

EKONOMI SIRKULAR PADA PEMANFAATAN BIOGAS UNTUK SUBSTITUSI LPG DI INDONESIA

Agus Kismanto

Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain, BPPT
 Gedung 480 PUSPIPTEK, Tangerang Selatan, 15314 Indonesia
 Email : agus.kismanto@bppt.go.id.

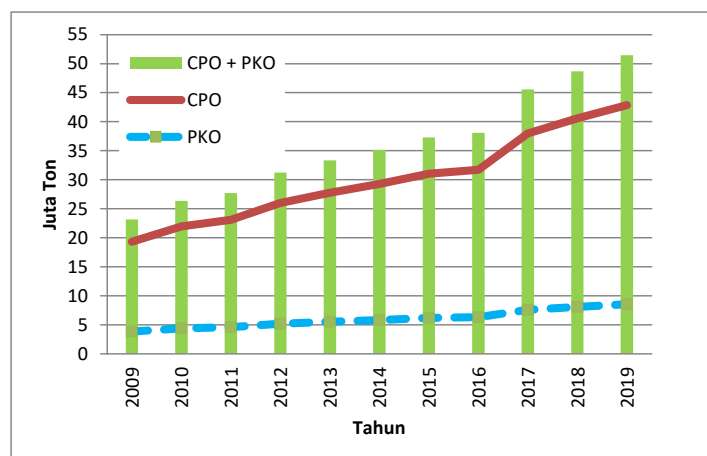
Abstrak

Dari tahun ke tahun Indonesia menghadapi masalah kekurangan LPG produksi dalam negeri. Setiap tahun Pemerintah Indonesia harus mengeluarkan devisa untuk mengimpor 74% dari kebutuhan LPGnya. Dengan produksi CPO dan PKO sebesar 51 juta ton, maka terkandung potensi untuk memproduksi biogas yang setara dengan 2,34 juta ton LPG. Indonesia dapat mengurangi impor LPG sebesar 41% dengan memanfaatkan biogas sebagai penggantinya. Pemanfaatan biogas merupakan suatu contoh bagus pelaksanaan ekonomi sirkular karena akan membangkitkan ekonomi lokal sebesar Rp.22,9 trilyun per tahun. Dalam karya ilmiah ini akan diperlihatkan potensi penggunaan biogas untuk menggantikan LPG sampai tiap propinsi, dan juga akan dibahas mengenai hambatan-hambatan, jalan keluar serta langkah-langkah yang disarankan untuk diambil agar konsep ini dapat terlaksana dengan baik.

Kata kunci: biogas; LPG; energi terbarukan; bioenergi; energi

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara penghasil dan pengeksport CPO terbesar di dunia. Produksi CPO Indonesia selalu meningkat dari tahun ke tahun secara impresif. Pada tahun 2019 ini produksi minyak dari perkebunan sawit Indonesia mencapai 51,4 juta ton, yang terdiri dari 42,9 juta ton CPO dan 8,6 juta ton PKO¹⁾. Dari CPO yang diproduksi tersebut, 72% diantaranya diekspor¹⁾, dan sisanya dimanfaatkan di dalam negeri. Hal yang menarik pada pemanfaatan CPO di dalam negeri adalah CPO tidak hanya sebagai bahan makanan tetapi seperti kita ketahui, juga untuk penggunaan sebagai bahan bakar. Indonesia mengimplementasikan program B30, yaitu pencampuran 30% biodiesel pada seluruh solar yang beredar di Indonesia. Program ini menjadikan Indonesia pemakai biodiesel dengan tingkat pencampuran paling tinggi di dunia, dan merupakan salah satu contoh sukses meningkatkan ekonomi sirkular. Hasil produksi pertanian diperluas pemakaiannya untuk membantu mencukupi kebutuhan BBM di dalam negeri itu sendiri, dalam rangka mengurangi impor BBM dari luar negeri. Indonesia bisa mengurangi impor solar sebesar 6,6 juta KL di tahun 2019, dan ditargetkan meningkat menjadi 9,6 juta KL di tahun 2020²⁾.

