

BAB 1V

DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Potensi Limbah Manusia

4.1.1 Data Bantaran kali Code

Dalam penelitian ini diambil dari studi kasus di bantaran Kali Code Kecamatan Jetis Daerah Istimewa Yogyakarta. Saat ini bantaran kali code Kecamatan Jetis Istimewa Yogyakarta yang berada di bawah kementerian dinas Pekerjaan umum perumahan dan energi sumber daya mineral DIY namun statusnya masih milik negara. bantaran Kali Code memiliki luas tanah mencapai 215m² di mana yang sekitar 250 meter sudah terpakai menjadi pedestrian lengkap dengan hiasan lampu, tanaman , hingga cat-cat rumah yang berwarna-warni. Adapun sebelumnya, rumah - rumah warga yang berlokasi di bibir sungai di mundurkan. Karena itu rumah itu hanya 1-1,5 meter di bibir sungai berbasis M3K rumah warga sekarang sudah mempunyai 3 meter dari bibir sungai dan sungai menjadi muka halaman rumah mereka bukan dapur lagi.

4.1.2 Jumlah Limbah Kotoran Manusia dan Gas bio

Berdasarkan data yang diperoleh dari penghuni Bantaran kali code dapat diketahui bahwa penduduk daerah Istimewa Yogyakarta yang penulis ambil dalam penelitian ini memperoleh data dari 100 rumah. Menurut Bapak Muhamad Samsudin dari penelitian yang saya lakukan dan hasil pengamatan saya dilapangan menunjukkan bahwa setiap orang yang menghasilkan rata - rata 240 gram feses per hari dan setiap kg feses akan menghasilkan 25 It gas bio. Gas bio atau gas metana memiliki berat jenis yang cukup rendah di banding senyawa lain. Dalam 1 m³ gas metana setara 0.676 kg.(www.cityofpaloalto.org/civicax/filebank/documents/19875).

100 orang x 0.25 kg/hari feses =25 kg / hari feses
100 kg/hari fese x 25 liter/hari gas metana
100 kg/perbulan feses 30 x 25 hari
= 75000 liter gas
75000 liter gas

Maka jumlah limbah yang terakumulasi setiap bulannya adalah sebesar 3.28 ukuran rumah tangga x 0,25 kg /perhari = 0,82 ton/hari

4.2. Beban dan Daya yang akan di Suplay

Dalam tugas akhir ini potensi energi biogas diperoleh dari limbah kotoran manusia yang akan digunakan untuk menjadikan energi listrik, warga penghuni Bantaran Kali Code Daerah Istimewa Yogyakarta. Penulis yang melakukan identifikasi terhadap peralatan listrik yang di gunakan di setiap rumah warga bantaran kali code yang tersebut umumnya relatif sederhana yaitu yang terdiri dari lampu penerangan, televisi,kipas angin, lemari es,dan mesin cuci dll.

Pada waktu survey dalam penggunaan peralatan listrik dalam satu hari di bantaran kali code yang telah dilakukan. Pola dalam penggunaan peralatan listrik ini dapat digunakan sebagai acuan untuk dapat menghasilkan kapasitas energi listrik yang digunakan setiap jamnya dalam satu hari serta besar energi listrik perharinya. Dalam penjelasan mengenai dari rata- rata penggunaan energi listrik yang dapat digunakan setiap jam/harinya dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Rata –Rata Beban Listrik Harian

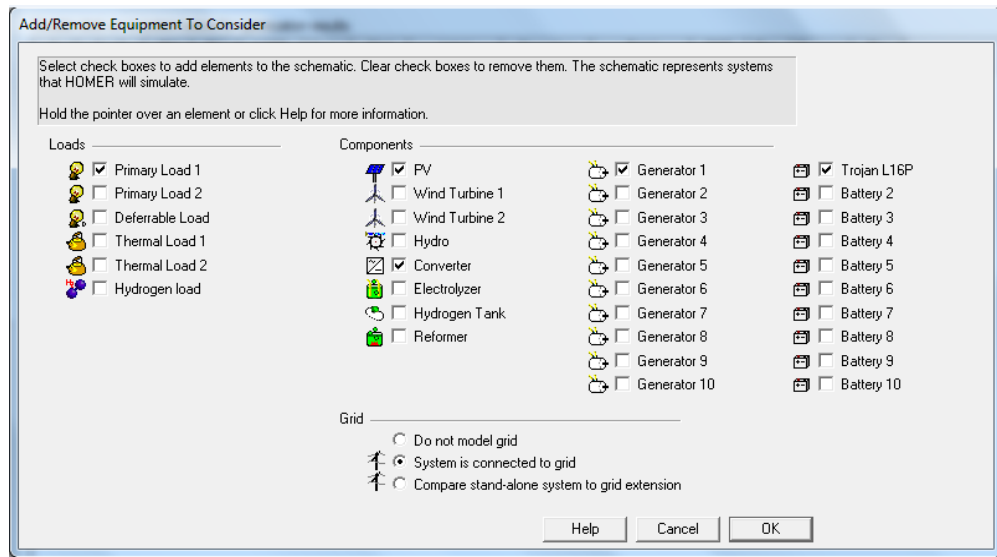
Hour	Load (kW)
00:00 - 01: 00	11.000
01:00 - 02:00	11.000
02:00 - 03:00	11.000
03:00 - 04:00	15.300
04:00 - 05:00	19.460
05:00 - 06:00	15.400
06:00 - 07:00	42.500
07:00 - 08:00	49.090
08:00 - 09:00	49.070
09:00 - 10:00	32.140
10:00 - 11:00	23.700
11:00 - 12:00	51.380
12:00 - 13:00	51.380
13:00 - 14:00	30.470
14:00 - 15:00	13.000
15:00 - 16:00	15.000
16:00 - 17:00	19.900
17:00 - 18:00	22.000
18:00 - 19:00	22.000
19:00 - 20:00	19.000
20:00 - 21:00	44.090
21:00 - 22:00	29.680
22:00 - 23:00	13.300
23:00 - 24:00	11.800

Table 4.2 di atas merupakan rata – rata penggunaan energi listrik yang dilakukan setiap jam / harinya. Pemakaian tertinggi terjadi karena pada jam tersebut terjadinya aktifitas yang padat sehingga membutuhkan daya yang lebih besar.

4.3 Perancangan Sistem Homer

Pada perancangan system *homer* akan menganalisis dua model rancangan, yaitu model rancangan yang terhubung ke grid PLN dan model rancangan yang tidak terhubung ke grid PLN.

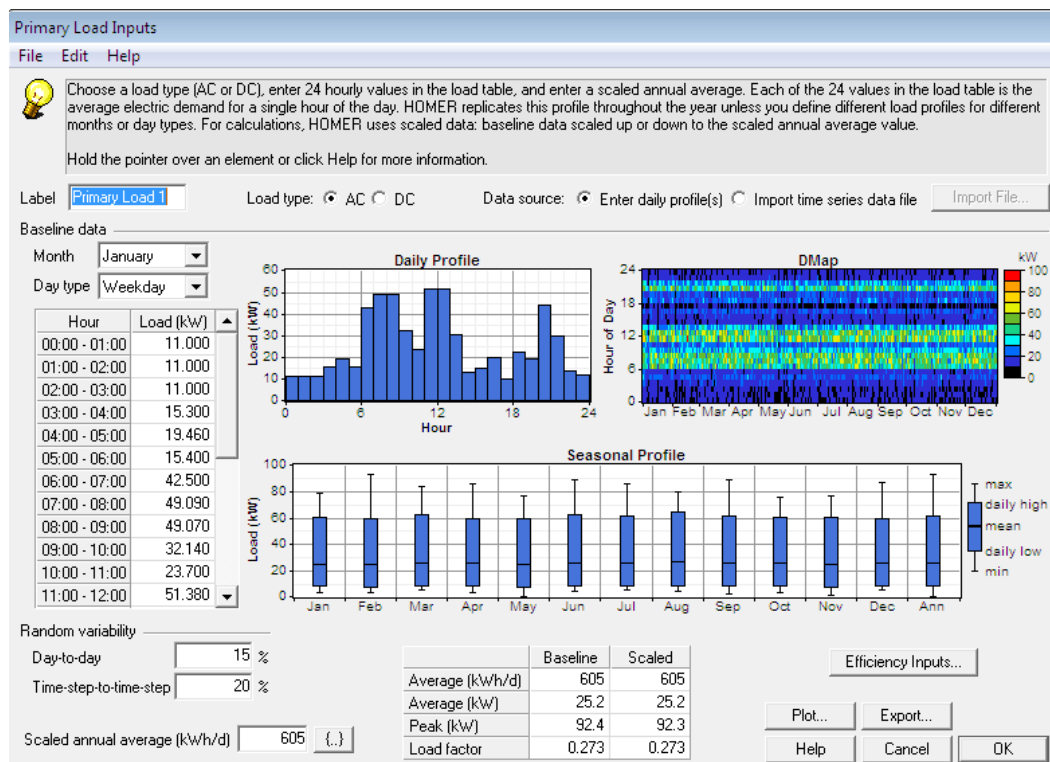
Gambar yang tersedia di bawah ini menunjukkan window komponen *Homer* yang di pakai pada penelitian ini. Berbagai komponen khusus sistem yang dipilih , yaitu beban primer 1,PV, *Converter* , *Generator 1* dan *Battery*.



