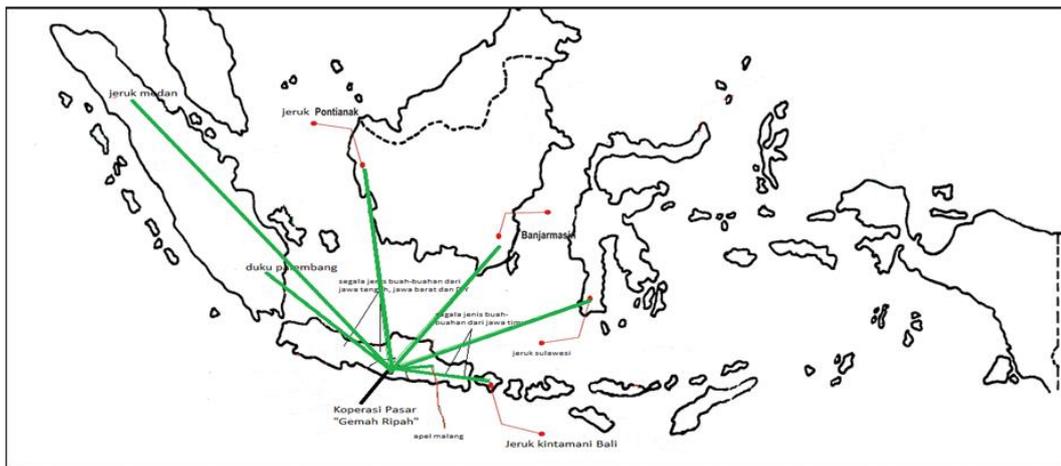


BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

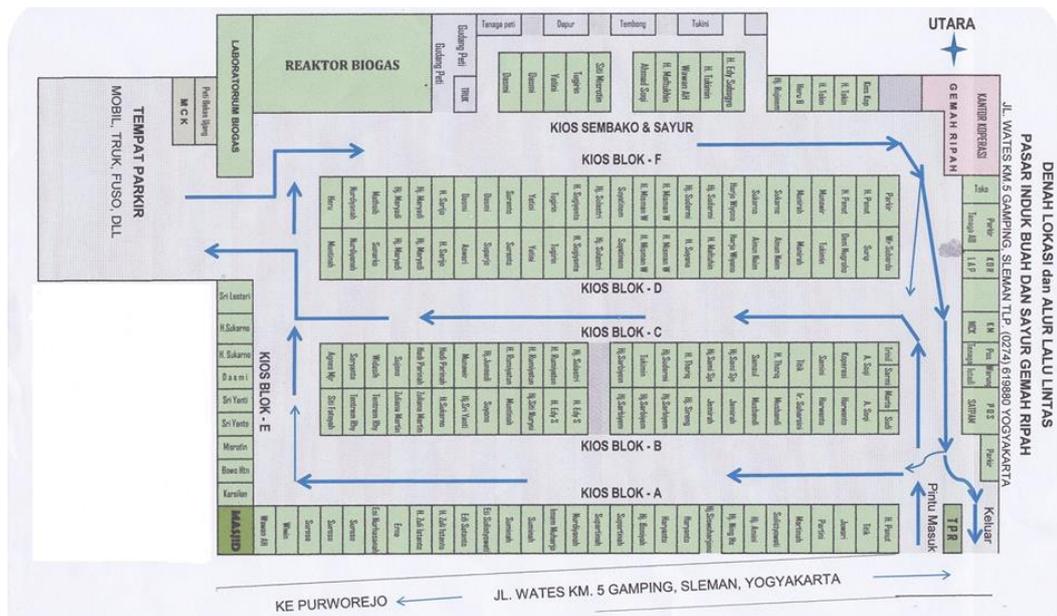
4.1 Pengumpulan Data

Tahap awal dari penelitian yaitu dengan menganalisis dan mengambil data di Pasar Buah Gemah Ripah Gamping, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pasar buah ini beralamatkan Jalan Wates KM 05 Yogyakarta dan merupakan pasar buah terbesar di provinsi Yogyakarta yang mana beroperasi selama 24 jam setiap harinya dan hanya libur pada hari Raya Idul Fitri saja.



Gambar 4.1 Daerah-daerah pemasok buah di Pasar Gemah Ripah

Pasar Buah Gemah Ripah Gamping berdiri sejak tahun 1994 hingga saat ini dan memiliki tujuh blok kios buah dari blok A sampai blok G atau sekitar 154 kios yang mana setiap hari seluruh kios memasok buah dari berbagai daerah di Indonesia seperti Jawa Timur, Jawa Barat, Sumatera dan lainnya. Bahkan pasar ini mengimpor beberapa buah dari luar negeri.



Gambar 4.2 Denah Pasar Buah Gemah Ripah Gamping, Yogyakarta.

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan dalam pencarian data tugas akhir antara lain:

1. Melakukan pemantauan dan wawancara untuk mengambil data limbah pasar perharinya.
2. Melakukan pengecekan dan wawancara mengenai beban listrik yang digunakan dan lamanya pemakaian.
3. Mewawancara dan memantau pembangkit tenaga biogas yang ada di Pasar Buah Gemah Ripah Gamping, Yogyakarta.

4.2 Sumber Kelistrikan

Koperasi Pasar Gemah Ripah Gaping saat ini telah memiliki pembangkit energi biogas sendiri yang mana bekerja sama dengan pemerintah daerah kabupaten Sleman dan Universitas Gadjah Mada sebagai mitra peneliti. Akan tetapi pembangkit biogas yang ada belum digunakan secara maksimal dan hanya digunakan selama 4 jam saja pada malam hari untuk penerangan jalan dan beberapa kios buah di blok G. Belum digunakannya pembangkit secara maksimal dikarenakan terbatasnya listrik yang dihasilkan serta generator pembangkit serta tidak bisa digunakan secara tetap selama sehabian.

