

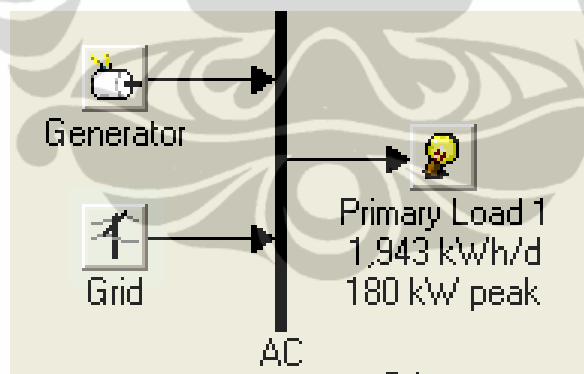
BAB 4 SIMULASI DAN ANALISIS

4.1 Hasil Simulasi

Simulasi dan optimasi dengan menggunakan HOMER menghasilkan beberapa konfigurasi yang berbeda sesuai dengan batasan sensitifitas yang diterapkan. Beban puncak sistem sebesar 180 kW dengan konsumsi rata-rata energinya sebesar 1.943 kWh/hari.

4.1.1 Skenario Pertama (PLTD - Grid)

Simulasi yang dilakukan pada skenario pertama ini merupakan kondisi yang ada saat ini dan digunakan sebagai pembandingan untuk skenario kedua dan ketiga. Skenario pertama dari sistem ini dibuat mendekati kondisi sebenarnya dimana jaringan grid dari KLP SSM hanya mampu mensuplai beban sebesar 70% dari kebutuhan total energi. Sementara unit genset 225 kW harus dioperasikan untuk menutupi kekurangan pasokan tersebut.



Gambar 4.1 Konfigurasi sistem skenario pertama (PLTD – Grid)

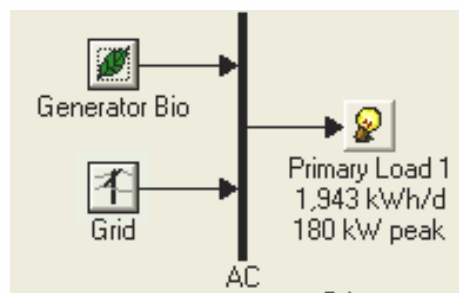
Hasil simulasi sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Hasil Simulasi pada Skenario Pertama

Parameter	Hasil
<i>Initial Capital Cost (\$)</i>	45.000
<i>Operating Cost (\$/year)</i>	126.959
<i>NPC (\$)</i>	1.114.218
<i>COE (\$/kWh)</i>	0,187
Total Produksi Energi Listrik (kWh/tahun)	709.196
Produksi genset (kWh)	220.133
<i>Grid energy purchased (kWh)</i>	489.063
Konsumsi BBM (Liter)	111.625
Jam Operasi Diesel (Jam)	3.144
Emisi (kg/tahun) :	
Karbon dioksida, CO ₂	603.034
Karbonmonoksida, CO	726
Hydrokarbon, HC	80,4
PM	54,7
Sulfur dioksida, SO _x	1,930
Nitrogen oksida, NO _x	7.130

4.1.2 Skenario Kedua (Grid– PLT Biomassa)

Simulasi pada skenario kedua ini dilakukan untuk mengetahui nilai NPC dan COE antara Grid dengan PLT Biomassa dalam melayani beban dimana jaringan grid dari KLP SSM hanya mampu mensuplai beban sebesar 70% dari kebutuhan total energi beban. Sementara PLT Biomassa 200 kW harus dioperasikan untuk menutupi kekurangan pasokan tersebut. Konfigurasi sistem yang disimulasikan untuk skenario kedua ini adalah seperti terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.2 Konfigurasi sistem pada skenario kedua (PLT Biomasa – Grid)

Hasil simulasi yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Hasil Simulasi pada Skenario Kedua

