

## PEMANFAATAN POTENSI GAS METANA DI PABRIK KELAPA SAWIT SEI SILAU, PTPN3, SUMATERA UTARA

Irhan Febijanto<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup>Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi, Deputi Teknologi Informatika,  
Energi dan Mineral- BPPT

### **Abstract**

*Water waste in Palm Oil Mill (POM) is not effectively utilized yet. Before waste water discharge from POM, the waste water is processed by an aerobic treatment in several ponds to decrease the influence of organic matter. Methane gas generated in the anaerobic ponds is a Green Gas House giving a contribution to global warming impact. In Palm Oil Mill of Sei Silau located in North Sumatera, the potential generated methane gas in two anaerobic ponds has been investigated using measurement of Chemical Oxygen Demand (COD) of waste water in the sites. Based on the potential generated methane gas, the reduction of GHG emission is calculated, and the feasibility of the project as CDM project was evaluated.*

**Keywords** : Pabrik Kelapa Sawit, gas metana, gas rumah kaca, proyek CDM (Clean Development Mechanism),, COD (Chemical Oxygen Demand)

### 1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit di Indonesia merupakan yang terbesar di dunia. Limbah dari proses pengolahan buah kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit menghasilkan dua macam limbah, limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa cangkang dan serabut kelapa sawit telah dimanfaatkan sebagai bahan bakar di pabrik kelapa sawit semenjak pabrik didirikan untuk menghasilkan listrik dan uap air yang digunakan untuk proses di pabrik. Limbah cair sampai saat ini tidak dimanfaatkan untuk kebutuhan lain selain untuk *land application* di perkebunan.

Air limbah hasil pengolahan di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) pada umumnya diolah melalui cara *pond treatment*, yang menyediakan beberapa pond, dimana limbah mengalami degradasi dalam kurun

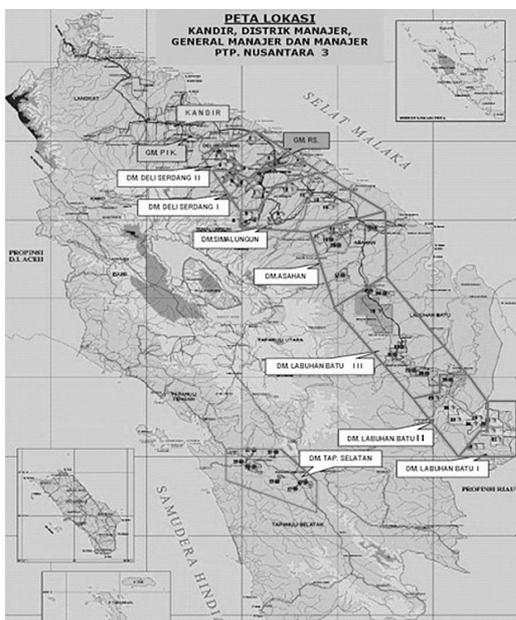
waktu tertentu di tiap-tiap pond. Umumnya *pond* terdiri dari *cooling pond*, *anaerobik pond*, *aerobik pond* dan *facultative pond*.

Pada kolam anaerobik, degradasi komponen organik pada air limbah diikuti dengan produksi gas metana. Timbulnya gas metana ini terjadi karena kondisi lingkungan pada kolam mendukung bakteri penghasil gas metana bekerja secara optimum.

Pada studi ini, dilakukan kajian pemanfaatan gas metana yang timbul dari kolam anaerobik di PKS milik PT Perkebunan Nusantara (PTPN) 3. Studi ini dilaksanakan untuk menjawab krisis energi dengan memanfaatkan limbah dan penanggulangan efek pemanasan global yang disebabkan oleh Gas Rumah Kaca (GRK) seperti gas metana.

### 1.1. PT Perkebunan Nusantara 3

PT Perkebunan Nusantara 3 merupakan salah satu dari 14 Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Perkebunan yang bergerak dalam bidang usaha perkebunan, pengolahan dan pemasaran hasil perkebunan. Kegiatan usaha Perseroan mencakup usaha budidaya dan pengolahan tanaman kelapa sawit dan karet. Produk utama Perseroan adalah Minyak Sawit (CPO) dan Inti Sawit (Kernel) dan produk hilir karet



Gambar 1 Lokasi PKS

PTPN 3 berasal dari perkebunan milik Belanda yang pada 1958 diambil alih oleh Pemerintah Republik Indonesia. Pada tahun 1974 bentuk perusahaan berubah status menjadi PT Perkebunan (Persero). Pada tahun 1994, untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas dilakukan penggabungan antara 3 (tiga) BUMN Perkebunan yang terdiri dari PT Perkebunan III (Persero), PT Perkebunan IV (Persero), PT Perkebunan V (Persero) disatukan pengelolaannya ke dalam manajemen PT Perkebunan Nusantara III (Persero). Selanjutnya pada

tahun 1996 ketiga perseroan tersebut digabung dan diberi nama PT Perkebunan Nusantara III (Persero) dengan kantor pusat di Medan, Sumatera Utara.

PTPN 3 ini memiliki 10 pabrik kelapa sawit (PKS) yang berlokasi memanjang ke arah selatan dari Medan ke arah propinsi Riau, seperti ditunjukkan di gambar 1. Nama ke 10 PKS tersebut ditunjukkan di tabel di bawah, dimana dari 10 tersebut 6 PKS berkapasitas 60 ton/jam, sisanya berkapasitas 30 ton/jam.

Tabel 1 Pabrik Kelapa Sawit PTPN 3

No	Nama PKS	Lokasi	t /jam
1	Rambutan	Sei Rampah, Deli Serdang	30
2	Aek Torop	Kota Pinang, Labuhan Batu	60
3	Aek Nabara	Bilah Hilir, Labuhan Batu	60
4	Sisumut	Kota Pinang, Labuhan Batu	30
5	Aek Raso	Kota Pinang, Labuhan Batu	30
6	Sei Daun	Kota Pinang, Labuhan Batu	60
7	Torganda	Kota Pinang, Labuhan Batu	60
8	Sei Silau	Buntu Pane, Asahan	60
9	Sei Meranti	Labuhan Batu	60
10	Sei Bruhur	Labuhan Batu	30

### 1.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Gambar 1 menunjukkan lokasi keseluruhan pabrik kelapa sawit dan perkebunan milik PTPN 3. Area lokasi terletak bagian Timur propinsi Sumatera Utara, memanjang dari bagian utara kota Medan, memanjang ke arah Selatan sampai perbatasan propinsi Sumatera Utara dan Riau. (kota Medan) sebelah timur propinsi Sumatera Utara ke arah selatan sampai propinsi Riau.

Dari 10 PKS milik PTPN 3, dalam studi ini dipilih PKS berkapasitas 60 t/jam dengan operasional konstan. Diantara PKS tersebut

PKS Sei Silau memiliki jumlah pengolahan TBS terbesar diantara PKS lain berkapasitas 60t/jam.

### 1.3 Kondisi Kolam Limbah di PKS pada umumnya

Gambar 2 menunjukkan kondisi umum kolam limbah di PKS Sei Silau. Nampak di gambar sebelah kanan adalah kondisi kolam pada pagi hari, dimana minyak kotor (miko) pada kolam anaerobik menggumpal, di sebelah kanan adalah kondisi limbah pada siang hari.