Oleh karena itu, saat ini sumber kelistrikan yang digunakan oleh semua kios-kios dan bangunan di Pasar Buah Gemah Ripah Gamping merupakan langganan dengan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Pasar Buah Gemah Ripah Gamping berlangganan listrik dengan PLN seperti langganan rumah tangga biasanya, yaitu kios berhubungan langsung dengan PLN bukan seperti kampus atau perusahaan yang berlangganan dengan daya besar. Adapun jumlah langganan meteran listrik (*Bargainser*) yang ada di Pasar Buah Gemah Ripah Gamping bisa dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Jumlah meteran listrik (*bargainser*) di Pasar Buah Gemah Ripah

NO	Besar Meteran	Jumlah
1	450 VA	13
2	900 VA	43
3	1300 VA	21
4	2200 VA	6
5	4400 VA	3

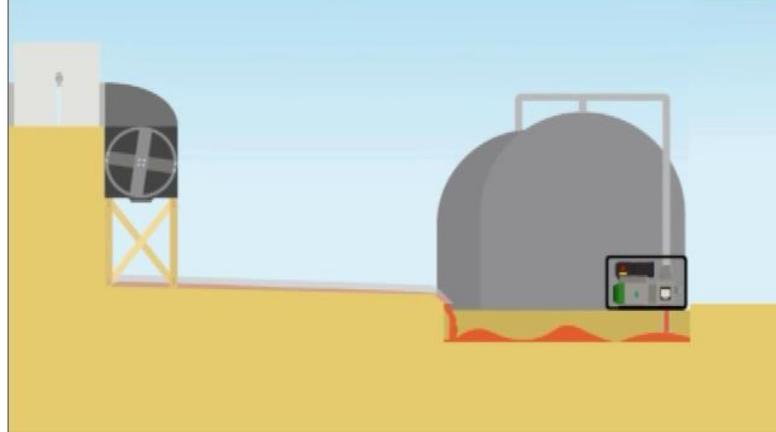
4.3 Pembangkit Biogas Gemah Ripah Gamping

Pembangkit listrik tenaga biogas yang dimiliki Pasar Buah Gemah Ripah Gamping, Yogyakarta mengambil semua bahan pembangkit dari buah-buah busuk yang ada setiap harinya. Buah busuk yang ada setiap hari tidaklah digunakan seluruhnya sebagai bahan biogas, namun ada sebagian yang dikumpulkan dan diangkut untuk buang oleh dinas kebersihan kabupaten Sleman, Yogyakarta menuju tempat pembuangan akhir (TPA).

Pembangkit biogas yang ada di Pasar Buah Gemah Ripah Gamping saat ini hanya menggunakan bahan bakar dari buah busuk yang tidak memiliki biji yang keras, dikarenakan mesin pencacah yang ada pada pembangkit saat ini belum bisa mencacah bahan-bahan keras seperti biji buah salak, manga dan lainnya. Adapun cara kerja pembangkit biogas hingga menghasilkan energi listrik yaitu:

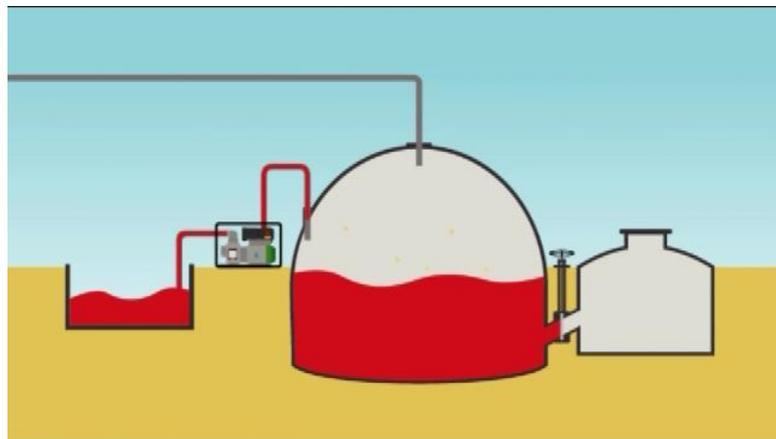
1. Buah yang telah dikumpulkan terlebih haruslah dicacah dengan mesin pancacah (*crusher*).

2. Buah yang telah dicacah akan keluar menjadi cair dan padat yang mana dikumpulkan terlebih dahulu dikolam hasil pencacahan.



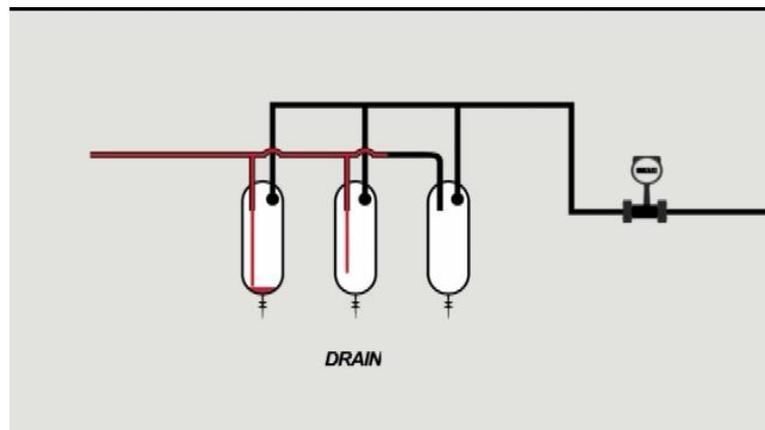
Gambar 4.3 Pencacah dan kolam hasil cacahan limbah

3. Limbah yang telah terkumpul di kolam limbah sementara kemudian dialirkan menuju digester menggunakan pompa.



Gambar 4.4 Pompa dan digester pembangkit biogas

4. Limbah yang ada di dalam digester akan terfermentasi menjadi biogas dan akan dialirkan menuju generator
5. Biogas yang dialirkan menuju generator akan melewati water trap yang berfungsi sebagai pembersih biogas dari zat-zat cair atau kandungan uap air.



Gambar 4.5 *Water trap* pada pembangkit biogas

6. Biogas yang telah tidak mengandung kandungan air akan memasuki generator untuk menghasilkan listrik

Berdasarkan pengamatan dan wawancara yang dilakukan langsung kepada koperasi dan bagian kebersihan pasar, rata-rata banyaknya limbah Pasar Buah Gemah Ripah Gamping bekisar 3-4 ton perharinya dan bahkan dapat lebih banyak lagi hingga 5-6 ton pada musim penghujan.

4.4 Analisa Perkiraan Beban

Dalam model perancangan sistem pembangkit biomassa ini digunakan untuk penyedia daya listrik pada daerah Pasar Buah Gemah Ripah Gamping saja.

Tabel 4.2 Data penggunaan peralatan listrik

NO	Jenis Alat	Jumlah	Daya Satuan (kW)
1	Lampu Jalan	5	0,25
2	Lampu Penerangan Kios	417	0,04
3	Lampu Penerangan Masjid	5	0,036
4	Billboard	1	2,00
5	Pompa Air	77	0,20
6	Televisi	91	0,068

Peralatan listrik yang digunakan dilokasi pasar sangatlah sederhana, mulai dari lampu penerangan jalan, lampu penerangan kios, televisi dan lain-lainnya.

Akan tetapi, dikarenakan Pasar Buah Gemah Rimpah beroperasi selama 24 jam sehari, maka dapat dipastikan konsumsi energi listrik yang dibutuhkan tidaklah sedikit seperti halnya rumah tangga.

