

JRL	Vol.5	No.3	Hal. 233 - 244	Jakarta, November 2009	ISSN : 0216.7735, No169/Akred-LIPI/P2MBI/07/2009
-----	-------	------	----------------	---------------------------	---

PENGURANGAN GAS RUMAH KACA DARI LIMBAH CAIR DI PABRIK KELAPA SAWIT PT PERUSAHAAN NUSANTARA, RIAU

Irhan Febijanto

Pusat Teknologi Sumberdaya Energi, BPPT,

irhan@bandung.wasantara.net.id,

Jl. M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat, phone: (021)316 9860

Abstract

Waste water utilization in palm oil mills (POMs) in Indonesia is limited only for land application and in some palm oil mills the waste water is unutilized and it is only discharged to a river. The technology of methane gas utilization produced from waste water have been developed, unfortunately economical barrier is a big problem to implement it in the POMs. Since Clean Development Mechanism (CDM) have been being introducing in Indonesia, many foreign investors who looking for Certified Emission Reduction (CER) visit and investigate potential reductions in Indonesia. Using CDM Mechanism, it will change feasibility of an activity of methane gas capture. An income from selling CER makes the economical feasibility of methane gas capture increase. The purpose of this study is to investigate the potential methane gas produced in waste water pond in all POM owned by PTPN V, located in Riau Province. Area of own plantation, amount of processed (Fresh Fruit Bunch (FFB) and distance of the location are proposed as a consideration for selecting candidate locations. The potential methane gas captured was calculated. It was known that four POMs have a potential methane gas amount produced from waste water pond, and the investment in those locations were feasible based on the NPV calculation result. Utilization of captured methane gas as a fuel for power generation is inconsiderate, because negotiation is predicted will be takes a long time.

Key words: green house gasses, palm oil mill, empty fruit bunch, fresh fruit bunch, palm mill oil effluent, clean development mechanism

1. Pendahuluan

1.1 Pabrik Kelapa Sawit di Indonesia

Indonesia merupakan negara pengekspor CPO (*Crude Palm Oil*) terbesar di dunia sekitar 17 juta ton pada tahun 2009. Dari hasil pengolahan kelapa sawit ini menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah padat ini berupa tandan kosong, blotong, cangkan dan serabut. Sedangkan limbah cair berupa limbah cair yang diolah sebelum dikeluarkan ke lingkungan (sungai).

Dari limbah limbah yang dikeluarkan oleh pabrik pabrik kelapa sawit tersebut, limbah tandan kosong dan limbah cair berpotensi

besar menghasikan emisi gas metana yang memicu terjadinya pemanasan global (*global warming*). Limbah cangkang dan serabut (*fibre*) umumnya sudah digunakan oleh pabrik kelapa sawit sebagai bahan bakar pembangkit listrik . Sedangkan tandan kosong , umumnya dibakar begitu saja di lahan pabrik. Tetapi saat ini sudah ada usaha usaha untuk memanfaatkan tandan kosong tersebut sebagai bahan baku pupuk. Pemakaian tandan kosong sebagai bahan bakar pembangkit listrik di pabrik kelapa sawit belum diimplementasikan di Indonesia, karena dibutuhkan teknologi khusus. Di negara Malaysia ada beberapa proyek CDM (*Clean Development Mechanism*) yang sudah memanfaatkan tandan kosong sebagai bahan bakar pembangkit.

Dengan adanya RSOP (*Roundtable on Sustainable Palm Oil*) dan usaha usaha yang mendukung lingkungan, pemanfaatan limbah limbah padat dan cair mulai dilakukan oleh pabrik kelapa sawit.

Makalah ini membahas potensi pengurangan emisi gas metana yang terdapat di beberapa pabrik kelapa sawit di PT Perkebunan Nusantara (PTPN) V di Riau.

Studi ini dilakukan dengan kerjasama JANUS Co, sebuah perusahaan konsultan *Clean Development Mechanism* (CDM)/Mekanisme Pembangunan Bersih yang berkedudukan di Jepang. Pelaksanaan studi berlangsung pada bulan Agustus 2009.

Dalam studi ini PTPSE-BPPT (Pusat Teknologi Sumber Daya Energi-BPP Teknologi) yang bertugas sebagai fasilitator CDM berperan dalam mempromosikan potensi pengurangan gas metana dari limbah cair di pabrik kelapa sawit. Perhitungan potensi gas metana menjadi tugas tim CDM PTSPE BPPT. Sedangkan Janus Co. mempunyai tugas untuk mencari investor yang berminat pada proyek iin berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan oleh tim CDM PTPSE BPPT.