Gambar 4.5 Komponen pada Homer Energy

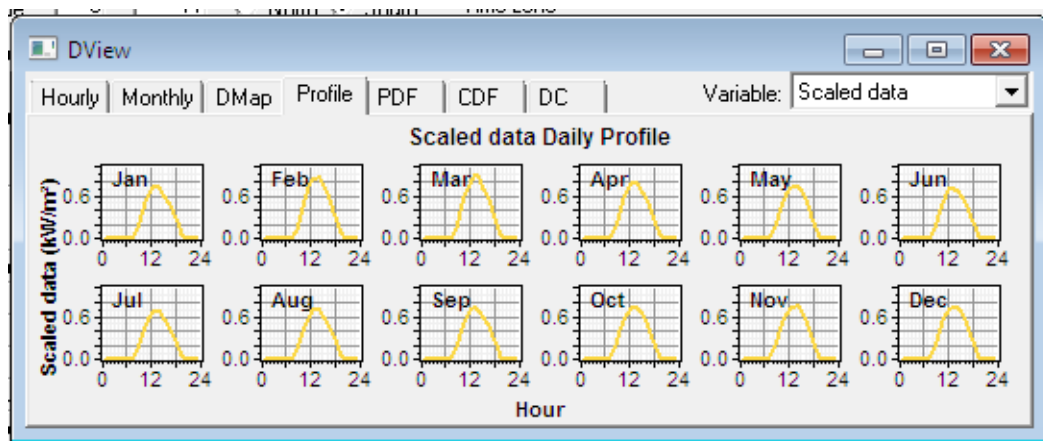
4.3.1 Simulasi Primary Load 1

Simulasi *primary load* 1 adalah suatu simulasi beban kelistrikan, dalam tugas akhir ini adalah dari beban kelistrikan di daerah bantaran kali code Kecamatan Jetis Istimewa Yogyakarta



Gambar 4.6 Perancangan Load pada Homer Energy

Homer ini dapat mengakomodasi cara perubahan profil beban listrik setiap bulan. Dapat menggunakan dalam penelitian saya, dari profil beban listrik untuk daerah tropis yang dianggap sama untuk setiap bulannya. Hal ini dapat disebabkan karena tidak adanya perbedaan iklim yang sangat mencolok dalam periode satu tahun. Dengan ini demikian, dari profil beban listrik seperti pada Tabel 4.2 yang dapat digunakan untuk mensimulasikan beban listrik sepanjang tahun. Di dalam simulasi daya, *Software Homer Energy* hanya dapat membutuhkan data daya aktif total. Simulasi beban listrik yang digunakan di dalam sistem pembangkit ini diasumsikan yang dapat memiliki random variability harian sebesar 15% dengan time to step sebesar 20% sesuai petunjuk penggunaan *Homer Energy*.



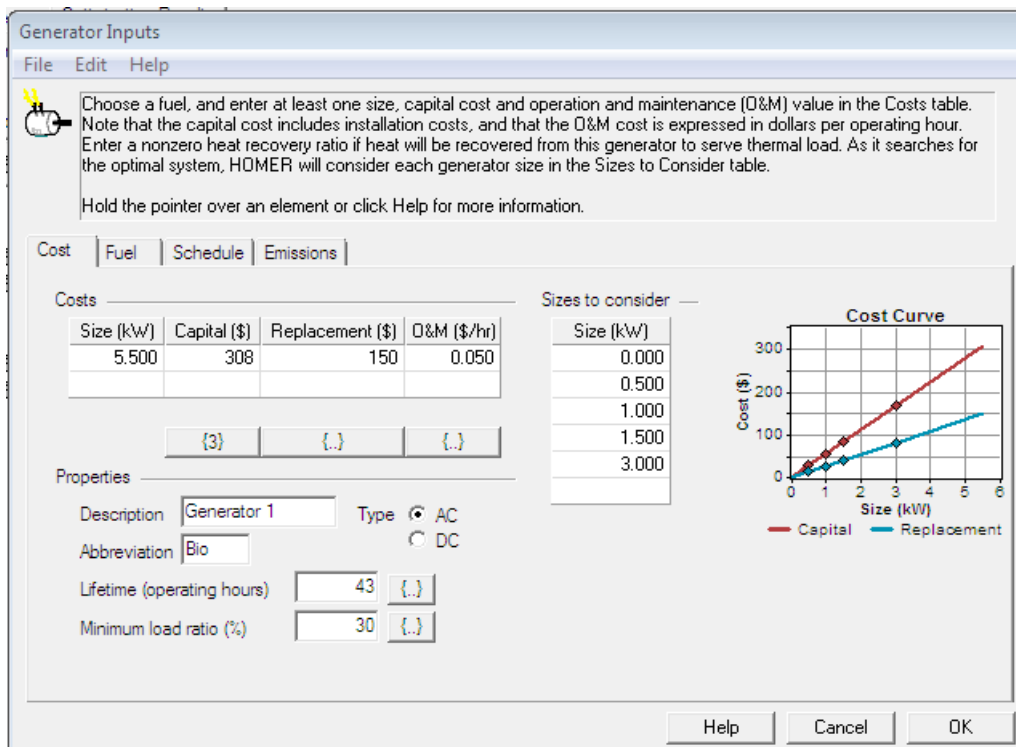
Gambar 4.7 Profil beban listrik per jam tiap bulan dalam satu tahun

Profil harian kelistrikan listrik di Bantaran Kali Code Warga menurut *Homer Energy* secara keseluruhan hampir sama, akan tetapi tetap bervariasi. Dapat begitupun untuk profil setiap bulannya dalam satu tahun, bervariasi namun besarnya tetap hampir sama.

4.3.2. Generator

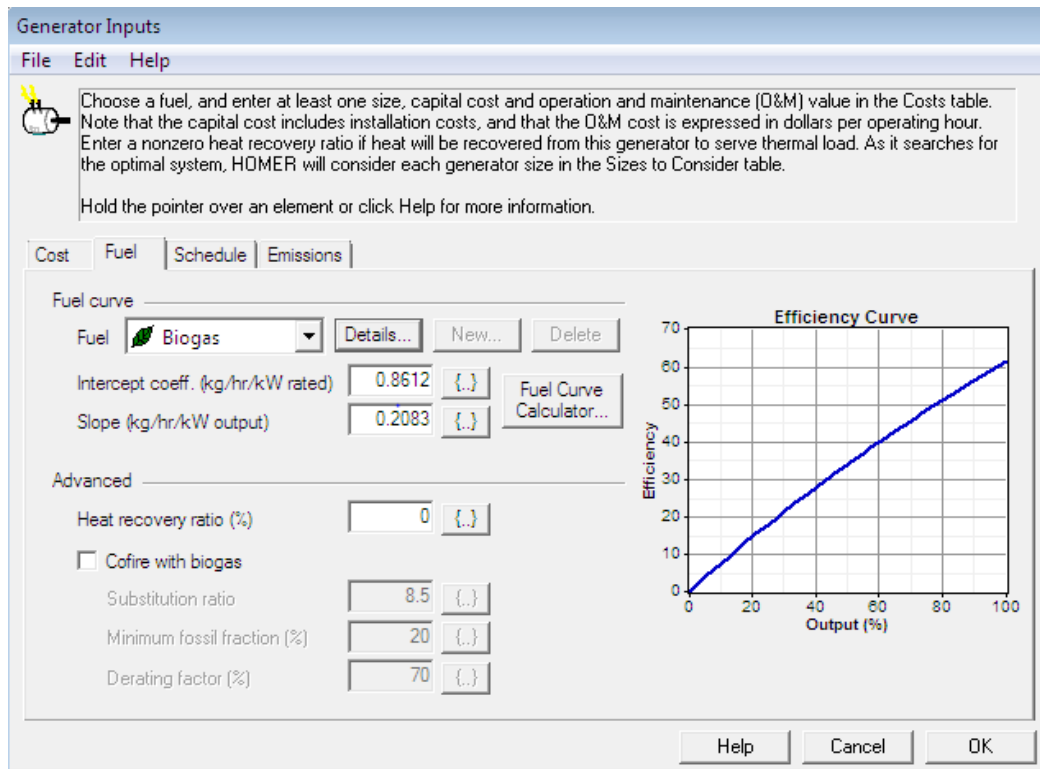
Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik bias berasal dari panas, air, uap, dll. Energi listrik yang dapat dihasilkan oleh generator bias berupa Listrik AC (listrik bolak-balik). Hal ini tersebut tergantung dari konstruksi generator yang di pakai oleh pembangkit tenaga listrik. Dalam penelitian ini generator dapat digunakan dalam

menggunakan arus AC. Harga 1 unit Generator Biogas BG 10 kw menurut <http://www.alibaba.com/product-detail/Kanpor-24kw-biogas-generator-princes10kw716658334.html>? adalah sebesar \$ 600,00. Di dalam situs ini juga di jelaskan bahwa generator mempunyai masa hidup sampai 20 tahun, jadi *lifetime* generator adalah 150.000 jam (masa hidup generator perjam selama 20 tahun). Generator ini memiliki daya hingga 2,5 KVA atau 2500 Watt.