Kolam limbah ini mempunyai luas rata-rata 50m<sup>2</sup> lebih dan kedalaman lebih dari 2 m. Pendangkalan kolam terjadi dengan cepat, karena padatan dialirkan ke kolam bersamaan dengan air limbah. Pembersihan lumpur/sekam tidak secara periodik dilakukan oleh PKS, hal ini mempercepat pendangkalan kolam. Pada saat dilakukan pembersihan karena kendala biaya, biasanya sekam hanya ditumpuk begitu saja di pinggir kolam.

Secara kasat mata, dari permukaan kolam pengolahan limbah nampak gelembung-gelembung yang timbul diakibatkan adanya gas metana. Gas metana ini bisa terbakar jika terkumpul dalam jumlah yang banyak di atas permukaan.

Pada PKS Sei Silau, air limbah dipakai untuk pupuk di kebun dengan mengalirkan melalui pipa air limbah ke kebun sejauh 3 km. Konsentrasi BOD dijaga agar tidak lebih rendah dari 5000 mg/l. Sebagian air dari kolam terakhir dikembalikan lagi ke kolam anaerobik 1 dan 2 secara bersamaan melalui pipa paralel. Air disirkulasikan dengan 2 unit pompa berkapasitas 30 m<sup>3</sup>/jam.

### 1.4 Limbah Cair

Limbah cair dari pabrik kelapa sawit disebut juga POME, *Palm Oil Mill Effluent*. Limbah air ini berasal dari air kondensasi proses sterilisasi sekitar 15-20%, air proses klarifikasi & sentrifugasi sekitar

40-50%, dan air dari *claybat/hydroclone* sekitar 9-11%<sup>1)</sup>.

Limbah cair yang dihasilkan dari pabrik pengolahan minyak kelapa sawit (PKS) dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan karena memiliki kandungan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang sangat tinggi. Tanpa proses degradasi limbah cair ini berpotensi mencemari lingkungan dan menimbulkan bau. Untuk itu sebelum dialirkan ke lingkungan sekitar, kadar BOD dan COD limbah cair tersebut harus diturunkan sesuai dengan baku mutu.



Gambar 2 Minyak yang mengental (seb. kiri) dan kondisi kolam limbah pada umumnya (seb kanan)

Air limbah digunakan untuk *Land Application* maka sesuai dengan aturan KEPMENLH/28/2003<sup>2)</sup>, tidak lebih dari 5.000 mg/ltr. Dengan nilai BOD ini, limbah cair dianggap masih mempunyai nutrisi yang cukup sebagai pupuk cair. Air limbah yang dibuang ke sungai, sesuai KEPMENLH/28/2003, nilai BOD harus dibawah 150 mg/ltr<sup>2)</sup>.

Penurunan suhu air limbah dilakukan dengan menggunakan *cooling pond/cooling tower*, setelah itu air limbah dialirkan ke kolam anaerobik.

Sirkulasi air dari kolam aerobik ke kolam anaerobik dilakukan dengan tujuan menurunkan suhu kolam, agar sesuai untuk suhu lingkungan bakteri pembusuk, dan untuk menambah kuantitas bakteri dari kolam anaerobik. Umumnya untuk sirkulasi air limbah digunakan 2 unit pompa dengan kapasitas 30-40 m<sup>3</sup>/jam.

Pada PKS Sei Silau, air limbah setelah melalui outlet PKS, dialirkan ke *deoilng tank*, lalu ke *cooling pond*. Pada *cooling pond* ini, dilakukan pengambilan minyak dengan drum penjilat. Minyak yang diambil dikembalikan lagi ke pabrik untuk diolah menjadi CPO (Crude Palm Oil). Setelah itu air limbah dialirkan ke kedua kolam anaerobik secara paralel, dan setelah melalui kolam aerobik, air limbah digunakan untuk *Land Application*, dengan mengalirkan dengan pipa sejauh 3 km ke perkebunan. Sirkulasi air dari kolam aerobik ke anaerobik menggunakan 2 unit pompa dengan kapasitas 30 m<sup>3</sup>/jam. Luasan area kolam adalah panjang : 67,5m, lebar : 40,0m dan kedalaman: 5,0 m.

### 1.5 Proses Pembentukan Biogas

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan dari proses degradasi zat-zat organik yang terkandung di dalam air limbah hasil proses ekstraksi tandan kosong menjadi minyak kelapa sawit.

Proses degradasi yang terjadi dalam kondisi anaerobik ini, dapat dibagi menjadi beberapa fase, yaitu hidrolisis, asetonogenesis, dan metanogenesis. Pada tahap hidrolisis terjadi dekomposisi bahan biomassa kompleks menjadi glukosa sederhana memakai enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme sebagai katalis. Hasil penting tahap pertama ini adalah bahwa biomassa menjadi dapat larut ke dalam air dan mempunyai bentuk kimia lebih sederhana yang lebih sesuai untuk tahap berikutnya. Di langkah kedua terjadi dehidrogenasi (pengambilan atom hidrogen dari bahan biomassa) yaitu perubahan glukosa jadi asam asetat, karboksilasi (pengambilan grup karboksil) asam amino, memecah asam lemak rantai panjang jadi asam rantai pendek dan menghasilkan asam asetat sebagai produk akhir. Tahap ketiga adalah pembentukan biogas dari asam asetat lewat fermentasi oleh bakteri metanogenik. Salah satu bakteri metanogenik yang banyak didapat di lumpur adalah *methanobacillus*

*omelianskii*. Metabolisme anaerobik selulosa melibatkan reaksi kompleks dan prosesnya lebih sulit daripada reaksi anaerobik bahan-bahan organik lain seperti karbohidrat, protein dan lemak<sup>3</sup>.

Fase yang penting dalam pembentukan gas metana adalah fase metanogenesis, pada fase ini bakteri *acetoclastic methanogenic* mengkonversi senyawa alkohol, asetat, hidrogen (H<sub>2</sub>) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) menjadi metana (CH<sub>4</sub>)<sup>4</sup>.

Pada umumnya biogas terdiri atas gas metana (CH<sub>4</sub>) 50% sampai 70%, gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) 30% sampai 40%. Hidrogen (H<sub>2</sub>) 5% sampai 10 % dan gas-gas lainnya dalam jumlah yang sedikit<sup>5,6</sup>.

Biogas memiliki berat kurang lebih 20% lebih ringan dibandingkan udara dan bersuhu pembakaran antara 650 sampai 750°C. Biogas tidak berbau dan berwarna, dan apabila dibakar akan menghasilkan nyala api biru cerah seperti gas LPG. Nilai kalor gas metana adalah 20 MJ/m<sup>3</sup> dengan efisiensi pembakaran 60% pada konvensional kompor biogas<sup>5</sup>.

### 1.6 Bakteri Metanogenik

Bakteri Metanogenik atau metanogen adalah bakteri yang terdapat pada bahan organik dan menghasilkan metan dan gas gas lainnya dalam proses keseluruhan hidupnya pada keadaan anaerobik. Organisme hidup ini mempunyai kecenderungan untuk menyukai kondisi tertentu dan peka pada iklim mikro dalam pencernaan. Terdapat banyak spesies dari hemanogen dan variasi sifat-sifatnya. Variasi sifat-sifat biokimia ini menyebabkan produksi biogas juga bervariasi<sup>7</sup>.