1.2 PT Perkebunan Nusantara V

PT Perkebunan Nusantara V (Persero), merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Perkebunan yang didirikan tanggal 11 Maret 1996 sebagai hasil konsolidasi kebun pengembangan PTP II, PTP IV, dan PTP V di Provinsi Riau. Secara efektif perusahaan ini mulai beroperasi sejak tanggal 9 April 1996 dengan Kantor Pusat di Jl. Rambutan No. 43 Pekanbaru, dengan 52 unit usaha yang tersebar di berbagai Kabupaten di Provinsi Riau, yang terdiri dari 1 unit Kantor Pusat; 6 Unit Bisnis Strategis (UBS); 25 unit Kebun Inti/Plasma; 12 Pabrik Kelapa Sawit (PKS); 1 unit Pabrik PKO; 4 fasilitas Pengolahan Karet; dan 3 Rumah Sakit.

Areal perkebunan yang dikelola oleh PTPN V adalah seluas 160.745 Ha, yang terdiri dari 86.219 ha lahan sendiri/inti dan 74.526 ha lahan plasma. Kapasitas olah Tandan Buah Segar (TBS) masing masing pabrik kelapa sawit ditunjukkan di Tabel 1.

Tabel 1. Kapasitas Pabrik Kelapa Sawit

Pabrik Kelapa Sawit	Kapasitas ton TBS/jam
Tanjung Medan (TME)	30,00
Tanah Putih (TPU)	60,00
Sei Buatan (SBT)	60,00
Lubuk Dalam (LDA)	30,00
Sei Pagar (SPA)	30,00
Sei Galuh (SGH)	60,00
Sei Garo (SGO)	30,00
Terantam (TER)	60,00
Tandun (TAN)	40,00
Sei Intan (SIN)	30,00
Sei Rokan (SRO)	60,00
Sei Tapung (STA)	60,00

*Sumber :www.ptpn5.com/

Lokasi pabrik kelapa sawit dan pekebunannya semuanya tersebar di Propinsi Riau, seperti ditunjukkan di Gambar 1.

Gambar 1. Lokasi Pabrik Kelapa Sawit



1.3 Limbah Cair

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. Untuk itu sebelum dialirkan ke lahan perkebunan, BOD dan COD dari limbah cair tersebut harus diturunkan. Proses pengaliran limbah cair ke areal tanaman disebut dengan istilah land application (aplikasi lahan).

Pada dasarnya pengaliran limbah cair ke lahan bertujuan untuk mengendalikan daya cemar limbah terhadap lingkungan sekitarnya.

Perkebunan-perkebunan milik PTPN V, umumnya memanfaatkan limbah cair ini untuk aplikasi lahan sejak tahun 2003. Sesuai dengan aturan KEPMENLH/28/2003 [Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. 28 tahun 2003], nilai BOD limbah cair untuk aplikasi lahan tidak lebih dari 5000 mg/ltr. Dengan nilai BOD ini, limbah cair dianggap masih mempunyai nutrisi yang cukup sebagai pupuk cair. Karena terjadi perubahan dimana nilai BOD limbah cair harus lebih tinggi dari nilai ambang batas jika limbah cair dibuang ke sungai, maka beberapa kolam aerobik menjadi tidak dipakai. Sehingga limbah cair yang biasanya dialirkan melalui 8-9 kolam pengolahan limbah cair, menjadi hanya dialirkan ke 2-4 kolam limbah cair, untuk menjaga nilai BOD agar mendekati nilai ambang batas (5.000 mg/ltr). Pemanfaatan limbah cair di PKS, sampai sekarang ini masih terbatas pada pemanfaatan untuk aplikasi lahan. Lumpur/slide dari kolam pengolahan limbah cair biasanya dipakai untuk pupuk.

Gambar 3 menunjukkan kondisi umum limbah penampungan limbah cair. Nampak bagian permukaan limbah cair ditutupi oleh sekam. Kolam pengolahan limbah cair ini terdiri dari 8-10 kolam, dimana 2 kolam pertama merupakan kolam an-aerob, dan sisanya merupakan kolam aerob. Limbah cair yang dialirkan ke perkebunan diambil dari kolam pengolahan limbah nomor 4. Pada kolam nomor 4 ini, BOD masih relatif tinggi, yaitu sekitar di bawah 5000 mg/ltr.