Gambar 4.8 Perancangan sistem generator

Pada situs juga diterangkan bahwa maksimum efisiensi maksimal mencapai 50%, dan untuk biaya *replacement* yang diasumsikan sebesar 50% atau \$ 300,00 dari harga pembelian. Dan biaya perawat rutin O&M sebesar \$ 0.050,00 per jam.

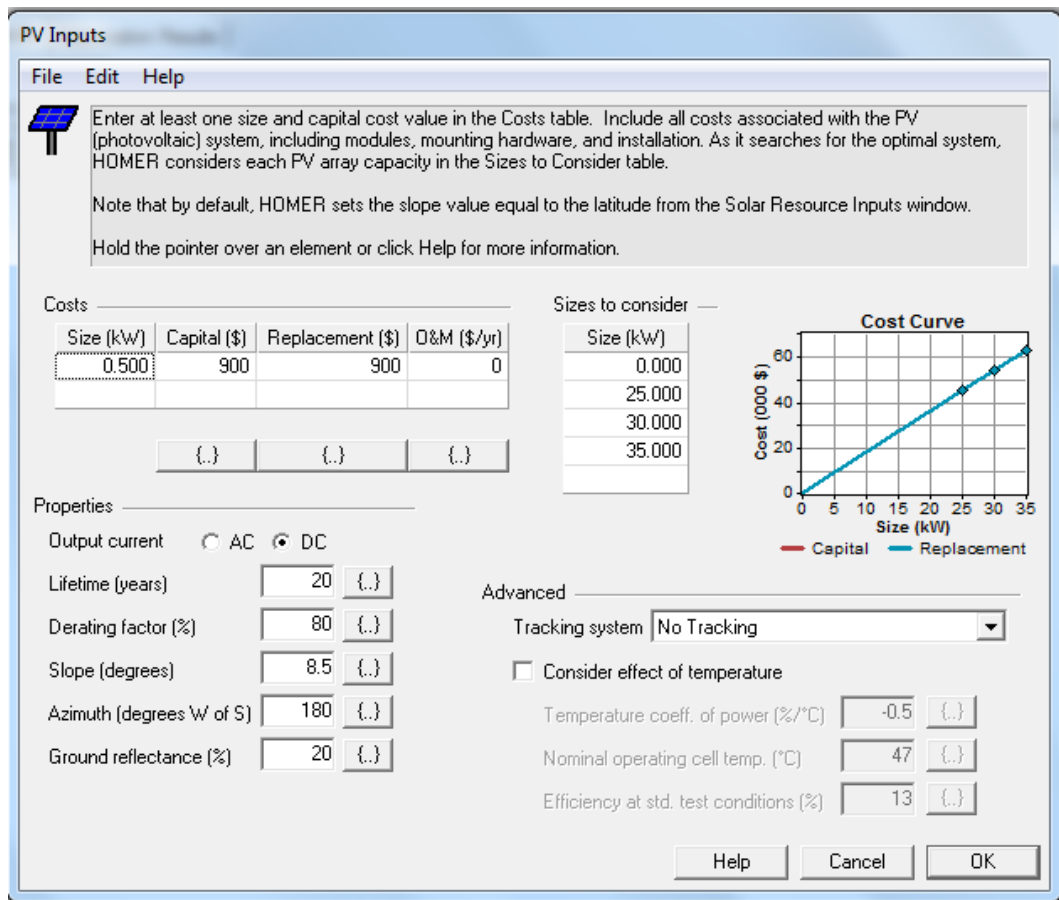


Gambar 4.9 Feul curve generator

Gambar 4.9 di atas adalah sebuah gambar pengaturan *Intercept coeff* biogas. *Intercept coeff* adalah suatu konsumsi bahan bakar tanpa beban dari generator. Menurut artikel yang berjudul “*Optimising anaerobic*” yang ditulis oleh Charles Banks pada tahun 2009 ini menjelaskan bahwa 1m³ biogas setara dengan 22 MJ sedangkan 1kWh setara 3,6 MJ. Jadi 1m³ biogas setara dengan 6,1kWh.

4.3.3. Desain Sistem PV (*photovoltaic*)

Perancangan PV terdiri dari 3 bagian utama yaitu: Unit size, cost, dan size to consider. Dimana harga sebuah PV dengan keluaran 500 watt DC adalah sebesar \$ 900,00. Dengan asumsi bila yng terjadi kerusakan pada sistem PV, maka pergantian PV tersebut harus diganti keseluruhan komponennya, sehingga biaya *replacement* adalah semua seperti biaya kapitalnya.

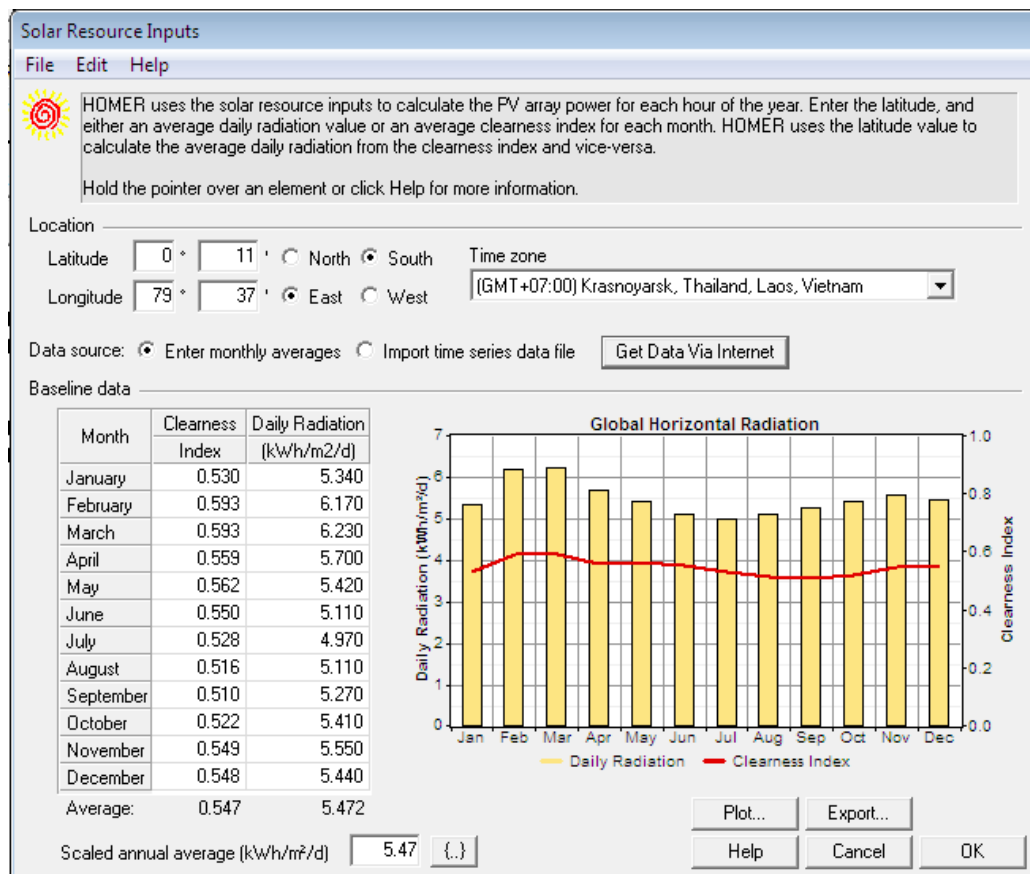


Gambar 4.10 Perancangan system PV

Bantaran kali code memiliki luas tanah mencapai 215m² di mana yang sekitar 250 meter sudah terpakai menjadi pedestrian lengkap dengan hiasan lampu, tanaman, hingga cat-cat rumah yang berwarna-warni. Adapun sebelumnya, rumah-rumah warga yang berlokasi di bibir sungai di mundurkan. PV akan diinstal pada *Photovoltaic* rumah itu hanya 1-1,5 meter di bibir sungai berbasis M3K rumah warga sekarang sudah mempunyai 3 meter dari bibir sungai dan sungai menjadi muka halaman rumah mereka bukan dapur lagi. Berkaca dari PLTS Karangasem (<http://listrik.org/plts/plts-karangasem-1-mw/>) yang terletak di Desa Kubu, Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali, pembangkit ini berkapasitas 1MW peak dengan luas lahan 1,2 ha, maka dengan luas atap 3238,7 m² yang bisa diinstal pada PV seluas m², akan mampu dipasang PV berkapasitas 200 kW.