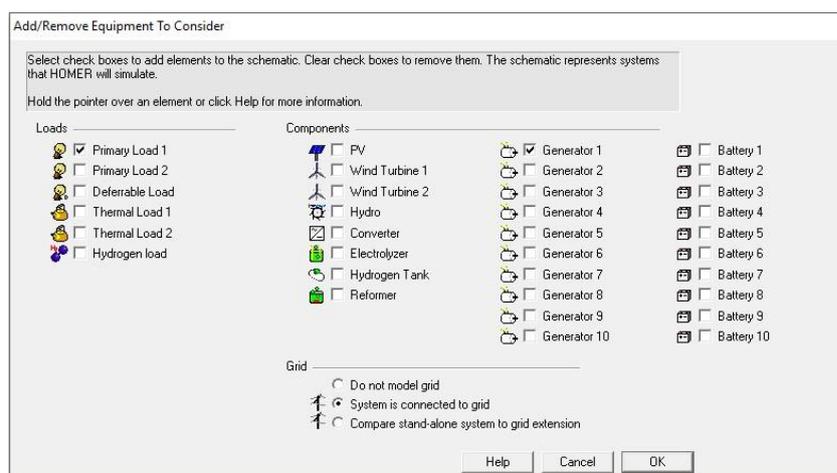
Tabel 4.3 Rata-rata beban listrik harian

Waktu	Rata-rata (kWh)
00.00 - 01.00	21.33
01.00 - 02.00	21.33
02.00 - 03.00	21.33
03.00 - 04.00	21.33
04.00 - 05.00	21.33
05.00 - 06.00	16.68
06.00 - 07.00	16.68
07.00 - 08.00	16.68
08.00 - 09.00	17.283
09.00 - 10.00	17.283
10.00 - 11.00	17.283
11.00 - 12.00	17.283
12.00 - 13.00	17.283
13.00 - 14.00	17.283
14.00 - 15.00	17.283
15.00 - 16.00	17.283
16.00 - 17.00	17.283
17.00 - 18.00	27.518
18.00 - 19.00	27.518
19.00 - 20.00	27.518
20.00 - 21.00	27.518
21.00 - 22.00	27.518
22.00 - 23.00	21.33
23.00 - 24.00	21.33

Tabel 4.3 diatas merupakan data beban listrik harian pada Pasar Buah Gemah Ripah Gamping. Dari data diatas bisa diketahui bahwa beban listrik paling besar terjadi pada sore hari dari pukul 17.00 – 22.00, dikarenakan Pasar Buah Gemah Ripah beroperasi selama 24 jam sehari.

4.5 Perancangan Sistem HOMER

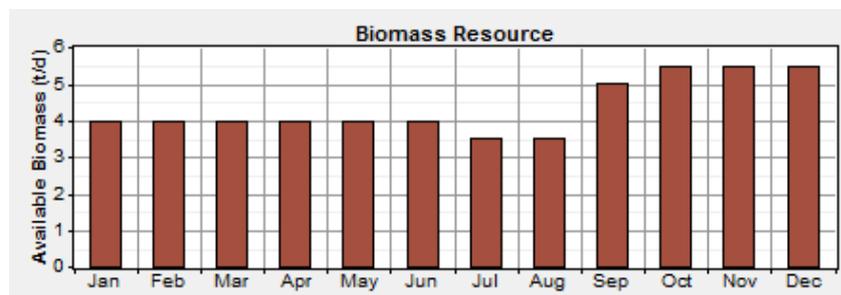
Perancangan awal sistem HOMER yaitu menentukan komponen-komponen yang digunakan dalam pembangkitan energi listrik. Pada penelitian potensi limbah Pasar Buah Gemah Ripah ini hanya menggunakan beban primer 1 dan generator 1. Setelah pemilihan komponen yang digunakan, maka *connect grid* dipilih untuk menemukan komposisi yang baik antara PLN dan pembangkit.



Gambar 4.6 Perancangan HOMER

4.5.1 Potensi Biomassa (*Biomassa Resource*)

Potensi biomassa yang ada pada HOMER digunakan untuk menginputkan data-data bahan bakar generator. Dikarenakan Pasar Buah Gamping menghasilkan limbah buah yang besar setiap harinya, maka data seberapa banyak limbah perhari setiap bulannya digunakan untuk data masukannya.



Gambar 4.7 Rata-rata limbah buah harian perbulannya di Pasar Buah

Data rata-rata seberapa banyaknya limbah yang dihasilkan oleh Pasar Buah Gemah Ripah Gamping, Yogyakarta, perharinya setiap bulan bisa dilihat

pada gambar 4.7 diatas. Data tersebut didapat dari hasil wawancara dengan koperasi pasar bagian pengelola biogas.

4.5.2 Generator

Generator merupakan simulasi penyediaan daya kelistrikan dan suatu alat yang digunakan untuk mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik biasa disebut tenaga gerak yang bisa berasal dari panas matahari, air, uap dan lainnya. Energi yang dihasilkan generator berupa energi listrik bolak-balik (AC) dan tergantung dari kontruksi generator yang dipakai pembangkit energi listrik. Data masukan generator yang ada pada HOMER berupa seberapa besar daya yang dihasilkan generator, biaya pembelian, biaya pengganti generator dan biaya perawatan.

Generator Inputs

File Edit Help

Choose a fuel, and enter at least one size, capital cost and operation and maintenance (O&M) value in the Costs table. Note that the capital cost includes installation costs, and that the O&M cost is expressed in dollars per operating hour. Enter a nonzero heat recovery ratio if heat will be recovered from this generator to serve thermal load. As it searches for the optimal system, HOMER will consider each generator size in the Sizes to Consider table.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Cost Fuel Schedule Emissions

Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/hr)
1500.000	500000	250000	0.050

Sizes to consider

Size (kW)
0.000
1500.000

Cost Curve

Cost (000 \$)

Size (kW)