Untuk mempercepat proses pembusukan zat organik dalam limbah cair, dilakukan sirkulasi air dari kolam *aerobic* no 3 atau 4 ke kolam *aerobic* no1. Sirkulasi ini mempunyai dua tujuan, yaitu untuk mendinginkan suhu kolam 1, sehingga suhu kolam sesuai untuk kehidupan bakteri pembusuk, juga untuk menambah kuantitas bakteri dari kolam *aerobic* ke kolam an aerobic, kolam 1.

Limbah cair yang masuk ke kolam 1, masih relatif panas dengan suhu sekitar 70°C, untuk itu perlu didinginkan dengan memakai *water cooling* atau dialirkan ke *cooling pond* sebelum dialirkan ke kolam 1. Gambar 2 menunjukkan salah satu bentuk *water cooling* untuk mendinginkan suhu limbah cair sebelum dimasukkan ke kolam an aerobik, selanjutnya dialirkan ke kolam an aerobik no 1 dan 2, kemudian 3 dan 4..

Limbah cair ini rata-rata didisain dengan

waktu tinggal sekitar 25-30 hari untuk setiap kolam. Jika melebihi waktu, maka volume air akan melebihi daya tampung kolam, sehingga air meluber ke kolam sebelahnya. Rata-rata disain kedalaman kolam adalah 5-6 meter. Tetapi pada kenyataannya pendangkalan terjadi lebih cepat, sehingga kedalaman rata rata hanya 2-3 m. Pendangkalan ini sebenarnya mengganggu proses an aerobik, dan proses terbentuknya gas metana.

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

Gambar 2. Limbah Cair di kolam Anaerob



Gambar 3. Limbah Cair di kolam Anaerob



1.3 Penangkapan Gas Metana di PKS sebagai Proyek CDM

Penangkapan gas metana di kolam pengolahan limbah cair ini merupakan aplikasi pemanfaatan limbah cair, yang sudah diketahui lama oleh para peneliti, tetapi aplikasi ke lahan belum banyak dilakukan di Indonesia krena kendala biaya.

Karena pelaksanaan pemanfaatan gas metana ini terkait dengan investasi, maka pemilihan lokasi yang mempunyai potensi gas metana perlu dipilih dengan teliti dan seksama, berdasarkan data –data yang terkait dengan jumlah TBS olah dan jumlah limbah cair (POME) dala kurun waktu beberapa tahun ke belakang.

Pada studi ini tiga kriteria menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan lokasi pemanfaatan limbah, yaitu :

- 1) Luasan kebun milik sendiri
- 2) Jumlah TBS olah per tahun
- 3) Kedekatan lokasi dengan kandidat lokasi PKS yang lain

Luasan kebun milik sendiri ini menjamin kepastian jumlah pasokan jumlah TBS (Tandan Buah Segar) ke PKS (Pabrik Kelapa Sawit). Jika areal kebun milik sendiri kecil, berarti produksi jumlah TBS untuk memenuhi kapasitas pabrik akan kecil, sehingga pabrik akan sangat tergantung kepada pembelian jumlah TBS dari pihak ke 3 dan suplai TBS dari plasma. Akan tetapi, dengan berkembangnya alam market bebas di penjualan TBS ini, semakin hari suplai TBS dari plasma, terkadang tidak dapat diprediksi dengan jelas. Hal ini karena para petani plasma berusaha mencari harga beli TBS dari PKS lain yang lebih tinggi. Adanya persaingan harga beli dengan PKS swasta lain, membuat suplai TBS dari plasma tidak dapat diprediksi dengan pasti. Dalam persaingan harga beli TBS ini, pihak PTPN V selaku perusahaan negara, tidak bisa segesit perusahaan swasta lain dalam menentukan harga beli, sehingga lebih sering mengalami kekurangan suplai akibat kalah bersaing di harga beli TBS. Fluktuasi suplai TBS dari plasma ini akan semakin berkurang, jika 100% suplai TBS merupakan produksi dari kebun sendiri.

Jumlah gas metana yang dihasilkan dari limbah cair mempunyai perbandingan yang linier dengan jumlah TBS olah. Sehingga untuk mendapatkan jumlah produksi gas metana yang optimal, kemampuan olah TBS yang tinggi dari PKS sangat diharapkan dalam proyek ini, dan suplai TBS yang stabil akan menjamin produksi

gas metana dari kolam limbah pengolahan sesuai dengan prediksi perhitungan yang dilakukan sebelum proyek berjalan.