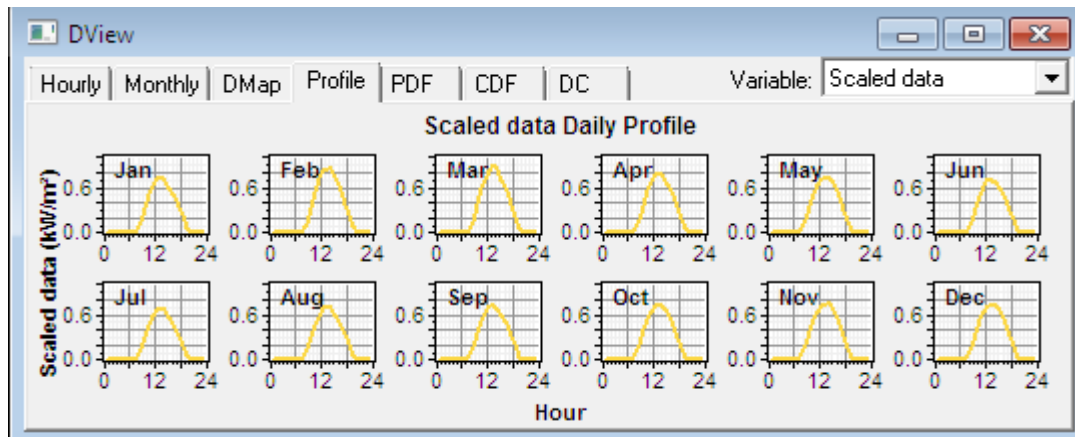
4.3.4. Potensi Radiasi Matahari (Solar Resources)

Data surface meteorology and solar energy (SMSE) dari *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) telah digunakan sebagai sumber informasi radiasi matahari di daerah Bantaran Kali Code. Database NASA SMSE berasal dari parameter meteorologi dan energi matahari yang dicatat selama 22 tahun oleh lebih dari 200 satelit. Akurasi data berkisar dari 6-12% (NASA,2010). Dari antara 12 parameter yang tersedia, untuk dalam proyek ini dapat intensitasnya radiasi matahari pada permukaan horizontal dan *clearness index* yang di gunakan.



Gambar 4.11 Masukan radiasi matahari untuk PV

Data energi surya daerah Bantaran Kali Code ditunjukkan Pada Gambar 4.11 Kasihan memiliki tingkat radiasi matahari yang sangat bagus meskipun sedikit lebih rendah dari radiasi matahari idealnya 5-7 kWh/m²/ hari (Pryor 2009), memiliki *clearnessindex* cukup baik.

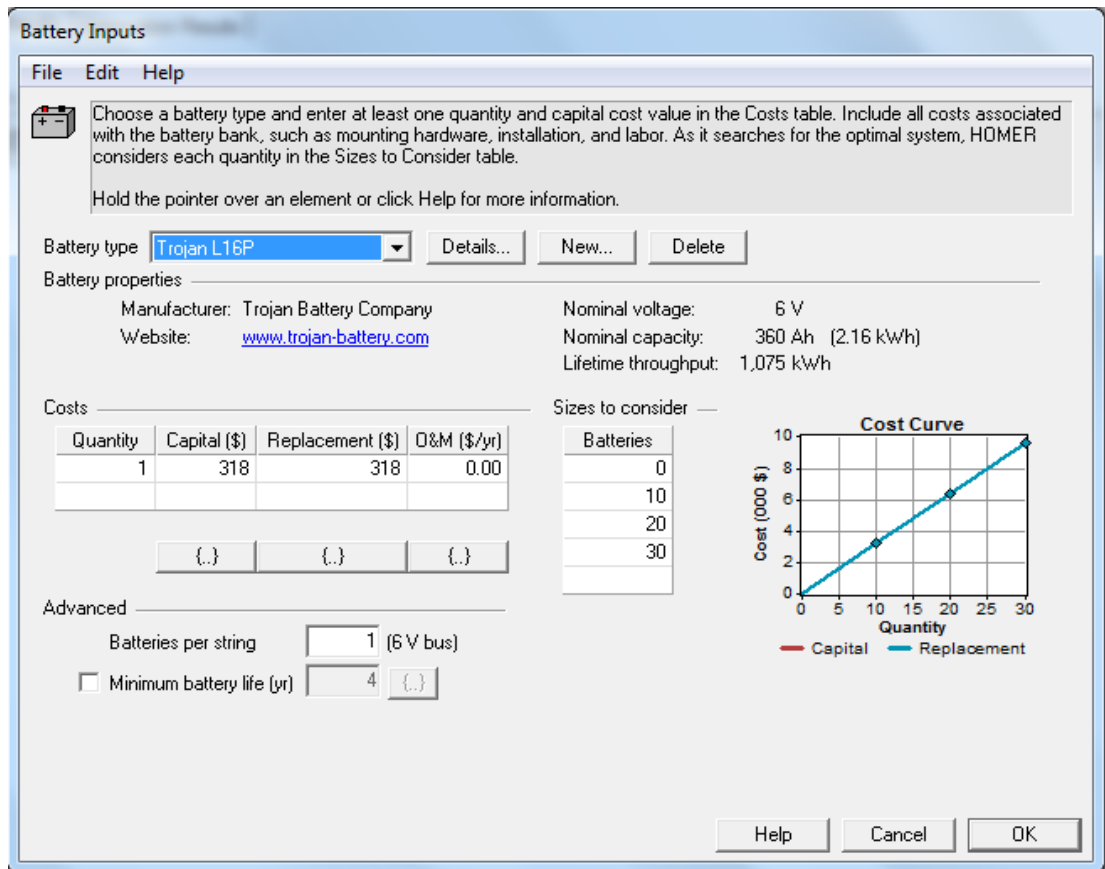


Gambar 4.12 Profil *clearness* matahari bulanan dalam satu tahun

Pada Gambar 4.12 dapat dianalisa bahwasannya pada bulan – bulan dengan intensitas radiasi matahari terletak pada bulan Februari sampai Juni. Sedangkan setiap harinya radiasi matahari dimulai sekitar pukul pada 8:01 dan akan terus meningkatnya intensitasnya hingga mencapai puncak pada pukul 12:01, selanjutnya akan menurun lagi pada akhirnya hilang pada pukul 24:00.

4.3.5. Desain Sistem Battery

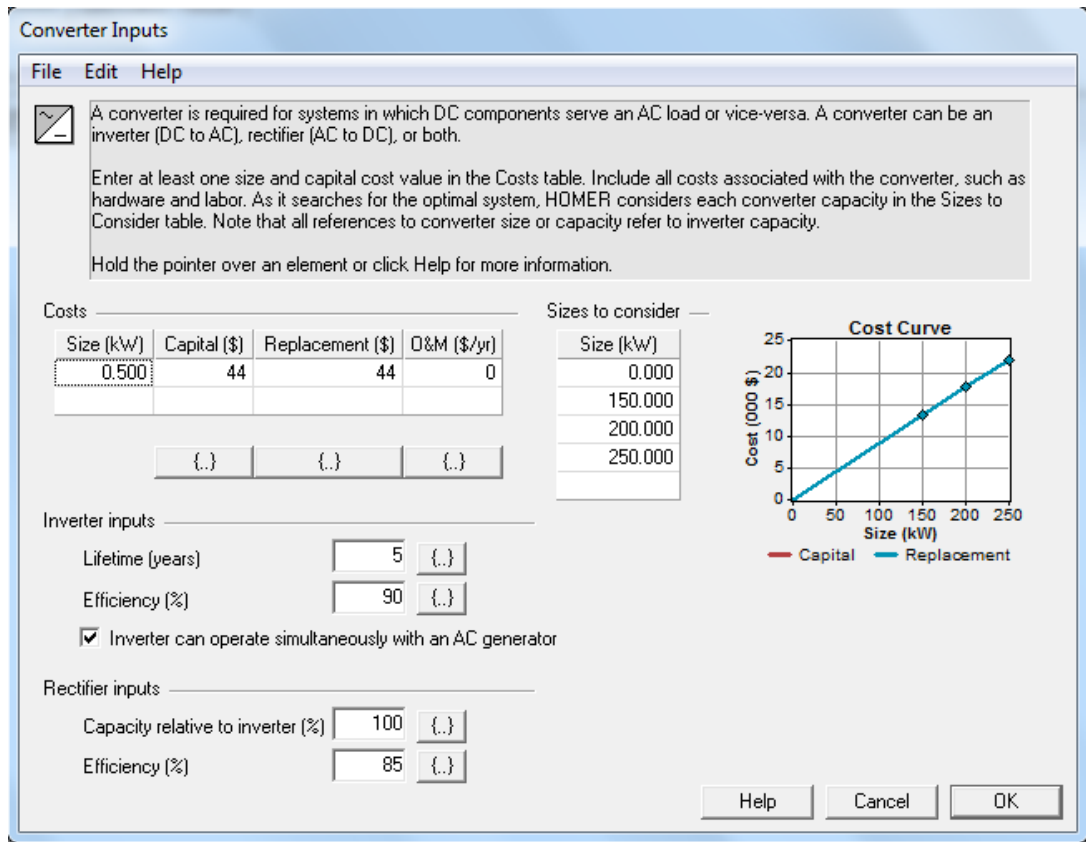
Perancangan system baterai terdiri dari 3 bagian utama yaitu : *Unit size*, *cost*, dan *size to consider*. Sesuai dari panduan Homer Energy, menggunakan tipe battery Trojan L16P yang mempunyai dari tegangan normal 6 Volt, kapasitas 2,16 KWh. Menurut dari internet <http://www.ecodirect.com/Trojan-Batteries-s/74.htm>, harga 1 unit dari battery Trojan adalah sebesar \$ 318,00. Di dalam situs juga dapat di paparkan bahwa battery ini dapat mempunyai masa hidup 5 sampai 10 tahun. Penulis juga mengambil dari rata- rata umur battery ini sampai pada tahun ke 7.



