

SMALL RENEWABLE ENERGY BIOGAS LIMBAH CAIR (POME) PABRIK KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN TIPE COVERED LAGOON SOLUSI ALTERNATIF DEFISIT LISTRIK PROVINSI RIAU

Safrizal

Department of Electrical Engineering
University of Islam Nahdlatul Ulama (UNISNU)
Jln Taman Siswa (Pekeng) Tahunan Jepara 59427
Safrizal27@gmail.com

ABSTRACT

Electrical Company Regional Riau and Riau Islands (WRKR) experience, the power deficit of about 134.4 MW of electricity needs in Riau at the time amounted to 450.7 MW peak load capability while only 316.3 MW power plant, so that had to be done rolling blackouts, in the city of Riau and surrounding. Completion of the power crisis can be done with the use of alternative energy (renewable energy) of renewable energy that can be used to generate electrical energy include biogas. The processing of fresh fruit bunches (FFB = fresh fruit Bunches) into crude palm oil (CPO) and the entire palm oil mill production activities (MCC) produce biomass, both solid and liquid waste, (Palm Oil Mill Effluent / POME). Agroindustri palm plantations are spread almost all districts / cities in Riau, Riau region has 147 units of Palm Oil Mill (MCC) with a total production capacity of 6584 tons / hour, the potential for liquid waste 710,103,744 m³ / year, which is capable of electrical energy in the raised 434.54 MW , with the production of electrical energy 2,476,849,990 kWh / year, electricity sales potential Rp 2,414,928,740,015.87 / yr. Deficit of 134.4 MW of electricity, while the electric energy potential of POME 434.54 MW, still a surplus of 300.14 MW, and when in totalizing the capacity of 316.3 MW power capacity + 434.54 MW = 750.84 MW, more than enough electricity for the needs of Riau province until 2016 only 701 MW. Development of Biomass Power Plant effluent (POME) in addition to meeting the needs of the local and surrounding electrical energy while addressing environmental pollution due to the waste liquid and solid waste in the area around the plant oil palm. Wastewater treatment capable of preventing the emission of CH₄ gas directly into the atmosphere. The use of synchronous generators with prime mover PLTBS as Voltage Regulator Bus in Distributed Generation System in Smart Grid is able to improve the voltage drop, power factor controller, reducing loss power, increasing the ratio of electrical and power quality improvement with existing distribution network utilization.

Keywords-component; POME, Renewable energy alternatif, Small Renewable energy.

ABSTRAK

PT PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau (WRKR) mengalami defisit listrik sekitar 134,4 MW. Kebutuhan listrik di Riau pada waktu beban puncak sebesar 450,7 MW. Kemampuan pembangkit listrik hanya 316,3 MW, sehingga terpaksa dilakukan pemadaman bergilir di Kota Riau dan sekitarnya. Penyelesaian krisis listrik dapat dilakukan dengan pemanfaatan energi alternatif (renewable energy). Eenergi baru terbarukan yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik diantaranya adalah Biogas. Proses pengolahan tandan buah segar (TBS = fresh fruit bunches) menjadi crude palm oil (CPO) dan seluruh aktivitas produksi pabrik kelapa sawit (PKS) menghasilkan biomassa, baik limbah padat maupun cair, (Palm Oil Mill Effluent / POME). Agroindustri perkebunan sawit yang tersebar di wilayah Riau memiliki 147 unit Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dengan total kapasitas produksi 6.584 Ton/jam, potensi limbah cair 710,103,744 m³/tahun. Energi listrik yang mampu di bangkitkan 434.54 MW, dengan produksi energi listrik 2,476,849,990 kWh/tahun, potensi penjualan listrik Rp 2,414,928,740,015.87/thn. Defisit listrik 134,4 MW, sedangkan potensi energi listrik dari POME 434,54 MW, masih surplus 300,14 MW, dan bila dijumlahkan antara kapasitas daya 316,3 MW + 434,54 MW = 750,84 MW, lebih dari cukup untuk kebutuhan listrik Provinsi Riau hingga tahun 2016 hanya 701 MW. Pembangunan Pembangkit Listrik Biomassa limbah cair (POME) selain pemenuhan kebutuhan energi listrik lokal dan sekitarnya sekaligus mengatasi pencemaran lingkungan hidup akibat timbunan sampah limbah padat dan cair di area sekitar pabrik kelapa sawit. Pengolahan limbah cair mampu mencegah emisi gas CH₄ secara langsung ke atmosfer. Penggunaan generator sinkron dengan prime mover PLTBS sebagai Voltage Regulator Bus pada system Distributed Generation pada Smart Grid mampu memperbaiki drop tegangan, power factor controller, mengurangi loss daya listrik, peningkatan rasio kelistrikan serta perbaikan power quality dengan pemanfaatan jaringan distribusi existing.

Keywords-component; POME, Renewable energy alternatif, Small Renewable energy.

