

# Perencanaan Pemanfaatan Limbah Cair Untuk Pembangkit Listrik Pabrik Kelapa Sawit

Muhammad Gusrawaldi, Luthfi Parinduri, Suliawati

Universitas Islam Sumatra Utara

Jln. SM. Raja Teladan, Medan (20217)

muhammadgusrawaldi@gmail.com; luthfip@yahoo.co.id; suliawati@ft.uisu.ac.id

## Abstrak

Penelitian yang dilakukan dipabrik kelapa sawit kebun adolina adalah untuk melihat pemanfaatan limbah cair dengan cara teknologi Biogas. Potensi limbah cair secara umum sebesar 60% dari setiap ton tandan buah segar yang diolah. Dari kapasitas olah tandan buah segar 30 ton/jam pada tahun 2016 menghasilkan Biogas sebesar 0,78 MWe atau setara dengan 780 KW di 2017 menghasilkan Biogas sebesar 0,73 MWe atau setara dengan 730 KW dan di 2018 pabrik kelapa sawit kebun adolina Menghasilkan Biogas sebesar 0,73 Mwe atau setara dengan 730 KW. Sementara kebutuhan listrik pabrik kelapa sawit kebun adolina adalah sebesar 7.140 KW pada tahun 2018, 7.157 KW pada tahun 2017 dan 7.667 KW pada tahun 2016. Jika dipersentasekan limbah cair pabrik kelapa sawit hanya mampu memenuhi 10% kebutuhan pabrik. Sehingga untuk pabrik ini belum dapat direkomendasikan sebagai sumber energi pabrik kelapa sawit.

**Kata Kunci :** Teknologi, Biogas, Limbah Cair

## I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar sangat penting untuk mengurangi limbah yang di sebabkan oleh industri manufaktur dan dapat menghemat penggunaan bahan bakar seperti solar dan listrik. Pemanfaatan limbah yang baik akan menghasilkan lingkungan yang baik.

Perusahaan sering dihadapkan oleh masalah sosial, seperti pembuangan limbah cair maupun padat kesungai yang dimana limbah tersebut sangat berbahaya bagi ekosistem perairan. Sementara dengan pengolahan limbah yang baik dapat menghasilkan energi seperti biogas yang di olah menggunakan limbah cair dengan cara mengaktifkan bakteri-bakteri yang ada pada kolam-kolam penampungan limbah.

Seiring dengan bertambahnya laju pertumbuhan tanaman kelapa sawit maka industri pengolahan sawit juga mengalami peningkatan. Selain menghasilkan minyak kelapa sawit yang tinggi maka juga menghasilkan limbah yang terdiri atas limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik kelapa sawit berasal dari proses pengolahan tandan kosong kelapa sawit (TKKS), yang menghasilkan cangkang atau tempurung, serabut atau serat lumpur dan bungkil. Sedangkan limbah cair dari pabrik kelapa sawit berasal dari unit proses perebusan (*Sterilizer*) klarifikasi dan buangan hidrosiklon.

Pada umumnya limbah cair ini berpotensi mencemari air dan tanah. Namun limbah ini masih banyak mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dan tanah. Sehingga limbah ini dapat menjadi alternatif sebagai pupuk lahan perkebunan kelapa sawit. Sedangkan limbah padat seperti

cangkang dan serabut dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler.

## II. PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan study literatur, pengumpulan dan pengolahan data, perhitungan total produksi POME dari PKS PTPN IV Kebun Adolina serta perhitungan total produksi biogas CH<sub>4</sub> (metana) yang dihasilkan untuk dapat digunakan sebagai sumber energi.

