkulasi kembali ke kolom absorpsi. Regenerasi ini dapat dilakukan dengan melakukan penekanan atau dengan stripping dengan udara dalam kolom yang sama. Ketika kadar H₂S yang tinggi, tidak dianjurkan untuk melakukan flow udara karena air dapat terkontaminasi dengan sulfur sehingga menyebabkan masalah operasional.

Kelemahan dari metode ini adalah bahwa komponen udara oksigen dan nitrogen yang terlarut dalam air selama regenerasi diangkut ke aliran gas biomethane. Oleh karena itu, biometana yang dihasilkan dengan teknologi ini selalu berisi oksigen dan nitrogen. Gas yang dihasilkan memiliki kadar air yang tinggi sehingga langkah berikutnya adalah dengan pengeringan gas. Kadar H₂S diharapkan kurang dari 1.000 ppm. Sedangkan untuk CO₂ diharapkan kurang dari 3% dari seluruh biogas.

Biogas yang mengandung uap air ketika keluar dari digester. Air ini cenderung berada dalam pipa dan peralatan bersama-sama dengan

sulfur oksida dapat menyebabkan korosi. Dengan meningkatkan tekanan dan mengurangi

suhu air maka akan terjadi pengembunan biogas sehingga kandungan air dapat dikurangi.



Gambar 2: Skema Pembangkit Biogas *Covered Lagoon*

Drying berfungsi untuk membuang air di dalam gas methane. Teknologi yang digunakan adalah *mechanical drying*. Teknik pengeringan gas dilakukan menggunakan *cooling* sampai pada suhu 10°C. Pada suhu tersebut terjadi kondensasi sehingga air dalam gas akan mengembun. Dengan karakteristik gas yang lebih ringan, maka gas bisa keluar sedangkan untuk uap air akan mengembun dan menjadi air (kondensat). Proses pengembunan menggunakan gas freon sebagai pendingin. Diharapkan dengan proses ini diperoleh *moisture* (kadar air) sebesar kurang dari 3%.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Pabrik kelapa sawit memiliki potensi untuk menjadi sumber energi listrik terbarukan dalam bentuk biogas dari limbah cair (POME)
2. Kinerja PKS Intan Sejati Andalan cukup bagus, dengan jaminan pasokan bahan baku berasal dari kabupaten Bengkalis.
3. Perkembangan jumlah TBS di Kabupaten Bengkalis meningkat setiap tahun, sehingga dapat mencukupi kapasitas olah di PKS ISA.

4. Studi kasus di PKS Intan Sejati Andalan dengan kapasitas terpasang 60 ton TBS/Jam dapat mencapai rata-rata kapasitas olah 41 ton/jam.
5. POME dihasilkan sebesar 22,55 ton/jam dengan kadar COD dalam POME sebesar 62.000 mg/l.
6. Potensi daya terbangkit di PKS ISA adalah sebesar 1.773,1 kWh.

DAFTAR PUSTAKA

Arieta, F., Teixeira, F., Yanez, E., Lora, E., and Castillo, E., 2007, *Cogeneration potential in the Columbian palm oil industry: Three case studies*, **Biomass Bioenergy**, 31:503-511

Basiron, Sukaimi, Ngan, Darus, dan Yusof, 1985, **Palm Oil Factory Process Handbook**. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Malaysia.

Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2004, *Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional*

Lacrosse, L., 2004, *Clean and Efficient Biomass Cogeneration Technology in ASEAN*, **COGEN 3 Seminar on "Business Prospects In Southeast**

- Asia For European Cogeneration Equipment”**, 23 November 2004, Krakow, Poland.
- Wright, L., Boundy, B., Badger, P.G., Periack, B., dan Davia, S., 2009, **Biomass Energy Data Book: Edition 2**, Oak Ridge, Tennessee, US.
- PLN, 2015, *Statistik PLN 2014*, Sekretariat Perusahaan PLN
- Safrizal, 2015, *Small Renewable Energy Biogas Limbah Cair (POME)Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Tipe Covered Lagoon Solusi Alternatif Defisit Listrik Provinsi Riau*, **Jurnal DISPROTEK** :Volume 6 no. 1, Januari 2015
- Sastika, Y., Dharma, A., dan Mardiah, E., 2013, *Produksi Biogas Dari Kombinasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan Sampah Sawi Hijau Dalam Sistem Batch*, **Jurnal Kimia Unand** (ISSN No. 2303-3401), Volume 2 Nomor 2, Mei 2013