Pendahuluan

Krisis energi listrik yang melanda Pulau Sumatera tahun 2010 dengan kapasitas terpasang 3.770 MW. Kapasitas daya yang bisa disalurkan maksimal hanya 3.200 MW. Total kebutuhan pelanggan di Pulau Sumatera saat beban puncak mencapai 3.743 MW. Defisit 543 MW. Provinsi Sumatera Utara dan Riau mengalami krisis listrik paling parah. Pembangkit listrik di Provinsi Riau hanya mampu menyediakan 57,7 % dari kebutuhan energi listrik yang dipasok dari sistem interkoneksi Sumbar-Riau. Kebutuhan energi listrik pada beban puncak sebesar 284,4 MW, sedangkan kemampuan sistem di Provinsi Riau sebesar 164 MW sehingga terjadi defisit listrik 120,4 MW. (Riau Pos, 11 November 2011).

Provinsi Riau memiliki industri perkebunan kelapa sawit yang sangat luas dan memiliki potensi yang cukup besar dalam mendukung kemandirian energi nasional, karena limbah kelapa sawit ini memiliki kandungan kalori yang cukup tinggi. Setiap 1 ton tandan buah segar (TBS) akan menghasilkan limbah padat berupa serabut (*fibre*) 120 kg, (13 % / ton) dengan kalori sekitar 2637-4554 kkal/kg, cangkang (*shell*) 60 kg (6,5% / ton) dengan kalori 4105-4802 kkal/kg, Tandan buah kosong (TBK) (*empty fruit bunch*) 230 kg (23 % / ton) dengan kalori 4492 kkal/kg, Sedangkan Limbah cair (POME) sekitar 600-700 kg, (60%).^[1] Limbah cair PKS yang berada dalam kolam berdampak negatif bagi lingkungan karena meluap saat musim penghujan, meresap ke tanah, mencemari sungai, serta mencemari udara karena memiliki bau yang menyengat karena mengandung gas metana. Limbah cair yang dikelola dengan fermentasi secara terbuka di kolam/pond anaerob maupun aerob, proses anaerob di kolam limbah, berdampak negatif terhadap timbul gas metana yang tidak dimanfaatkan dilepas ke udara luar dapat menyebabkan emisi gas CH₄ secara langsung ke atmosfer, Gas methana termasuk Gas Rumah Kaca yang menyumbang efek pemanasan global sekaligus juga memiliki tingkat emisi yang tinggi. UNFCCC, (*The United Nations Framework Convention on Climate Change*) badan PBB yang menangani perubahan iklim, mencatat gas methana memiliki tingkat emisi 24 kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan gas karbon (CO₂). Dalam Penelitian ini difokuskan menghitung potensi limbah cair (POME) yang tersedia pada 147 Pabrik kelapa Sawit untuk dijadikan sumber energi listrik alternatif. Pemanfaatan limbah cair

mendapat keuntungan finansial karena terjadi substitusi biogas. "Kalau tadinya limbah cair ini menjadi sumber pengeluaran malahan berubah sebagai sumber pemasukan kepada perusahaan kelapa sawit, proyek biogas akan berkembang pesat di masa mendatang karena pengelolaan lingkungan sudah menjadi tuntutan pemerintah dan masyarakat. Hadirnya sertifikat ISPO dan ISCC yang salah satunya menjadi syarat perdagangan global. Secara alami gas metana dihasilkan pada kolam-kolam pengolahan limbah cair Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Limbah cair yang ditampung di dalam kolam-kolam terbuka akan melepaskan gas metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂). Kedua gas ini merupakan emisi gas penyebab efek rumah kaca yang berbahaya bagi lingkungan. Selama ini, kedua gas tersebut dibiarkan saja menguap ke udara. Berdasarkan penelitian, limbah cair kelapa sawit termasuk sumber energi alternatif (biogas) yang besar konversinya yaitu sebesar 20 m³ biogas/m³ limbah cair (Asian Palm Oil, 2007). Konversi listrik sekitar 6 kWh/ m³ biogas (Green Indonesia, 2008)

Pembahasan Masalah

Salah satu potensi sumber renewable energi cukup besar yang belum dimanfaatkan secara masal, maksimal dan komersial, energi limbah kelapa sawit baik cair maupun padat, yaitu Energi Biomassa. Limbah kelapa sawit merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menjawab kebutuhan energi listrik alternative, Provinsi Riau dan kepulauan Riau. Industri perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau memiliki potensi yang cukup besar dalam mendukung kemandirian energi nasional, karena limbah kelapa sawit ini memiliki kandungan kalori yang cukup tinggi. Pembangunan PLTU Biomassa ini selain meningkatkan ketahanan energi dan kemandirian energi sekaligus mampu mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) karena POME adalah bagian dari energi terbarukan atau energi bersih (Green Energy) sehingga melalui peningkatan pembangunan PLTG Biomassa akan mempercepat pembangunan energi berkelanjutan. Sesuai Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2010 tentang penugasan kepada PT Perusahaan Listrik Negara untuk melakukan percepatan pembangunan listrik menggunakan energi terbarukan batu bara dan gas, serta Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor : 2682 K/21/MEM/2008, menjelaskan tersedianya kebutuhan energi listrik yang aman

lingkungan. Hal ini juga sejalan dengan kesepakatan negara-negara maju pada Kyoto Protocol khususnya dalam proyek pengembangan CDM (Clean Development Mechanism). [3]. Pemerintah menargetkan 60% pabrik kelapa sawit (PKS) Indonesia harus memiliki fasilitas methane capture pada tahun 2020, sehingga diperlukan strategi yang tepat untuk mempercepat implementasi pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit, menjadi energi listrik. Sesuai Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 31 Tahun 2009 yang kemudian diperbaharui Nomor 04 Tahun 2012 tentang Harga Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Tenaga Listrik yang menggunakan Energi Terbarukan Skala Kecil dan Menengah atau Kelebihan Tenaga Listrik.