Bakteri metanogenik dibandingkan dengan bakteri-bakteri pembentuk asam lainnya berkembang lambat dan sensitif terhadap perubahan mendadak pada kondisi kondisi fisik dan kimiawi. Sebagai contoh, penurunan 2°C secara mendadak pada *slurry* mungkin secara signifikan berpengaruh pada pertumbuhannya dan laju produksi gas<sup>8</sup>.

Pembentukan gas ini dapat terjadi diantara suhu 4-60°C, dan dalam suhu konstan. Pada suhu optimum bakteri akan menghasilkan enzim lebih banyak.

Bakteri penghasil metana/bakteri metanogenik ini juga sensitif terhadap perubahan pH. Perubahan Aktivitas metanogenik ini berubah menjadi aktif pada pH antara 7 - 8<sup>9)</sup>, sedangkan pH optimum untuk jenis bakteri ini adalah 6,4-7,4<sup>10)</sup>.

Proses anaerobik pada pengolahan air limbah kelapa sawit untuk menghasilkan gas metana, terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pembentukan asam dan tahap pembentukan metana. Dimana pengaturan pH sangat penting pada proses awal. pH pada kondisi awal 7, akan memberikan peningkatan laju produksi biogas lebih baik dibandingkan dengan kondisi pH yang lain<sup>11)</sup>.

### 1.7 Pengambilan Sample Air Limbah dan Analisa COD

Pengambilan sample air limbah untuk analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*) dilakukan di inlet dan outlet kolam anaerobik. Analisa COD dilakukan untuk memprediksi jumlah gas metana yang dihasilkan dari hasil pemrosesan dekomposisi zat organik pada kolam anaerobik.

Korelasi linier dari penurunan COD dengan peningkatan gas metana yang dihasilkan di kolam anaerobik telah ditunjukkan dengan jelas oleh penelitian sebelumnya<sup>(12)</sup>.

Metoda standar penentuan kebutuhan oksigen kimiawi atau *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang digunakan saat ini adalah metoda yang menggunakan oksidator luas, Kalium bikromat, CaCr<sub>2</sub>, asam sulfat pekat dan perak sulfa sebagai katalis.

Sedangkan metodologi pegukurannya terdiri dari seperti di bawah ini<sup>(13)</sup>, yaitu :

- a. SNI 6989.2:2009 - refluks tertutup secara spektrofotometri
- b. SNI 6989.73:2009 - refluks tertutup secara titimetri

- c. SNI 06-6989.15-2004 - refluks terbuka secara titimetri
- d. SNI 06-6989.2-2004- refluks terbuka secara spektrofotometri

Pengukuran COD dari kolam limbah PKS Sei Silau dilaksanakan di laboratorium Suconfindo yang menggunakan cara SNI 06-6989.2-2004 - refluks terbuka secara spektrofotometri

### 1.8 Pemanfaatan Sebagai Sumberdaya Energi

Pemanfaatan gas metana sebagai energi pada dasarnya belum banyak diimplementasikan. Selain kendala investasi juga kendala teknologi menjadi kendala yang umum.

Gas metana yang berasal dari kolam dapat diinjeksikan kedalam biogas engine atau ke dalam boiler sebagai bahan bakar pengganti dari fiber maupun cangkang. Pemanfaatan gas metana dari kolam limbah di PKS belum banyak dilakukan di Indonesia, tetapi sudah banyak diimplementasikan di Malaysia, sebagai proyek CDM<sup>(14)</sup>.

### 1.9 Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca

Pemanfaatan gas metana di kolam limbah baik itu sebagai energi atau pun dibakar saja, dapat dimasukkan sebagai usaha untuk mengurangi efek GRK.

Pengurangan emisi terjadi ketika gas metana dibakar, dan diubah menjadi karbondioksida, CO<sub>2</sub>. Gas CO<sub>2</sub> termasuk GRK, akan tetapi mempunyai daya rusak 1/21 lebih kecil dari CH<sub>4</sub>. Sehingga konversi CH<sub>4</sub> ke CO<sub>2</sub> merupakan pengurangan dampak emisi.

Teknologi penangkapan gas metana dari kolam limbah PKS, untuk dimanfaatkan sebagai energi maupun dibakar saja, secara teoritis bukan merupakan hal baru. Hanya karena membutuhkan biaya yang besar, teknologi tersebut tidak banyak

diimplementasikan, karena membutuhkan biaya yang besar, dan dapat menjadi beban bagi perusahaan.

Dengan adanya mekanisme CDM yang memberikan insentif terhadap proyek-proyek yang mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK), aplikasi teknologi ini mulai dikembangkan.

### 1.10 Mekanisme Clean Development Mechanism (CDM)

Mekanisme Clean Development Mechanism (CDM) adalah suatu mekanisme yang merupakan komitmen dunia internasional untuk mengurangi Green House Gas (GHG), seperti gas CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, dsb. GHG ini merupakan penyebab dari pemanasan global.

Melalui mekanisme CDM, negara maju (yang tergabung dalam ANNEX I) bersama negara-negara berkembang untuk bekerja sama mengurangi emisi gas rumah kaca.

Keuntungan program CDM bagi negara berkembang antara lain adalah :

- Adanya aliran investasi asing, yang dapat membantu kelancaran finansial proyek.
- Keikutsertaan investor asing dalam proyek dapat memperkecil resiko bagi pengembang lokal.
- Adanya kemungkinan transfer teknologi, yang dapat membantu perkembangan teknologi lokal.
- Jika pendanaan melalui pinjaman bank asing, biasanya akan mendapatkan bunga yang rendah dari biasa.

Dari keuntungan-keuntungan yang ada, keuntungan mendapatkan finansial atau adanya investasi asing merupakan hal yang menarik dari program CDM bagi pengembang lokal.

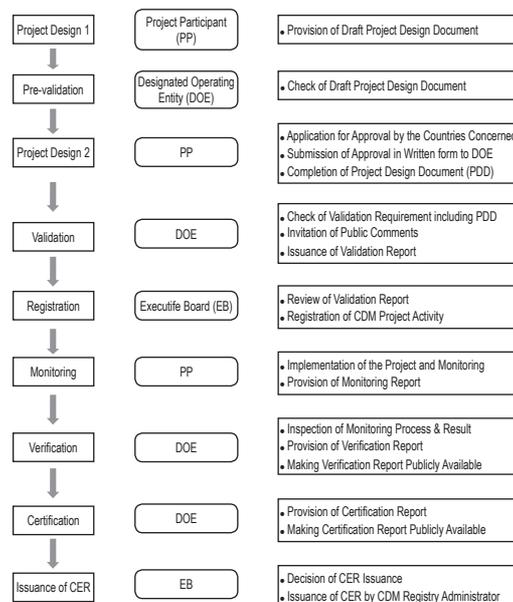
Bagi negara maju, program CDM merupakan cara pengurangan emisi gas rumah kaca yang dapat dilakukan dengan biaya murah dibandingkan dengan

pelaksanaan di negaranya sendiri.

Program CDM sendiri mempunyai prosedur yang sudah ditentukan oleh UNFCCC (*United Frameworks for Convention Climate Change*). Prosedur tersebut harus dilakukan agar suatu proyek dapat diakui secara resmi oleh UNFCCC, selaku badan yang memberikan sertifikat terhadap sebuah proyek CDM. Prosedur tersebut ditunjukkan dalam gambar 4.

Tiap langkah yang dilakukan dalam proses administrasi CDM, dapat memakan waktu lebih dari satu tahun. Intinya perlu dilakukan klarifikasi terhadap pelaksanaan proyek CDM apakah pengurangan CO<sub>2</sub> terjadi dengan pasti, dan klarifikasi methodology perhitungan bisa dipertanggungjawabkan.