Parameter	Grid – PLT Bio
<i>Initial Capital Cost (\$)</i>	210.000
<i>Operating Cost (\$/tahun)</i>	77.232
<i>NPC (\$)</i>	860.427
<i>COE (\$/kWh)</i>	0,144
Total Produksi Energi Listrik (kWh/tahun)	709.196
Produksi Grid (kWh)	500.633
Produksi PLT Biomassa (kWh)	208.563
Kontribusi ET (%)	29,4 %
Waktu Operasi Pembangkit (jam/tahun)	1.493
Konsumsi biomassa (ton)	907
Emisi (kg/tahun) :	
Karbondioksida, CO ₂	316.577
Karbonmonoksida, CO	5,9
Hydrokarbon, HC	0,653
PM	0,445
Sulfur dioksida, SO _x	1.372
Nitrogen oksida, NO _x	723

4.1.3 Skenario Ketiga (PLT Biomassa – Grid optimum)

Simulasi pada skenario ketiga ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai ekonomis PLT Biomassa dibandingkan terhadap jaringan grid dari KLP SSM dengan kondisi optimum dalam melayani beban. Dengan kata lain sistem akan memilih biaya yang paling optimal antara PLT Biomassa dengan Grid. Simulasi pada skenario ini didapatkan beberapa nilai seperti terlihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.3 Data Hasil Simulasi pada Skenario Ketiga
(Asumsi kondisi jaringan grid yang optimum)

Parameter	Grid
<i>Initial Capital Cost (\$)</i>	0
<i>Operating Cost (\$/tahun)</i>	60.856
<i>NPC (\$)</i>	512.515
<i>COE (\$/kWh)</i>	0,086
Total Produksi Energi Listrik (kWh/th)	709.196
Grid energy purchased (kWh)	709.196
Produksi PLT Bio (kWh)	0
emisi (kg/tahun)	448.212
Karbon dioksida, CO ₂	0
Karbonmonoksida, CO	0
Hydrokarbon, HC	0
PM	0
Sulfur dioksida, SO _x	1.943
Nitrogen oksida, NO _x	950

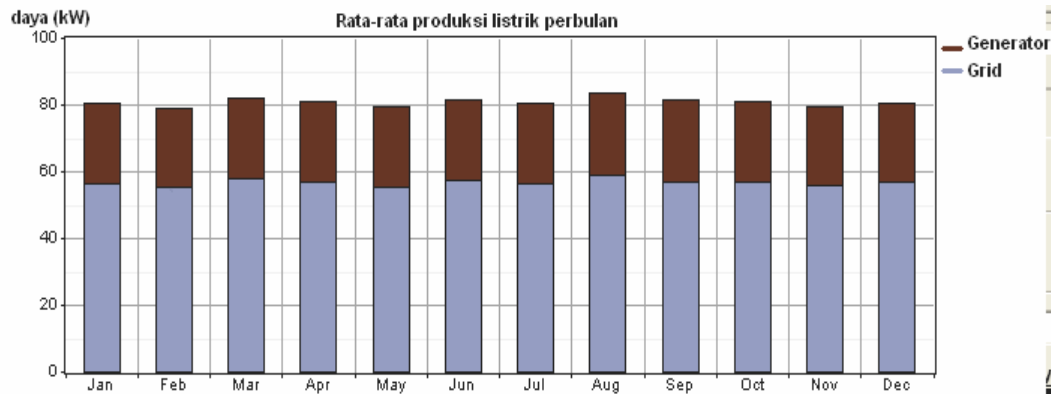
4.2 Analisis Hasil Simulasi

Dari ketiga hasil simulasi diatas dapat dianalisa beberapa masalah antara lain produksi listrik, biaya listrik, konsumsi bagase, konsumsi BBM, kontribusi PLT Biomasa terhadap sistem, dampak lingkungan (emisi CO₂, SO_x, dll) dan hasil simulasi dari berbagai kemampuan grid dalam melayani beban. Berikut adalah analisis selengkapnya untuk ketiga kondisi simulasi tersebut.