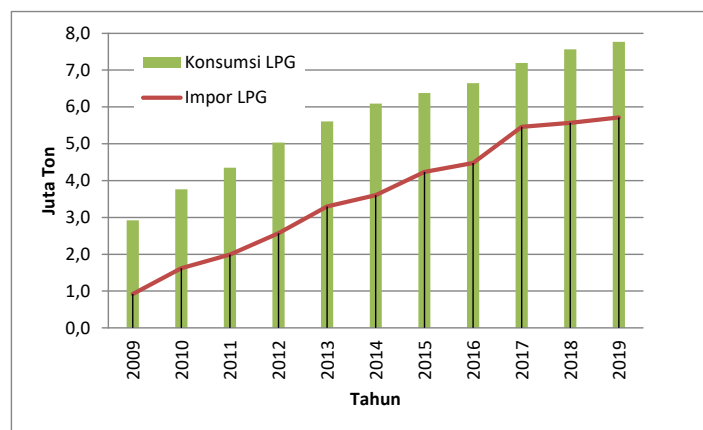


Gambar 1. Grafik Pertumbuhan Produksi CPO, PKO dan Total CPO + PKO¹⁾

Kesuksesan meningkatkan pengembangan industri kelapa sawit telah turut menyumbang perekonomian nasional secara signifikan. Pabrik-pabrik kelapa sawit ini disamping menghasilkan minyak kelapa sawit dan minyak

kernel, juga menghasilkan produk samping berupa cangkang, tandan kosong, serabut dan limbah cair atau sering disebut POME (*Palm Oil Mill Effluent*). Dari produk-produk samping di atas, hanya POME yang belum dimanfaatkan secara optimal. Bahkan POME ini sering dituduh sebagai pencemar lingkungan, baik mencemarkan sungai di sekitarnya apabila limbahnya tidak dikelola secara maksimal, ataupun pencemaran atmosfer dari gas metana apabila gasnya tidak ditangkap dan dimanfaatkan. Memang telah ada pemanfaatan POME untuk menghasilkan listrik, tetapi jumlahnya masih sangat sedikit dibandingkan jumlah pabrik kelapa sawit yang ada. Hal yang menghambat pemanfaatan perkembangan biogas diantaranya adalah proses penjualan listrik ke PLN tidak mudah karena PLN sendiri mengalami surplus listrik di banyak tempat di Indonesia. Juga rendahnya harga jual listrik yang dihasilkan, tidak memberikan cukup insentif untuk seluruh pabrik kelapa sawit membangun Pembangkit Listrik Tenaga Biogas.

Tahun 2006, Indonesia telah mulai menggantikan konsumsi minyak tanah menjadi LPG, karena pada waktu itu harga LPG sangat murah, sedangkan harga minyak tanah sangat mahal. Program ini yang awalnya berjalan dengan penuh masalah, akhirnya dapat berjalan dengan mulus dan terbukti konsumsi LPG menjadi meningkat terus dari tahun ke tahun. Sayangnya produksi LPG di dalam negeri cenderung stagnan, sehingga selisihnya harus dipenuhi dari impor, yang terlihat naik dari tahun ke tahun seperti gambar 2 di bawah ini. Pada tahun 2019 ini, total impor mencapai 74% dari konsumsi LPG di Indonesia³⁾. Hal ini menyebabkan devisa untuk impor LPG selalu meningkat. Begitu pula besarnya subsidi energi yang diperlukan semakin besar, karena LPG ini termasuk bahan bakar yang masih disubsidi agar harganya terjangkau oleh masyarakat.