Capital Replacement

Properties

Description: Generator 1 Type: AC DC

Abbreviation: Label

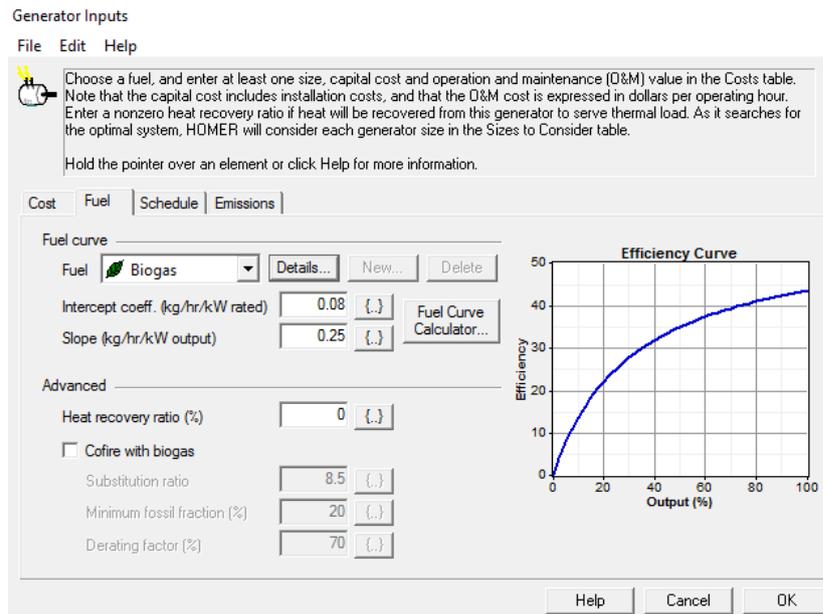
Lifetime (operating hours): 175200

Minimum load ratio (%): 30

Help Cancel OK

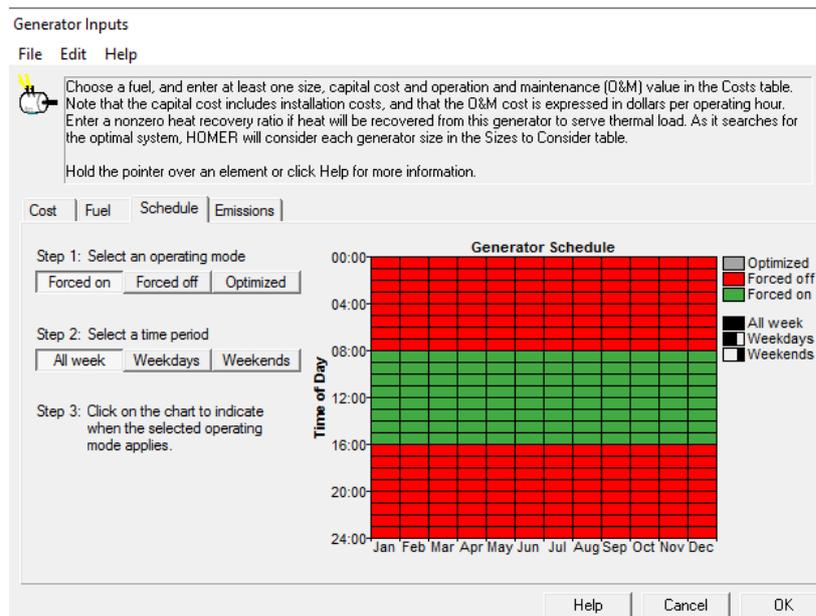
Gambar 4.8 Inputan *cost* pada generator

Generator yang telah ada di pembangkit biogas Pasar Buah Gemah Ripah berkapasitas 1.500 kW dengan biaya pembelian sebesar \$500.000 dan biaya *replacement* yang diasumsikan sebesar 50% serta biaya perawatan rutin sebesar 0.05\$ perjamnya. Pada masukan generator bagian *cost* juga dimasukkan *lifetime* atau umur generator yang dipakai dan diasumsikan selama 20 tahun (175.200 jam).



Gambar 4.9 Inputan *fuel* pada generator

Pada masukan generator bagian *fuel*, dipilih biogas sebagai bahan bakarnya dan terdapat *Intercept coeff* biogas, yaitu merupakan konsumsi bahan bakar beban dari generator. Pada bagian juga generator *fuel* juga terdapat *efficiency curve* yang dimana bisa digunakan dalam pengoperasian HOMER jika nilainya antara 30% - 100 % saja

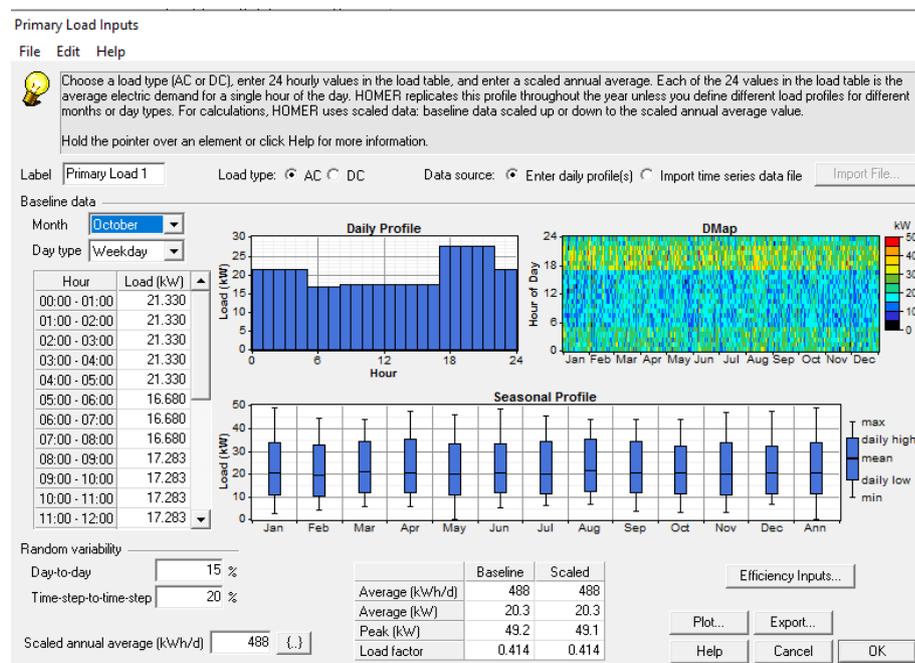


Gambar 4.10 Input *schedule* pada generator

Pada bagian *schedule*, juga diinputkan secara manual seberapa lama generator yang digunakan pada pembangkit, yang mana pada simulasi generator diaktifkan dan bekerja selama 08 jam antara pukul 08.00-16.00 saja. Generator tidak diaktifkan selama 24 jam dikarenakan untuk penghematan umur generator serta perawatannya.

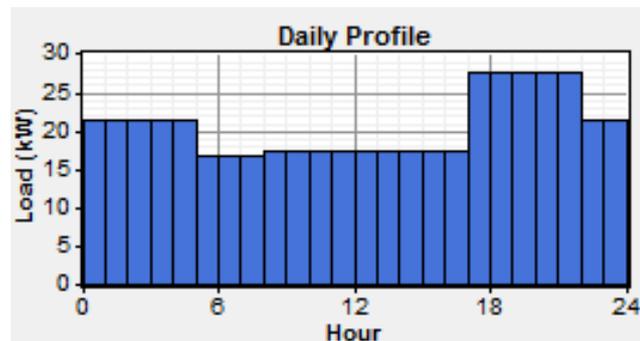
4.5.3 Simulasi *Primary Load 1*

Simulasi *primary load 1* merupakan simulasi beban kelistrikan yang ada dalam analisa yang dalam skripsi ini yaitu beban kelistrikan di Pasar Buah Gemah Ripah Gamping, Yogyakarta.



Gambar 4.11 *Primary load input* HOMER

Data masukan beban listrik yang ada dalam simulasi HOMER dapat dimasukkan perjam dalam sehari penuh dan akan digunakan data yang sama untuk setiap bulan karena dianggap tidak adanya perbedaan. Hal ini dikarenakan penggunaan daya listrik dianggap tidak berpengaruh dengan iklim maupun cuaca yang ada.

