

ANALISIS POTENSI SAMPAH ORGANIK SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOGAS DI PASAR PANDANSARI BALIKPAPAN

(Analysis Of Organic Waste Potential As Energy Of Biogas Power Plant In Pandansari Balikpapan Traditional Market)

WIDYA RANUNA

ABSTRACT

Biogas Power Plant or commonly called PLTBG is kind of power plant that converts biogas from organic vegetables to electrical energy. Biogas itself is used as fuel for the combustion engine, Which will be converting the gas energy into mechanical energy and mechanically rotating the generator to generate electrical energy. Pandansari market is a market that sells many vegetables and fruits in Balikpapan, so the potential emergence of organic waste from rotten fruit and vegetable is very high. Starting from the thought to utilize organic waste into something more useful, Therefore, the main purpose of this final project is to find out how big the potential of organic waste in Pandansari market when it used as biogas fuel for power plant so that it can generate electrical energy to meet the demand of electric energy in the market itself. By using the calculation method with tools in the form of software "HOMER" which is capable to simulate the modeling of a power system with a variety of choices of resources. From simulation and optimization using HOMER software, thus can be concluded that with the consumption of organic waste (feedstock biomass) of 88 tons / year can produces electrical power of 127.937 kWh / year. Those amount of electrical energy can provide electricity for 68 kiosks in Pandansari market with 41,975 kWh / year electricity consumption.

Keywords: Organic Waste, Biogas Power Plant, HOMER Energy

PENDAHULUAN

Krisis listrik yang terjadi di beberapa kota di Kalimantan Timur menyebabkan sering terjadi pemadaman listrik, salah satunya di kota Balikpapan. Pemadaman berlangsung pada malam hari yaitu saat terjadi beban puncak, namun tidak jarang juga terjadi pemadaman secara tiba-tiba dan memakan waktu yang cukup lama (± 6 jam). (detik Finance Tahun 2015 Dana Aditiasari). Hingga saat ini Perusahaan Listrik Negara (PLN) Kalimantan Timur masih sangat bergantung pada sumber energi dari batubara yang hanya bersifat jangka pendek. Untuk membebaskan

Kalimantan Timur dari pemadaman listrik dibutuhkan kurang lebih selama 12 tahun menjadikan batu bara sebagai sumber tenaga pembangkit listrik sebanyak 78 juta ton (Kaltimpost 2014). Untuk mencapai keinginan tersebut tidaklah memungkinkan, karena dari segi mahalnya biaya hingga buangan emisi gas Sox, CO, dan NOx dari pembakaran batubara dikhawatirkan dapat meningkatkan konsentrasi atmosferik bumi.

Sampah merupakan suatu bahan terbuang yang dihasilkan dari proses alam maupun dari aktivitas manusia. Untuk mencapai keinginan tersebut tidaklah memungkinkan, karena dari segi mahalnya biaya hingga buangan emisi gas

Sox, CO, dan NO_x dari pembakaran batubara dikhawatirkan dapat meningkatkan konsentrasi atmosferik bumi.

Sampah organik yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pembangkit listrik dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan efek rumah kaca. Pengolahan sampah menjadi listrik juga merupakan bagian dari upaya Indonesia mengurangi emisi karbon, sebagaimana disepakati dalam Konferensi Paris (COP21) pada akhir tahun 2015.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui potensi energi listrik yang dihasilkan dari biogas sampah organik sebagai pembangkit listrik energi alternatif di Pasar Pandansari Balikpapan.
2. Mengetahui seberapa besar emisi yang dihasilkan dari pengolahan sampah Pasar Pandansari sebagai sumber energi listrik.
3. Mengetahui dari segi ekonomi dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biogas di Pasar Pandansari Balikpapan.