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Konsumsi dan Impor LPG³⁾

Potensi Pemanfaatan Biogas untuk Pengganti LPG

LPG adalah bahan bakar gas, yang terdiri dari campuran propana dan butana yang dalam kondisi fasa cair pada tekanan cukup rendah yaitu dibawah 8 bar. Nilai kalornya adalah 46 MJ/kg, yang lebih tinggi daripada bahan bakar cair seperti minyak tanah, dan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna. Pembakaran yang lebih sempurna ini membuat efisiensi kompor LPG menghasilkan perpindahan panas yang lebih baik daripada kompor minyak tanah, dan membuat kompor LPG lebih hemat menggunakan bahan bakar. Kelebihan lainnya adalah kompor LPG lebih sedikit membutuhkan perawatan dibandingkan kompor minyak tanah. Dengan alasan-alasan ini maka penggunaan LPG sudah diterima dengan baik oleh masyarakat.

Disamping segala kelebihan di atas, LPG mempunyai kekurangan dipandang dari segi ekonomi dan lingkungan. Bahan bakar ini harus didatangkan dari luar daerah atau bahkan impor, dan bersumber dari energi fosil yang tak terbarukan. Dilihat dari kekurangan-kekurangan tersebut, biogas yang dihasilkan dari pengolahan POME dapat dijadikan alternatif pengganti bahan bakar LPG yang ideal, dimana mempunyai kesamaan berbentuk gas bertekanan, tapi bersumber dari bahan baku lokal dan diolah dari sumber yang terbarukan. POME yang dihasilkan oleh pabrik-pabrik kelapa sawit, umumnya mempunyai karakteristik pH antara 4-5, BOD (*Biological Oxygen Demand*) 25.000-65.714 mg/L, serta COD (*Chemical Oxygen Demand*) 44.300 – 102.696 mg/L⁴⁾.

Umumnya POME berwarna coklat gelap, dan karena mempunyai angka BOD, COD, kandungan padatan dan keasaman yang tinggi, maka harus diolah terlebih dahulu sebelum diperbolehkan dibuang ke lingkungan. Dari setiap ton CPO yang dihasilkan diperlukan sekitar 5-7.5 ton air bersih, dan sekitar 50% dari air bersih ini akan menjadi POME. Dengan demikian akan dihasilkan 2.5-3.75 ton POME dari setiap ton CPO yang diproduksi⁴⁾. Hal ini mengakibatkan problem lingkungan apabila tidak ditangani dengan baik, mengingat jumlah pabrik kelapa sawit di Indonesia mencapai 765 buah⁵⁾.

Pabrik-pabrik kelapa sawit mengolah POME-nya di kolam kolam an-aerobik, untuk menurunkan kadar BOD-nya mencapai 100 mg/L dan COD-nya menjadi 350 mg/L. Proses pengolahan air limbah ini menghasilkan gas metana, dengan kemurnian 54.5% dan dengan kecepatan penguapan sebesar 1.5L/min/m² permukaan kolam limbah. Gas metana ini akan sia-sia mencemari atmosfer, padahal dapat dijadikan sumber energi yang menjanjikan apabila dikelola dengan baik. Sebuah kajian dari Winrock International menyatakan bahwa produktivitas untuk menghasilkan gas methana adalah 0.35 Nm³/kg COD. Dengan mengsumsikan bahwa kandungan COD adalah 62.000 mg/L, dan produksi POME adalah 3,6 ton/ton CPO, maka akan dihasilkan gas metana sebesar 70,3 Nm³ CH₄/ton CPO (dengan efisiensi konversi 90%)⁶⁾. Apabila dikonversikan kandungan energinya menjadi LPG maka setiap ton CPO akan menghasilkan 54,6 kg LPG (HHV CH₄ = 35,7 MJ /Nm³, LPG = 46 MJ/kg).

Tabel 1 Potensi substitusi LPG dengan menggunakan Biogas dari Pabrik-pabrik Kelapa Sawit.