Gambar 4.13 Perancangan system Battery

4.3.6. Desain Sistem Converter

Inverter adalah peralatan elektronika yang berfungsi untuk mengubah dari arus ke DC pada panel surya atau baterai menjadi arus AC. Pemilihan dari *inverter* yang dapat untuk aplikasi tertentu, tergantung pada kebutuhan beban. Efisiensi *inverter* pada saat pengoperasian adalah sekitar 90% (foster dkk, 2010).



Gambar 4.14 Perancangan system Converter

Perancangan dari system converter ini terdiri dari 3 bagian yaitu : *Unit size, cost, efficiency dan size to consider*. Pada dari situs DC to AC Power Inverter dapat menjual converter 500 watt atau 0.5 kW dengan harga \$ 44,000/set. Pada situs yang juga diterangkan pada bahwa maksimum efisiensi maksimal mencapai dari 98%. Dengan dari asumsi bila terjadi kerusakan pada inverter, maka dari inverter yang harus ganti keseluruhan komponennya, sehingga pada biaya dari replacement adalah sama seperti dari biaya kapitalnya.

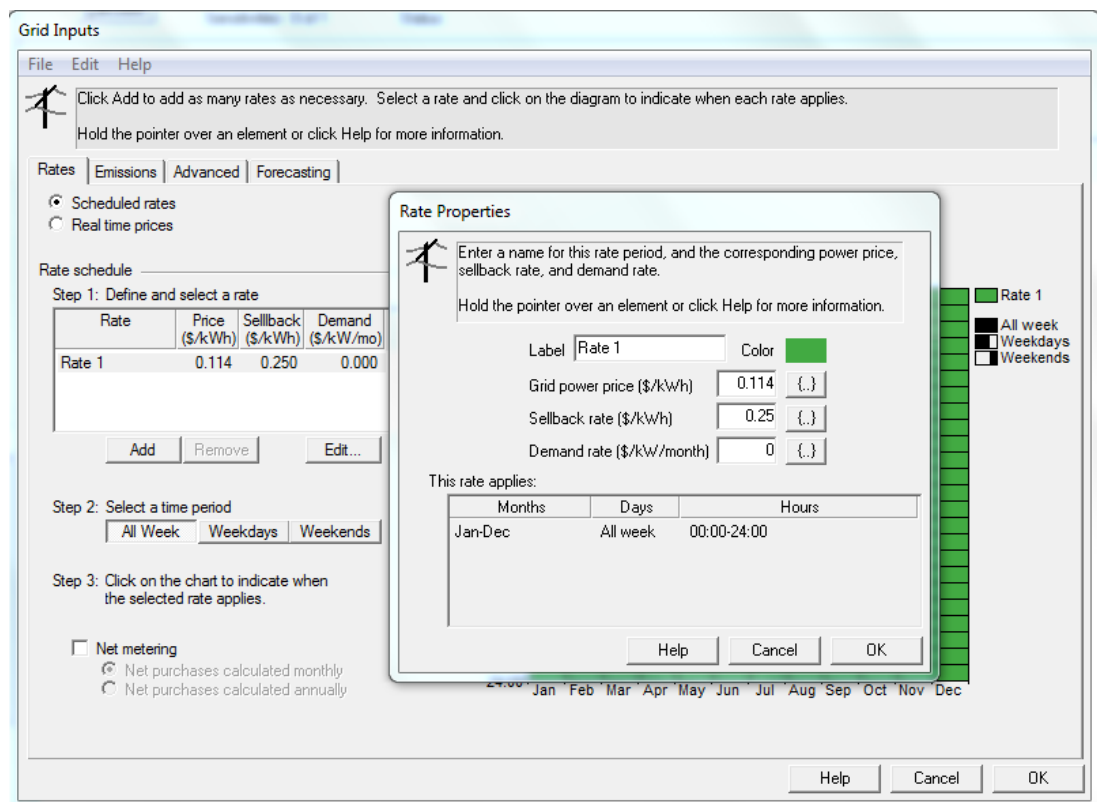
4.3.7. Grid

Simulasi perancangan sistem ini di koneksikan ke grid, karena tujuan utama dari simulasi tugas akhir ini adalah menemukan komposisi yang baik antara listrik PLN , generator, dan PV, setra membuat analisa catu daya cadangan apabila ada pemadaman listrik PLN. Sehingga apabila ada kelebihan energi listrik, energi

tersebut dapat di jual ke listrik PLN. Dimana berdasarkan peraturan Menteri ESDM Nomor 04 Tahun 2012 PLN wajib menggunakan energy terbarukan skala kecil sampai dengan menengah dengan kapasitas sampai dengan 10 MW atau kelebihan tenaga listrik (*exces power*) dari badan usaha milik negara, badan usaha milik daerah, badan usaha swasta, koperasi dan swadaya masyarakat guna memperkuat sistem penyediaan tenaga listrik setempat.

Peraturan Menteri ESDM No 17/2013 tentang Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN dari PLTS *Fotovoltaik*. Peraturan itu menyebutkan harga patokan tertinggi PLTS *fotovoltaik* hasil lelang adalah US\$ 0.25 per kWh.

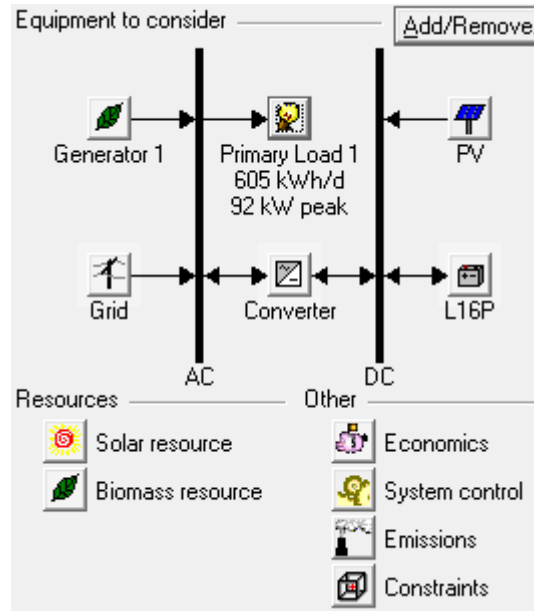
Menurut Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (Tarif ADJUSIMENT) pada bulan juni 2015, Warga bantaran kali Code ini mempunyai hasil langganan listrik setiap kWh-nya sebesar Rp 1.600 (\$ 0,114)



Gambar 4.15 Perancangan sistem Grid

4.4. Analisis Optimasi HOMER

4.4.1. Hasil Konfigurasi HOMER



Gambar 4.15 Perancangan konfigurasi Homer Energy

Calculate Simulations: 0 of 320 Progress: Sensitivity: 3 of 3 Status: Completed in 2:05.

Sensitivity Results Optimization Results

Sensitivity variables

Bio Capital Multiplier 0

Double click on a system below for simulation results.

	PV (kW)	Bio (kW)	L16P	Conv. (kW)	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Biomass (t)	Bio (hrs)
					100	\$ 0	25.173	\$ 321,797	0.114	0.00	0	1
					100	\$ 0	25.174	\$ 321,009	0.114	0.00	0	0
	25	3.0		150	100	\$ 58,200	23.853	\$ 363,122	0.129	0.17	0	0
	25			150	100	\$ 58,200	23.854	\$ 363,140	0.129	0.17	0	0
	25	3.0	10	150	100	\$ 16,380	27.461	\$ 367,426	0.130	0.00	0	0
	25		10	150	100	\$ 16,380	27.463	\$ 367,444	0.130	0.00	0	0
	25	3.0	10	150	100	\$ 61,380	24.041	\$ 368,699	0.131	0.17	0	0

Gambar 4.16 Hasil kalkulasi konfigurasi Homer energy

HOMER telah melakukan simulasi terhadap lebih 320 konfigurasi sistem. Konfigurasi terbaik adalah konfigurasi yang memiliki *Net Present Cost* (NPC) paling kecil. NPC merupakan nilai saat ini dari semua biaya yang muncul selama masa pakai dikurangi semua pendapatan yang diperoleh selama masa pakai. Sedangkan *Cost of Energy* (COE) merupakan rata – rata per kWh dari energi listrik yang dihasilkan oleh sistem.