Indonesia sebagai salah satu produsen sawit terbesar di dunia sudah selayaknya mengupayakan teknologi yang dapat meningkatkan nilai ekonomis limbah-limbah dari hasil proses produksi argoindustri perkebunan dan pertanian, jika mempertimbangkan dampak positifnya untuk daya dukung lingkungan dan menurunkan beban pencemaran, pembangunan berkelanjutan, tetapi juga potensi untuk menghasilkan sumber energi terbarukan baik panas, listrik, maupun bahan bakar. Sebagai contoh Malaysia bekerjasama dengan COGEN mengembangkan teknologi generator listrik sebagai bahan bakar biogas CH_4 dilaksanakan oleh TSH Bio Energy Sdr. Bhn di Sabah Malaysia, dengan kapasitas 14 MW. Prestasi Indonesia saat ini masih kalah jika dibandingkan dengan Malaysia yang lebih memiliki komitmen dalam kemajuan teknologi konversi limbah menjadi energi dan material bernilai tambah tinggi.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk menghitung potensi energy listrik berbasis renewable energy dari Pabrik Kelapa Sawit khususnya Limbah cair (POME = *Palm Oil Mill Effluent*) yang di miliki provinsi Riau untuk memenuhi kebutuhan pasokan energi listrik alternatif di Provinsi Riau, sekaligus merupakan harapan untuk Kota Pekanbaru yang hingga kini masih terkendala masalah listrik akibat defisit daya PT.PLN (Persero). Penggunaan generator sinkron sebagai Voltage Regulator Bus pada sistem Distributed.

Generation pada Smart Grid mampu memperbaiki drop tegangan, power factor controller, mengurangi losess daya listrik, peningkatan rasio kelistrikan serta perbaikan power quality dengan pemanfaatan jaringan distribusi exsiting. Pembangunan pembangkit

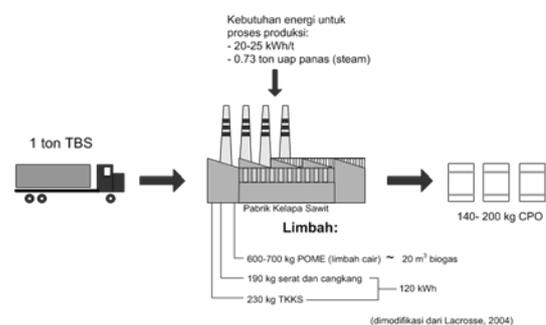
listrik PLT Biomass dan Biogas limbah cair (PLTG) tersebar (Distribution Generation), terinterkoneksi pada SUTM 20 kV dapat memperbaiki voltage stability indeks, (VSI), pada sisi lain mengurangi rugi-rugi daya di sepanjang saluran transmisi, gardu induk dan saluran distribusi. Apabila terjadinya gangguan di sepanjang saluran transmisi, distribusi akibat fluktuasi perubahan beban dynamic yang berpengaruh terhadap ketidakstabilan tegangan (*voltage instability*) dapat diminimalkan, dan peningkatan kualitas daya listrik (*power quality*) menjadi lebih baik, sekaligus pengurangan efek gas rumah kaca serta pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah di sekitar area pabrik kelapa sawit.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan kegiatan penelusuran dan studi literatur, pengumpulan dan pengolahan data, perhitungan total kapasitas produksi pabrik kelapa sawit wilayah Provinsi Riau, limbah padat dan cair berupa biogas CH_4 (Metana) yang dihasilkan yang dapat diolah menjadi energi listrik alternatif emisi CO_2 masing-masing pembangkit, dan penyajian hasil serta simpulan.

Pembangkit Tenaga Listrik Biogas Gas (PLTBG)

Proses pengolahan tandan buah segar (TBS = *fresh fruit bunches*) menjadi crude palm oil (CPO) dan seluruh aktivitas produksi pabrik kelapa sawit (PKS) menghasilkan biomassa, berupa limbah padat maupun cair, (*Palm Oil Mill Effluent / POME*), dalam volume sangat besar.



Gambar 1.1. Kesetaraan Biomassa dan Energi dalam Proses Pengolahan Sawit di Pabrik Kelapa Sawit

Pemanfaatan limbah padat dan cair dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Komponen terbesar yang terkandung dalam biogas adalah CH_4 (55 % – 70 %) dan CO_2 (30 % – 45 %) serta sejumlah kecil, nitrogen dan hidrogen sulfida (Deublein dan

Steinhauster, 2008). Apabila kandungan gas metan dalam biogas lebih dari 50%, biogas tersebut layak digunakan sebagai bahan bakar, bersifat mudah meledak dan terbakar. Gas metana memiliki nilai kalor 50,1 MJ/kg. Jika densitas methana 0,717 kg/m³, gas 1 m³ methana akan memiliki energi setara dengan 35,9 MJ atau sekitar 10 kWh. Jika kandungan gas methana adalah 62% dalam biogas, biogas 1 m³ akan memiliki tingkat energi sebesar 6,2 kWh, dengan asumsi efisiensi konversi biogas menjadi listrik 33 %. Kandungan yang terdapat dalam biogas dapat mempengaruhi sifat dan kualitas biogas sebagai bahan bakar, seperti di tunjukan tabel 1.1 Komposisi Biogas.