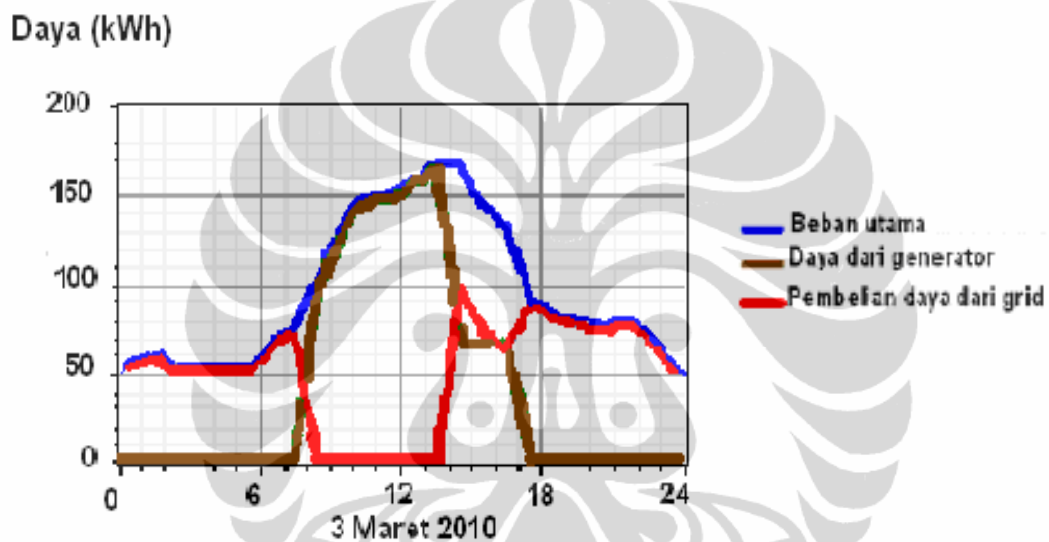
4.2.1 Skenario Pertama (Genset - Grid)

Analisis hasil simulasi pada skenario pertama ini adalah sebagai pembanding atau yang akan dijadikan patokan untuk menganalisis konfigurasi sistem yang paling optimal pada skenario kedua dan ketiga.

Total produksi listrik yang diserap beban dalam setahun sebesar 709.196 kWh/tahun, kontribusi energi produksi dari Genset 225 kW sebesar 30% atau 220.133 kWh/tahun dan kontribusi energi produksi dari jaringan grid sebesar 70% atau 497.905 kWh/tahun dengan konsumsi BBM selama setahun sebanyak 111.625 liter dan jam operasi mesin diesel 3.144 jam.