LANDASAN TEORI

1. Sampah Organik

Sampah organik yaitu sampah yang diambil dari alam terdiri dari hewan dan tumbuhan, kegiatan pertanian, perikanan atau yang lainnya. Proses penguraian alami mudah terjadi pada sampah organik. Sebagian besar sampah rumah tangga adalah sampah organik, termasuk sampah dapur, sayuran, buah-buahan, daun dan sisa tepung. Sampah anorganik yaitu sampah yang berasal dari sumber daya alam tak terbarui seperti mineral, aluminium, botol kaca, kaleng, plastik, minyak bumi dan sampah industri. Secara keseluruhan zat anorganik tidak bisa diuraikan oleh alam dan memakan waktu yang lama untuk bisa diuraikan (Suprihatin, 1999).

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya kotoran manusia dan hewan, limbah rumah tangga, sampah pasar tradisional, sampah mudah terurai (biodegradable) atau pada tiap limbah organik yang memiliki sifat mudah terurai

dalam kondisi anaerobik. Dalam kondisi kedap udara (anaerobic), biogas dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme, dengan bantuan bakteri *metanogen*. Bakteri *metanogen* secara alami terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik. Proses produksi biogas, umumnya menggunakan reaktor biogas (digester) yang dirancang agar kedap udara (anaerobic), sehingga proses penguraian oleh bakteri mikroorganisme dapat berjalan secara optimal. Kandungan utama dalam biogas adalah gas metana dan karbondioksida dan beberapa kandungan yang jumlahnya kecil, diantaranya *hydrogen sulfide* (H₂S) dan *ammonia* (NH₃) serta *Hydrogen* (H₂) dan nitrogen sulphur, kandungan air dan karbon dioksida (CO₂). Setelah penguraian, selanjutnya tahap fermentasi untuk menghasilkan biogas dengan suhu optimum 35°C dan pH optimum pada range 6,4 – 7,9. Lama waktu fermentasi sekitar 7 – 10 hari. reaksi kimia pembuatan biogas (gas metana) ada 3 tahap, yaitu (Toerien et al., 1970):

a. Hidrolisis

Pada proses pelarutan (hidrolisis) terjadi pemecahan enzimatik yang besar dari bahan yang tidak mudah larut seperti lemak, polisakarida, protein, asam nukleat, selulosa menjadi bahan yang mudah larut dalam air seperti karbohidrat dan asam lemak. Tahap pelarutan berlangsung pada suhu 25°C di biodigester. Dalam tahap hidrolisis tidak terjadi pembentukan gas metana.

b. Asetogenesis

Produk akhir dari tahap hidrolisis akan difermentasi menjadi asam organik dalam kondisi anaerob sangat penting untuk membentuk gas metan oleh bakteri pada proses selanjutnya. Produk utama tahap ini selain asam asetat adalah asam propionate (gas karbon dioksida dibebaskan selama pembentukan asam propionate). Tahap ini berlangsung pada suhu 25°C hingga 30°C di digester dan pH 5 – 6.

c. Metanogenesis

Proses pembentukan gas metana merupakan produk akhir penguraian anaerobik. Reaksi utama dalam tahap metanogenesis adalah fermentasi pembentukan asam asetat menjadi

gas metana dan karbondioksida. Bakteri pembentuk asam membentuk keadaan atmosfer yang ideal untuk bakteri gas metan, sedangkan bakteri pembentuk gas metan menggunakan asam yang dihasilkan bakteri penghasil asam. Proses ini berlangsung 14 hari dengan suhu 25°C hingga 35°C dan pH pembentukan gas metan sekitar 7. Dari proses ini akan dihasilkan 72% asam asetat, 30% karbon dioksida, 28% hidrogen.

Dalam reaktor atau digester biogas sesuai dengan kebutuhan bakteri yang akan mengurai atau mendekomposisi semua biomassa termasuk jenis sampah dan bahan organik adalah dengan kondisi *anaerob*, material memiliki pH diatas 6, suhu diatas 30°C dan kelembapan udara 60% diperlukan waktu 8 – 12 minggu untuk memulai proses ini. Selama proses pengolahan anaerobik tidak sensitif terhadap senyawa beracun karena keseimbangan karbon sekitar 95% diuraikan menjadi biogas dan 5% dikonversi menjadi biomassa (bio-slurry).