Propinsi Produsen CPO	Produksi CPO (ton/tahun) ^{a)}	Potensi Produksi Biogas (Nm ³ /tahun)	Produksi Biogas disetarakan LPG (ton/tahun) ^{b)} (x)	Jumlah Penduduk (ribu orang) ^{c)}	Konsumsi LPG (ton/tahun) (y)	% (x/y)
Aceh	1.029.466	72.379.696	56.209	5.371,5	155.601	36,1%
Sumatera Utara	5.623.054	395.345.681	307.019	14.562,5	421.844	72,8%
Sumatera Barat	1.689.656	118.796.334	92.255	5.441,2	157.620	58,5%
Riau	8.864.883	623.272.194	484.023	6.971,7	201.955	239,7%
Kepulauan Riau	37.939	2.667.415	2.071	2.189,7	63.431	3,3%
Jambi	2.202.546	154.856.604	120.259	3.624,6	104.997	114,5%
Sumatera Selatan	3.767.108	264.857.829	205.684	8.470,7	245.378	83,8%
Kep.Bangka-Belitung	895.328	62.948.721	48.885	1.488,8	43.127	113,4%
Bengkulu	1.008.718	70.920.945	55.076	1.991,8	57.698	95,5%
Lampung	601.029	42.257.147	32.816	8.447,7	244.712	13,4%
Jawa Barat	48.442	3.405.860	2.645	49.316,7	1.428.598	0,2%
Banten	36.233	2.547.470	1.978	12.927,3	374.476	0,5%
Kalimantan Barat	3.095.601	217.645.515	169.020	5.069,1	146.841	115,1%
Kalimantan Tengah	6.279.857	441.524.186	342.880	2.714,9	78.645	436,0%
Kalimantan Selatan	2.371.829	166.758.553	129.502	4.244,1	122.942	105,3%
Kalimantan Timur	3.164.793	222.510.266	172.798	3.721,4	107.801	160,3%
Kalimantan Utara	391.955	27.557.572	21.401	742,2	21.500	99,5%
Gorontalo	1.929	135.624	105	1.202,6	34.837	0,3%
Sulawesi Tengah	471.735	33.166.744	25.757	3.054,0	88.468	29,1%
Sulawesi Selatan	120.120	8.445.397	6.559	8.851,2	256.400	2,6%
Sulawesi Barat	588.597	41.383.078	32.137	1.380,3	39.984	80,4%
Sulawesi Tenggara	111.461	7.836.600	6.086	2.704,7	78.349	7,8%
Maluku	16.505	1.160.434	901	1.802,9	52.226	1,7%
Papua	242.212	17.029.441	13.225	959,6	27.798	47,6%
Papua Barat	208.431	14.654.367	11.380	3.379,3	97.891	11,6%
	42.869.427	3.014.063.674	2.340.671	160.630,5	4.653.118	50,3%

a) Diambil hanya propinsi yang menghasilkan CPO¹⁾

b) Diperhitungkan 1 ton CPO akan menghasilkan Biogas yang setara dengan energi 54,6 kg setara LPG

c) Data dari Biro Pusat Statistik⁷⁾

d) Konsumsi LPG per orang per tahun diasumsikan konsumsi nasional LPG nasional³⁾ dibagi jumlah penduduk⁷⁾, lalu dikalikan dengan jumlah penduduk di propinsi tersebut.

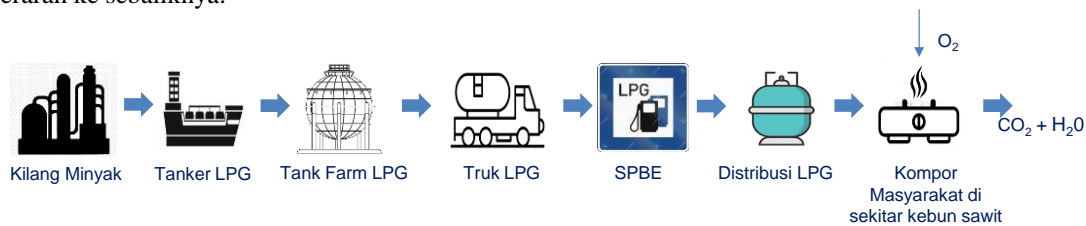
Tabel di atas menggali potensi Biogas yang dapat diproduksi dengan mengolah POME di anaerobik digester, dihitung dari produksi CPO di tiap propinsi di Indonesia. Energi yang dihasilkan biogas kemudian disetarakan dengan energi dari LPG, dan diperbandingkan dengan perkiraan konsumsi LPG di propinsi yang sama. Hal yang menarik adalah total biogas yang dapat dihasilkan dari seluruh pabrik kelapa sawit di Indonesia, bisa menghasilkan setara dengan 2,34 juta ton LPG atau 41% dari total impor Indonesia di tahun 2019. Seluruh kebutuhan LPG di Pulau Kalimantan dapat dipenuhi oleh biogas yang diproduksi di pulau itu. Begitu pula untuk, propinsi Riau, Jambi dan Kepulauan Bangka Belitung di daerah Sumatera. Bahkan untuk Propinsi Riau yang surplus produksi biogas, dapat membantu propinsi Sumatera Barat sehingga tidak perlu lagi untuk mengimpor LPG. Disamping untuk membantu daerah lain di sekitarnya, propinsi yang surplus biogas dapat memanfaatkannya untuk bahan bakar PLTD yang ada