Kandungan CO₂ dalam biogas sebesar 25 – 50 % dapat mengurangi nilai kalor bakar dari biogas tersebut. Sedangkan, kandungan H₂S dalam biogas dapat menyebabkan korosi pada peralatan dan perpipaan dan nitrogen dalam biogas juga dapat mengurangi nilai kalor bakar biogas tersebut. (Deublein dan Steinhauster, 2008). Pada lower explosion limit (LEL) 5,4 vol % metana dan upper explosion limit (UEL) 13,9 vol %. Di bawah 5,4 % tidak cukup metana sedangkan di atas 14% terlalu sedikit oksigen untuk menyebabkan ledakan. Temperatur yang dapat menyebabkan ledakan sekitar 650–750 °C, percikan api dan korek api cukup panas untuk menyebabkan ledakan (Iqbal, 2008).

Tabel 1.1 Komposisi Biogas

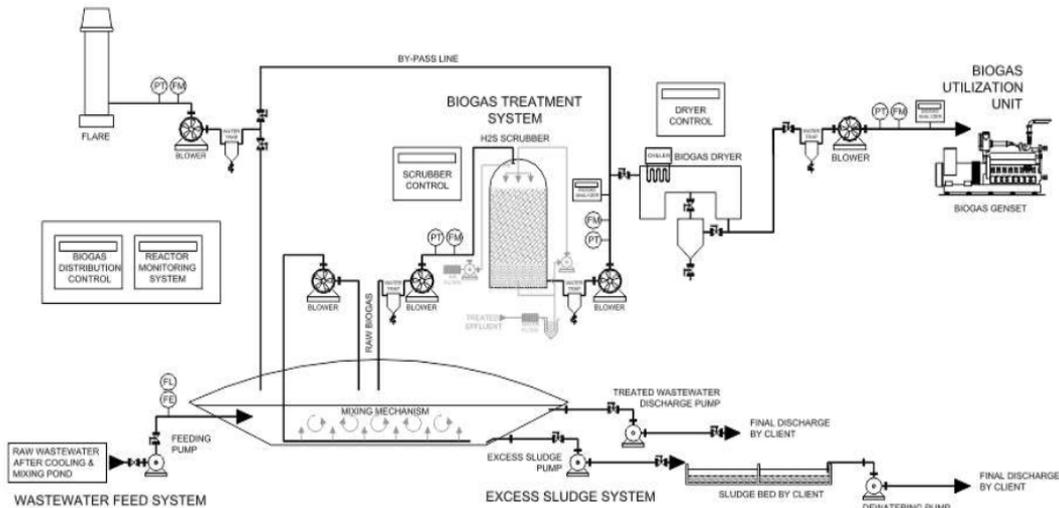
No	Komposisi Biogas	Jumlah
1	Metana (CH ₄)	55 - 70 %
2	Karbon dioksida (CO ₂)	30-45 %
3	Nitrogen (N ₂)	0 - 0,3 %
4	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	1 - 5 %

(Sumber : Deublein dan Steinhauster, 2008)

Teknologi pengolahan limbah cair (Palm Oil Mill Effluent - POME) yang telah

banyak digunakan untuk mengambil biogas dari POME seperti *Bio Reaktor* dan *Covered Lagoon* atau sistem *capped anaerobic pond*, dengan menutup kolam limbah konvensional dengan bahan *reinforced polypropylene* sehingga berfungsi sebagai anaerobic digester. (*Proses degradasi material organik ini tanpa oksigen*).

Kolam anaerobik menggunakan HDPE (*high- density polythlene*) membrane mampu menahan gas metana hasil perombakan kolam secara anaerobik serta memiliki fleksibilitas tinggi dan pengaturan suhu sehingga membantu bakteri tumbuh. Proses pembentukan gas metan dengan bantuan bakteri seperti *Methanococcus*, *Methanosarcina*, dan *Methano bacterium*. Pertama, kelompok mikroba hidrolitik akan memecah mecah bahan organik menjadi senyawa yang lebih kecil. Bahan organik kompleks umumnya adalah polimer, hasil pecahannya adalah monomer-monomer. Hasil pemecahan bahan organik kompleks tersebut antara lain: glukosa, asam amino, dan asam lemak. Kedua, kelompok mikroba fermentasi asam. Kelompok mikroba ini akan merombak monomer-monomer organik: menjadi asam, yaitu senyawa asam-asam organik, alkohol, dan keton. Tahap berikutnya kelompok mikroba acetogenik akan merombaknya menjadi asam asetat, CO₂, dan H₂. Selanjutnya kelompok mikroba menghasilkan metan (metanogenik) akan mengubah asam-asam tersebut menjadi gas metan. Selanjutnya gas metana tersebut akan dibakar di suatu flaring unit (biogas genset). Hasil pembakaran gas metana akan melepaskan karbondioksida yang dapat terurai di atmosfer. Setelah dibangkitkan gas metana (CH₄) sisa proses fermentasinya, atau lumpur (*slurry*) adalah bahan pupuk dan penyubur tanaman dan tanah pertanian. Temperatur yang optimal untuk digester adalah temperatur 30 – 35 °C, kisaran temperatur ini mengkombinasikan kondisi terbaik untuk pertumbuhan bakteri dan produksi methana di dalam digester dengan lama proses yang pendek.