Energi biogas adalah salah satu dari banyak macam sumber energi terbarukan (*renewable fuel*), karena energi biogas memiliki kandungan gas metana yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar memasak dan juga sebagai pembangkit energi listrik. Pemanfaatan sampah organik sebagai bahan baku biogas memberikan tiga kelebihan yaitu meningkatnya efisiensi energi karena sampah organik memiliki kandung energi yang besar, penghematan biaya untuk bahan baku. Setelah tahap fermentasi, biogas akan menghasilkan gas metana dan ampas biogas yang berupa lumpur cair atau padat. Gas metana dimanfaatkan untuk sistem pembangkit, sedangkan lumpur cair yang dapat digunakan sebagai pupuk organik berkualitas tinggi untuk bidang pertanian.

Aktivitas rumah tangga dan pembuangan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), umumnya sampah organik yang tertumpuk mengalami proses pembusukan. Sampah yang busuk mengalami degradasi lalu terurai secara anaerobic, menghasilkan gas methan (CH₄) dan karbondioksida (CO₂). Gas methan dan karbondioksida atau lebih dikenal gas rumah kaca berpotensi menjadi penyebab pemanasan global dan perubahan iklim. Dengan menerapkan sistem pengolahan yang tepat dapat membantu mengurangi produksi sampah

yaitu *Sanitary Landfill*, sesuai dengan 3 langkah berikut 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).

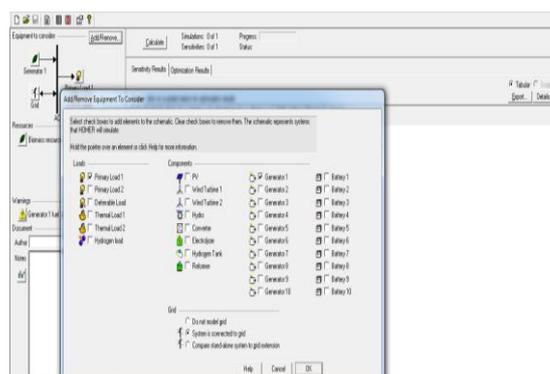
Selain pemanasan global, sampah yang menumpuk menyebabkan air limbah yang mencemari sumber air disekitar TPA, bau menyengat hingga ledakan gas methan (CH₄) yang memakan korban jiwa, dalam kasus TPA Leuwi Gajah Bandung dan TPA Bantar Gebang Bekasi.

Produksi energi biogas memungkinkan pertanian berkelanjutan dengan sistem proses terbarukan dan ramah lingkungan. Energi biogas telah menjadi energi alternatif yang bagus sebagai pengganti penggunaan bahan bakar fosil untuk produksi energi. Hasil produksi biogas memiliki beberapa keuntungan, yaitu:

- 1) Dapat menurunkan emisi gas rumah kaca
- 2) Meningkatkan kualitas udara karena jumlah karbon dioksida dan asap dapat dikurangi secara signifikan.
- 3) Menghasilkan pupuk organik berkualitas
- 4) Hasil daur ulang sampah organik dapat menghasilkan energi biogas dengan banyak keuntungan.
- 5) Sebagai salah satu energi alternatif yang dapat menghasilkan listrik.

2. Software HOMER Energy

Alat bantu *software* HOMER energy merupakan *the hybrid optimisation model for electric renewables*, salah satu teknologi populer untuk pemodelan desain sistem pembangkit listrik berbagai macam sumber daya termasuk energi terbarukan yaitu mikrohidro, *photovoltaic*, biomassa, biogas dan angin. HOMER mensimulasikan dan mengoptimalkan sistem pembangkit listrik baik mandiri maupun tersambung ke Grid.



Gambar 1. Tampilan Daftar Beban Pada HOMER

Gambar 1 menunjukkan window pemilihan komponen pada HOMER. Berbagai komponen seperti PV, *wind turbine*, *hydro*, *converter*, *electrilyzer*, *hydrogen tank*, *reforme*, generator, dan bank baterai. Setelah menentukan tipe beban dan komponen pembangkit, hal selanjutnya masukkan data beban tiap jamnya. Terdapat dua pilihan beban yaitu AC dan DC. Selanjutnya simulasi dari variasi beban tiap jamnya dapat disimulasikan dengan *input* presentase pada *random variable*. Dapat dilihat tampilan memasukkan nilai data beban pada gambar dibawah ini.