Faktor kedekatan lokasi dengan PKS lain perlu dipertimbangkan untuk mempermudah diversifikasi proyek ini ke lokasi lain, selain juga menguntungkan dalam hal koordinasi pembangunan proyek, jika proyek ini dilaksanakan secara bersamaan, untuk menghemat biaya konstruksi proyek.

1.4 Clean Development Mechanism (CDM)

Clean Development Mechanism (CDM) adalah suatu program yang bersifat internasional, pengejawantahan dari Kyoto Protocol yang merupakan usaha untuk mengurangi efek dari *Green House Gas* (GHG) [IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)] *default value*, seperti gas CO₂, N₂O, CH₄, dsb. Jumlah emisi yang dikurangi berdasarkan atas emisi GHG yang dihasilkan oleh tiap negara pada tahun 1990.

Melalui program 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 :

- a. Adanya aliran investasi asing, yang dapat membantu kelancaran finansial proyek.
- b. Keikutsertaan investor asing dalam proyek dapat memperkecil resiko bagi pengembang lokal.
- c. Adanya kemungkinan transfer teknologi, yang dapat membantu perkembangan teknologi lokal.
- d. 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.

Gambar 4. Proses administrasi CDM



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 CO₂ terjadi dengan pasti, dan klarifikasi methodology perhitungan bisa dipertanggungjawabkan.

Dengan diratifikasinya *Protokol Kyoto* oleh negara Indonesia, maka negara Indonesia bisa turut serta secara sukarela untuk melakukan pengembangan proyek proyek yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca.

Pemanfaatan mekanisme CDM, dapat mengurangi resiko ketidaklayakan secara ekonomis suatu proyek yang memakai energi terbarukan. Proyek energi terbarukan merupakan suatu proyek yang dapat mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh pembangkit berbahan bakar fosil dari suatu jaringan ketenagalistrikan di suatu daerah.

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%.

1.5 Keekonomian Proyek

Keekonomian proyek penangkapan gas metana perlu dijelaskan dan menjadi bukti untuk menjelaskan *additionality* dari proyek ini sebagai proyek CDM.

Usaha penangkapan gas metana dari limbah cair di kolam pengolahan limbah cair, jelas merupakan suatu proyek yang tidak menghasilkan pendapatan bagi perusahaan, sebaliknya akan menjadi beban jika proyek ini harus dilaksanakan dengan biaya perusahaan.

Dengan memasukkan usaha penangkapan gas metana ini ke dalam mekanisme CDM, maka akan didapatkan pendapatan dari penjualan sertifikat pengurangan GRK (Gas Rumah Kaca), yang dapat digunakan untuk menutup biaya operasional usaha penangkapan gas metana ini. Dalam perhitungan keekonomian, tanpa pendapatan dari penjualan sertifikat maka karena tidak ada pendapatan, nilai NPV dari proyek ini akan menjadi negatif. Dan melalui mekanisme CDM, dengan adanya pendapatan dari penjualan sertifikat kredit karbon, jika nilai NPV berubah menjadi positif, maka menunjukkan proyek ini layak.

2. Metodologi

2.1 Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi dilakukan dengan melakukan pengumpulan data areal perkebunan, jumlah TBS olah dari kurun waktu 3 tahun terakhir, 2006, 2007 dan 2009. Data didapat dari kantor pusat PTPN V, Riau. Pengumpulan data dilaksanakan pada pertengahan September 2009.

2.2 Perhitungan Emisi Rumah Kaca

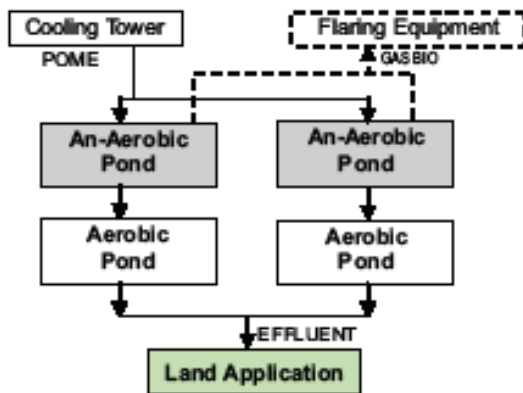
Dalam rangka implementasi pengurangan emisi rumah kaca ini, PTPN V selaku pemilik proyek, bersama PTPSE-BPPT, selaku konsultan teknis CDM dan Janus Co, selaku pembeli CER (*Credit Emission Reduction*) bekerjasama untuk melakukan inventarisasi potensi pemanfaatan limbah cair dari Pabrik Kelapa Sawit milik PTPN V.