Pemanfaatan mekanisme CDM, dapat mengurangi resiko ketidaklayakan secara ekonomis suatu proyek yang memakai energi terbarukan. Pemasukan dari penjualan kredit karbon dapat menjadi pemasukan tambahan selain pemasukan dari penjualan listrik. Rata rata hasil dari penjualan kredit karbon ini dapat menambah nilai IRR sebanyak 1-2% dan dapat meningkatkan gross keuntungan sebesar 10-20%



Gambar 3 Proses administrasi CDM

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Pemilihan Lokasi

Kapasitas produksi PKS Sei Silau relatif tinggi dan stabil dibandingkan PKS lain milik PTPN3, sehingga menjadi pilihan obyek studi. PKS ini terletak di Kabupaten Asahan, Sumatera Utara, berlokasi di koordinat, 2° 54' 7,50" Lintang Selatan dan 99° 30' 30,30" Bujur Timur.

### 2.2. Rasio Air Limbah

Rasio air limbah untuk tiap ton Tandan Buah Segar (TBS) yang diproses berkisar antara 0,55 – 0,65 m<sup>3</sup>/ton<sup>(15)</sup>. Dari perbandingan PKS di Malaysia (5 PKS), di Indonesia (3 PKS) dan di Thailand (1 PKS), didapatkan rata-rata perbandingan antara volume limbah cair terhadap 1 ton TBS, yaitu 54,8%<sup>(16)</sup>.

Berdasarkan pertimbangan konservatif, perbandingan air limbah per satu ton TBS pada studi ini diambil 54,8%.

### 2.3 Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air digunakan parameter COD. Dari selisih nilai COD air limbah yang sudah diproses dan telah diproses dapat dihitung jumlah gas metana yang dihasilkan dari air limbah. Pengukuran COD ini dilakukan di laboratorium Sucofindo, Medan. Pengambilan sample air untuk pengukuran COD dilakukan 10 hari berturut-turut.

Sample diambil di tiap inlet dan outlet kolam anaerobik. Sample dimasukkan ke dalam botol plastik (gambar 4) kemudian dimasukkan ke dalam *cooler box* untuk dibawa ke laboratorium.

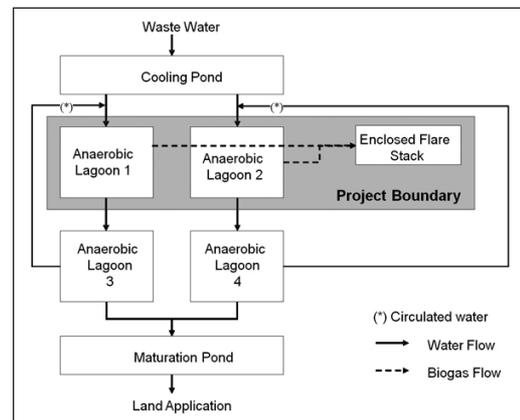
Gambar 5 menunjukkan sistem aliran air di PKS Sei Silau, dimana dari *cooling pond* air dialirkan secara paralel, dan dari kolam akhir air disirkulasikan ke kolam anaerobik 1 dan 2. Pengambilan COD dilaksanakan di inlet dan outlet masing-masing kolam

anaerobik 1 dan 2.



Gambar 4 Pengambilan Sample Air Limbah untuk Pengukuran COD.

### 2.4. Potensi Produksi Gas Metana



Gambar 5 Lay out kolam limbah PKS Sei Silau

Potensi produksi gas metana atau *Baseline emission* dari proyek penangkapan gas metana pada sistem pengolahan limbah air dapat ditunjukkan dengan persamaan

pada AMS-III.H (*Approved Methodology*) (*version 13*): "Methane recovery in waste treatment"<sup>17</sup> :

### 1) Perhitungan Gas Metana

Perhitungan potensi gas metana ditentukan melalui metodologi UNFCCC. Nilai parameter untuk COD, didapat dari hasil rata-rata nilai COD dari pengukuran selama 10 hari berturut turut.

$$BE_y (t-CO_2-e/yr) = \{BE_{power,y} + BE_{ww,treatment,y} + BE_{s,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y} + BE_{s,final,y}\} \dots \dots \dots (1)$$

dimana,

- BE<sub>y</sub>** : emisi baseline pada tahun y (t-CO<sub>2</sub>)
- BE<sub>power,y</sub>** : emisi baseline dari listrik atau kebutuhan bahan bakar pada tahun y (t-CO<sub>2</sub>)
- BE<sub>ww,treatment,y</sub>** : emisi baseline dari pengolahan limbah cair (t-CO<sub>2</sub>)
- BE<sub>s,treatment,y</sub>** : emisi baseline dari pengolahan sludge/lumpur (t-CO<sub>2</sub>)
- BE<sub>ww,discharge,y</sub>** : emisi baseline dari pembusukan karbon organik dari hasil pengolahan limbah cair yang dibuang ke sungai/ laut(t-CO<sub>2</sub>)
- BE<sub>s,final,y</sub>** : emisi baseline dari pembusukan an organik lumpur (t-CO<sub>2</sub>)

Pada proyek ini, listrik yang dipakai untuk menjalankan proses pengolahan limbah cair menggunakan bahan bakar biomasa (serabut dan cangkang) yang diambil dari limbah pembuatan CPO di pabrik, sehingga energi listrik yang dihasilkan tidak menghasilkan emisi, maka BE<sub>power,y</sub> = 0.

Pengolahan *sludge*/lumpur pada proyek ini tidak mengalami perubahan dengan adanya proyek ini, dimana lumpur diambil dari kolam an aerobik secara berkala untuk

menjaga kualitas air yang dikeluarkan ke areal perkebunan, sehingga dalam proyek ini BE<sub>s,treatment,y</sub> = 0.

Dalam proyek ini, limbah air yang keluar dari kolam *an aerobic* diolah dengan baik di kolam *aerobic*, maka BE<sub>ww,discharge,y</sub> = 0. Dan karena lumpur digunakan sebagai pupuk/*soil application* maka BE<sub>s,final,y</sub> = 0. Dengan kondisi proyek seperti itu, maka persamaan baseline dalam kegiatan proyek ini menjadi,

$$BE_y = BE_{ww,treatment,y} = \sum Q_{ww,i,y} \times COD_{removed,i,y} \times MCF_{ww,treatment,BL,i} \times B_{o,ww} \times UF_{BL} \times GWP_{CH_4} \dots \dots \dots (2)$$

dimana,

<b>Q<sub>ww,i,y</sub></b>	:	Jumlah limbah air (t/m <sup>3</sup> )
<b>COD<sub>removed,i,y</sub></b>	:	Nilai COD yang terambil/terolah.
<b>MCF<sub>ww,treatment,BL,i</sub></b>	:	Koreksi factor gas metana untuk baseline pengolahan limbah air, 0.8 (kolam an aerobik dalam)
<b>B<sub>o,ww</sub></b>	:	Kapasitas produksi gas metana pada limbah air, 0.21 kg (CH <sub>4</sub> /kgCOD)
<b>UF<sub>BL</sub></b>	:	Faktor koreksi model untuk perhitungan ketidakpastidak mode, 0.94
<b>GWP<sub>CH4</sub></b>	:	Potensi emisi gas metntana pada sistem pengolahan limbah air yang dilengkapi sostem penangkap gas bio, 21