Konversi Biogas ke Energi Listrik

Potensi biogas yang dihasilkan dari 1 ton POME sebesar 27.22 m³ dan di dalamnya 60% -nya merupakan gas metana, Tabel 1.2 menjelaskan Konversi Biogas ke Listrik

Tabel 1.2 Dasar Asumsi Konversi Biogas ke Listrik

No	Description	Value
1	Electricity Output (kW/m ³ of CH ₄)	3,30
2	Biogas Generated (m ³ /Tonne POME)	27,22
3	CH ₄ Generated (m ³ / m ³ Biogas)	0,60
4	CH ₄ Generated (m ³ /Tonne POME)	16,33
5	Potential electricity output (kW/ Tonne of POME)	53,89

Berdasarkan rasio perhitungan di atas didapatkan 1 ton POME dapat menghasilkan listrik sebesar 53,89 kW. Selanjutnya dilakukan perhitungan parameter input yang menghitung besarnya POME yang dihasilkan per hari oleh PKS berdasarkan kapasitas pabrik serta jam kerja untuk memperoleh berapa listrik yang mampu dihasilkan dalam 1 jam. Tabel 1.3 menjelaskan estimasi POME dihasilkan.

Tabel 1.3 Estimasi POME Dihasilkan

No	Input Parameter	Tonne per Hour	Tonne per Day
1	FFB processed	90	1800
2	POME quantity (m ³)	58.5	1170
3	Biogas Generated	m ³ / Hour	m ³ / day
4	Biogas Yield	1592.37	31847.4
5	CH ₄ generated	955.42	19108.4
6	Electricity Generated	kW / Hour	kW /Day
7	Potential electricity output	3152.89	63057.85

Tabel 1.3 menunjukkan potensi listrik yang dihitung berdasarkan kapasitas produksi PKS dalam satu hari kerja. Dengan asumsi jam kerja efektif per hari 20 jam, didapat potensi listrik yang dihasilkan oleh limbah cair sebesar 3,15 MW/ jam.

Potensi listrik tersebut merupakan potensi yang dihitung secara teori sebelum

memperhitungkan efisiensi kerja mesin serta pipa gas. Untuk menghitung berapa daya listrik yang dihasilkan dengan memperhitungkan efisiensi kerja, dilakukan estimasi persentase efisiensi operasi mesin dan pipa gas, mulai proses pengolahan limbah cair, kemudian menjadi gas metana, sampai menjadi energi listrik, efisiensi metana yang dihasilkan dari proses pengolahan biogas sebesar 87 % - 90 %.

Dengan teknologi, *Covered Lagoon* akan dihasilkan biogas sebanyak ± 20 m³/ton TBS. Jadi jika kapasitas PKS sebesar 30 ton TBS/jam akan menghasilkan biogas ±600 m³/jam, atau setara dengan 5.044 MJ/jam, atau setara dengan energi sebesar 3.720 kWh. Jika energi tersebut digunakan untuk membangkitkan listrik dengan menggunakan gas engine (efisiensi 35%) maka akan dapat dibangkitkan listrik sebesar 1.303 kWh atau 1,3 MW.

Secara ekonomi, asumsi pembangkit beroperasi selama 300 hari/tahun dan 24 jam/hari dan harga ditetapkan Rp. 975/kWh, sesuai permen ESDM (04/2012) untuk pulau Jawa, terdapat potensi pendapatan sebesar Rp. 9,15 M/tahun

Potensi biogas untuk dikonversi menjadi energi listrik mempunyai prospek yang menjanjikan. Setiap 1 m³ biogas dapat menghasilkan 3 kWh. 1 m³ gas metan dapat diubah menjadi energi sebesar 4.700 – 6.000 kkal atau 20 - 24 MJ Energi sebesar itu setara dengan energi yang dihasilkan oleh 0.48 kg gas Elpiji (LPG). Pengembangan klaster industri kelapa sawit dengan kapasitas produksi 30 Ton TBS/jam akan menghasilkan limbah cair 330 m³/hari setara 990 kWh. [1]. potensi biogas 58,2 milyar kWh (energi) pertahun dapat membangkitkan listrik berbasis kontinue sepanjang tahun dengan daya 3.600 MW.

Small Distributed Generation (Pembangkit Listrik kecil Tersebar).