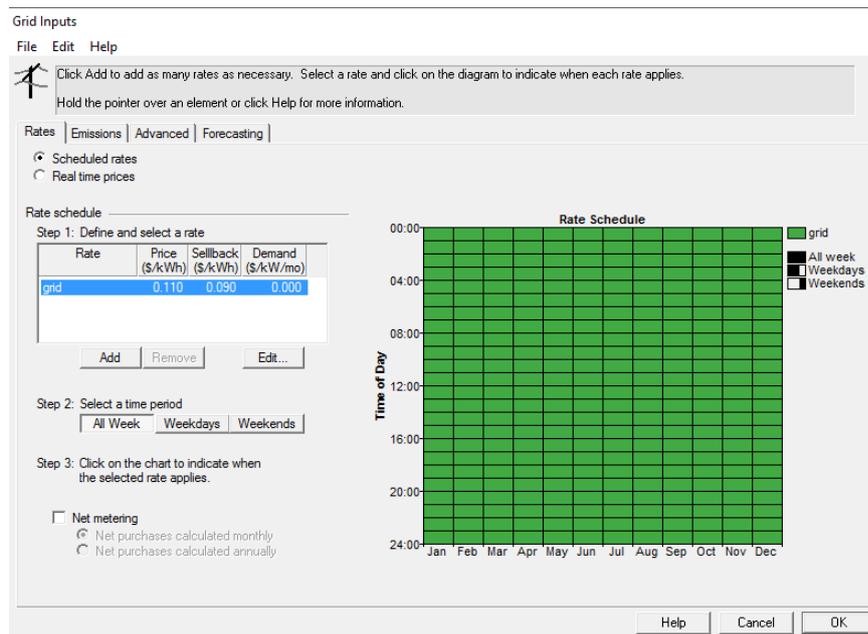


Gambar 4.12 Diagram pemakaian daya listrik perhari

Pasar Buah Gemah Ripah Gamping, Yogyakarta berbeda dengan pasar pada umumnya yang hanya buka hingga sore saja. Pasar buah ini merupakan pasar buah terbesar yang buka selama 24 jam sehari maka daya konsumsi listrik terbesar biasanya terjadi pada sore hingga malam hari yang mana konsumsi berasal dari lampu penerangan kios, penerangan jalan dan televisi. Gambar diagram penggunaan beban listrik perharinya di Pasar Buah Gemah Ripah Gamping, bisa dilihat pada gambar 4.12.

4.5.4 Grid

Simulasi perancangan potensi limbah buah ini dikoneksikan ke grid dengan tujuan utama yaitu menemukan komposisi yang baik antara PLN dan pembangkit (generator). Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 04 Tahun 2012, PLN wajib menggunakan energi terbarukan skala kecil sampai dengan menengah dengan kapasitas sampai 10 MW. Kelebihan tenaga listrik (*excess power*) dari produksi biomassa dapat dikelola oleh badan usaha milik negara (BUMN), badan usaha milik daerah, badan usaha milik swasta, koperasi dan swadaya masyarakat dengan kapasitas 10 MW yang mana terlebih dahulu menyampaikan permohonan kepada Dirjen EBTKE untuk ditetapkan sebagai pengelola energi biomassa dan biogas, guna memperkuat sistem penyediaan tenaga listrik setempat yang terbarukan.

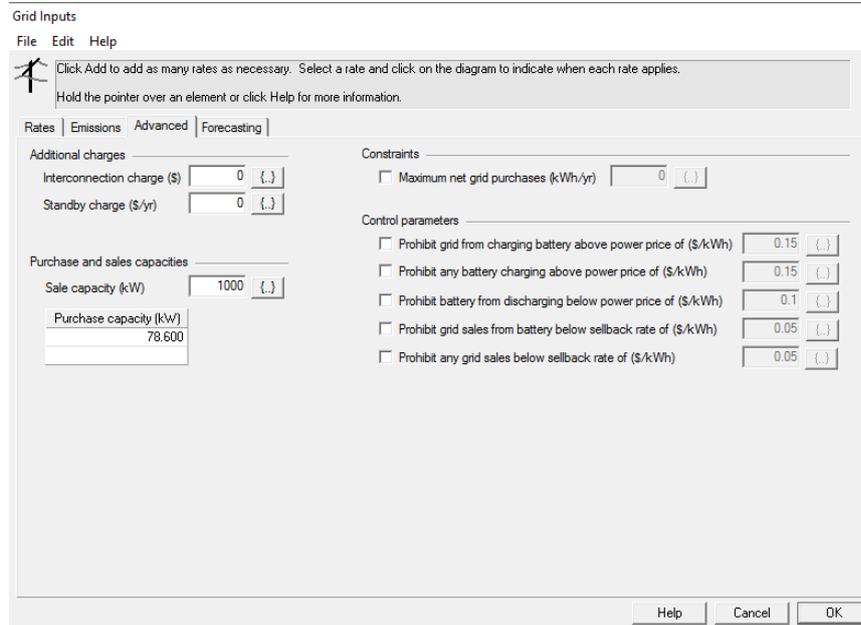


Gambar 4.13 *Grid input* pada HOMER

Menurut penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik (tarif adjustment) yang dikeluarkan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN), untuk bulan Oktober 2016 tarif per kWh untuk 1300VA–4400VA sebesar Rp 1.459,74 (\$0.11).

Peraturan Menteri ESDM No 27 Tahun 2014 Pasal 4 menyatakan bahwasanya harga jual tenaga listrik sampai dengan 10 MW sebagaimana dimaksud dalam pasal 3 ditetapkan pertimbangan tegangan jaringan listrik PLN dan lokasi atau wilayah pembangkit (faktor f). Peraturan Menteri ESDM No 27 Tahun 2014 Pasal 4 ke 2 bahwasanya harga jual tenaga listrik dari pembangkit listrik biomassa dimaksud ditetapkan pada ayat 1 sebesar Rp 1.150,00/kWh x f jika terinterkoneksi pada jaringan tegangan menengah dan Rp 1.500,00/kWh x f jika terinterkoneksi pada jaringan rendah.

Faktor f sebagaimana yang dimaksud pada ayat 2 dan 3 pada Peraturan Menteri ESDM No 27 Tahun 2014 Pasal 4 merupakan faktor insetif sesuai dengan lokasi pembelian tenaga listrik oleh PT PLN dengan besaran, Pulau Jawa $f = 1,00$, Pualu Sumatera $f = 1,15$, Pualu Sulawesi $f = 1,30$, Pulau Bali, Bangka Belitung dan Pulau Lombok $f = 1,50$ dan Pulau Riau, Kepulauan Riau dan Pulau Papua $f = 1,60$.