Pproses pengelolaan instalasi pengolahan air limbah untuk mengetahui kadar COD sehingga estimasi jumlah produksi biogas dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut, lihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Menghitung Potensi Biogas dari POME**

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

Sumber : Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas, Sri Rahayu, Ade. dkk (2015)

**Tabel 2. Asumsi Dalam Menghitung Potensi Daya**

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan	Keterangan
Rasio Konversi CH4 terhadap COD	CH4/COD	0,35	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg COD removed	Volume metana yang dihasilkan per kg COD yang dihilangkan dari air limbah secara teoritis
Efisiensi COD removal	COD <sub>eff</sub>	80-95	%	Persentase COD yang akan diubah menjadi metana
Nilai energi metana	CH <sub>4,ev</sub>	35,7	MJ/m <sup>3</sup>	Kandungan energi metana
Rata-rata efisiensi kelistrikan	Gen <sub>eff</sub>	38-42	%	Efisiensi <i>gas engine</i> dalam mengkonversi nilai energi metana menjadi energi listrik

Sumber : *Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas, Sri Rahayu, Ade. Dkk (2015)*

Berdasarkan asumsi-asumsi yang tercantum pada Tabel 1 dan Tabel 2 maka dapat dilakukan perhitungan potensi daya dengan tahapan sebagai berikut :

1. Bahan baku harian (ton TBS/hari)
 
$$\frac{\text{TBS Olah Tahunan}}{\text{Hari operasi dalam setahun}}$$
  2. Aliran limbah cair harian (m<sup>3</sup>/hari) = *volume limbah cair harian x rasio POME terhadap TBS*
  3. COD loading (kg COD/hari) = *COD x aliran limbah cair harian*  $\times \frac{\text{kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{\text{m}^3}$
  4. Produksi CH<sub>4</sub> (Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/hari) = *COD loading x COD<sub>eff</sub> x CH<sub>4</sub>/COD*
- $$\text{Kapabilitas pembangkitan (MWe)} = \frac{\text{produksi CH}_4 \times \text{CH}_{4, \text{ev}} \times \text{Gen}_{\text{eff}}}{24 \times 60 \times 60}$$

### III. TEKNOLOGI PENGOLAHAN POME

Teknologi pengolahan POME umumnya dengan menggunakan teknologi kolam terbuka yang terdiri dari kolam anaerobik, fakultatif dan aerobik dengan total waktu retensi sekitar 90 – 120 hari. Teknologi kolam terbuka ini memerlukan lahan yang luas sekitar 5 – 7 hektar. Biaya pemelihara yang cukup besar dan menghasilkan emisi gas metana ke udara bebas.

Saat ini pengelolaan POME dengan hanya menggunakan kolam terbuka mulai dianggap kurang efisien dan kurang ramah lingkungan. Pengelolaan PKS sudah mulai merubah dengan memodifikasi kolam yang ada dengan teknologi pengelolaan yang lainnya. Ada beberapa teknologi pengolahan POME yang baru saat ini, diantaranya teknologi yang baru saat ini, diantara teknologi yang baru itu adalah membran dan terakhir terdengar dengan elektrokoagulasi. Munculnya atau adanya perkembangan teknologi pengelolaan

POME ini disebabkan oleh beberapa maksud dan tujuan tertentu. Beberapa tujuan itu adalah :

1. Teknologi menghindari gas rumah kaca khususnya gas metana yang lepas ke atmosfer
2. Mendapat nilai tambah secara ekonomi (*economic benefit*). Teknologi ini dilakukan dengan cara mendapatkan produk baru yang dapat dijual dengan memanfaatkan POME
3. Memudahkan operasional pengelolaan, terutama kepada para pekerja di PKS
4. Faktor teknologi proses diPKS. Faktor ini adalah terkait dengan adanya modifikasi teknologi proses pada pengolahan TBS diPKS, atau adanya teknologi proses itu terutama terkait dengan penggunaan alat proses yang baru. Contoh dalam faktor ini adalah perubahan teknologi sterilisasi, klarifikasi dan sebagainya. Perubahan alat proses membawa dampak pada perubahan kualitas, kuantitas dan jenis limbah yang dihasilkan diPKS.

Saat ini terdapat beberapa teknologi pengelolaan POME selain sistem kolam terbuka. Adapun teknologi itu adalah sebagai berikut :