di propinsi tersebut. Untuk propinsi-propinsi lain, walaupun tidak mampu memenuhi seluruh daerahnya, tetap bisa memenuhi kebutuhan lokal di setiap kabupaten atau kecamatan.

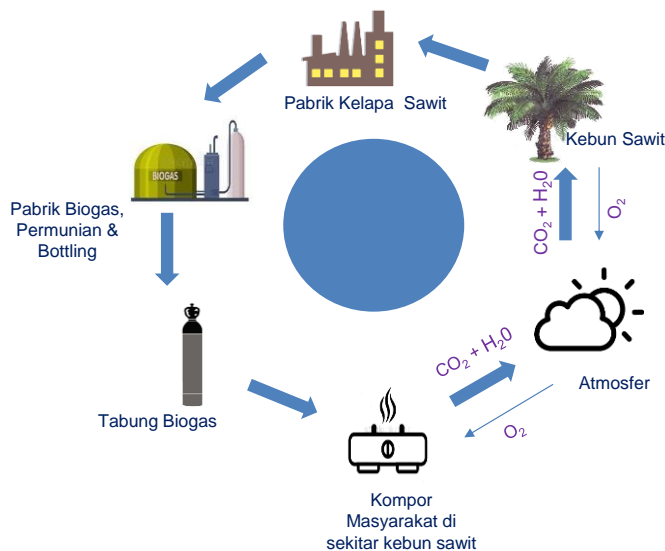
Sekarang kita hitung perbandingan harga antara LPG dan Biogas. Harga keekonomian LPG ditetapkan oleh Pemerintah dengan formula $103,85\% \text{ HIP LPG Aramco} + \text{US\$ } 50,11/\text{MT} + \text{Rp } 1.879,00/\text{kg}^{(8)}$. Harga Indeks Pasar LPG oleh Perusahaan Aramco dari Saudi Arabia bervariasi setiap bulan, sehingga jika harga LPG bervariasi antara 370 – 600 USD per ton seperti terjadi pada kurun waktu Januari 2017- Desember 2019⁹⁾, maka harga keekonomian LPG akan bervariasi pada rentang Rp.7951 – Rp.11.640/kg. Harga Biogas dalam tabung masih belum terbentuk harganya, karena belum menjadi komoditas. Biaya produksi biogas, jika diasumsikan harga digester biogas plant dengan kapasitas USD 2,692,920/1.2 MWe, kurs Rp.14800/USD⁶⁾, yang beroperasi 300 hari per tahun, dengan pay-back period 5 tahun, dan biaya operasi dan pemeliharaan per tahun adalah 10% dari investasi, akan didapatkan angka Rp. 4821/kg setara LPG. Angka ini masih dalam kisaran 49% dari harga rata-rata keekonomian LPG, sehingga masih cukup ada margin, apabila perlu dilakukan permurnian biogas, pembotolan dan transportasi ke pangkalan. Jika kita mengacu pada biaya distribusi dan margin dari LPG, angka ini sekitar 27% dari rata-rata harga keekonomian LPG. Harga akhir biogas diperkirakan masih dibawah harga LPG sehingga masyarakat masih mendapat insentif ketika menggantikan LPG dengan bahan bakar dari energi terbarukan ini.