### 2) Emisi Proyek

Emisi proyek yang dihasilkan dari kegiatan proyek ini dihitung berdasarkan metodologi pada AMS-III.H<sup>17</sup>), dengan persamaan sebagai berikut :

$$PE_y = PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} + PE_{s,final,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{biomass,y} + PE_{flaring,y} \dots\dots(3)$$

dimana,

$PE_y$	:	emisi proyek pada tahun y (t-CO <sub>2</sub> )
$PE_{power,y}$	:	emisi proyek dari listrik atau kebutuhan bahan bakar pada tahun y (t-CO <sub>2</sub> )
$PE_{ww,treatment,y}$	:	emisi gas metana dari sistem pengolahan limbah air yang diakibatkan kegiatan proyek dan tidak dipasang penangkap gas, pada tahun y (t-CO <sub>2</sub> )
$PE_{s,treatment,y}$	:	emisi gas metana dari sistem pengolahan lumpur yang diakibatkan kegiatan proyek dan tidak dipasang penangkap gas, pada tahun y (t-CO <sub>2</sub> )
$PE_{ww,discharge,y}$	:	emisi proyek dari pembusukan karbon organik dari hasil pengolahan limbah cair pada tahun y(t-CO <sub>2</sub> )
$PE_{s,final,y}$	:	emisi proyek dari pembusukan an aerobik dari hasil akhir lumpur pada tahun y (t-CO <sub>2</sub> )
$PE_{fugitive,y}$	:	emisi proyek dari biogas yang terlepas dari sistem penangkapan pada tahun y(t-CO <sub>2</sub> )
$PE_{biomass,y}$	:	emisi gas metana dari penyimpanan biomasa pada kondisi an-aerobik (t-CO <sub>2</sub> )
$PE_{flaring,y}$	:	emisi gas metana dari ketidaksempurnaan pembakaran pada tahun y (t-CO <sub>2</sub> )

$PE_{power,y}$  terdiri dari emisi proyek yang berasal dari kebutuhan listrik dan konsumsi bahan bakar fosil, seperti ditunjukkan dalam AMS.III.H versi 13. Untuk emisi GRK dari konsumsi listrik ditentukan dalam AMS.I.D versi 15, dan emisi GRK dari konsumsi bahan bakar fosil ditentukan dengan emisi factor dari bahan bakar fosil.

Pada proyek ini akan dikonsumsi listrik dan konsumsi bahan bakar fosil. Emisi GRK dari kedua konsumsi tersebut dihitung seperti di bawah ini.

$$PE_{power,y} = PE_{electricity,PJ,y} + PE_{fossilfuel,PJ,y} \dots\dots(4)$$

dimana:

$PE_{electricity,PJ,y}$	Emisi CO <sub>2</sub> dari konsumsi listrik dari aktivitas proyek pada tahun y (tCO <sub>2</sub> e/thn)
$PE_{fossilfuel,PJ,y}$	Emisi CO <sub>2</sub> dari konsumsi bahan bakar dari aktivitas proyek tahun y (tCO <sub>2</sub> e/thn)

$$EF_{electricity,CO_2} = \frac{PE_{electricity,PJ,y}}{EC_{PJ,y}} \dots\dots(5)$$

dimana:

$EC_{PJ,y}$	Jumlah konsumsi listrik pada aktivitas proyek tahun y (kWh/thn)
$EF_{electricity,CO_2}$	Emisi factor CO <sub>2</sub> pada proyek (tCO <sub>2</sub> e/kWh)

Pada proyek ini tidak terkoneksi dengan jaringan listrik PLN dan listrik yang dihasilkan berasal dari pembangkit bahan bakar biomasa dan mesin diesel. Saat pembangkit biomasa tidak beroperasi. Kedua jenis pembangkit tersebut milik PKS.

Emisi Faktor CO<sub>2</sub> berdasarkan AMS.III.H versi 13 dan AMS.I.D versi adalah sebagai berikut :

$$EF_{electricity,CO_2} = \dots\dots\dots$$

$$\frac{EG_{biomass,y} \cdot EF_{electricity,CO2,biomass} + EG_{fossil,y} \cdot EF_{electricity,CO2,fossil}}{EG_{biomass,y} + EG_{fossil,y}} \times \frac{1}{1.000} \quad (6)$$

Dimana:

$EF_{electricity,CO2}$	Emisi Faktor CO <sub>2</sub> di lokasi proyek (tCO <sub>2</sub> e/kWh)
$EG_{biomass,y}$	Jumlah listrik yang dibangkitkan oleh pembangkit biomasa pada tahun y (kWh/thn)
$EF_{electricity,CO2,biomass}$	Emisi Faktor CO <sub>2</sub> dari pembangkit biomasa pada tahun y (kgCO <sub>2</sub> e/kWh). Menurut AMS III. H ver 13 nilainya adalah 0.
$EG_{fossil,y}$	Jumlah listrik yang dibangkitkan oleh pembangkit bahan bakar fosil pada tahun y (kWh/thn)
$EF_{electricity,CO2,fossil}$	Emisi Faktor CO <sub>2</sub> dari pembangkit biomasa pada tahun y (kgCO <sub>2</sub> e/kWh). Berdasarkan AMS I.D ver 15, nilainya adalah 0,8 jika kapasitas > 200 kW.

Pada proyek ini EF<sub>CO<sub>2</sub></sub> sangat kecil karena listrik yang dikonsumsi sebagian besar dibangkitkan oleh pembangkit bahan bakar biomasa. Jumlah listrik pada tahun 2008 adalah sebagai berikut, 4.278.013 kWh/thn dibangkitkan oleh pembangkit bahan bakar biomasa dan 10.550 kWh/thn oleh pembangkit bahan bakar fosil (diesel). Sehingga EF dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} EF_{electricity,CO2} &= \frac{4,278,013 \cdot 0 + 10,550 \cdot 0,8}{(4,278,013 + 10,550) \cdot 1,000} \\ &= \frac{8,440}{4,288,563 \cdot 1,000} \\ &= 0,000002 (\text{tCO}_2/\text{MWh}) \end{aligned}$$

Total jumlah listrik yang dibutuhkan dalam pada proyek ini, EC<sub>PJ,y</sub>, adalah 68MWh/thn, dengan rincian sebagai berikut :

- Pompa penyalur  
1,5 kW/unit x 2 unit/kolam x 2 kolam  
= 6,0 kW
- Pompa pengaduk  
0,4 kW/unit x 2 unit/kolam x 2 kolam  
= 1,6 kW
- Cerobong untuk flaring system  
0.2kW x 1 unit/site = 0.2kW

Total konsumsi listrik adalah (6.0+1.6+0.2) kW x 24 hours x 365 days = 68,328kWh/thn. Emisi CO<sub>2</sub> dari konsumsi listrik pada proyek PE<sub>electricity,PJ,y</sub> adalah sangat kecil, yaitu ;

$$\begin{aligned} PE_{electricity,PJ,y} &= EC_{PJ,y} \times EF_{electricity,CO2} \\ &= 68,328 \times 0,0002 = 0,13 (\text{tCO}_2/\text{thn}) \end{aligned}$$

Karena jumlah emisi CO<sub>2</sub> pada konsumsi listrik di proyek ini sangat kecil dibanding total emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan oleh proyek, maka dapat diabaikan (PE<sub>power,y</sub> = 0).