1. Pengelolaan aerob dengan menggunakan kolam aerobik (*aerobic pond*). Teknolgi ini digunakan untuk menghindari terbentuknya gas metan. Teknologi ini jarang digunakan karena memerlukan tenaga yang besar untuk menggerakkan aerator.
2. Teknologi pengeringan (*drying process*), teknologi ini tidak sesuai karena memerlukan biaya dan energi yang besar untuk menguapkan air dalam POME
3. Aplikasi tanah (*land application*), sistem ini tidak disarankan karena memerlukan biaya yang cukup besar. Selain itu teknologi ini masih memerlukan kolam tanpa udara dan masih menghasilkan gas metan
4. Penggunaan tandan kosong kelapa sawit menjadi kompos, POME digunakan sebagai bahan penyiram pada proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit. Teknologi ini bagus untuk dilaksanakan, teknologi ini memerlukan sedikit investasi yang tinggi tetapi mendapat keuntungan dengan hasil penjualan kompos. Penggunaan POME untuk menghasilkan energi. Teknologi untuk menghasilkan energi adalah dengan cara menangkap gas metana, teknologi penangkapan gas metana ada yang membangun tangki (*biogas reactor*) dengan menutup permukaan kolam limbah menggunakan penutup berbahan parasut (*covered lagoon*).

Selain menghasilkan gas metana sebagai energi, saat ini POME juga dapat menghasilkan gas hidrogen sebagai energi. POME menghasilkan gas hidrogen dengan menggunakan teknologi elektrokoagulasi.

Karakteristik limbah kelapa sawit memiliki komposisi-komposisi kimia yang mengandung unsur hara yang dapat dimanfaatkan untuk pupuk dan bahkan digunakan untuk ramuan makanan ternak.

**Tabel 3. Komposisi kimia limbah pabrik kelapa sawit**

Komponen	Berat kering %
Ekstraksi dengan Ether	31.6
Protein (N x 6,25)	8.2
Serat	11.9
Ekstraksi tanpa N	34.2
Abu	14.1
P	0.24
K	0.99
Ca	0.97
Mg	0.30
Na	0.08
Energi (Kcal/100gr)	454

Limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung bahan organik yang sangat tinggi yaitu BOD 25.500 mg/l, dan COD 48.000 mg/l sehingga kadar bahan pencemaran akan semakin tinggi. Oleh sebab itu untuk menurunkan kandungan kadar bahan pencemaran diperlukan degradasi bahan organik. Secara umum dampak yang ditimbulkan oleh limbah cair industri kelapa sawit adalah tercemarnya badan air penerima yang umumnya sungai karena hampir setiap industri pabrik kelapa sawit berlokasi didekat sungai. Limbah cair industri kelapa sawit bila dibiarkan tanpa diolah lebih lanjut akan terbentuk ammonia, hal ini disebabkan bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tersebut terurai dan membentuk ammonia ini akan mempengaruhi kehidupan biota air dan dapat menimbulkan bau busuk.

Limbah buangan pabrik kelapa sawit terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Limbah cair buangan pabrik kelapa sawit merupakan limbah yang mengandung padatan terlarut dan emulsi minyak didalam air dan senyawa organik.

Sistem ini hanya menggunakan kolam limbah cair untuk proses pengolahannya atau kolam deoling pond, selanjutnya hasil akhir dimanfaatkan ke areal tanaman yang dapat dijadikan sebagai penumpukan kedalam lahan-lahan limbah cair buangan pabrik kelapa sawit dapat dikelompokkan :

#### 1. *Low Poluttend Effluent*

*Low poluttend effluent* adalah limbah cair yang tidak berdampak pada lingkungan sehingga tidak memerlukan perlakuan khusus dalam pengolahannya. Dalam konteks pabrik kelapa sawit tersebut, hanya memiliki suhu diatas rata-rata (40-80°C), sedangkan parameter lain memenuhi persyaratan, sehingga limbah cair ini hanya membutuhkan proses pendinginan secara alami saja, sebelum dibuang ke lingkungan.

#### 2. *High Poluttend Effluent*

*High poluttend effluent* adalah limbah cair yang sangat berdampak terhadap lingkungan, sehingga memerlukan perlakuan khusus sebelum dibuang ke lingkungan. Limbah ini mempunyai karakteristik BOD, COD, TSS, pH dan parameter lain yang tidak memenuhi persyaratan.

#### 3. *High poluttend effluent*

bersumber dari proses perebusan (kondensat rebusan), proses klarifikasi (berupa air bercampur lumpur dan minyak), *hidrosiklon* (air pemisah kernel dan cangkang). Salah satu teknik pengendalian dan pengoperasian limbah cair buangan pabrik kelapa sawit adalah dengan melakukan bio degradasi terhadap komponen organik menjadi senyawa organik sederhana dalam kondisi anaerob sehingga baku mutu limbah cair dapat disesuaikan dengan daya dukung lingkungan (Redaksi, 2012).