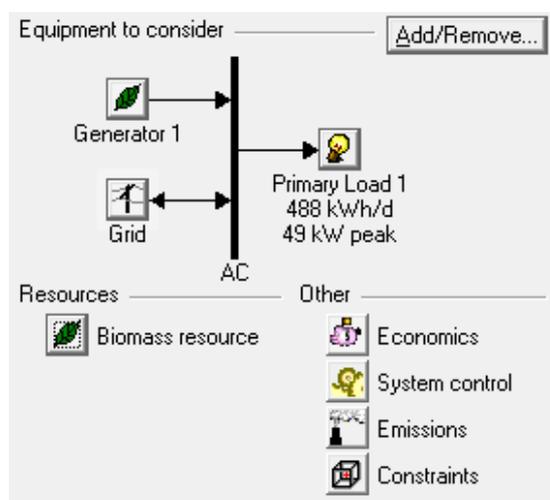


Gambar 4.14 *Grid input* besarnya langganan daya listrik

Simulasi HOMER juga membutuhkan seberapa besar daya langganan PLN yang dibutuhkan oleh Pasar Buah Gemah Ripah. Data besarnya daya langganan ke PLN diinputkan di bagian *purchase capacity* pada *grid input* yang mana nantinya akan berpengaruh pada hasil penghitungan HOMER.

4.6 Hasil Optimasi HOMER

4.6.1 Hasil konfigurasi HOMER



Gambar 4.15 Perancangan Konfigurasi HOMER

The screenshot shows the HOMER software interface with the following data:

Label (kW)	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Biomass (t)	Label (hrs)
1500	78.6	\$ 500,000	-35,493	\$ 46,281	0.020	0.77	1,595	554
	78.6	\$ 0	19,593	\$ 250,467	0.110	0.00		

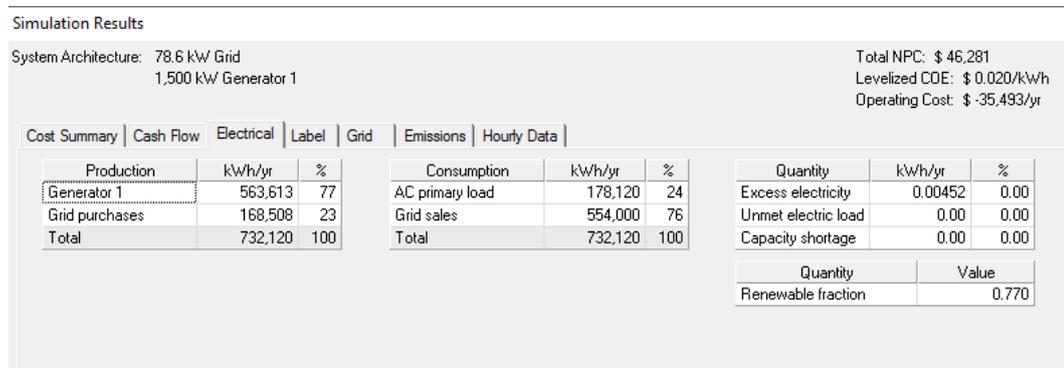
Gambar 4.16 Hasil kalkulasi konfigurasi HOMER

HOMER pada penelitian potensi limbah organik dalam penyediaan energi listrik ini hanya melakukan 2 kali konfigurasi. Dari konfigurasi tersebut didapatkan berupa biaya NPC (*Net Present Cost*) dan juga COE (*Cost of Energy*). NPC merupakan nilai saat ini dari semua biaya yang muncul selama masa pakai dikurangi semua pendapatan yang diperoleh selama masa pakai. Sedangkan COE yaitu biaya rata-rata per kWh dari energi listrik yang dihasilkan oleh sistem.

Tabel 4.4 Hasil konfigurasi *HOMER energy*

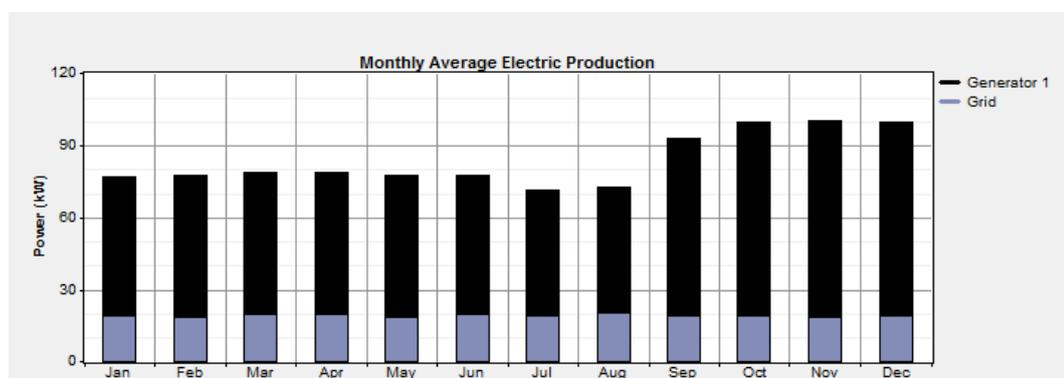
	Konfigurasi	Keterangan
Generator 1 (KW)	1500	Konfigurasi menggunakan 1500 KW
Grid (KW)	78,6	Konfigurasi langganan dengan PLN 78,66 KW
<i>Initial Capital</i> (\$)	500.000	Keseluruhan biaya investasi \$500.000
<i>Operating Cost</i> (\$/thn)	-35.493	Biaya operational setiap tahun sebesar \$35.493
NPC (\$)	46.281	Dana pengeluaran dikurangi surplus sebesar \$46.281
COE (\$/kWh)	0,02	Rata-rata listrik yang dihasilkan sebesar \$0,020/kWh
Ren. Freq	0,772	Konfigurasi 0,772

4.6.2 Hasil pembangkitan sistem



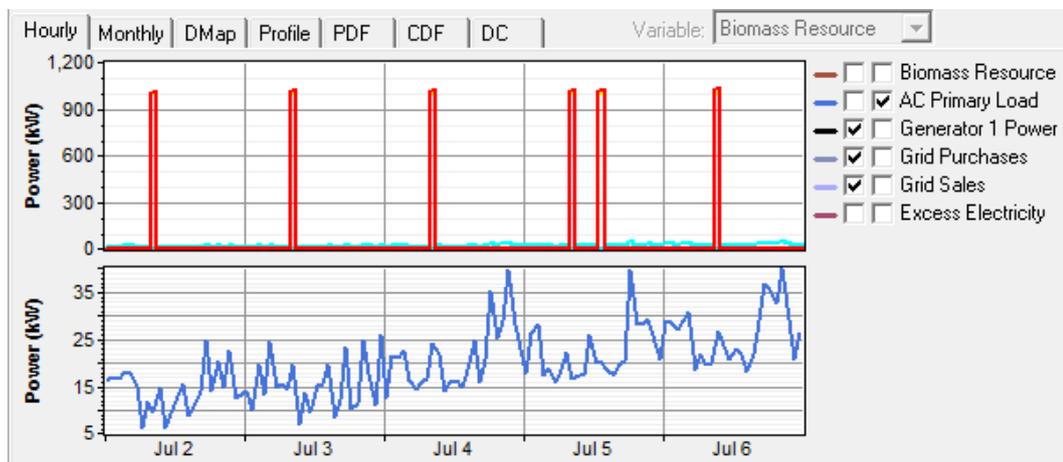
Gambar 4.17 Daya yang dibangkitkan konfigurasi