Perhitungan Faktor emisi proyek ini mengikuti metodologi yang telah ditetapkan oleh UNFCCC, (*United Nation Framework Convention on Climate Change*) yaitu AMS-III.H (*Approved Methodology*) (version 13) : "*Methane recovery in waste treatment*" [http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php] "*Approved small-scales methodologies*"

Berdasarkan methodologi di atas, proyek ini termasuk ke dalam proyek implementasi pengambilan gas bio dan pembakaran gas bio pada kolam pembuangan limbah air, dimana gas bio diambil dari kolam anaerobik yang ada

Dari metodologi tersebut ditetapkan batasan proyek dengan ilustrasi seperti ditunjukkan dalam gambar 5.

Gambar 5 : Batasan proyek



Gambar ini menunjukkan bahwa proyek pengurangan emisi karbon terbatas kepada kegiatan-kegiatan proyek yang berkaitan di sekitar kolam an-aerobik saja. Limbah air/POME (*Palm Oil Mill Effluent*) yang berasal dari pabrik, setelah didinginkan di cooling tower dialirkan ke kolam an-aerobik 1 dan 2. Setelah itu dialirkan ke kolam aerobik, dan selanjutnya dipompakan ke areal perkebunan. Kolam an aerobik ditutupi HDPE (*High Density Polyethylene*) pada bagian dasar kolam dan bagian atas kolam, untuk mencegah kebocoran gas bio ke udara luar.

Gas bio yang dihasilkan dari kolam tersebut, terkumpul di atas permukaan kolam, lalu disedot oleh blower dan dialirkan ke fasilitas pembakaran. Pada proses ini gas metana, CH_4 , yang terkandung di dalam gas bio, dirubah menjadi gas karbondioksida, CO_2 , melalui proses pembakaran. Gas metana mempunyai daya rusak 21 kali lipat dibandingkan gas karbondioksida. Jadi melalui proses pembakaran dengan flaring equipment ini, Gas Rumah Kaca gas metana dirubah menjadi gas karbondioksida, merupakan proses utama dalam usaha penurunan efek GRK dari proyek ini.

Sludge yang dihasilkan dari kolam an-aerobik dikeluarkan dari dalam kolam secara

berkala dengan penyedotan pompa. Pengurangan volume lumpur di dalam kolam ini bertujuan untuk menjaga kedalaman kolam dan jumlah aliran limbah air.

2.2.1 Baseline Proyek

Disain kedalaman kolam rata-rata adalah 5 m, dimana untuk menjaga kedalaman sludge/lumpur diambil dari dalam kolam secara berkala. Lumpur tersebut dimanfaatkan untuk pupuk di areal perkebunan atau ditumpuk begitu saja di sekitar kolam. Karena sebelum (*base-line*) dan setelah proyek dilaksanakan (*project activity*), pengolahan lumpur ini tidak mengalami perubahan, maka dianggap tidak ada pengurangan emisi pada proses ini, maka $BEs, treatment, y=0$. Dan karena lumpur digunakan sebagai pupuk/soil application maka $BEs, final, y = 0$.

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*" [http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php "*Approved small-scales methodologies*"⁽⁴⁾]:

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 $BEpower, y = 0$.

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 $BEs, treatment, y=0$.

Dalam proyek ini, Limbah air yang keluar dari kolam an aerobik diolah dengan baik di kolam aerobik, maka $BEww, discharge, y = 0$.

Dengan kondisi proyek seperti itu, maka persamaan *baseline* dalam kegiatan proyek ini menjadi,

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

dimana,

- BE_y : emisi baseline pada tahun y (t-CO₂)
- BE_{power,y} : emisi baseline dari listrik atau kebutuhan bahan bakar pada tahun y (t-CO₂)
- BE_{ww,treatment,y} : emisi baseline dari pengolahan limbah cair (t-CO₂)
- BE_{es,treatment,y} : emisi baseline dari pengolahan sludge/lumpur (t-CO₂)
- BE_{ww,discharge,y} : emisi baseline dari pembusukan karbon organik dari hasil pengolahan limbah cair yang dibuang ke sungai/laut (t-CO₂)
- BE_{es,final,y} : emisi baseline dari pembusukan an organik lumpur (t-CO₂)

$$BE_y = BE_{ww,treatment,y} = \sum Q_{ww,i,y} \times COD_{removed,i,y} \times MCF_{ww,treatment,BL,i} \times Bo_{ww} \times UFBL \times GWPCH_4 \dots \dots \dots (2)$$

dimana,

- Q_{ww,i,y} : Jumlah limbah air (t/m³)
- COD_{removed,i,y} : Nilai COD yang terambil/terolah.
- MCF_{ww,treatment,BL,i} : Koreksi factor gas metana untuk baseline pengolahan limbah air, 0.8(7) (kolam an aerobik dalam)
- Bo_{ww} : Kapasitas produksi gas metana pada limbah air, 0.21 kg (CH₄/kgCOD)
- UFBL : Faktor koreksi model untuk perhitungan ketidakpastidak mode, 0.94
- GWPCH₄ : Potensi emisi gas metntana pada sistem pengolahan limbah air yang dilengkapi sistem penangkap gas bio, 21