### 3.1 Proses Limbah Cair Menjadi POME

1. Kolam pendingin, kolam pendingin hanya ditempatkan ditempat yang terbuka agar uap panas yang ada pada limbah berkurang dengan sendirinya. Untuk limbah cair pabrik kelapa sawit harus memiliki temperatur 75-90°C.
2. Kolam pengasaman, pada kolam ini akan terjadi penurunan pH dan pembentukan karbondioksida. Proses pengasaman ini dibiarkan selama 30 hari.
3. Kolam pembiakan bakteri, pada fase ini terjadi pembiakan bakteri, bakteri tersebut berfungsi untuk pembentukan methane, karbondioksida dan kenaikan pH. Proses pembiakan bakteri hingga limbah tersebut dapat diaplikasikan dengan waktu 30-40 hari.

### 3.2 Data Pengolahan TBS

Data produksi TBS yang diambil sebagai acuan ialah data produksi dalam kurun waktu satu tahun yang lalu dan dimulai sejak maret 2016 – Februari 2019. Berikut ini adalah data produksi TBS dan limbah cair yang dihasilkan oleh PKS PTPN IV Kebun Adolina, dalam pengolahan TBS per tahun dapat dihitung juga jumlah limbah cair per tahun. Limbah cair dapat dihitung dengan mengetahui jumlah TBS yang diolah per bulan/per tahun dengan cara dikali 60% dari TBS olah. Karena setiap ton TBS menghasilkan 60% limbah cair. Lihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. POME yang Dihasilkan Per Tahun**

Tahun	TBS Masuk (ton)	TBS Olah (ton)	LCKS (60%)	Listrik (Kw)	POME (m <sup>3</sup> ) 0,7 POME x TBS Olah
2016-2017	164.626	164.259	88.504	2.798.557	114.981
2017-2018	153.843	158.796	95.278	2.605.029	111.157
2018-2019	152.962	152.963	90.578	2.596.988	107.074
<b>Jumlah</b>	<b>471.413</b>	<b>476.018</b>	<b>274.360</b>	<b>8.000.574</b>	<b>333.212</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>157.143</b>	<b>158.672</b>	<b>91.453</b>	<b>2.666.858</b>	<b>111.070</b>

### 3.3 Limbah Cair Yang Dihasilkan PTPN IV

Pabrik adolina memproduksi PKS 30ton/jam, dengan kapasitas seperti ini pabrik dapat memproduksi POME sebanyak 400m<sup>3</sup> dengan daya yang dihasilkan 1,1 Mwe.

1 ton TBS dapat menghasilkan 600-700kg limbah cair yang dapat dimanfaatkan untuk memproduksi POME dan sebagai pupuk alami bagi perkebunan sawit karena terdapat unsur hara. Untuk dapat menghitung limbah Cair Kelapa Sawit

(LCKS) PKS Kebun Adolina maka dilakukan penghitungan sebagai berikut :

Rata – rata TBS olah / hari = 600 Ton

LCKS = 60% x 600 Ton  
= 360 Ton Cairan

Perkiraan jumlah POME per tahun (1 ton TBS = 0,7 m<sup>3</sup> POME). Lihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Perkiraan Jumlah Limbah POME TBS sisa olahan PKS**

Tahun	Jumlah TBS (ton)	Kebutuhan Listrik (KW) (1 ton TBS = 17 Kw)	Volume POME (m <sup>3</sup> ) (1 ton TBS = 0,7 m <sup>3</sup> POME)
2018	152.963	2.600.371	107.074
2017	158.796	2.699.352	111.157
2016	164.259	2.792.403	114.981

### 3.4 Jumlah TBS yang Diolah

Pabrik Kelapa Sawit dirancang bekerja selama 24 jam sehari, namun karena adanya perawatan mesin PKS dan lain-lain, sangat tidak mungkin mengoperasikan PKS selama 24 jam sehari. Dari beberapa informasi yang diperoleh dimanajemen PKS, menyebutkan bahwa suatu PKS dioperasikan hanya maksimal 20 jam sehari. Cara menghitung rata-rata jam kerja PKS Kebun Adolina selama tiga tahun tertakhir atau dari tahun 2016 – 2018. Jam kerja PKS sangat berpengaruh pada hasil

produksinya semakin sedikit jam kerja PKS Kebun Adolina maka hasil minyak yang didapat akan semakin sedikit dan biaya operasional yang dikeluarkan akan semakin besar..