CIGRE mendefinisikan *Distributed Generation* sebagai semua unit pembangkit dengan kapasitas maksimal berkisar sampai 50 MW, IEEE mendefinisikan DG unit pembangkit dengan kapasitas maksimal sampai 300 MW yang diletakkan dekat dengan pusat beban dan dapat diinterkoneksi dengan jaringan distribusi eksiting atau dioperasikan secara terpisah. Struktur sistem tenaga listrik modern di lengkapi dengan pemasangan DG (*distributed energy*). DG menghasilkan energi listrik dari beberapa sumber energi ramah lingkungan yang berkapasitas kecil serta dihubungkan langsung pada jaringan distribusi.

Tabel 1.4 *Relative Size of Distributed Generation*

No	Type DG	Range Power
1	Micro Distributed Generation	1 watt < 5 kW
2	Small Distributed Generation	5 kW < 5 MW
3	Medium Distributed Generation	5 MW < 50 MW
4	Large Distributed Generation	50 MW < 300 MW

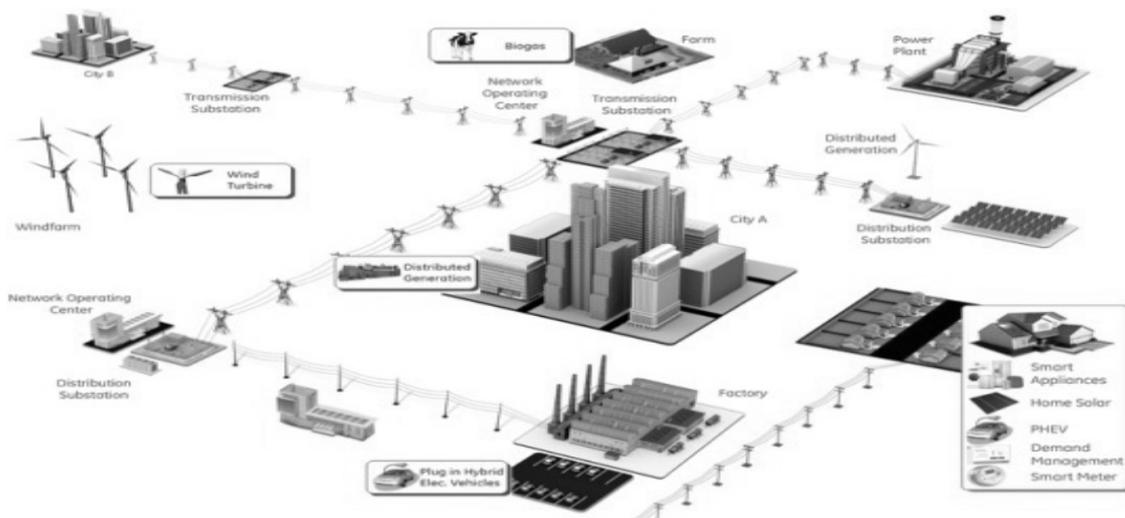
Source: Voltage control and Voltage Stability of Power Distribution Systems in the Presence of distributed Generation

Hal ini membuat DG tidak memerlukan saluran-saluran transmisi yang panjang dan gardu induk -gardu induk skala besar sehingga dapat meminimalkan biaya investasi awal serta biaya operasional dan maintenannce. Di samping itu, pembangunan DG memerlukan waktu yang relatif lebih singkat dibandingkan dengan waktu yang

diperlukan untuk pembangunan pembangkit listrik konvensional.

Indonesia mempunyai potensi energi alternatif terbarukan (*renewable energy*) dalam skala besar. Hasil survei JICA, potensi energi terbarukan di Indonesia yang terbesar adalah tenaga air sebesar 76.4 GW, biomassa/biogas sebesar 49.8 GW, dan panas bumi sebesar 29 GW. Meskipun energi matahari sangat berlimpah yaitu sekitar 4.8 kWh/m²/day, efisiensi teknologi solar cell masih berkisar 6-16%. Potensi tenaga angin di Indonesia berkisar 3-6 m/s, nilai ini masih di bawah rata-rata angin yang dibutuhkan oleh turbin untuk menghasilkan listrik secara optimal yaitu 12 m/s.

Pemanfaatan Distributed Generation untuk meningkatkan kestabilan tegangan (*voltage stability*) pada sistem 20 kV, dapat diaplikasikan baik secara teknis maupun ekonomis. Kajian teknis menunjukkan Distributed Generation umumnya dibangkitkan dekat dengan pusat-pusat beban. Dalam pemanfaatannya mampu mengurangi rugi-rugi daya di sepanjang saluran transmisi, gardu induk, dan saluran distribusi, serta dapat meminimalkan terjadinya *Bottleneck* pada jaringan transmisi. Bila terjadi gangguan di sepanjang saluran transmisi dan distribusi, akibat fluktuasi perubahan beban dynamic yang berpengaruh terhadap ketidakstabilan tegangan (*voltage instability*) dapat diminimalkan serta peningkatan kualitas daya listrik (*power quality*) menjadi lebih baik. Distributed Generation dapat juga di koneksi pada jaringan distribusi secara terpisah untuk meningkatkan keoptimalan dan keandalan jaringan distribusi tersebut, hal ini sejalan dengan program nasional untuk menciptakan keamanan pasokan energi melalui pemanfaatan energi lokal.