Desain sistem pembangkit yang terbaik untuk Warga rumah bantaran Kali Code adalah dengan kombinasi di blog teratas dengan spesifikasi 25 kW PV, 30

kW generator ,150 kW converter, dan terhubung ke grid 100 KW. Gambar 4.17 menunjukkan hasil komposisi oleh *Homer*.

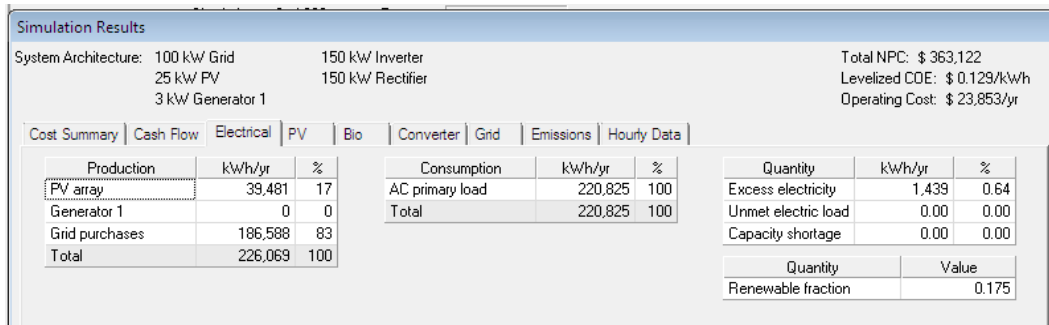
Tabel 4.6 Hasil konfigurasi sistem paling optimal Homer Energy tanpa battery

	Konfigurasi 1	Keterangan
PV(kW)	25	Konfigurasi menggunakan 25 Kw PV
Generator (kW)	3.0	Konfigurasi menggunakan 3.0 kW generator
Battery (Units)		Konfigurasi tidak menggunakan battery
Converter (kW)	150	Konfigurasi menggunakan 150 kW converter
Grid (kW)	100	Konfigurasi berlangganan PLN 100 kW
Initial Capital (\$)	0	Keseluruhan biaya investasi sebesar \$ -0
Operating Cost (\$/tahun)	-25.174	Biaya operasional setiap tahun sebesar \$-25.174
NPC (\$)	-321.809	Dana pengeluaran di kurangi surplus sebesar \$- 321.809
COE (\$/kW)	-0.114	Rata- rata listrik yang dihasilkan sebesar \$-0.114/ kW
Ren. Freq	0.00	Konfigurasi 0.00

4.4.2 Analisa Konfigurasi Sistem Teroptimal

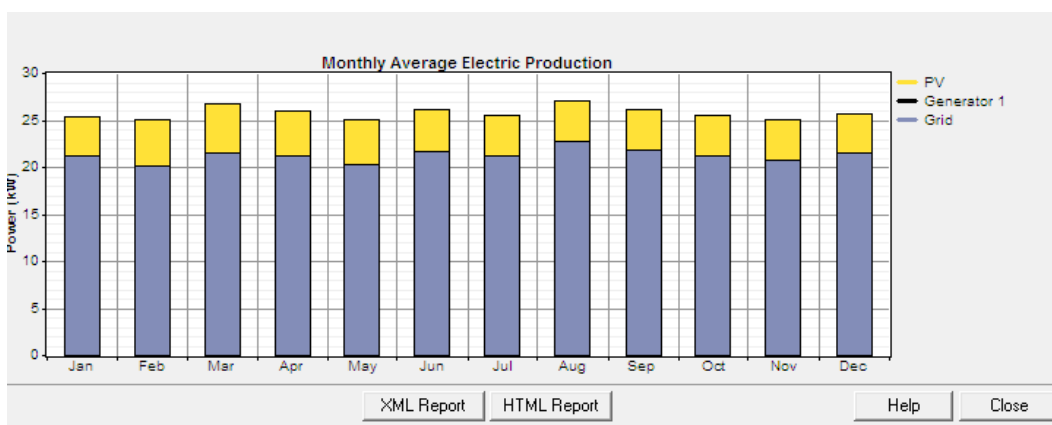
Dari hasil simulasi yang dilakukan dalam memberikan input dari konfigurasi sistem dan data komponen yang dipakai di dalamnya, maka dihasilkan beberapa perbandingan dari parameter yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam hasil simulasi yang dilakukan oleh Homer Energy, harga baterai yang masih mahal membuat tidak efisien di dalam sistem. Pemakaian listrik di Rumah Warga bantaran Kali Code ini menggunakan beban listrik yang tidak terlalu besar pada pagi hari karena adanya aktifitas yang dilakukan diluar rumah, jadi menurut Homer tidak perlu adanya penyimpanan catu daya (battery). Pada saat malam hari atau ketika hari mendung rumah warga bantaran kali code akan di catu dayakan dari PLN dan PV tidak dapat menyuplay tenaga listrik.

4.4.2.1 Hasil Pembangkitan Sistem



Gambar 4.17 Daya yang dibangkitkan konfigurasi teroptimal

Pada gambar di atas tampak bahwa total daya yang dihasilkan pembangkit sebesar 226.069 kWh/ tahun, kemudian yang tersuplai dari Generator biogas menghasilkan tenaga listrik sebesar 0 kWh/ tahun (0%) PV atau PLTS sebesar 39.481 kWh/tahun (17%), dan kWh/ tahun . Dengan konsumsi daya listrik sebesar 220.825 kWh/ tahun (100%). Dengan data tersebut dapat diketahui bahwa penjualan listrik ke PLN yang lebih dibandingkan pembelannya. Dengan daya listrik yang hilang (*lost*) sebesar 23.853kWh/ tahun dikarenakan *conveternya* tidak mampu dalam mengkonversikan sebagian dari daya listrik.

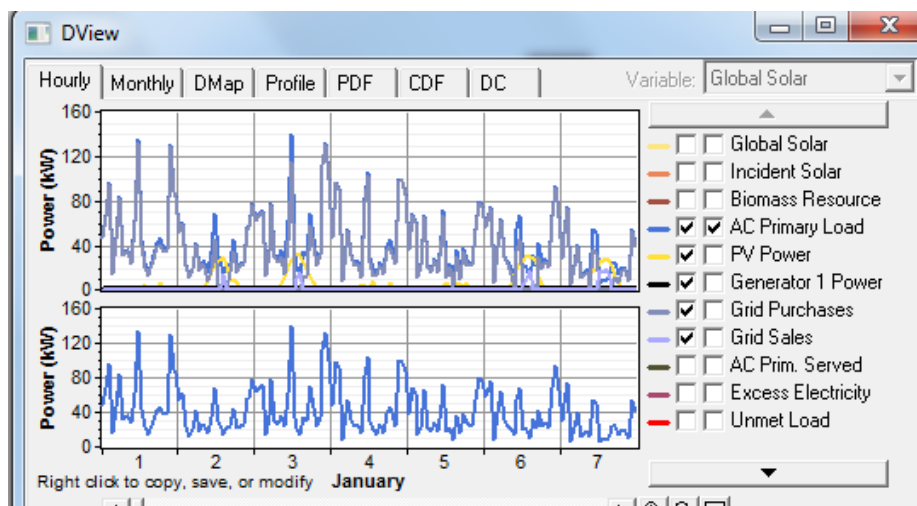


Gambar 4.18 Produksi listrik per bulan

Dari Gambar 4.18 menunjukkan bahwa dalam satu tahun tidak sama namun relatif stabil. Hal ini dikarenakan pembangkit listrik yang memiliki kehandalan ya yang berbeda- beda. Generator biogas (warna hitam) memiliki kehandalan yang cukup bagus akan tetapi masih dalam terpengaruh oleh gas yang

di peroleh dari limbah kotoran manusia, sedangkan PV (warna kuning) dipengaruhi oleh intensitas radiasi dari matahari tetapi untuk daerah tropis masih cukup baik, dan yang paling bawah adalah grid suplay dari PLN (warna biru).

Dapat dilihat pada bagan bahwasannya ketika musim kemarau listrik yang dibangkitkan akan lebih besar dari pada ketika musim penghujan. Hal ini dapat dilihat pada bulan maret- juni. Begitupun sebaliknya pada langganan PLN. Ketika musim penghujan akan lebih sering terjadi adanya penurunan dalam intensitas radiasi matahari yang disebabkan karena adanya mendung maupun hujan. Tidak jarang juga ketika musim hujan biasanya mengalami pemadaman listrik. Sehingga dariberlangganan PLN lebih besar dibandingkan apabila pada musim kemarau tiba dengan tujuan yang untuk meng- *cover* konsumsi listrik. Hal yang dapat dilihat pada gambar tersebut dari bulan November- Januari.