Perancang dapat menyusun sistem pembangkit dari berbagai jenis sumber daya konvensional maupun terbarukan. Proses simulasi pada HOMER dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari suatu sistem pembangkit.

METODOLOGI PENELITIAN

Hal yang dapat dilakukan dalam menelusuri penyebab dari permasalahan adalah dengan melalui pengamatan langsung di lapangan, pengambilan data atau berupa sampel dan melakukan wawancara kepada Unit Pelayanan Terpadu (UPT) di pasar Pandansari. Melakukan pencarian informasi dan referensi dalam bentuk *text book*, informasi dari internet, jurnal, maupun sumber-sumber lainnya.

Cara yang dilakukan dalam pengumpulan data:

- a. Meminta data teknis yaitu data sampah organik per bulan dalam satu tahun dan data jumlah kios yang dari jumlah tersebut hanya akan diambil sebesar 10 kios sebagai *sampling*.
- b. Melakukan wawancara untuk mengetahui pola pemakaian energi listrik kepada pedagang yang menjadi *sampling*.

Setelah data terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Data sampah organik pasar Pandansari setiap bulannya akan dirata-ratakan. Data pola pemakaian energi listrik dari *sampling* setiap jamnya dirata-ratakan dan dikalikan jumlah kios di pasar tersebut. Setelah semua data diatas didapat selanjutnya memasukkan data-

data tersebut menggunakan bantuan dari *software* HOMER *Energy* seperti, data sampah organik yang sudah dirata-ratakan tiap bulan dan pola pemakaian energi listrik yang ada.

Hasil data yang dianalisis dihasilkan dari simulasi pengolahan data dengan menggunakan *software* HOMER, menjadi beberapa analisa, yaitu sebagai berikut:

1. Analisa kelistrikan

Hasil yang akan dianalisis adalah dari perhitungan data pada *software* HOMER berupa data produksi, konsumsi dan grafik produksi listrik rata-rata setiap bulan.

2. Analisa ekonomi

Analisa ini menggunakan nilai investasi konfigurasi sistem, nilai penggantian (*replacement*), nilai O&M (*operational & maintenance*), bila ada data kelebihan listrik (*excess electricity*) kWh setiap tahun itu merupakan kelebihan tersebut untuk dijual ke PLN. Untuk mengetahui harga jual listrik ke PLN tiap tahun melalui perhitungan yaitu data kelebihan listrik kWh setiap tahun dikalikan harga jual kWh per tahun. Harga jual listrik kWh ke PLN per tahun dikurangi biaya langganan PLN dan harga O&M (*operational & maintenance*) selanjutnya dapat dianalisa keuntungan bersih (*surplus*).

PEMBAHASAN MASALAH

1. Data Sampah Organik

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang telah diperoleh dari Unit Pelayanan Terpadu (UPT) Pasar Pandansari terdapat 2 jenis sampah di yaitu sampah organik dan sampah non organik. Dalam 1 hari rata-rata banyaknya sampah organik dapat mencapai 25ton, terutama pada hari raya besar bisa mencapai hingga 30ton dan bahkan bisa lebih banyak lagi pada musim penghujan. Namun banyaknya sampah non organik tidak sebanyak seperti sampah organik yaitu 500kg per hari.