2.2.2 Emisi Proyek

Emisi proyek yang dihasilkan dari kegiatan proyek ini berdasarkan AMS-III.H (*Approved Methodology*) (version 13): "*Methane recovery in waste treatment*" adalah :

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

dimana,

- PE_y : emisi proyek pada tahun y (t-CO₂)
- PE_{power,y} : emisi proyek dari listrik atau kebutuhan bahan bakar pada tahun y (t-CO₂)
- 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-CO₂)
- PE_{es,treatment,y} : emisi gas metana dari sistem pengolahan lumpur yang diakibatkan kegiatan proyek dan tidak dipasang penangkap gas, pada tahun y (t-CO₂)
- PE_{ww,discharge,y} : emisi proyek dari pembusukan karbon organik dari hasil pengolahan limbah cair pada tahun y (t-CO₂)
- PE_{es,final,y} : emisi proyek dari pembusukan an aerobik dari hasil akhir lumpur pada tahun y (t-CO₂)
- PE_{fugitive,y} : emisi proyek dari biogas yang terlepas dari sistem penangkapan pada tahun y (t-CO₂)
- PE_{biomass,y} : emisi gas metana dari penyimpanan biomasa pada kondisi an-aerobik (t-CO₂)
- PE_{flaring,y} : emisi gas metana dari ketidaksempurnaan pembakaran pada tahun y (t-CO₂)

Pada kegiatan proyek ini, sumber bahan listrik yang dipakai adalah tetap seperti sebelum proyek dilaksanakan, yaitu serabut dan cangkang (limbah biomasa) dari kelapa sawit, sehingga emisi dianggap tidak ada, $PE_{power,y} = 0$.

Proses pengolahan limbah cair secara an 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 (2) menjadi,

$$PE_y = PE_{ww,treatment,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{flaring,y} \dots\dots\dots(3)$$

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} + PE_{fugitive,s,y} \dots\dots\dots(4)$$

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

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} \dots\dots\dots(5)$$

$$PE_{fugitive,ww,y} = (1 - CFE_{ww}) \times MEP_{ww,treatment,y} \times GWPC_{H_4} \dots\dots\dots(6)$$

dimana,

CFE_{ww} : Efisiensi pengkapan dari fasilitas penangkapan gas pada sitem pengolahan limbah, 0.9⁽⁵⁾

$GWPC_{H_4}$: Potensi emisi gas metntana pada sistem pengolahan limbah air yang dilengkapi sistem penangkap gas bio, 21⁽⁵⁾

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

$$MEP_{ww,treatment,y} = Q_{ww,y} \times Bo_{,ww} \times UFPJ \times \Sigma COD_{removed,PJ,k,y} \times MCF_{ww,treatment,PJ,k} \dots\dots\dots(7)$$

dimana,

$Q_{ww,y}$: Jumlah limbah air (t/m³)

$Bo_{,ww}$: Kapasitas produksi gas metana pada limbah air, 0.21 kg (CH₄/kgCOD)⁽⁵⁾

UFPJ : 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)

$$PE_{flaring,y} = \sum TMRG_{,h} \times (1-0.9) \times GWPCH_4/1000 \dots \dots \dots (8)$$

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,

$$\sum TMRG_{,h} \times GWPCH_4/1000 \quad (MEP_{ww,treatment,y} \times GWPCH_4) - PE_{fugitive,ww,y} \dots \dots \dots (9)$$

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

Sehingga persamaan (9) dapat dirubah menjadi persamaan di bawah ini.

$$PE_{flaring,y} = (MEP_{ww,treatment,y} \times GWPCH_4) - PE_{fugitive,ww,y} \dots \dots \dots (10)$$

2.2.3 Kebocoran/Leakage

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

2.2.4 Pengurangan Emisi (Emission Reduction)

Pengurangan emisi dari skenario proyek ini adalah sebagai berikut

$$ER_{y,ex\ ante} = BE_{y,ex\ ante} - (PE_{y,ex\ ante} + LE_{y,ex\ ante}) \dots \dots \dots (11)$$

persamaan (11) dapat dirubah menjadi,

$$ER_{y,ex\ ante} = BE_{ww,treatment,y} - (PE_{ww,treatment,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{flaring,y}) \dots \dots \dots (12)$$

2.3 Faktor Pertimbangan Keekonomian

Biaya yang dikeluarkan dari proyek ini pada dasarnya berasal dari :

- i) biaya pengurusan administrasi CDM
- ii) biaya investasi
- iii) biaya operasi proyek, dengan usia proyek 10 tahun.