Gambar 4.19 Grafik produksi dan konsumsi listrik

Pada gambar 4.19 diatas adalah grafik tentang adanya energi yang telah dibangkitkan oleh sistem dan yang dikonsumsi dari Bantaran Kali Code DIY. Pada gambar di atas terdapat dua gambar kolom, kolom pertama merupakan dimana listrik yang menggunakan pembangkit generator biogas, listrik yang dibeli dari PLN, dan listrik yang dijual ke PLN. Sedangkan kolom kedua dapat merupakan grafik listrik yang dikonsumsi dari Bantaran Kali Code DIY secara real time.

Pada kolom pertama (atas), garis hitam adalah listrik yang dibangkitkan dengan generator biogas dari limbah kotoran manusia, dari gambar dapat dilihat bahwa limbah yang di hasikan belum cukup memenuhi asupan listrik di Bantaran Kali Code DIY, menggunakan garis kuning yang menunjukkan listrik yang dibangkitkan oleh PLTS. Dari grafik yang diketahui bahwasanya PLTS tidak mengaplikasikan *battery* sehingga ketika malam hari grafik PLTS akan menjadi nol, sedangkan dari PLN akan naik untuk mencatu penerangan rumah ketika malam hari, sehingga grafik dari PLN yang berwarna biru tua di malam hari akan lebih tinggi dari PLTS.

Grafik pada kolom kedua (bawah) adalah grafik konsumsi listrik di bantaran kali code DIY yang harus dipenuhi. Energi listrik yang dibangkitkan oleh kombinasi generator dan PLTS dapat mencukupi, sehingga dapat dijual kembali ke PLN. Grafik penjualan energy listrik ditunjukkan grafik berwarna biru muda pada kolom atas.

Dengan adanya biogas dari limbah kotoran manusia serta energy surya sebagai pembangkit, Bantaran Kali Code DIY telah mengaplikasikan *renewable energy* adalah pasokan energy yang akan terus selalu ada dan emisi gas buang yang ramah lingkungan.

Pada Gambar 4.17 menunjukkan bahwa konfigurasi antara generator dan PLTS dengan PLN tanpa mengistal battery di dalamnya memiliki *renewable fraction* yang di hasikan adalah 0,164, artinya 16,4% pembangkit energy pada di Bantaran Kali Code DIY menggunakan energy terbarukan.

Simulation Results		
System Architecture:	100 kW Grid 25 kW PV 3 kW Generator 1	150 kW Inverter 150 kW Rectifier
		Total NPC: \$ 363,122 Levelized COE: \$ 0.129/kWh Operating Cost: \$ 23.853/yr
Cost Summary	Cash Flow	Electrical PV Bio Converter Grid
		Emissions Hourly Data
	Pollutant	Emissions (kg/yr)
	Carbon dioxide	117,923
	Carbon monoxide	0
	Unburned hydrocarbons	0
	Particulate matter	0
	Sulfur dioxide	511
	Nitrogen oxides	250

Gambar 4.20 Polutan yang dihasilkan

4.4.2.2. Analisis Sistem Optimal

Dari data- data di atas secara rata –rata dengan dengan adanya bio gas dari limbah kotoran manusia dan pothovoltaic Bantaran Kali Code bisa menjual listrik ke PLN sebesar 220.825 KWh/ tahun dari membeli listrik dari PLN untuk catu daya 186,588 KWh/tahun. Dengan harga jual listrik ke PLN sebesar US\$ 0,2083/KWh dan harga beli ke PLN sebesar \$ 0,114/Kwhnya, maka bisa dipastikan konfigurasi generator bio gas dan PLTS dengan PLN akan surplus dan menguntungkan. Berikut persamaannya.

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

$$\text{Jual ke PLN} = 220.825 \frac{\text{kwh}}{\text{thn}} \times \$ 0,2083 / \text{KWh}$$

$$\text{Jual ke PLN} = \$ 46.0034716 / \text{tahun} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 4.1})$$

$$\text{Beli dari PLN} = \frac{\text{kwh}}{\text{thn}} \text{ yg dibeli} \times \text{harga beli} / \text{KWh}$$

$$\text{Beli dari PLN} = 186.588 \frac{\text{kwh}}{\text{thn}} \times \$ 0,114 / \text{KWh}$$

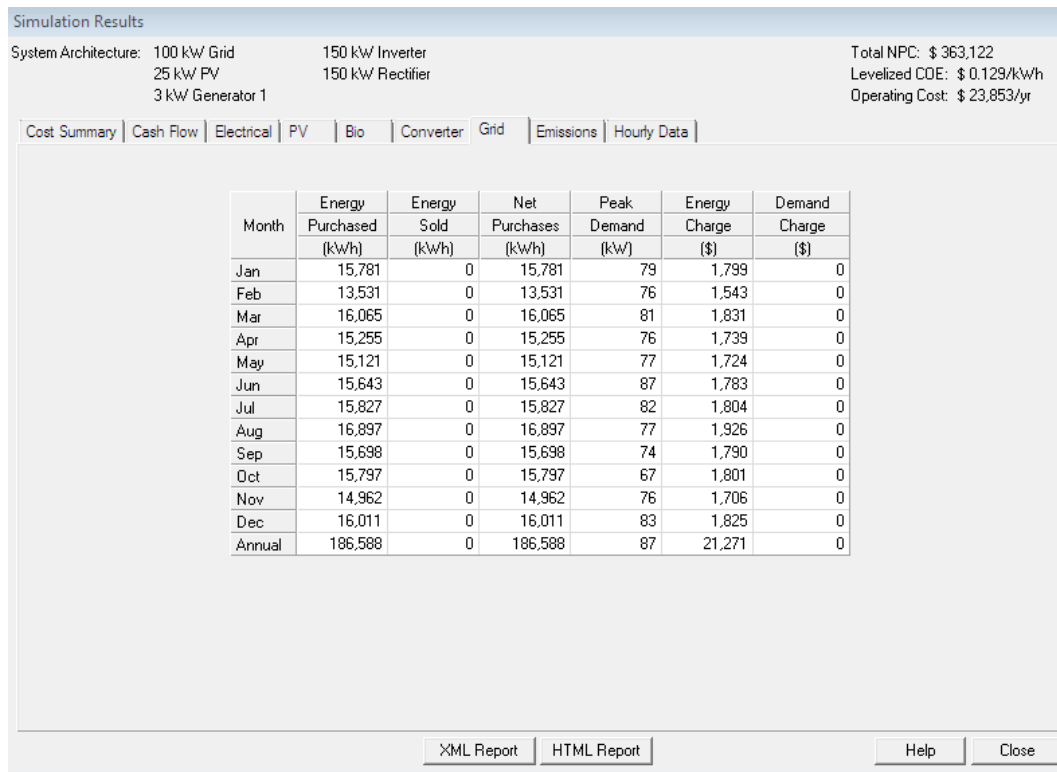
$$\text{Beli dari PLN} = \$ 21.271032 / \text{tahun} \dots\dots\dots(\text{persamaan 4.2})$$

$$\text{Surplus} = \text{jual} - \text{beli}$$

$$\text{Surplus} = \$ 46.0034716 / \text{thn} - \$ 21.271032 / \text{thn}$$

$$\text{Surplus} = \$ 24.7324396 / \text{thn} \dots\dots\dots(\text{persamaan 4.3})$$

Secara perhitungan setiap tahun energy dari gas bio serta tenaga surya yang menggunakan Surplus sebesar \$ 24.7324396 Surplus adalah dari keuntungan bersih yang setelah dikurangi biaya langganan PLN dan oprasional yang dikeluarkan. Tabel di bawa ini akan menjabarkan rincian keuangan masuk dan keluar sehingga didapatkan surplus setiap tahunnya.



Gambar 4.21 Data pembelian dan penjualan listrik

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

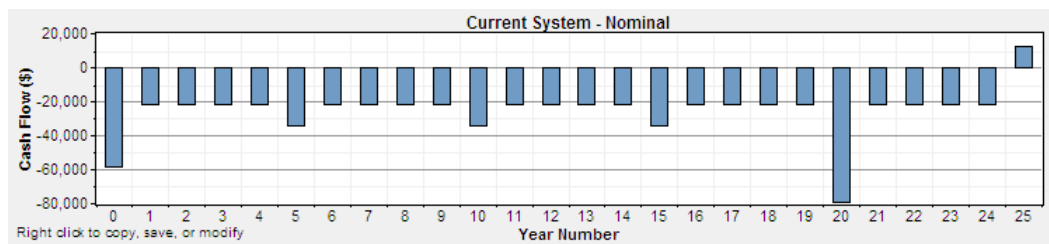
$$Payback\ period = \frac{\$ 58,200}{\$ 24.7324396\ tahun}$$

Payback period = 2.353184762..(persamaan 4.4)

Tabel 4.7 Nominal Cash Flow konfigurasi

Year	Current System		Ar
	Annual (\$)	Cumulative (\$)	
0	-58,200	-58,200	
1	-21,271	-79,471	
2	-21,271	-100,742	
3	-21,271	-122,013	
4	-21,271	-143,284	
5	-34,471	-177,755	
6	-21,271	-199,026	
7	-21,271	-220,297	
8	-21,271	-241,568	
9	-21,271	-262,839	
10	-34,471	-297,310	
11	-21,271	-318,581	
12	-21,271	-339,852	
13	-21,271	-361,123	
14	-21,271	-382,394	
15	-34,471	-416,865	