Gambar 4.3 Rata-rata produksi listrik perbulan

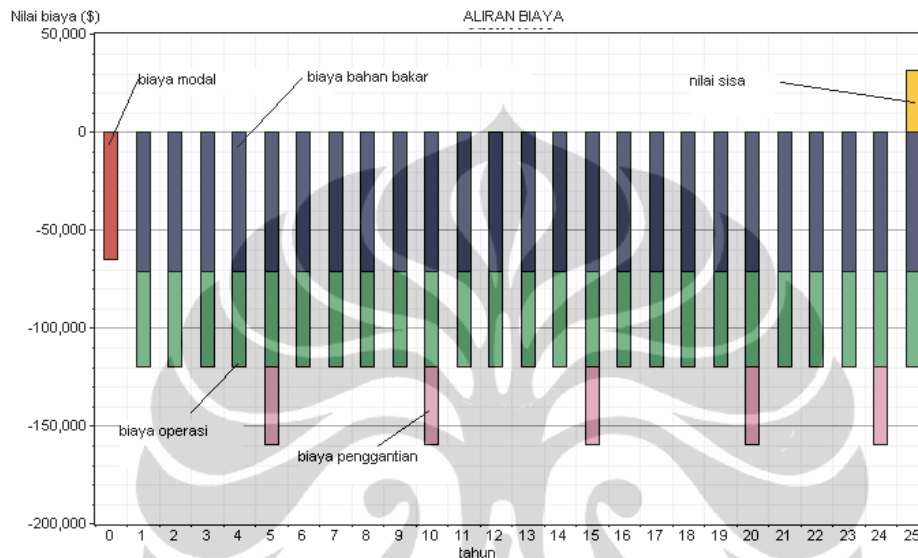


Gambar 4.4 Kurva beban harian PLTD dan Grid

Dari kurva beban harian yang terjadi pada tanggal 03 Maret 2010 dapat dilihat bahwa saat hari kerja (beban puncak) PLTD harus dioperasikan guna menjaga keandalan sistem dikarenakan jaringan grid yang tidak dapat melayani beban di kantor Pemkab Lampung Tengah. PLTD beroperasi dari pukul 07.30 WIB sampai pukul 17.30 WIB, dengan beban puncak 170 kW yang terjadi pada pukul 14.00 WIB.

Biaya – biaya yang didapatkan dari hasil simulasi sistem kondisi awal ini adalah ; modal awal yang diinvestasikan untuk sistem yaitu sebesar \$ 45.000 dengan biaya bersih sekarang (NPC) sebesar \$ 1.114.218, biaya operasi selama setahun sebesar \$ 126.959. Biaya listrik (COE) sebesar \$ 0,187 per kWh.

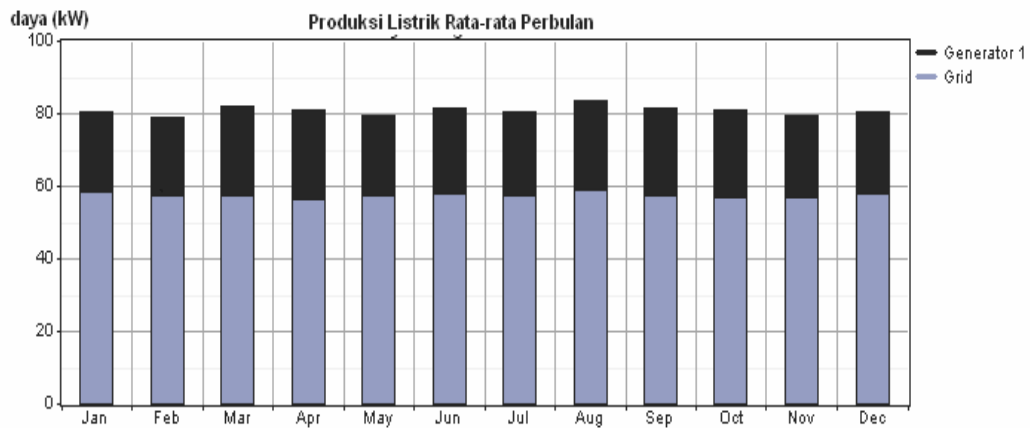
Seperti yang terlihat pada gambar 4.5, biaya terbesar yang harus dikeluarkan selama 25 tahun adalah biaya bahan bakar yang dikonsumsi oleh PLTD, penggantian PLTD 225 kW kW dilakukan setiap lima tahun karena telah melampaui jam operasinya selama 15.000 jam. Total NPC disini diperoleh dengan tidak memperhitungkan sisi pendapatan dari penjualan listrik.



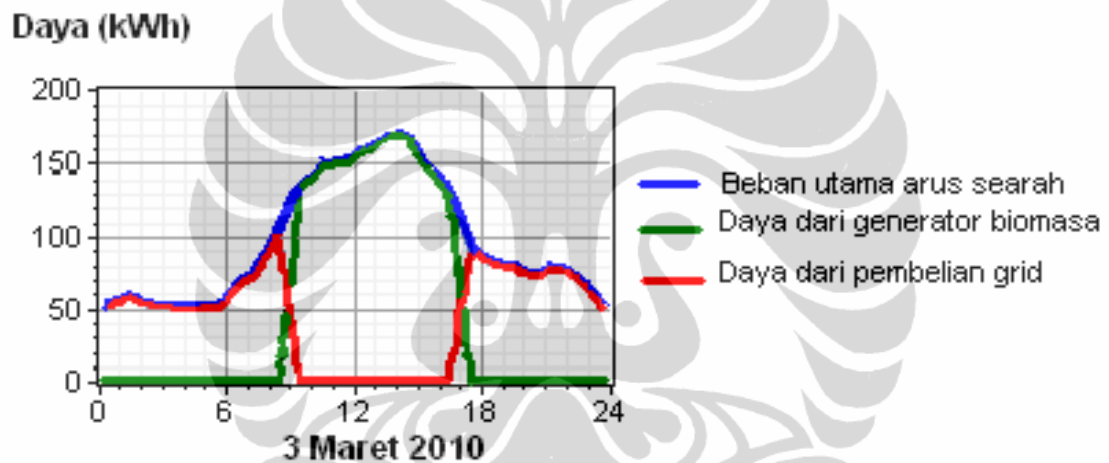
Gambar 4.5 Aliran biaya sistem (PLTD – Grid) selama 25 tahun