Tandan Buah Segar yang dihasilkan di PTPN IV Kebun Adolina pada tahun 2016 adalah 164.626.300 kg, ditahun 2017 menghasilkan 153.843.960 kg dan ditahun 2018 152.962.210 kg. Lihat pada Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8.

**Tabel 6. Jam Produksi TBS Per Hari**

Tahun	Kapasitas (ton)	Produksi/Hari (ton)	Jam Produksi/Hari (jam)
2018	30	420	17,5
2017	30	421	17,5
2016	30	451	18,7

**Tabel 7. Daya Limbah Cair Yang Dihasilkan PTPN IV Kebun Adolina**

Tahun	Bahan Baku Harian (ton)	Aliran Limbah Cair Harian (m <sup>3</sup> /hari)	COD Loading (kg/hari)	Produksi CH <sub>4</sub>	Kapasitas Pembangkit (MWe)
2018	420	294	14.112	4.446	0,73
2017	421	294,7	14.145	4.455	0,73
2016	451	315,7	15.153	4.773	0,78

**Tabel 8. Kebutuhan Energi PTPN IV Dan Hasil Energi Limbah Cair**

Tahun	Bahan Baku Harian	Kapasitas Pembangkit (MWe)	Konversi MWe ke Kw	Energi Yang Dibutuhkan per hari (Kw)	Pasokan Energi
2018	420	0,73	730	7.140	6.410
2017	421	0,73	730	7.157	6.427
2016	451	0,78	780	7.667	6.887

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan selama melakukan penelitian di PKS Kebun Adolina dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa perencanaan pemanfaatan limbah cair untuk pembangkit listrik, dapat diketahui potensi limbah cair dapat menghasilkan 0,73 Mwe atau 730 Kw.
2. Potensi limbah cair PKS PTPN IV Kebun Adolina hanya dapat memenuhi kebutuhan listrik pabrik sebesar 10%
3. Hasil limbah cair tahun 2016 mencapai 0,78 Mwe dan menurun menjadi 0,73 Mwe pada tahun 2017-2018. Disebabkan oleh jam produksi, dan pengolahan TBS yang menurun

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfian Chairil, 2016, *Analisa Kebutuhan Bahan Bakar Boiler Pabrik Kelapa Sawit PTPN IV (PERSERO) Kebun Dolok Sinumbah*. Laporan Skripsi, Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik. Universitas Islam Sumatra Utara, Medan.
- [2] Berchmans Hanny, 2006. *Pedoman Pengolahan Limbah Industri Kelapa Sawit*. Jakarta, diakses pada tanggal 17 September 2019 dari <https://www.scribd.com>.
- [3] Guntar Marolop dan Hadrah, 2017, *Estimasi Potensi Biogas Dari Palm Oil Mill Effluent (POME) Pabrik Kelapa Sawit Di Provinsi Jambi*. *Journal Civronlit Universitas Batang Hari*. Vol. 2, No 2, Oktober 2018, diakses pada tanggal 19 September 2019 dari [jt.unbari.ac](http://jt.unbari.ac).
- [4] Naibaho, Ponten M., 2016, *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Medan
- [5] Parinduri Luthfi, 2018, *Analisa Pemanfaatan POME Untuk Sumber Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Di Pabrik Kelapa Sawit*. *Journal of Electrical Teknologi* Vol. 3, No 3, Oktober 2018, diakses pada tanggal 15 September 2019 dari <https://jurnal.uisu.ac.id/>
- [6] ....., 2012, *Teknologi Pengolahan Limbah Pabrik Kelapa Sawit*. Diakses pada tanggal 17 September 2019 dari <https://sawitindonesia.com>
- [7] Republika, 2020, *PTPN II Suplai Energi Listrik Ke PLN Sumut*. Diakses pada tanggal 24 Januari 2020 dari <https://m.republika.co.id>