Gambar 1. 3. *Smart Grid*

Teknologi Distributed Generation

Faktor penting yang mempengaruhi interaksi antara DG dan grid adalah teknologi yang digunakan dalam DG, serta kontrol DG dan operasi. Tabel 1 memberikan gambaran singkat mengenai teknologi generasi paling umum digunakan didistribusikan dan ukuran modul khas mereka. Teknologi 5-11, 16, dan 17 dapat dianggap terbarukan DG. Teknologi lain yang juga bisa disebut terbarukan DG jika mereka dioperasikan dengan bahan bakar bio. Juga sel bahan bakar dapat dianggap terbarukan DG jika hidrogen diproduksi menggunakan sumber energi terbarukan, misalnya tenaga angin, demikian pula untuk generasi terpusat, tiga teknologi generasi berikut biasanya digunakan untuk pembangkit listrik tersebar: generator sinkron, generator yang asynchronous, dan Converter dan Inverter elektronik daya [3].

Tabel 1.5 Teknologi Distributed Generation

No	Teknologi	Ukuran DG
1	Combined Cycle Gas Turbine	35 - 400 MW
2	Internal Combustion Engines	5 kW - 10 MW
3	Combustion Turbine	1 - 250 MW
4	Micro Turbines	35 kW - 1 MW
5	Small Hydro	1 - 100 MW
6	Micro Hydro	25 kW - 1 MW
7	Wind Turbine	200 W - 3 MW
8	Photovoltaic Arrays	20 W - 100 kW
9	Solar Thermal, Central Receiver	1 - 10 MW
10	Solar Thermal, Lutz System	10 - 80 MW
11	Biomass Gasification	100 kW - 20 MW
12	Fuel Cell, Phos Acid	200 kW - 2 MW
13	Fuel Cell, Molten Carbonate	250 kW - 2 MW
14	Fuel Cells, Proton Exchange	1 - 250 kW
15	Fuel Cells, solid oxide	250 kW - 5 MW
16	Geothermal	5 - 100 MW

Sumber : Voltage Control and Voltage Stability of Power Distribution Systems in the Presence of Distributed Generation

Proyeksi Kebutuhan Listrik Provinsi Riau

Perencanaan pengembangan pembangkitan listrik dilakukan untuk memenuhi perkembangan beban permintaan listrik setiap tahunnya, merujuk kebutuhan beban puncak pada RUPTL PT.PLN 2012 – 2021, khususnya provinsi Riau. Suatu sistem kelistrikan idealnya memiliki cadangan yang mencukupi, sehingga apabila ada pembangkit dengan kapasitas terbesar yang lepas dari sistem karena terjadi kerusakan atau sedang dilakukan perawatan tidak akan menyebabkan terjadinya pemadaman. Tabel 1.6 menunjukkan proyeksi kebutuhan listrik provinsi riau hingga tahun 2021 [6].

Tabel 1.6 Proyeksi Kebutuhan Listrik Provinsi Riau

No	Tahun	Sales	Produksi	Beban Puncak	Pelanggan
		(GWh)	(Gwh)	(MW)	
1	2012	2701	3035	501	837.833
2	2013	2973	3262	537	89.984
3	2014	3274	3562	585	974.247
4	2015	3600	3906	640	1.083.435
5	2016	3965	4294	701	1.140.423
6	2017	4371	4729	770	1.227.423
7	2018	4820	5209	846	1.314.423
8	2019	5322	5745	930	1.401.423
9	2020	5883	6344	1024	1.488.423
10	2021	6495	6987	1112	1.575.423

Sumber : RUPTL PT.PLN (persero) 2011-2020 Hal 171

Pembahasan

Potensi Energi listrik dari Limbah Cair (POME).

Luas perkebunan Sawit di Propinsi Riau 2.103.175 Ha. Jumlah pabrik kelapa sawit (PKS) 146 unit. Tersebar hampir diseluruh kabupaten/kota Riau, kecuali Pekanbaru, dan Kepulauan Meranti yang tidak memiliki pabrik kelapa sawit. Perhatikan Tabel 1.7

Tabel 1.7 menunjukkan kapasitas daya listrik yang mampu dibangkitkan sebesar 434,54 MW, dari limbah cair (POME) dari proses pengolahan kelapa sawit (TBS) menjadi CPO (*Crude Palm Oil*) tiap kabupaten yang ada di

Provinsi Riau, dengan total jumlah pabrik seluruhnya 146 unit. PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau (WRKR) mengalami, defisit listrik sekitar 134,4 MW. Kebutuhan listrik di Riau pada waktu beban puncak sebesar 450,7 MW (*data realisasi 2012*). Kemampuan pembangkit listrik hanya 316,3 MW, sehingga terpaksa dilakukan pemadaman bergilir, di Kota Riau dan sekitarnya. Defisit listrik 134,4 MW, sedangkan potensi energi listrik dari POME 434,54 MW, masih surplus 300,14 MW. Bila

dijumlahkan antara kapasitas daya mampu 316,3 MW + 434,54 MW = 750,84 MW. lebih dari cukup untuk kebutuhan listrik di Riau hingga tahun 2016, hanya 701 MW. Masih surplus 49.84 MW atau 6,6 % dari beban puncak. Spinning reserve (cadangan listrik berputar), tidak akan mungkin di Riau yang kaya akan sumber daya alam baik di dalam bumi maupun di permukaan bumi mengalami krisis listrik bertahun-tahun.