Tabel 1. Data massa sampah organik Pasar Pandansari tahun 2015

Hari ke	Jan (ton)	Feb (ton)	Mar (ton)	Apr (ton)	Mei (ton)	Juni (ton)	Juli (ton)	Agt (ton)	Sept (ton)	Okt (ton)	Nov (ton)	Des (ton)
1	35	26	26	26	30	30	29	30	27	30	30	28
2	32	26	25	28	30	30	29	30	30	30	30	28
3	30	27	25	26	29	30	29	27	25	28	27	28
4	30	27	26	28	30	29	30	30	27	28	29	27
5	30	26	27	27	30	30	30	27	27	25	27	26
6	27	27	27	27	30	30	30	26	27	25	25	27
7	28	27	27	28	30	30	29	26	27	28	30	28
8	25	30	28	28	30	30	28	28	26	30	26	30
9	25	30	28	28	29	30	30	30	30	30	26	28
10	25	28	28	28	27	30	30	30	30	27	30	30
11	25	28	28	28	27	30	29	30	30	28	28	29
12	25	26	28	28	28	28	29	29	29	28	28	26
13	25	26	28	28	28	29	29	27	27	27	27	28
14	26	28	26	28	28	30	30	28	28	27	27	30
15	26	28	26	27	26	27	27	28	28	27	27	28
16	26	28	28	26	26	26	26	28	28	27	27	27
17	26	28	30	26	26	25	26	28	28	25	25	28
18	25	28	28	25	25	25	25	28	28	25	25	26
19	26	28	29	26	27	30	30	25	25	25	25	27
20	25	28	28	27	27	30	30	25	25	27	26	28
21	25	28	28	27	27	30	30	25	25	27	26	29
22	25	28	27	27	27	28	27	30	30	27	26	30
23	26	28	27	27	27	28	27	30	30	27	26	30
24	28	26	28	26	26	28	27	27	30	27	26	29
25	28	26	28	28	26	28	26	27	26	27	26	28
26	25	26	28	28	26	27	27	27	26	28	28	26
27	25	26	27	28	28	27	28	27	26	28	28	27
28	26	26	27	27	28	27	28	28	28	28	28	28
29	26	0	26	27	30	30	30	29	28	30	30	29
30	25	0	26	30	30	30	28	29	28	30	30	28
31	26	0	26	0	27	0	30	29	0	30	0	30
Jumlah sampah organik per bulan (ton)	827	764	844	818	865	862	883	868	829	856	819	871
Rata-rata per bulan (ton)	26.68	27.29	27.23	27.27	27.9	28.7	28.5	28	27.6	27.61	27.3	28.1

Banyaknya sampah sayuran yang terdapat di tempat pembuangan sampah Pasar Pandansari pada tahun 2016 sebanyak rata-rata massa sampah organik 27.7 ton per hari atau sama dengan 27,700 kg per hari. Berdasarkan produksi sampah per hari, dapat dicari volume biogas sampah organik per hari dengan perhitungan berikut:

$Volume\ biogas\ sampah\ orang\ per\ hari = massa\ sampah\ per\ hari \times bahan\ kering\ sampah\ organik \dots \dots \dots (persamaan\ 4.1)$

$Volume\ biogas\ sampah\ orang\ per\ hari = 27,700\ kg \times 0.45\ m^3/kg$

$Volume\ biogas\ sampah\ orang\ per\ hari = 12,465\ m^3$

Setelah volume biogas sampah organik per hari diperoleh, maka untuk mencari massa jenis biogas sampah organik per hari:

$Massa\ biogas\ sampah\ orang\ per\ hari = Volume\ biogas\ per\ hari \times massa\ jenis\ biogas \dots \dots \dots (persamaan\ 4.2)$

$Massa\ biogas\ sampah\ orang\ per\ hari = 12,465\ m^3 \times 1.16\ kg/m^3$

$Massa\ biogas\ sampah\ orang\ per\ hari = 14,459.4\ kg$

Selanjutnya, menghitung rasio gasifikasi massa biogas dari sampah organik:

$Rasio\ gasifikasi\ biogas = \frac{Massa\ Biogas}{massa\ sampah\ per\ hari} \dots \dots \dots (persamaan\ 4.3)$

$Rasio\ gasifikasi\ biogas = \frac{14,459.4\ kg}{27,700\ kg}$

$Rasio\ gasifikasi\ biogas = 0.522$

2. Data Beban Listrik

Berdasarkan informasi yang didapat dari kantor Unit Pelaksana Terpadu (UPT), jumlah kios aktif sebanyak 911 namun, peneliti mengambil data 68 kios dikarenakan masih menggunakan listrik pascabayar. Jadi, tidak semua kios di Pasar Pandansari yang akan mendapatkan pasokan listrik dari pembangkit biogas ini. Sebagai bahan *sampling*, hanya diambil 10 kios dari 68 kios. setelah didapat nilai daya listrik rata-rata dari 10 sampel, selanjutnya yang dilakukan adalah mencari besar nilai daya listrik dari 68 kios di Pasar Pandansari dengan cara berikut:

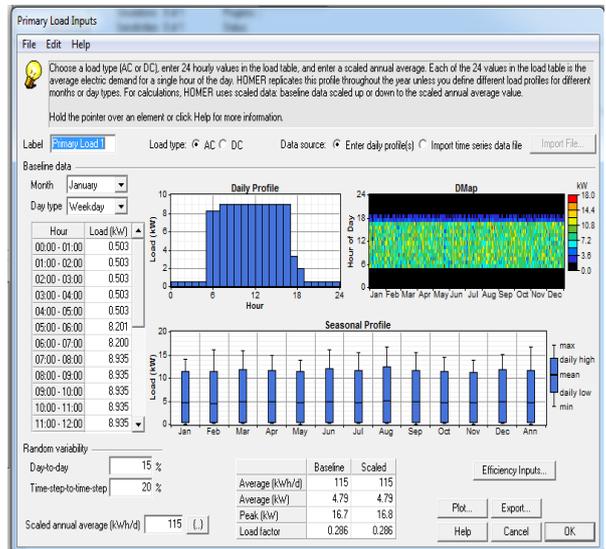
Besar nilai daya listrik 68 kios = konsumsi daya listrik 1 kios x 68 kios

Sample Penggunaan Listrik Kios Pasar Pandansari						
Konsumsi Listrik 1 Kios			Konsumsi Listrik 1 Kios			
Jam	Rata-rata (watt)	Rata-Rata (kW)	Jam	Jumlah (watt)	Jumlah (kW)	
00:00-01:00	7.4	0.0074	00:00-01:00	503.2	0.5032	
01:00-02:00	7.4	0.0074	01:00-02:00	503.2	0.5032	
02:00-03:00	7.4	0.0074	02:00-03:00	503.2	0.5032	
03:00-04:00	7.4	0.0074	03:00-04:00	503.2	0.5032	
04:00-05:00	7.4	0.0074	04:00-05:00	503.2	0.5032	
05:00-06:00	120.6	0.1206	05:00-06:00	8200.8	8.2008	
06:00-07:00	131.4	0.1314	06:00-07:00	8935.2	8.9352	
07:00-08:00	131.4	0.1314	07:00-08:00	8935.2	8.9352	
08:00-09:00	131.4	0.1314	08:00-09:00	8935.2	8.9352	
09:00-10:00	131.4	0.1314	09:00-10:00	8935.2	8.9352	
10:00-11:00	131.4	0.1314	10:00-11:00	8935.2	8.9352	
11:00-12:00	131.4	0.1314	11:00-12:00	8935.2	8.9352	
12:00-13:00	131.4	0.1314	12:00-13:00	8935.2	8.9352	
13:00-14:00	131.4	0.1314	13:00-14:00	8935.2	8.9352	
14:00-15:00	131.4	0.1314	14:00-15:00	8935.2	8.9352	
15:00-16:00	131.4	0.1314	15:00-16:00	8935.2	8.9352	
16:00-17:00	131.4	0.1314	16:00-17:00	8935.2	8.9352	
17:00-18:00	48	0.048	17:00-18:00	3264	3.264	
18:00-19:00	28.7	0.0287	18:00-19:00	1951.6	1.9516	
19:00-20:00	7.4	0.0074	19:00-20:00	503.2	0.5032	
20:00-21:00	7.4	0.0074	20:00-21:00	503.2	0.5032	
21:00-22:00	7.4	0.0074	21:00-22:00	503.2	0.5032	
22:00-23:00	7.4	0.0074	22:00-23:00	503.2	0.5032	
23:00-00:00	7.4	0.0074	23:00-00:00	503.2	0.5032	

Gambar 2. Nilai rata-rata penggunaan listrik 68 kios di Pasar Pandansari

3. Simulasi Software HOMER Energy

Simulasi *electric load* adalah simulasi terhadap beban listrik yang akan dipakai menjadi beban yang bisa ditanggung oleh sistem pembangkit PLTBG. Data beban listrik yang dimasukkan kedalam software HOMER adalah data rata-rata konsumsi listrik pada 68 kios.