PE<sub>fossilfuel,PJ,y</sub> adalah emisi GRK yang berasal dari pembakaran ELPIJI untuk mendukung pembakaran gas pada system flaring. Perhitungannya ditunjukkan pada persamaan di bawah ini.

$$PE_{fossilfuel,PJ,y} = FC_{LPG,y} \times \frac{E_{LPG,combust}}{1.000.000} \times HV_{LPG} \quad (7)$$

dimana

$PE_{fossilfuel,PJ,y}$	Emisi CO <sub>2</sub> emission dari konsumsi bahan bakar fosil pada tahun y (tCO <sub>2</sub> e/thn)
$FC_{LPG,y}$	Konsumsi ELPIJI pada tahun y (tLPG/thn)
$EF_{LPG,combust}$	Emisi factor CO <sub>2</sub> dari pembakaran gas ELPIJI (kgCO <sub>2</sub> /TJ)
$HV_{LPG}$	Nilai kalor gas ELPIJI

Proses pengolahan limbah cair secara aerobik pada aktivitas proyek ini adalah sama dengan kondisi sebelum proyek (baseline), sehingga kualitas air yang diolah/ nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) limbah air setelah melewati kolam an aerobik pada saat sebelum proyek dan sebelum proyek adalah sama, maka dalam perhitungan ini dapat dianggap  $PE_{ww,discharge,y} = 0$ .

Lumpur/sludge dari kolam an aerobik diambil secara periodik untuk menjaga kualitas proses pengolahan air dan mencegah pendangkalan kolam. Lumpur diambil dari kolam, dikeringkan dengan sinar matahari dan kemudian dibuang ke lahan perkebunan terdekat sebagai pupuk, sehingga  $PE_{s,final,y} = 0$ . Dengan tidak adanya pengolahan lumpur maka pada emisi pada kegiatan tersebut tidak ada, dan tidak ada nilai  $PE_{s,treatment,y}$ . Karena tidak ada biomasa yang disimpan dibawah kondisi an-aerobik, maka tidak ada nilai  $PE_{biomass,y}$ .

Dengan kondisi aktivitas proyek seperti di atas maka persamaan (4) menjadi,

$$PE_y = PE_{ww,treatment,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{flaring,y} \quad (8)$$

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} + PE_{fugitive,s,y} \quad (9)$$

karena pada proyek ini tidak ada sistem pengolahan sludge, maka, nilai  $PE_{fugitive,s,y}$  tidak ada, sehingga,

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} \quad (10)$$

$$PE_{fugitive,ww,y} = (1 - CFE_{ww}) \times MEP_{ww,treatment,y} \times GWP_{CH4} \quad (11)$$

dimana,

$CFE_{ww}$	:	Efisiensi pengkapan dari fasilitas penangkapan gas pada sitem pengolahan limbah, 0.9
$GWP_{CH4}$	:	Potensi emisi gas metntana pada sistem pengolahan limbah air yang dilengkapi sistem penangkap gas bio, 21

Potensi gas metana yang dihasilkan dari limbah cair dari kolam an aerobik dinyatakan dalam persamaan di bawah ini,

$$MEP_{ww,treatment,y} = Q_{ww,y} \times B_{o,ww} \times UF_{PJ} \times \sum COD_{removed,PJ,k,y} \times MCF_{ww,treatment,PJ,k} \quad (12)$$

dimana,

$Q_{ww,y}$	:	Jumlah limbah air ( $t/m^3$ )
$B_{o,ww}$	:	Kapasitas produksi gas metana pada limbah air, 0.21 kg ( $CH_4/kgCOD$ )
$UF_{PJ}$	:	Faktor koreksi model untuk perhitungan ketidakpastidak model, 1.06
$COD_{removed,PJ,k,y}$	:	Jumlah COD yang terambil/terolah.
$MCF_{ww,treatment,PJ,k}$	:	0.8 (kolam anaerobic dalam)

$$PE_{flaring,y} = \sum TM_{RG,h} \times (1-0.9) \times GWP_{CH4} / 1000 \quad (13)$$

dimana jumlah massa gas metana yang mengalir pada aliran gas bio pada fasilitas pembakaran/flaring dianggap sama dengan jumlah massa gas metana yang dihasilkan kolam an aerobik setelah dikurangi jumlah gas metana yang terlepas pada dari sistem penangkapan gas,

$$\sum TM_{RG,h} \times GWP_{CH4} / 1000 \doteq (MEP_{ww,treatment,y} \times GWP_{CH4}) - PE_{fugitive,ww,y} \quad (14)$$

$\sum TM_{RG,h}$	:	Jumlah massa gas metana pada aliran gas bio buang ( $kg/h$ )
------------------	---	--

Sehingga persamaan (13) dapat dirubah menjadi persamaan di bawah ini,

$$PE_{flaring,y} = (MEP_{ww,treatment,y} \times GWP_{CH4}) E_{fugitive,ww,y} \quad (15)$$

### 3) Kebocoran/Leakage

Pada proyek ini, instalasi sistem penangkapan dan pembakaran gas metana merupakan sistem/peralatan yang baru sehingga, kebocoran/leakage dianggap nol, LE=0.

### 4) Pengurangan Emisi (Emission Reduction)

Pengurangan emisi dari skenario proyek ini adalah sebagai berikut

$$ER_{y,ex\ ante} = BE_{y,ex\ ante} + BE_{y,electricity} - (PE_{y,ex\ ante} + LE_{y,ex\ ante}) \dots\dots\dots(16)$$

persamaan (16) dapat dirubah menjadi,

$$ER_{y,ex\ ante} = BE_{ww,treatment,y} + BE_{y,electricity} - (PE_{ww,treatment,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{flaring,y}) \dots\dots\dots(17)$$

### 2.5 Keekonomian Proyek

Diasumikan untuk proyek CDM diskenariokan bekerjasama dengan pihak pembeli, dimana biaya pengurusan administrasi ditanggung oleh pihak pembeli. Pemilik dari lahan dan limbah cair, PKS Sei Silau tidak mengeluarkan biaya untuk investasi, berkewajiban hanya menyediakan limbah dan lahan untuk proyek ini saja. Harga CER (*Credit Emission Reduction*) diasumsikan 12.13EURO/t-CO<sub>2</sub><sup>(18)</sup> atau 27,52 USD/t-CO<sub>2</sub>.

Nilai investasi untuk flaring gas system berikut covering sheet untuk dua kolam anaerobic seluas masing masing 67.5 x 40 m2, dan biaya operasional meliputi maintenance alat, gaji pegawai dan biaya verifikasi tiap tahun diasumsikan di table 2.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengukuran Air Limbah

Pada PKS Sei Silau, total jumlah TBS olah pada tahun 2008 adalah 270.235 ton,

Tabel 2 Parameter Keekonomian

INVESTASI	BIAYA
flaring system+ methane gas capture+ CDM procedure	836.000 USD
O&M	BIAYA
Flaring system	59.000 USD
Verifikasi (proyek CDM)	30.000 USD

dengan rasio air limbah per ton TBS adalah 54,8%<sup>16)</sup>, maka jumlah air limbah pada tahun itu adalah 145.927 ton. Air sirkulasi dihitung dari kapasitas pompa dalam setahun adalah 356.882 ton. Sehingga total debit air limbah yang masuk ke dalam kolam adalah 502.809 ton.