Hasil konfigurasi HOMER yang dihasilkan dari simulasi bisa dilihat pada gambar 4.17 diatas. Dari data tersebut dihasilkan pembangkit sebesar 732.120 kWh/tahun yang tersuplai dari generator biogas sebesar 563.631 kWh/tahun (77%) dan grid PLN sebesar 168.508 (23%). Konfigurasi HOMER juga menunjukkan konsumsi daya listrik oleh Pasar Buah Gemah Ripah sebesar 178.120 kW/tahun (24%) serta sisanya sekitar 76 % akan dijual ke PLN atau sebesar 554.000 kWh/tahun. Dari hasil konfigurasi HOMER diatas bisa diketahui bahwa penjualan listrik ke PLN lebih besar dibandingkan dengan pembeliannya, akan tetapi *lost* daya yang hilang tidak ada dikarenakan tidak digunakannya komponen lain seperti *converter* dan lainnya.



Gambar 4.18 Produksi listrik per bulan hasil konfigurasi

Dari hasil konfigurasi HOMER, didapatkan bahwasanya dalam setiap bulan produksi listrik tidaklah sama. Dikarenakan faktor banyaknya jumlah limbah yang digunakan setiap bulannya berbeda-beda yang dikarenakan faktor cuaca, maka pada puncak musim penghujan yaitu bulan Oktober sampai Desember, listrik yang dihasilkan paling besar dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya.



Gambar 4.19 Grafik produksi dan konsumsi listrik konfigurasi

Grafik pada gambar 4.19 diatas menunjukkan seberapa besar energi listrik yang dibangkitkan oleh sistem dan banyaknya yang dikonsumsi oleh Pasar Buah Gemah Ripah serta pembangkit sendiri. Kolom yang diatas merupakan kolom daya yang dibangkitkan oleh generator (merah). Sedangkan untuk kolom yang bawah merupakan grafik konsumsi energi listrik per harinya oleh Pasar Buah Gemah Ripah.

Pollutant	Emissions (kg/yr)
Carbon dioxide	-243,355
Carbon monoxide	10.4
Unburned hydrocarbons	1.15
Particulate matter	0.782
Sulfur dioxide	-1,056
Nitrogen oxides	-424

Gambar 4.20 Polutan yang dihasilkan dari konfigurasi

Setiap pembangkit pastilah memiliki hasil polutan tersendiri tergantung dari bahan bakarnya yang mana dari polutan tersebut apakah masih bisa ditoleransi untuk lingkungan ataupun tidak. Dari hasil konfigurasi untuk simulasi pembangkit biogas yang berasal dari limbah organik, HOMER menampilkan beberapa polutan yang dihasilkan dan bisa dilihat pada gambar 4.20 diatas.

4.7 Analisis Sistem Optimal

Hasil konfigurasi HOMER yang ditampilkan bisa digunakan untuk menghitung seberapa besar biaya yang digunakan untuk pembelian listrik ke PLN dan juga seberapa keuntungan yang didapat dari penjualan listrik. Dari data yang dihasilkan konfigurasi, rata-rata Pasar Buah Gemah Ripah bisa menjual listrik sebesar 554.000 kWh dan membeli listrik ke PLN sebesar 168.508 dengan harga jual listrik ke PLN sebesar US\$0.09 dan harga beli US\$ 0.11, maka bisa dipastikan konfigurasi pembangkit biogas dengan PLN akan surplus dan menguntungkan.

$$\text{Jual ke PLN} = \frac{\text{kWh}}{\text{thn}} \text{ yang dibangkitkan} \times \text{harga jual/kWh}$$

$$\text{Jual ke PLN} = 554.000 \frac{\text{kWh}}{\text{thn}} \times \$0.09 \text{ kWh}$$

$$\text{Jual ke PLN} = \$49.860/\text{thn} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 4.1})$$

$$\text{Beli ke PLN} = \frac{\text{kWh}}{\text{thn}} \text{ yang dibeli} \times \text{harga beli/kWh}$$

$$\text{Beli ke PLN} = 168.508 \frac{\text{kWh}}{\text{thn}} \times \$0.11 \text{ kWh}$$

$$\text{Beli ke PLN} = \$18.535,88/\text{thn} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 4.2})$$

$$\text{Surplus} = \text{Jual} - \text{Beli}$$

$$\text{Surplus} = \$49.860/\text{thn} - \$18.535,88/\text{thn}$$

$$\text{Surplus} = \$31.324,12/\text{thn} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 4.3})$$

Secara perhitungan jual dan beli listrik, maka Pasar Buah Gemah Ripah surplus sebesar \$31.324,12/tahun. Surplus berarti keuntungan bersih yang didapatkan setelah dikurangi biaya langganan ke PLN dan operasional lainnya. Adapun rincian keuntungan masuk dan keluar surplus bisa dilihat pada gambar 4.21 dibawah.

Month	Energy Purchased (kWh)	Energy Sold (kWh)	Net Purchases (kWh)	Peak Demand (kW)	Energy Charge (\$)	Demand Charge (\$)
Jan	14,300	42,000	-27,700	49	-2,207	0
Feb	12,473	39,000	-26,527	45	-2,138	0
Mar	14,822	43,000	-28,178	44	-2,240	0
Apr	14,039	42,000	-27,961	47	-2,236	0
May	13,944	43,000	-29,056	46	-2,336	0
Jun	14,135	41,000	-26,865	48	-2,135	0
Jul	14,318	38,000	-23,682	45	-1,845	0
Aug	15,226	38,000	-22,774	44	-1,745	0
Sep	13,926	52,000	-38,074	44	-3,148	0
Oct	14,000	59,000	-45,000	44	-3,770	0
Nov	13,287	58,000	-44,713	47	-3,758	0
Dec	14,037	59,000	-44,963	47	-3,766	0
Annual	168,508	554,000	-385,492	49	-31,324	0