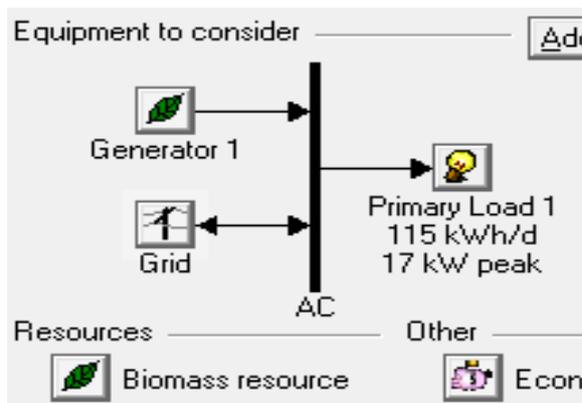


Gambar 3. Tampilan data beban pada HOMER

Data beban yang dimasukkan pada simulasi beban software HOMER mulai dari jam 00:00 hingga kembali ke jam 00:00. Selanjutnya, masukkan variabel pada bagian simulasi generator biogas sebagai simulasi alat penyediaan daya kelistrikan. Pada perancangan

sistem pembangkit dengan HOMER butuh beberapa variable berupa nilai ekonomi, umur(hours) yaitu lama waktu dari proyek sistem pembangkit tercukupi dan nilai kapasitas pembangkit agar dapat memenuhi perhitungan *software* HOMER.

Komponen penting selanjutnya yaitu grid. Simulasi perancangan sistem ini dikoneksikan ke grid untuk menemukan konfigurasi yang baik agar apabila sistem di Pasar Pandansari mengalami kelebihan energi listrik (*excess power*), Pasar Pandansari dapat menjual energinya ke grid (PLN). Simulasi HOMER juga membutuhkan seberapa besar daya langganan PLN yang dibutuhkan oleh Pasar Pandansari. Data besarnya daya langganan ke PLN dimasukkan di bagian *purchase capacity* pada grid input yang mana nantinya akan berpengaruh pada hasil perhitungan HOMER.



Gambar 4. Hasil Perancangan Konfigurasi HOMER

		Sensitivity Results		Optimization Results						
Double click on a system below for simulation results.										
	Gen 1 (kW)	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Biomass (t)	Gen 1 (hrs)	
	20	30	\$ 8,000	-9,098	\$ -108,297	-0.202	1.00	88	8,760	
		30	\$ 0	4,617	\$ 59,024	0.110	0.00			

Gambar 5. Hasil kalkulasi konfigurasi sistem PLTBG pada software Homer Energy

Dari simulasi sistem pembangkit ini didapat dua perhitungan konfigurasi sistem, yaitu:

1. Kalkulasi konfigurasi dengan sistem PLTBG yang dikoneksi ke grid.
2. Kalkulasi konfigurasi yang hanya menggunakan koneksi grid.

Dari dua hasil kalkulasi konfigurasi akan dipilih konfigurasi sistem yang teroptimal,

yaitu biaya NPC (*Net Present Cost*) dan COE (*Cost of Energy*) harus memiliki nilai terkecil. NPC merupakan nilai saat ini dari semua biaya yang muncul selama masa pakai dikurangi semua pendapatan yang diperoleh selama masa pemakaian. NPC juga digunakan untuk mengetahui biaya investasi yang paling optimal dari segi *output* perekonomian pada sebuah pembangkit. Sedangkan COE merupakan harga rata-rata per KWh dari energi listrik yang dihasilkan oleh sistem pembangkit. Pada Gambar 5 menunjukkan nilai total NPC (-) bahwa, pendapatan yang masuk melebihi biaya modal, pendapatan mungkin berasal dari penjualan listrik ke grid.

Dari hasil simulasi HOMER diketahui nilai keluaran emisi sistem PLTBG.