### 3.2 Hasil Pengukuran COD

Hasil pengukuran COD dan pH selama 10 hari berturut-turut, dengan lokasi pengukuran pada tanda bulat di kedua inlet pada kolam an-aerobik 1 dan 2 (gambar 8), ditunjukkan pada tabel 3 dan 4. Air limbah pada PKS Sei Silau ini dialirkan ke kolam anaerobik secara paralel.

Dari hasil pengukuran COD seperti yang ditunjukkan dalam tabel 1 dan 2, COD yang menuju ke kolam anaerobik 1 lebih tinggi dibandingkan yang menuju ke kolam anaerobik 2.

Dari nilai rata-rata data COD selama 10 hari, di kedua inlet kolam anerobik 1 dan 2 diambil rata-ratanya dengan hitungan sebagai berikut. .

$$= \frac{27.576,1 + 13.590,4}{2} + \frac{8.566,9 + 2.771,5}{2}$$

$$= 20.583,3 - 5.669,2 = 14.914,1 \text{ mg/ltr}$$

$$= 0,01491 \text{ ton/m}^3$$

Rentang reduksi COD di kolam anaerobik 1 dan 2, selama 10 hari berturut-turut berkisar antara 46,1%-85,3%, dan rata-rata reduksi COD pada kolam 1 dan 2, masing-masing adalah 68,9% dan 79,6%.

Total reduksi rata-rata untuk kedua

kolam anaerobik tersebut adalah 72,5%. Reduksi ini masih relatif rendah dibandingkan hasil pengukuran yang dilakukan Hayashi, dimana kolam anaerobik dapat mengurangi COD sebesar 97.8%<sup>16)</sup>.

Tabel 3 Data COD dan pH dari kolam 1

hari	COD inlet	pH inlet	COD outlet	pH outlet
1	30,078.7	5.20	7,963.2	6.67
2	28,788.5	5.31	8,265.6	7.29
3	30,401.3	5.78	7,096.3	6.63
4	29,111.0	5.58	7,660.8	7.27
5	29,917.4	5.69	8,426.9	7.50
6	23,887.7	5.22	10,420.8	7.96
7	25,971.8	5.33	8,697.4	7.90
8	26,282.9	4.89	7,659.4	7.14
9	20,139.8	5.23	10,847.5	7.17
10	31,181.8	5.21	8,631.4	7.18

Tabel 4 Data COD dan pH dari kolam 2

hari	COD inlet	pH inlet	COD outlet	pH outlet
1	19,595.5	5.66	2,882.9	7.07
2	13,950.7	5.61	2,741.8	7.20
3	10,765.4	5.78	2,943.4	7.81
4	17,982.7	5.91	2,802.2	7.71
5	14,878.1	5.93	2,741.8	7.83
6	7,855.7	6.72	2,785.6	7.27
7	8,497.0	6.87	2,885.8	7.44
8	18,973.4	6.22	2,954.9	7.05
9	7,309.4	6.14	2,546.6	6.94
10	16,096.3	6.32	2,430.0	6.96

Rendahnya rasio reduksi COD dari inlet dan outlet kolam anaerobik, kemungkinan terjadi dikarenakan kolam anaerobik di PKS Sei Silau relatif dangkal. Secara disain kedalaman kolam adalah 5 m, tetapi pada kenyataannya menumpuknya sludge di kolam tidak secara periodik dikeluarkan dari kolam, maka kedalaman menjadi lebih dangkal. Berdasarkan laporan staf lapangan PKS Sei Silau, kedalaman kolam tidak lebih dari 2 m. Pendangkalan ini menyebabkan

terjadinya waktu tinggal air limbah menjadi lebih pendek, sehingga mengurangi waktu dekomposisi zat organik.

Nilai COD di saluran input kolam anaerobik, nilainya relatif rendah dibandingkan dengan beberapa referensi yang ada. Pengukuran COD untuk proyek CDM di PKS Perlabian, Sumatera Utara menunjukkan angka 0.076950 ton/m<sup>3</sup><sup>19)</sup>, dan 0,055410 ton/m<sup>3</sup> dan 0,07256 ton/m<sup>3</sup> pada proyek CDM yang lain di PKS Ulu Kanchong, Malaysia<sup>20)</sup>, dan Sabah<sup>15)</sup>.

Dari suatu penelitian terkait nilai COD dari 30 PKS di Indonesia dan 40 PKS di Malaysia, ditunjukkan bahwa rata rata COD di Indonesia berkisar dari 15.300-65.100 mg/l, dengan rata rata 34.720 mg/l, sebagai perbandingan di Malaysia berkisar antara 15.500-106.360 mg/l, dengan rata-rata 53.630 mg/l. Target pengukuran COD ini hanya dikhususkan pada PKS yang menggunakan *Centrigue Waste*, dimana kondisi ini sama dengan kondisi PKS Sei Silau yang tidak memiliki sistem pemisahan antara limbah padat dan cair.<sup>1)</sup> Dari data tersebut di atas, nilai COD di PKS Indonesia, rata -rata lebih rendah 35,2% dibandingkan Malaysia

Dari hasil pengukuran di studi ini, nilai COD rata rata dari kedua anaerobik pond adalah 20.582 mg/l, dengan rasio reduksi COD rata-rata adalah 72,5%.

Rendahnya nilai COD pada pengukuran di studi ini, didukung dengan nilai pH pada inlet kolam anaerobik yang berada di bawah pH=7. pH pada inlet di kolam anaerobik 1 dan 2 rata-rata adalah 5,34 dan 6,12. Dimana dalam kondisi pH ini proses bakteri metnogenik tidak optimum. Bakteri metanogenik akan menghasilkan gas metana secara aktif pada pH antara 7 dan 8<sup>21,9,11)</sup>, sedangkan pH optimum berkisar pada 6,4-7,4<sup>10)</sup>.

Outlet dari kedua kolam anaerobik untuk kolam 1 dan 2 adalah 7,27 dan 7,33. Kondisi pH pada outlet menyatakan bahwa proses pembentukan gas metana terjadi. Tetapi dengan kondisi inlet pH yang

tidak berada dalam pH optimum bakteri metanogenesis untuk menghasilkan gas metana, maka proses yang terjadi di kolam anaerobik disimpulkan tidak dapat terjadi secara optimum.

Rendahnya nilai COD ini dapat terjadi karena adanya volume air yang masuk ke dalam air limbah secara berlebihan. Dari pengamatan di lapangan, air cucian minyak di sekitar *Screw Press* dan *Clarifier Oil Tank*, dibuang ke dalam parit yang bersatu dengan air limbah. Pencucian di sekitar kedua alat tersebut diperlukan karena adanya kebocoran minyak. Kebocoran minyak ini perlu dibersihkan untuk menjaga keamanan dan kebersihan lingkungan kerja pabrik. Kondisi kebocoran ini tidak terjadi di PKS di Malaysia, sehingga kondisi ini merupakan jawaban dari penyebab rendahnya COD di PKS di Indonesia dibandingkan di Malaysia.

### 3.3 Pemanfaatan Gas Metana

Dari hasil data 3.1 dan 3.2, potensi sumber gas metana dihitung dengan menggunakan persamaan di 2.4. Jumlah gas metana yang dihasilkan dari dua kolam anaerobik tiap tahun adalah 1.054 t-CH<sub>4</sub>/tahun atau 22.133 t-CO<sub>2</sub>/tahun.