Ekonomi Sirkular dari Pemanfaatan Biogas untuk Pengganti LPG

Di gambar 3 di bawah ini dipaparkan tentang skema ekonomi linear yang terjadi selama ini pada distribusi LPG. LPG berasal dari kilang minyak, yang sekarang mayoritas berasal dari impor, kemudian dibawa oleh kapal tanker LPG raksasa, dan didistribusikan ke tangki-tangki timbun raksasa di tiap pulau. Dari tangki timbun ini kemudian LPG didistribusikan oleh truk LPG dan dibawa ke Stasiun Pengisian Bahanbakar Elpiji (SPBE), dan dibotolkan ke ukuran 3, 12 dan 50 kg. Tabung-tabung LPG ini kemudian didistribusikan ke pangkalan dan pengecer untuk diedarkan ke konsumen. Aliran massa berarah dari kilang minyak ke arah konsumen, sedangkan aliran dana berarah ke sebaliknya.



Gambar 3. Ekonomi Linear pendistribusian LPG



Gambar 4. Ekonomi Sirkular Pendistribusioan Biogas dalam tabung.

Gambar 4 menunjukkan skema ekonomi sirkular yang akan terjadi, apabila LPG digantikan oleh Biogas dalam tabung. Aliran massa dan aliran dana akan bersirkulasi di daerah itu saja, sehingga kegiatan ini meminimalkan pencemaran ekologi global di dalam transport energi dan sekaligus akan membangkitkan ekonomi lokal. Emisi dari kompor rumah tangga berupa karbon dioksida dan air, akan dimanfaatkan oleh perkebunan sawit, dan pada gilirannya perkebunan sawit akan menghasilkan tandan buah segar yang dalam proses produksinya bisa

menghasilkan biogas. Lingkungan di sekitar perkebunan sawit mengalami ketahanan energi yang optimal. Dengan potensi 2,34 juta ton, dan dengan harga rata-rata keekonomian LPG sekitar Rp.9.796/kg maka biogas berpotensi membangkitkan ekonomi lebih dari Rp.22,9 triyun per tahun di ekonomi lokal.

Tantangan-tantangan yang harus dihadapi.

Dengan segala kelebihanannya karena dapat membangkitkan ekonomi lokal, meningkatkan ketahanan energi dan mengurangi pencemaran udara, implementasi konsep ekonomi sirkular pemanfaatan biogas untuk menggantikan LPG ini akan menghadapi banyak tantangan. Konsep ini masih baru sama sekali, dan belum ada yang pernah menjalankan dalam skala besar. Di bawah ini disajikan analisa SWOT untuk menjabarkan berbagai peluang dan tantangan yang akan dihadapi, dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mengatasi berbagai tantangan tersebut.