Pendapatan proyek ini, hanya berasal dari penjualan CER.

Pertimbangan nilai IRR (*Internal Rate Return*), tidak begitu diperhatikan, karena proyek

ini pada dasarnya lebih bersifat memperbaiki lingkungan.

Pihak PTPN V dalam skenario penawaran dari investor tidak menanggung biaya investasi. Investasi peralatan dan pengurusan prosedur CDM untuk ke empat lokasi menjadi tanggungan pihak investor. Pihak PTPN V, hanya akan menanggung biaya operasional proyek selama 10 tahun, yang berasal dari penjualan CER tiap tahun.

Simulai analisi keekonomian cukup melihat nilai NPV (*Net Present Value*), pada saat proyek dioperasikan tanpa pendapatan CER dan dengan pendapatan CER, dengan skenario harga CER yang berbeda. Nilai CER dipertimbangkan

dengan kondisi harga market CER di Eropa dan Jepang.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemilihan Lokasi

Dari pengumpulan data yang didapat dari kantor pusat selama 3 tahun berturut turut (2006, 2007 dan 2008), didapat rasio luasan areal kebun untuk tiap pabrik di PTPN V. Dari pertimbangan luasan areal perkebunan milik sendiri, dipilih 4 lokasi yaitu PKS Tanjung Medan, PKS Terantam, PKS Tandun dan PKS Sei Rokan.

Berdasarkan pertimbangan TBS olah terbesar dari kurun waktu 3 tahun berturut turut, dipilih PKS Sei Buatan, PKS Lubuk Dalam, PKS Terantam dan PKS Sei Tapung.

Dari kedua pilihan tersebut, dilakukan lagi pertimbangan terkait dengan rencana replanting tiap PKS, kedekatan kandidat lokasi dan faktor faktor lain terkait dengan manajemen PTPN V, maka berdasarkan kesepakatan dengan pihak PTPTN V, kandidat lokasi menjadi, PKS Sei Tapung, PKS Sei Rokan, PKS Terantam dan PKS Sei Tandun. Kondisi TBS olah dan areal perkebunan milik sendiri dari ke empat perkebunan ini, ditunjukkan di tabel 2.

3.2 Emisi Gas Rumah Kaca

Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dalam proyek ini adalah GRK yang dihasilkan dari proses pembusukan material organik di limbah cair, yaitu gas metana, CH₄.

Perhitungan emisi memakai persamaan-persamaan yang dijelaskan pada bab 2.2. Sesuai dengan Methodologi III H, nomer 17, data yang dipakai adalah data satu tahun terakhir, sebelum proyek dimulai, yaitu tahun 2008.

Perhitungan emisi *baseline*, BE_y, dihitung dengan persamaan (2), emisi proyek, PE_y, dihitung dengan persamaan (3). Pengurangan emisi, ER_y, dari proyek ini dihitung dengan memakai persamaan (11), yang merupakan selisih dari hasil perhitungan emisi baseline, saat aktivitas proyek belum dilaksanakan (persamaan (2) dan emisi proyek, saat aktivitas proyek dilaksanakan (persamaan (3))).

Pengurangan emisi yang didapat dalam satu tahun dari empat lokasi pengolahan air limbah, adalah 31.390 (t-CO₂). Dalam kurun waktu 14 tahun akan didapat pengurangan emisi sebesar 31.390 (t-CO₂).