4.2.2 Skenario Kedua (PLT Biomassa - Grid)

Pada skenario kedua ini simulasi dibuat dengan mengganti peran PLTD 225 kW dengan PLT Biomassa 200 kW, HOMER mensimulasikan dan mengoptimasikan sistem tersebut. Total produksi listrik yang diserap beban dalam setahun masih sama dengan simulasi skenario pertama yaitu sebesar 709.196 kWh/tahun, kontribusi PLT Biomassa sebesar 208.563 kWh/tahun atau 29,4% dengan konsumsi bahan bakar biomassa selama setahun sebanyak 907 ton dan jam operasi mesin PLT Biomassa 1.493 jam. Sedangkan kontribusi jaringan grid sebesar 500.633 kWh/tahun atau 70,6% seperti yang terlihat pada gambar berikut :



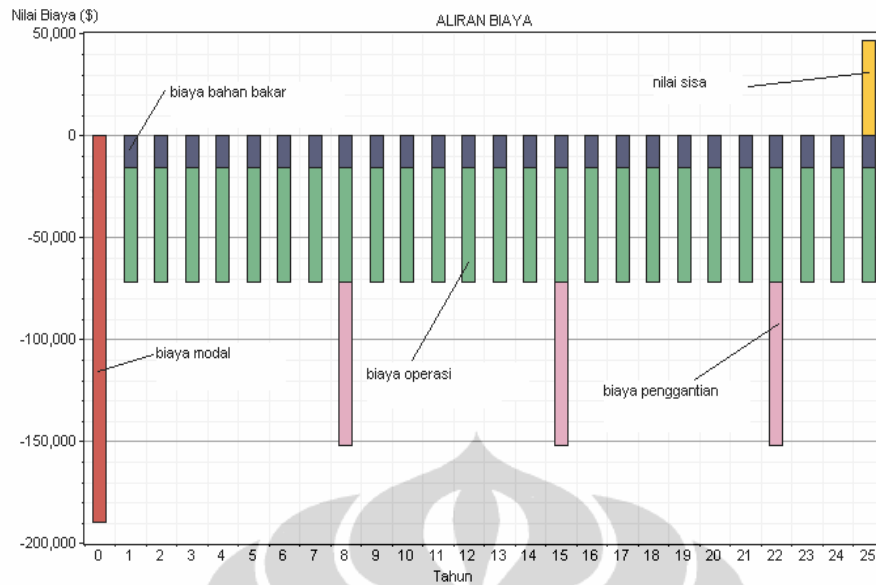
Gambar 4.6 Produksi listrik rata-rata perbulan