Tabel 2. Analisa SWOT

No	Keterangan	Langkah yang diperlukan
Strengths		
1.	Energi Terbarukan	-
2.	Asal dan pemanfaatan di daerah yang sama (local to local)	Perlu dilakukan pemetaan lebih detil sampai level kabupaten atau kecamatan untuk mengetahui potensi biogas dan kebutuhan LPG di daerah tersebut.
3	Biogas Plant tersebar di daerah yang biaya distribusi LPG nya mahal	Idem di atas, dan dihitung biaya transportasi dan optimalisasi metoda transportasi agar biogas dapat sampai ke masyarakat lebih optimal
Weaknesses.		
1	Belum ada contoh suksesnya	Pemerintah perlu membuat <i>demonstration plant</i> untuk suatu wilayah, sebagai tempat pembelajaran implementasi dan sosialisasi program ini.
2	Secara teknis masih belum teruji.	Idem di atas. Teknologi Biogas telah teruji dengan baik, tetapi pembersihan biogas, pembotolan biogas, pendistribusian biogas dalam tabung, dan pemakaian biogas dalam kompor belum dikenal secara luas.
3	Tabung Biogas lebih berat daripada Tabung LPG untuk membawa jumlah energi yang sama.	Perlu dirancang tabung biogas yang beratnya sama dengan tabung LPG, walaupun kemampuan membawa energinya lebih kecil. Kebiasaan masyarakat sudah terbiasa mengangkat tabung LPG dengan berat tertentu, tidak perlu diubah.
4	Rantai Pasok industri ini belum terbentuk (kontraktor 1000 <i>Biogas Plant</i> , <i>Biogas Purification</i> , <i>Biogas Bottling</i> , Kompor Biogas, dsb).	Perlu disosialisasikan ke kalangan pemangku kepentingan akan adanya peluang usaha ini, agar terbentuk komunitas rantai pasok yang mendukung industri ini.
Opportunities		
1	Pemerintah akan mendukung karena program ini akan membantu pencapaian 23% target EBT di tahun 2025.	Agar langkah ini dapat berjalan lebih cepat, pastikan Pemerintah dapat segera mengeluarkan insentif perpajakan dan insentif lain, agar pelaku usaha segera berpacu mengimplementasikan program ini.
2	Penghematan devisa untuk impor LPG	
3	Peluang untuk mengurangi subsidi yang biasanya diberikan pada LPG	Perlu dihitung keekonomian yang lebih terliiti, sehingga usaha ini dapat menghasilkan biogas dalam botol sama atau kurang dari harga LPG yang disubsidi, tetapi masih menguntungkan para pengusaha biogas maupun penyalurannya.
4	Meningkatkan perkonomian di daerah.	
5	Ketahanan Energi Indonesia meningkat.	
Threats		
1	Tantangan dari pengelola SPBE dan pangkalan LPG	SPBE diajak berperan serta dalam usaha bottling Biogas, dan pangkalan LPG sebagai pangkalan Biogas dalam tabung
2	Pemilik Pabrik Kelapa Sawit enggan membuat Biogas Plant	Dibuat peraturan yang mengharuskan mengolah POME agar tidak mencemari udara/tidak menimbulkan green hous gas.
3	Masyarakat tidak mau berpindah dari LPG	Perlu sosialisasi yang kuat, ditambah lagi dengan harga Biogas dalam botol yang lebih murah, dan Pemerintah menghentikan penyaluran LPG.

Langkah-langkah menuju Pemanfaatan Biogas untuk Pengganti LPG

Agar cita-cita untuk menimbulkan ekonomi sirkular berbasis pemanfaatan biogas untuk pengganti LPG, maka diusulkan agar dilakukan hal-hal sebagai berikut :

- Melakukan riset yang komprehensif untuk melakukan pemurnian dan bottling dari salah satu biogas plant yang telah terbangun. Untuk sementara bottling dapat menggunakan tabung CNG 200 bar.
- Melakukan riset pembuatan tabung *Compressed Biogas* yang lebih ringan daripada tabung CNG, dengan menggantikannya logam dengan komposit polymer. Alternatif lain adalah pengembangan teknologi *Absorbed Compressed Biogas*, dimana Biogas dapat disimpan pada tekanan 35 bar (dari yang seharusnya 200 bar).
- Membuat *demonstration plant* untuk suatu wilayah yang sepenuhnya memakai *Compressed Biogas* untuk pengganti LPG, dan dicoba minimal 1 tahun. Seluruh penggantian LPG dengan Biogas, harus tidak merupakan beban dari konsumen dengan cara digratiskan terlebih dahulu, karena masih untuk kepentingan eksperimen. Waktu 1 tahun ini dibutuhkan untuk mengetahui bagaimana aplikasi substitusi LPG ini dengan Biogas, baik atas masalah teknologi yang ditimbulkan, maupun masalah sosial budayanya. Perbaikan teknologi maupun metoda sosialisasi perlu dilakukan atas dasar temuan-temuan yang terjadi di tahap *demonstration plant* ini. Pada tahap ini juga dihitung secara akurat perhitungan biaya produksinya di masing-masing tahap, sehingga pada akhirnya kita bisa memberikan harga yang paling menguntungkan bagi masyarakat, tetapi masih memberi keuntungan yang wajar bagi pelaku usaha nantinya.
- Melakukan pemetaan sampai level kecamatan di sekitar pabrik-pabrik kelapa sawit, tentang potensi penggantian LPG dengan biogas ini, sehingga bisa didapatkan jalur rantai pasok yang paling optimal.