Tabel 1.7. DAFTAR POTENSI ENERGI LISTRIK DARI LIMBAH PABRIK PENGOLAHAN KELAPA SAWIT DI PROVINSI RIAU TAHUN 2011

No	Kabupaten/Kota	Pabrik Kelapa Sawit		Produksi TBS (Ton/thn)	POME		Kap Power PKS (KW)	Sisa Pemakaian (KWh/thn)	POME (KWh/thn)	Total Daya Biogas(MW)	PENJUALAN LISTRIK Biogas (Gp/ Tn)
		(Unit)	(Ton/jam)		(m3/Thn)	(Kcal/Thn)					
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Kampar	35	1,425	7,680,797	129,037,390	1,105,721,391,482	36,383	1,273,288,912	450,083,892	78.96	430,090,785,062.94
2	Rokan Hulu	22	984	6,150,819	103,333,759	885,466,982,585	29,135	1,019,655,855	360,429,335	63.73	361,418,601,879.61
3	Pelalawan	18	1,045	9,196,476	154,500,797	1,323,917,327,779	43,562	1,524,551,544	538,900,548	94.54	526,428,034,586.71
4	Indragiri Hulu	8	285	2,185,196	36,711,293	314,579,068,003	10,351	362,252,230	128,049,410	22.46	124,848,174,389.84
5	Kuantan Singingi	10	450	2,392,285	40,190,388	344,391,434,772	11,332	396,582,538	140,184,534	24.59	138,679,820,185.84
6	Bengkalis	8	350	2,303,132	38,692,618	331,557,040,214	10,910	381,803,144	134,960,293	23.68	131,686,286,888.79
7	Rokan Hilir	22	915	4,639,402	77,941,954	667,884,600,398	21,976	769,099,760	271,862,427	47.70	266,066,866,927.36
8	Dumai	1	60	406,727	6,833,014	58,552,093,538	1,927	67,425,422	23,833,630	4.18	23,237,788,932.84
9	Siak	15	685	4,035,206	67,791,461	580,905,027,595	19,114	668,938,791	236,457,391	40.48	230,546,966,686.58
10	Indragiri Hilir	8	385	3,097,067	52,030,726	445,851,287,666	14,670	513,418,213	181,483,767	30.84	176,946,872,478.49
11	Pekanbaru	0.0	0.0	180,973	3,040,346	26,052,728,302	857	30,000,912	10,604,763	1.86	10,339,643,978.79
12	Kepulauan Meranti	0.0	0.0	0	0	-	-	-	-	0.00	-
		147.0	6,584.0	43,268,080.0	710,103,744	6,084,878,987,336	300,313	7,007,017,300	2,476,849,990	434.54	2,414,978,740,013.87

Sumber: Dinas Perkebunan dan Kehutanan 2011

Penutup

Sistem kolam tertutup, yang membedakan sistem ini dengan kolam terbuka adalah kolam tersebut ditutup dengan semacam terpal berbahan HDPE (high-density polythlene) yang mampu menahan gas metana hasil perombakan kolam secara anaerobik. Nantinya, gas metana tersebut akan dibakar di suatu flaring unit. Sistem ini jauh lebih efektif dalam mengurangi pencemaran udara karena kolam tersebut ditutup dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Hasil pembakaran gas metana akan melepaskan karbondioksida yang dapat terurai di atmosfer. Namun sistem ini tetap tidak dapat memecahkan permasalahan yang utama yakni penurunan BOD dan COD yang efektif sebab tidak ada perbedaan dengan sistem kolam terbuka, selain kolam tersebut ditutup dan gas metana nya dibakar.

Pemanfaatan gas metana sebagai pembangkit listrik menjadi pilihan ideal sebagai solusi mengatasi permasalahan emisi gas metana yang ditimbulkan dari sistem kolam

terbuka kelapa sawit. Di sisi lain, keputusan untuk memanfaatkan gas metana menjadi energi listrik pengganti bahan bakar solar merupakan langkah strategis menuju pembangunan berkelanjutan (sustainable growth) dan upaya perbaikan terus-menerus (continuous improvement).

PT. PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau (WRKR) mengalami, defisit listrik sekitar 134,4 MW kebutuhan listrik di Riau pada waktu beban puncak sebesar 450,7 MW sedangkan kemampuan pembangkit listrik hanya 316,3 MW.

Potensi energy listrik dari POME 434,54 MW, masih surplus 300,14 MW, dan bila di jumlahkan antara kapasitas daya mampu 316,3 MW + 434,54 MW = 750,84 MW, lebih dari cukup untuk kebutuhan listrik Provinsi Riau hingga tahun 2016 hanya 701 MW, masih surplus 49.84 MW.

Daftar Pustaka

Materi Presentasi BPP Teknologi pada Forum Diskusi, PTPN 2 Biomass Feasibility Study, Hotel Sahid Jaya, Jakarta, 28 February 2011.

RUPTL PT.PLN (Persero) 2011-2020 Hal 341.

K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.

R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," J. Name Stand. Abbrev., in press.

Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface," IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740-741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetism Japan, p. 301, 1982].

M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University