Gambar 4.7 Kurva beban harian PLT Biomassa dan Grid

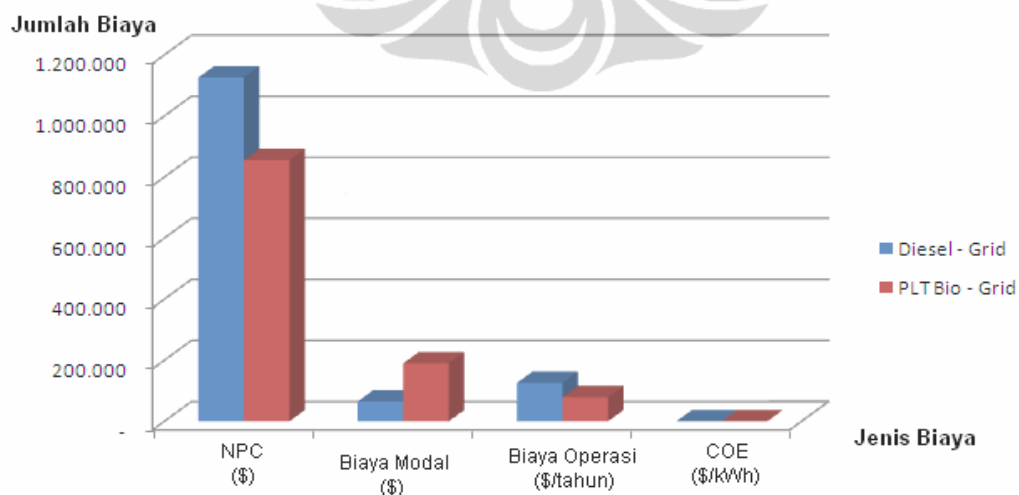
Dari kurva beban harian yang terjadi pada tanggal 03 Maret 2010 dapat dilihat bahwa saat hari kerja (beban puncak) PLT Biomassa harus dioperasikan guna menjaga keandalan sistem dikarenakan jaringan grid yang tidak dapat melayani beban di kantor Pemkab Lampung Tengah. PLT Biomassa beroperasi dari pukul 08.30 WIB sampai pukul 17.30 WIB, dengan beban puncak 170 kW yang terjadi pada pukul 14.00 WIB.

Biaya – biaya yang didapatkan dari hasil simulasi sistem kondisi kedua ini adalah ; modal awal yang diinvestasikan untuk sistem yaitu sebesar \$ 210.000, biaya operasi selama setahun sebesar \$ 77.232 dengan biaya bersih sekarang sebesar \$ 860.427, biaya listrik (COE) sebesar \$ 0,1444 per kWh. Biaya yang paling besar adalah biaya operasi grid seperti yang terlihat pada gambar berikut :



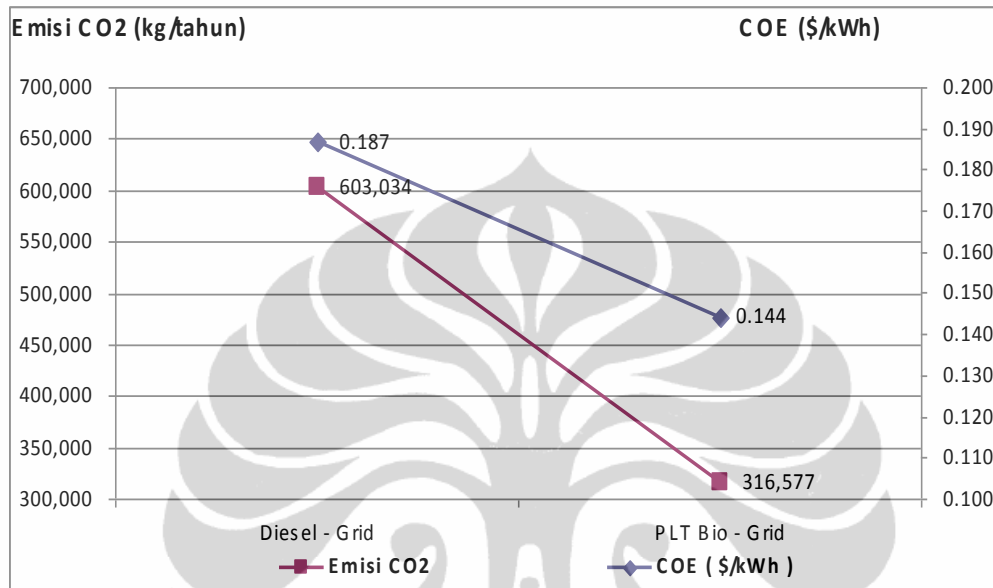
Gambar 4.8 Aliran biaya sistem (PLT Biomassa – Grid) selama 25 tahun