Pemanfaatan gas metana sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik pada proyek ini

Tabel 2. Produksi TBS olah PTPN V dan rasio kepemilikan kebun di tiap PKS

No.	Palm Oil Mill	FFB processed (ton)			FFB from own plantation/total FFB production		
		2006	2007	2008	2006	2007	2008
1	T a n j u n g Medan	116,511	131,410	154,317	82.3%	67.5%	61.9%
2	Tanah Putih	43,225	97,674	182,519	76.0%	47.4%	25.5%
3	Sei Buatan	154,088	171,375	242,113	38.0%	32.0%	25.9%
4	L u b u k Dalam	174,413	193,783	220,450	39.3%	37.4%	34.7%
5	Sei Pagar	107,175	117,279	164,065	56.6%	53.6%	36.6%
6	Sei Galuh	112,494	127,528	154,221	40.7%	36.7%	33.6%
7	Sei Garo	108,296	128,626	155,294	66.3%	54.9%	47.5%
8	Terantam	245,633	203,844	230,098	100.0%	99.2%	90.0%
9	Tandun	116,437	116,017	133,065	93.8%	87.5%	84.6%
10	Sei Tapung	167,986	183,896	209,946	53.1%	54.3%	34.7%
11	Sei Rokan	138,007	136,123	157,854	95.8%	79.1%	85.2%
12	Sei Intan	102,060	106,221	135,405	54.5%	36.8%	22.8%

Hasil dari perhitungan ditunjukkan di tabel 3.

Tabel 3. Pengurangan Emisi di PKS terpilih pada tahun 2008

No.	Palm Oil Mill	Waste Water Production Qww,i,y (ton)	Emisi Baseline BE (t-CO ₂ /year) ER (t-CO ₂ /year)	Emisi Proyek PE (t-CO ₂ /year)	Pengurangan Emisi
1	Terantam	138.059	12.362	2.649	9.713
2	Tandun	79.839	7.149	2.040	5.109
3	Sei Tapung	125.968	9.806	2.101	7.705
4	Sei Rokan	94.712	11.279	2.417	8.863
TOTAL			40.596	9.206	31.390

tidak dilaksanakan karena kebutuhan listrik di keempat PKS telah terpenuhi oleh daya listrik yang dihasilkan oleh *existing turbine-generator* yang berbahan bakar biomasa (cangkan dan serabut). Penjualan listrik ke PLN dipertimbangkan tidak dilakukan karena berdasarkan pengalaman negosiasi antara PLN dan investor akan memakan waktu lama yang dapat menghambat pelaksanaan proyek itu sendiri.

3.4 Analisa Keekonomian

Nilai investasi untuk pemasangan instalasi penangkapan gas metana dan penutupan HSDPE di dua kolam untuk masing masing lokasi dibutuhkan total biaya US\$ 2.518.996. Dengan asumsi harga jual kredit karbon 15US\$ t-CO₂/tahun, maka nilai NPV (Net Present Value) dari proyek CDM ini, yang meliputi empat lokasi PKS, yaitu PKS Sei Tapung, PKS Sei Rokan, PKS Terantam dan PKS Sei Tandun adalah seperti ditunjukkan di tabel 4.

Tabel 4. NPV Proyek

Skenario	NPV	IRR
Tanpa CER	-US\$29.334	-
Dengan CER	US\$1.509	7.18%

Jika proyek ini merupakan proyek ini mengambil pendanaan dari bank atau pinjaman dari institusi keuangan, maka nilai IRR 7,18% adalah tidak menarik, karena bunga dari peminjaman umumnya lebih dari 10%. Tetapi karena investasi merupakan tanggungan investor, nilai IRR kecil tersebut masih layak, dengan melihat nilai NPV positif.

Pengambilan gas metana dari kolam pengolahan limbah cari di PKS masih sangat sedikit diaplikasikan di Indonesia. Kendala utama adalah faktor keekonomian, karena usaha ini tidak menghasilkan pendapatan secara langsung. Dengan adanya mekanisme CDM, usaha ini dapat menjadi layak secara ekonomi.

Saat ini proses pelaksanaan proyek penangkapan gas metana di kolampengolahan limbah di PPTN V masih dalam proses negoisasi antara investor dari Jepang, JANUS Co., dan PTPN V, untuk mendapatkan bentuk skema bisnis yang sesuai dikendaki oleh kedua belah pihak.

4. Kesimpulan

Pemanfaatan gas metana di kolam pengolahan air limbah di PKS PTPN V ini merupakan salah satu upaya untuk mengurangi efek gas rumah kaca (GRK) dan merupakan salah satu usaha diversifikasi bisnis industri hilir dari PKS. Mekanisme CDM, membuat pemanfaatan limbah yang tidak ekonomis menjadi usaha yang ekonomis yang berwawasan lingkungan.

Daftar Pustaka

1. Anonim, :www.ptpn5.com/
2. Anonim, 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. <http://www.ptpn5.com/>
3. Anonim, http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php "*Approved small-scales methodologies*",
4. Anonim, IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) default value
5. Anonim, <http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved.html>