Pollutant	Emissions (kg/yr)
Carbon dioxide	-73,396
Carbon monoxide	0.575
Unburned hydrocarbons	0.0637
Particulate matter	0.0433
Sulfur dioxide	-236
Nitrogen oxides	-110

Gambar 6. Emisi dari sistem PLTBG

Seperti diketahui sistem PLTBG melakukan transaksi kepada koneksi grid, walaupun sistem tersebut menggunakan sumber daya energi ramah lingkungan untuk membangkitkan energi listrik sistem PLTBG ini. Hasil polutan emisi oleh sistem PLTBG optimal menghasilkan nilai polutan emisi tidak terlalu banyak yaitu -73,396 kg/tahun apabila dibandingkan dengan sistem koneksi grid. Hal ini berarti dari segi keluaran emisi, sistem PLTBG mampu meminimalisir hasil polutan emisi.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

- a. Sistem PLTBG dapat menjadi pembangkit listrik energi alternatif di Pasar Pandansari Balikpapan dengan hasil simulasi: Potensi sampah organik mampu mencukupi kebutuhan bahan bakar generator biogas yaitu sebesar 88 ton/tahun.

Energi listrik yang dihasilkan generator biogas sebesar 127,937 kWh/tahun.

Nilai beban listrik 68 kios dalam setahun yaitu 41,975 kWh/tahun.

Energi listrik yang dihasilkan oleh generator mampu memenuhi beban listrik sehingga terdapat kelebihan energi listrik sebesar 85,962 kWh/tahun.

Dari hasil simulasi *software* HOMER *energy* konfigurasi kapasitas generator biogas 20 kW menghasilkan energi listrik 127,937 kWh/tahun.

- b. Dari produksi energi listrik dari sistem PLTBG yaitu 127,937 kWh/tahun dapat menghasilkan besar emisi karbon dioksida (CO₂) sebesar -73,396 kg/tahun.
- c. Dari segi ekonomi sistem PLTBG menghasilkan nilai-nilai sebagai berikut:
Biaya investasi yang dikeluarkan pada awal pembangunan sistem PLTBG sebesar US\$ 8,000.
Nilai surplus atau nilai keuntungan bersih sebesar US\$ 9,140 tiap tahunnya.
Payback period atau lama dari balik modal yaitu sekitar 0.87 tahun.

2. SARAN

- a. Untuk pengoptimalan pembangunan sistem PLTBG diperlukan studi kelayakan (Feasibility Study/FS) yang meninjau beberapa aspek diantaranya: aspek teknis, aspek sosial dan lingkungan sekitar serta aspek ekonomi dan ekonomi bisnis kemudian dilanjutkan dengan perencanaan *Detail Engineering Design* (DED).
- b. Bagi pemerintah Balikpapan, perlunya kebijakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi yang semakin menipis. Serta menggali dan mengkaji potensi energi terbarukan (biogas, air, angin, biomassa dan *photovoltaic*) yang dimiliki Balikpapan sebagai sumber energi yang dapat diterapkan di wilayah Balikpapan.

DAFTAR PUSTAKA

Didik, Eko Budi Santoso dan Gunawan (2011). *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Dengan Teknologi Dry Anaerobic Conversion*.

Arif, Febriansyah Juwito, Sasongko Pramonohadi, T. Haryono (2012). *Optimalisasi Energi*

Terbarukan pada Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya.

Santoso, Anugrah Adi (2010). *Produksi Biogas Dari Limbah Rumah Makan Melalui Peningkatan Suhu Dan Penambahan Urea Pada Perombakan Anaerob*. Tugas Akhir Pada Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.

Romadhoni, Hasan Ashari dan Putu Wesen (2014). *Pembuatan Biogas Dari Sampah Pasar*.

Sulistyo, Agung (2010). *Analisis Pemanfaatan Literatur*. Tugas Akhir Pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Wildan, Aziz (2011). *Konversi Sampah Organik Pasar Dengan Sistem Fermentasi Media Padat Menjadi Biogas Dan Pupuk Organik*. Tugas Akhir Pada Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

PENULIS:

Widya Ranuna

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.

Email: widya.ranuna.2012@ft.umy.ac.id