Dari hasil simulasi antara skenario pertama dan skenario kedua diatas didapatkan bahwa biaya-biaya akan jauh lebih rendah jika menggunakan PLT Biomassa sebagai pengganti PLTD, dimana biaya energi (COE) dapat ditekan turun sebesar 23% dari \$ 0,187/kWh menjadi \$ 0,144/kWh, biaya bersih sekarang (NPC) turun dari \$ 1.114.218 menjadi \$ 860.427, biaya operasi turun dari \$ 126.959 menjadi \$ 77.232 sedangkan biaya modal mengalami kenaikan dari \$ 45.000 menjadi \$ 210.000. seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 4.9 Perubahan nilai jenis-jenis biaya dari skenario 1 ke skenario 2

Dampak lingkungan yang akan didapat apabila PLTD kapasitas 225 kW diganti dengan PLT Biomasa adalah penurunan emisi karbondioksida sebesar 47,5% atau gas CO₂ yang dapat direduksi sebesar 286.457 kg/tahun yaitu dari 603.034 kg/tahun menjadi 316.577 kg/tahun.



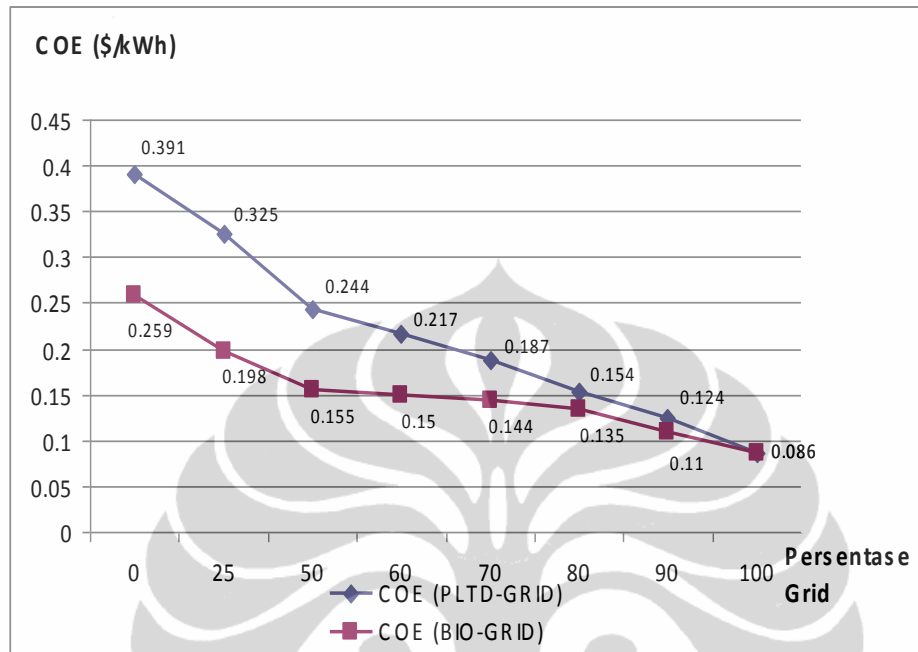
Gambar 4.10 Perubahan nilai COE dan Emisi

4.2.3 Skenario Ketiga (PLT Biomassa – Grid Optimum)

Pada skenario ketiga ini simulasi dibuat dengan grid jaringan KLP SSM diasumsikan dapat melayani beban secara optimum, HOMER mensimulasikan dan mengoptimasikan sistem dengan hasil konfigurasi sistem yang paling optimal menurut HOMER adalah sistem yang hanya terdiri dari grid saja dengan nilai bersih sekarang sebesar (NPC) \$ 512.515, biaya operasi sebesar \$ 60.856, biaya pembangkitan energi listrik (COE) sebesar \$ 0,086/ kWh.

Total produksi listrik yang diserap beban dalam setahun masih sama dengan simulasi kondisi pertama dan kedua yaitu sebesar 709.196 kWh/tahun yang disuplai oleh grid secara keseluruhan. Ketika jaringan grid dioptimalkan, maka PLT Biomasa tidak kompetitif karena harga COE nya lebih tinggi dan sistem lebih memilih grid untuk beroperasi karena COE nya lebih rendah.