Hal hal di atas bisa dilakukan secara paralel, dan dilakukan dengan segera karena kita harus secepatnya agar pemanfaatan biogas ini dapat memberikan sumbangan yang signifikan pada pencapaian target 23% EBT di tahun 2025.

Setelah hal-hal di atas dilakukan, maka perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Sosialisasi hasil *demonstration plant* dan mapping penggantian LPG dengan Biogas sampai level kecamatan, kepada para stake holder bisnis LPG dan bisnis perkelapa sawitan.
2. Secara bersama-sama menyusun roadmap agar konsep ini dapat dilaksanakan secara terukur dan maksimal kemajuannya.
3. Membuat berbagai macam peraturan dan insentif , agar para pelaku usaha dapat kepastian dalam menjalankan usahaya, dan berlomba-lomba untuk mensukseskan konsep ini.

Kesimpulan

Ekonomi sirkular akan terbentuk dengan melaksanakan penggantian LPG dengan biogas yang diproduksi pabrik-pabrik kelapa sawit di Indonesia. Biogas akan dapat menstutstitusi 2,34 juta ton LPG atau 41% dari impor LPG Indonesia, dan akan membangkitkan ekonomi sirkular di sekitar pabrik kelapa sawit Rp.22,9 trilyun per tahun. Biogas yang menggantikan LPG ini diperkirakan bisa lebih murah daripada keekonomian LPG. Indonesia akan berhemat devisa impor, masyarakat mendapatkan akses energi yang lebih ekonomis dan terbarukan. Usaha-usaha untuk merintis pelaksanaan konsep ini perlu dilakukan, diantaranya yang paling penting adalah membuat *demonstration plant*. Dengan ini maka dapat dipelajari berbagai aspek teknologis, ekonomis dan sosiologis dari penerapan konsep ini secara riil. Demikian pula dapat dihitung berapa harga akhir yang paling menguntungkan ketika *compressed biogas* ini sampai di tangan masyarakat, dan berapa margin yang layak agar pelaku usaha dapat tertarik untuk terjun di bidang usaha ini.

Daftar Pustaka

- [1] Direktorat Jendral Perkebunan, Kementerian Pertanian (2018), “*Statistik Perkebunan Indonesia-Kelapa Sawit 2017-2019*”.
- [2] Presentasi Direktorat Jendral EBTKE Kementrian ESDM pada “*FGD Pemetaan Potensi dan Kesiapan Pasokan Bahan Baku untuk Mendukung Impementasi Green Fuel*”, Jakarta, 18 Nopember 2020.
- [3] Ministry of Energy and Mineral Resources, Republic of Indonesia (2020),” *Handbook of Energy and Economic Statistic of Indonesia 2019*”, pp.81.
- [4] Chin May Jia, Poh Phaik Eong, Tey Beng Tia, Chan Eng Seng, Chin Kit Ling, “*Biogas from Palm Oil Mill Effluent (POME) :Opportunities and Challenges from Malaysia's Perspective*”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.26 (2013) pp 717–726.
- [5] Presentasi Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit pada “*FGD Pemetaan Potensi dan Kesiapan Pasokan Bahan Baku untuk Mendukung Impementasi Green Fuel*”, Jakarta, 18 Nopember 2020.

- [6] Winrock International, (2015), "*Handbook POME to Biogas –Project Development in Indonesia* ", pp. 50-51
- [7] <https://www.bps.go.id/indicator/12/1886/1/jumlah-penduduk-hasil-proyeksi-menurut-provinsi-dan-jenis-kelamin.html>
- [8] Keputusan Menteri ESDM Nomor 61 K/12/MEM/2019.
- [9] <https://3mgas.vn/news/saudi-aramco-lpg-prices-per-metric-tonne-mt-n147.html>