Gambar 4.21 Data pembelian dan penjualan listrik hasil konfigurasi

$$\text{Payback period} = \frac{\text{initial capital}}{\text{surplus}}$$

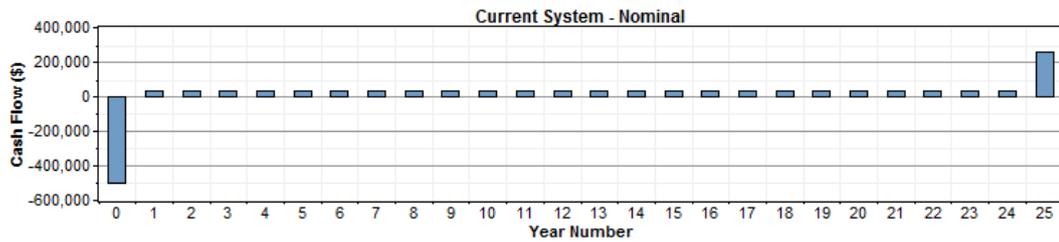
$$\text{Payback period} = \frac{\$500.000}{\$31.324,12/\text{thn}}$$

$$\text{Payback period} = 15.96214 \text{ tahun} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 4.4})$$

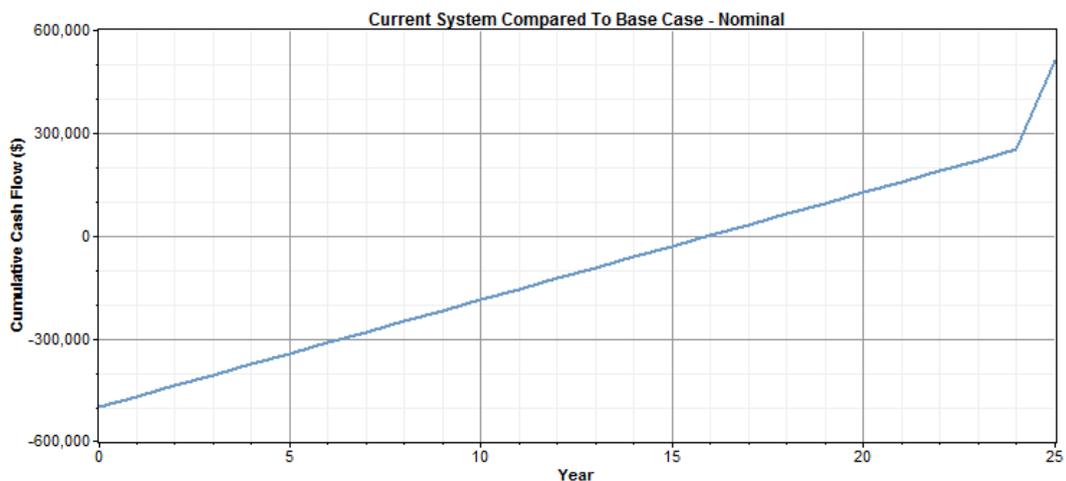
Payback period yang didapat dari perhitungan yaitu 15.96 tahun atau dibulatkan menjadi 16 tahun. Pada tahun ke-16 merupakan waktu dimana pembangkit bisa balik modal, sehingga Pasar Buah Gemah Ripah tanpa mengeluarkan biaya sedikitpun, biaya investasi akan terlunasi selama 16 tahun lamana.

Tabel 4.5 *Nominal Cash Flow* konfigurasi

<i>Year</i>	<i>Nominal Cash Flow</i>	
	<i>Current System</i>	
	<i>Annual (\$)</i>	<i>Cumulative (\$)</i>
0	-500,000	-500,000
1	31,296	-468,704
2	31,296	-437,407
3	31,296	-406,111
4	31,296	-374,814
5	31,296	-343,518
6	31,296	-312,221
7	31,296	-280,925
8	31,296	-249,628
9	31,296	-218,332
10	31,296	-187,035
11	31,296	-155,739
12	31,296	-124,442
13	31,296	-93,146
14	31,296	-61,850
15	31,296	-30,553
16	31,296	743
17	31,296	32,040
18	31,296	63,336
19	31,296	94,633
20	31,296	125,929
21	31,296	157,226
22	31,296	188,522
23	31,296	219,819
24	31,296	251,115
25	261,533	512,648



Gambar 4.22 Grafik *Nominal Cash Flow Current System Annual* (\$)



Gambar 4.23 Grafik *Nominal Cash Flow Current System Cummulative* (\$)

Sesuai dengan analisa perhitungan *payback period* sebelumnya yang didapat selama 15.96 tahun atau 16 tahun. Perlu diketahui, *lifetime* untuk pembangkit konfigurasi selama 25 tahun, sehingga untuk tahun setalahnya ataupun tahun ke-16 sampai tahun ke-25 merupakan keuntungan bagi Pasar Buah Gemah Ripah yang bisa menjual listrik sebesar \$31.324,12/tahun.

$$\text{Keuntungan Penjualan Listrik} = (\text{Surplus} \times 25 \text{ thn}) - \text{inicial capital}$$

$$\text{Keuntungan Penjualan Listrik} = (\$31.324,12/\text{thn} \times 25 \text{ thn}) - \$500.000$$

$$\text{Keuntungan Penjualan Listrik} = \$283.103 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 4.5})$$

4.8 Perbandingan Sistem Optimal dengan Grid

Suatu sistem pembangkit baru akan terus dibandingkan dengan sistem energi grid yang telah ada dan terbukti mampu mencatu kebutuhan energi listrik pelanggan. Pada gambar 4.16 ataupun tampilan hasil kalkulasi dapat diketahui nilai operating untuk grid yaitu sebesar \$19.593/thn. Nilai ini diartikan bahwa apabila Pasar Buah Gemah Ripah hanya berlangganan listrik dengan PLN sebagai catu daya maka tagihan yang harus dibayar sebesar \$19.593 setiap tahunnya.

Sistem konfigurasi yang pertama membutuhkan *payback period* selama 15,96 tahun dengan angsuran setiap tahunnya murni 100% dari surplus biogas sebesar \$31.324,12

$$\text{Payback period} = \text{surplus} + \text{tagihan grid}$$

$$\text{Payback period} = \$31.324,12 + \$19.593$$

$$\text{Payback period} = \$50.917,12 \dots\dots\dots (\text{Persamaan 4.6})$$

Melalui persamaan 4.6 diatas, nilai angsuran setiap tahun untuk kasus perbandingan atau komparasi dengan grid dapat diketahui, yaitu sebesar \$50.917,12/tahun. Dengan nilai *initial capital* yang sama, bisa mencari *payback period* dengan persamaan.

$$\text{Payback period} = \frac{\text{initial capital}}{\text{angsuran / tahun}}$$

$$\text{Payback period} = \frac{\$500.000}{\$50.917,12}$$

$$\text{Payback period} = 9.81 \text{ tahun} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 4.7})$$

Dari persamaan 4.7 didapatkan nilai *payback period* selama 9.81 tahun untuk komparasi ini. Jadi semakin besar angsuran, maka *payback period* akan semakin cepat pula, begitu juga sebaliknya.