### 3.4 Pengurangan Emisi GRK

Jika proyek ini dimasukkan ke dalam proyek CDM, dengan skenario *flaring*, atau pembakaran gas metana saja. Maka proyek ini mempunyai arti sebagai proyek yang berkontribusi terhadap pengurangan GRK, dengan cara penangkapan dan pembakaran gas metana. Aktifitas dari proyek ini kemudian jika disertifikatkan kepada badan PBB yang mengurus pengurangan GRK, sebagai sebuah proyek CDM. Maka proyek ini akan mendapatkan pendapatan dari hasil penjualan sertifikat tersebut.

Ketika proyek belum dilaksanakan kolam anaerobik 1 dan 2 mengeluarkan emisi,  $BE_y = BE_{ww,treatment,y}$ , sebesar 22.133

t-CO<sub>2</sub>/tahun.

Dan ketika proyek ini berjalan proyek akan menghasilkan emisi yang merupakan penjumlahan dari,

$$PE_y = PE_{ww,treatment,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{flaring,y}$$

atau  $26.15 + 2.804 + 2.524 = 5.354$  t-CO<sub>2</sub>/tahun.

Dengan begitu proyek ini dapat mereduksi emisi CO<sub>2</sub> sebesar 16.779 t-CO<sub>2</sub>/thn (=22.133 - 5.354).

### 3.5 Proyek CDM

Sebagai proyek CDM, emisi GRK yang didapat dapat disertifikatkan, dan jika sertifikasi proyek dapat disetujui oleh UNFCCC. Proyek baru bisa mendapatkan pendapatan dari CER setelah dilakukan verifikasi oleh pihak ke tiga 6 bulan atau 12 bulan proyek berjalan.

### 3.6 Analisa Keekonomian

Pendapatan dari proyek ini, hanya berasal dari penjualan CER (*Credit Emission reduction*), tanpa adanya pendapatan dari CER maka proyek ini tidak layak secara keekonomian, karena tidak adanya pendapatan.

Penjualan CER bergantung kepada besarnya emisi GRK yang dikurangi selama proyek berjalan dalam setahun, selama 7 tahun. Proyek ini dapat mengurangi emisi GRK sebanyak 22.133 t-CO<sub>2</sub>/tahun.

Dengan asumsi harga CER adalah 12.13EURO/t-CO<sub>2</sub>, maka pendapatan yang didapat dari CER per tahun adalah USD 461.758. Dengan memperhitungkan nilai investasi dan biaya operasional seperti ditunjukkan di tabel 4, maka nilai IRR dari proyek ini adalah 28.83%. Bunga pinjaman rata rata bank menurut Bank Indonesia pada awal tahun 2010 adalah sekitar 20%<sup>(22)</sup> maka proyek ini dapat dinilai sangat layak.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil survei ditemukan, bahwa potensi gas metana pada kolam limbah berkaitan erat dengan selisih COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang berkurang di inlet dan outlet kolam anaerobik.

Nilai COD pada PKS Sei Silau relatif rendah dibandingkan dengan nilai COD dari PKS di negara lain. Rendahnya nilai COD ini dikarenakan adanya pencampuran air buangan yang berasal dari proses pencucian dan proses lain di dalam pabrik ke dalam saluran pembuangan air limbah., yang mengakibatkan pencairan air limbah.

Sebagai proyek CDM, proyek pemanfaatan gas metana dari dua kolam anaerobik di PKS Sei Silau merupakan proyek yang layak secara keekonomian.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Manager Pabrik PKS Sei Silau, PTPN 3, Bapak Herbert yang telah membeirkan kesempatan untuk melakukan analisa dan observasi serta pengumpulan data di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. <http://www.palmoilmill-community.com.limbah/25-effluent/56-pen....>
2. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. 28 tahun 2003, tentang Pedoman Teknis Pengkajian Pemanfaatan Air Limbah dari Industri Minyak Kelapa Sawit pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit.
3. Rachmawan Budiarto, Potensi Energi Limbah Pabrik Kelapa Sawit, BSS\_325\_1\_1-6, 2007.
4. Ali Akbar, Z.L, Biological Treatment of Palm Oil Mill Effluent (POME) using an Up-Flow Anaerobic Sludge Fixed Film (UASFF) Bioreactor, thesis for degree of Doctor of Philosophy, 2003.
5. Abdullah, K., Abul Kohar Irwanto, Nirwan Siregar, Endah Agustina, Armansyah H. Tambunan, M. Yasin, Edy Hartulistiyono, Y. Aris Purwanto, 1991. Energi dan Listrik Pertanian, JICA-DGHE/IPB Project/ADAET, JTA-9a (132).
6. Yadava, L.S. and P.R. Hesse, 1981. The development and Use of Biogas Technology in Rural Area of Asia (A Status Repoert 1981). Improving Soil Fertility through Organic Recycling, FAO/ UNDP Regional Project RAS/75/004, Project Field Document No. 10.
7. Teguh Wikan W, N. Ana dan R. Elita, Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian Untuk Energi Biogas”,2007
8. Gunnerson, C.G. and D.C. Stuckey, 1986, Anaerobic Digestion: ”Principles and Practices for Biogas System. The Worl Bank Washington, D.C., U.S.A.
9. Sosnowski, P., A, Wieczorek , & S. Ledakowicz, “Anaerbobic co-digestion os sewage sludge and organic fraction of municipal solid wastes, Adv, Environ Res, 2003. 7(3), pp. 609-616.
10. Renita Manurung, Proses Anaerobik sebagai Alternatif untuk Mengolah Limbah Sawit,e-USU Repository, Univeristas Sumatera Utara, 2004.
11. Mahajoeno, Edwi, Lay, Bibiana Widiati, Sutjahjo, Suryo Hadi, dan Siswanto. 2008. *Potensi Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit untuk Produksi Biogas*. Jurnal Bioversitas Volume 9 No. 1.
12. D.P Cassidy, P.J. Hirl and E. Belia,

- Methane production from ethanol anaerobics SBRs, Water Science & Technology-WST, 58-4, 2008, pp. 789-793.
13. [http://websitesni.bsn.go.id/index.php?/sni\\_main/sni/cari\\_simple](http://websitesni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/cari_simple)
  14. <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html.2006>
  15. Project Design Document of Solids Separation of POME and co-composting project, Sabah, 2007
  16. K., Hayashi, Environmental Impact of Palm Oil Industry in Indonesia, Proceeding of International Symposium on Eco Topia Science 2007, ISETS07 (2007)
  17. "Approved small-scales methodologies", <http://cdm.unfccc.int/methodologies/approved.html>, 2010
  18. Cristian Retamal, Understanding CER price volatility, Carbon Management Consulting Group, Latin Carbon Forum, Panama, June 25 2009
  19. Project Design Document of Methane Recovery in Wastewater Treatment, Project AIN07-W-05, Sumatera Utara, Indonesia, Ver. 1, 14 November 2007.
  20. Project Design Document of Methane Recovery in Wastewater Treatment, Biogas Recovery at Ulu Kanchong Palm Oil Mill, 15 January 2009.
  21. I.A.Zakaria, H.A. Tajaradin, I.Abustan dan N. Ismail, Relationship between Methane Production and Chimica, Oxygen Demand (COD) in Anaerobic Digestion of Food Waste, International Conference on Construction and Building Technology (ICCBT)-D-(03), pp.28-36
  22. Jakarta Post, <http://www.thejakartapost.com/news/2010/03/05/central-bank-keeps-key-rate-low-push-bank-lending.html>, 19 Maret 2010