Year	Current System		Ar
	Annual (\$)	Cumulative (\$)	
11	-21,271	-318,581	
12	-21,271	-339,852	
13	-21,271	-361,123	
14	-21,271	-382,394	
15	-34,471	-416,865	
16	-21,271	-438,136	
17	-21,271	-459,407	
18	-21,271	-480,678	
19	-21,271	-501,949	
20	-79,471	-581,420	
21	-21,271	-602,691	
22	-21,271	-623,962	
23	-21,271	-645,233	
24	-21,271	-666,504	
25	12,559	-653,945	



Current System Nominal Cash Flow Annual (\$)

Current System Nominal Cash Flow Cumulative (\$)

Gambar 4.22 Grafik produksi listrik konfigurasi 1 tanpa batteray

Sesuai dengan analisa yang sebelumnya bahwasanya *payback periode* akan berlangsung selama 6,7, tahun. Perlu diketahui, lifetime untuk pembangkit konfigurasi ini adalah dapat selama 25 tahun. Sehingga tahun setelahnya sampai dengan tahun ke 25 merupakan dapat keuntungan bagi Rumah Warga Bantaran Kali Code DIY yang bisa menjual listrik ke PLN \$ 13.694/ tahun menggunakan dari optimasi *homer*.

4.4.2.3. Perbandingan Sistem Optimal dengan Grid

Suatu sistem pembangkit yang dibandingkan dengan sistem grid yang telah lama ada dan terbukti dapat mencatu kebutuhan energy listrik pelanggan. Pada gambar 4.16 diketahui nilai dari operating cost untuk grid adalah sebesar 125.174 dalam nilai ini mengartikan bahwa apabila Warga Rumah Bantaran Kali Code DIY ini hanya berlangganan pada PLN 100 Kw sebagaimana catu daya maka dapat tagihan yang harus di bayar Warga Rumah Bantaran Kali Code DIY sebesar \$ 16.276 setiap tahunnya. Maksud dalam perbandingan system optimal dengan grid adalah membandingkan *payback period* investasi kombinasi dari Generator dan PLTS apabila setiap bulanya tetap mengolaksanakan anggaran sebagaimana berlangganan PLN.

Sistem konfigurasi ini yang membutuhkan *payback periode* selama 6,6 tahun dengan angsuran ini setiap tahunnya murni dari 100% dari surplus sebesar \$ 24.7324396 /*thn* sehingga dapat dibandingkan dengan grid asumsinya adalah” akan menjadi berapa lamakah *payback period* apabila dari setiap tahunnya juga membayar sebesar tagihan PLN?”

Angsuran / tahun (komparasi)= surplus+ tagihan grid

Angsuran / tahun (komparasi)= \$ **24.7324396 /thn** +\$ 23.853

Angsuran / tahun (komparasi)= \$ 48.5854396.. (persamaan 4.5...)

Dari persamaan 4.5. nilai angsuran dari setiap tahun untuk kasus perbandingan atas komparasi dengan grid dapat diketahui, yaitu sebesar \$ 48.5854396/ tahun. Dari nilai *initial capital* yang sama bisa mencari pacback periodnya. Dari persamaan yang di atas bahwa payback period 4,3 tahun untuk komparasi ini. Dapat semakin besar angsuran maka payback periodnya akan semakin cepat dan sebaliknya.

Metric	Value
Present worth	\$ 0
Annual worth	\$ 0/yr
Return on investment	0.00 %
Internal rate of return	n/a
Simple payback	n/a
Discounted payback	n/a

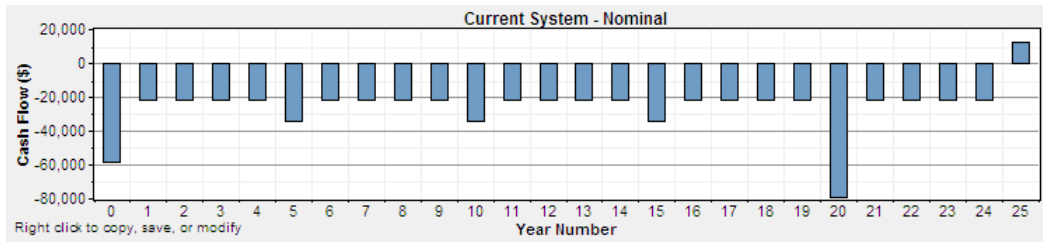
Gambar 4.23 Payback period dibandingkan dengan grid

Begitupun hasil yang pengolahan yang dilakukan software. Gambar table di atas adalah hasil ya

Tabel 4.8 Keseluruhan Nominal Cash Flow

Year	Nominal Cash Flows						Discounted Ca: ▲			
	Current System		Base Case		Difference		Current System		Base Ca:	
	Annual (\$)	Cumulative (\$)	Annual (\$)	Cumulative (\$)	Annual (\$)	Cumulative (\$)	Annual (\$)	Cumulative (\$)	Annual (\$)	Cu
0	-58,200	-58,200	-58,200	-58,200	0	0	-58,200	-58,200	-58,200	
1	-21,271	-79,471	-21,271	-79,471	0	0	-20,067	-78,267	-20,067	
2	-21,271	-100,742	-21,271	-100,742	0	0	-18,931	-97,198	-18,931	
3	-21,271	-122,013	-21,271	-122,013	0	0	-17,860	-115,058	-17,860	
4	-21,271	-143,284	-21,271	-143,284	0	0	-16,849	-131,906	-16,849	
5	-34,471	-177,755	-34,471	-177,755	0	0	-25,759	-157,665	-25,759	
6	-21,271	-199,026	-21,271	-199,026	0	0	-14,995	-172,660	-14,995	
7	-21,271	-220,297	-21,271	-220,297	0	0	-14,146	-186,807	-14,146	
8	-21,271	-241,568	-21,271	-241,568	0	0	-13,346	-200,152	-13,346	
9	-21,271	-262,839	-21,271	-262,839	0	0	-12,590	-212,743	-12,590	
10	-34,471	-297,310	-34,471	-297,310	0	0	-19,248	-231,991	-19,248	
11	-21,271	-318,581	-21,271	-318,581	0	0	-11,205	-243,196	-11,205	
12	-21,271	-339,852	-21,271	-339,852	0	0	-10,571	-253,767	-10,571	
13	-21,271	-361,123	-21,271	-361,123	0	0	-9,973	-263,740	-9,973	
14	-21,271	-382,394	-21,271	-382,394	0	0	-9,408	-273,148	-9,408	
15	-34,471	-416,865	-34,471	-416,865	0	0	-14,384	-287,532	-14,384	

Year	Nominal Cash Flows						Discounted Ca: ▲			
	Current System		Base Case		Difference		Current System		Base Ca:	
	Annual (\$)	Cumulative (\$)	Annual (\$)	Cumulative (\$)	Annual (\$)	Cumulative (\$)	Annual (\$)	Cumulative (\$)	Annual (\$)	Cu
11	-21,271	-318,581	-21,271	-318,581	0	0	-11,205	-243,196	-11,205	
12	-21,271	-339,852	-21,271	-339,852	0	0	-10,571	-253,767	-10,571	
13	-21,271	-361,123	-21,271	-361,123	0	0	-9,973	-263,740	-9,973	
14	-21,271	-382,394	-21,271	-382,394	0	0	-9,408	-273,148	-9,408	
15	-34,471	-416,865	-34,471	-416,865	0	0	-14,384	-287,532	-14,384	
16	-21,271	-438,136	-21,271	-438,136	0	0	-8,373	-295,905	-8,373	
17	-21,271	-459,407	-21,271	-459,407	0	0	-7,899	-303,804	-7,899	
18	-21,271	-480,678	-21,271	-480,678	0	0	-7,452	-311,256	-7,452	
19	-21,271	-501,949	-21,271	-501,949	0	0	-7,030	-318,287	-7,030	
20	-79,471	-581,420	-79,471	-581,420	0	0	-24,779	-343,066	-24,779	
21	-21,271	-602,691	-21,271	-602,691	0	0	-6,257	-349,323	-6,257	
22	-21,271	-623,962	-21,271	-623,962	0	0	-5,903	-355,226	-5,903	
23	-21,271	-645,233	-21,271	-645,233	0	0	-5,569	-360,795	-5,569	
24	-21,271	-666,504	-21,271	-666,504	0	0	-5,253	-366,048	-5,253	
25	12,559	-653,945	12,559	-653,945	0	0	2,926	-363,122	2,926	



- Nominal Cash Flows Current System Annual (\$)
- Nominal Cash Flows Current System Cumulative(\$)
- Nominal Cash Flows Base Case Annual (\$)
- Nominal Cash Flows Base Case Cumulative(\$)
- Nominal Cash Flows Difference Annual (\$)
- Nominal Cash Flows Difference Cumulative(\$)

Gambar 4.23 Grafik keuntungan dan payback period