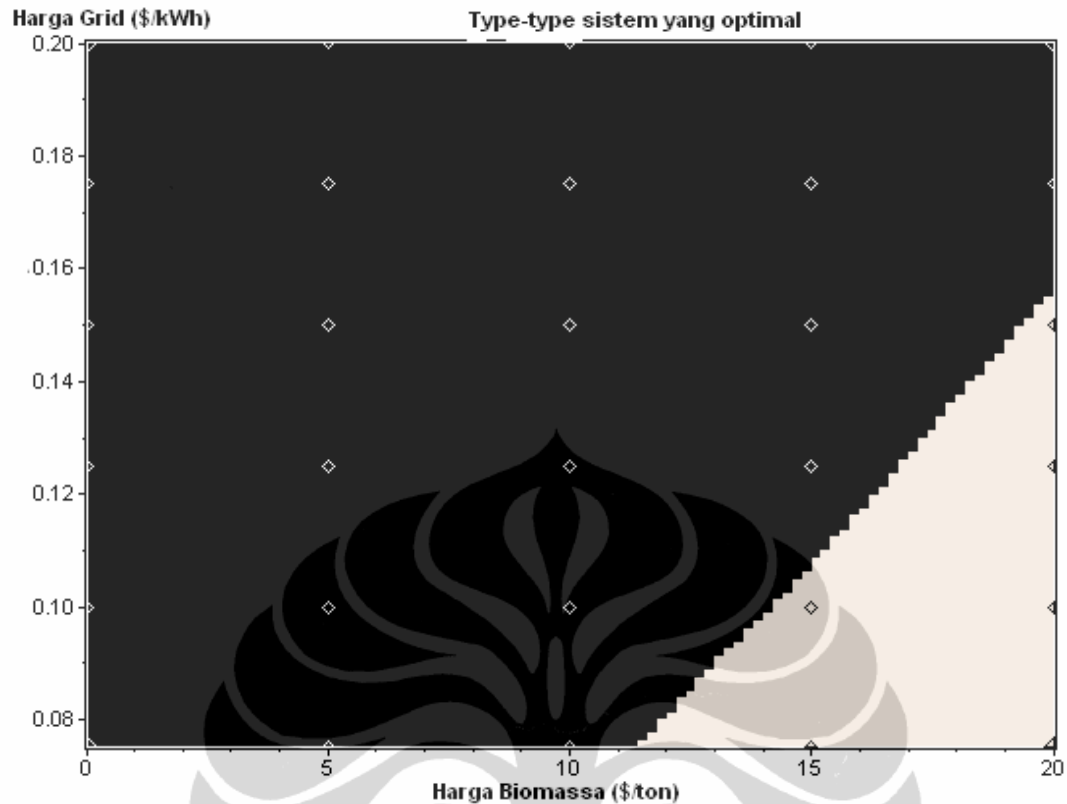
Beberapa simulasi dijalankan lagi pada kondisi kemampuan grid melayani energi beban yang bervariasi dari 0 sampai 100% guna mendapatkan gambaran nilai COE. Hasil simulasi disajikan pada gambar berikut :



Gambar 4.11 Nilai COE dengan kondisi kemampuan grid 0 sampai 100%

Gambar 4.10 menunjukkan nilai COE pada komposisi kemampuan grid melayani beban dari 0 sampai 100%. Untuk konfigurasi PLTD dengan grid nilai COE tertinggi sebesar \$ 0.391/kWh (operasi PLTD saja) sampai nilai COE \$ 0.086/kWh (operasi grid saja). Sedangkan untuk konfigurasi PLT Biomassa dengan grid, COE tertinggi sebesar \$ 0.259/kWh (operasi PLT Biomassa saja) sampai nilai COE \$ 0.086/kWh (operasi grid saja).

Untuk mengetahui optimasi PLT Biomasa pada berbagai harga biomassa maka dilakukan simulasi kembali dengan menambahkan sensitivitas harga bahan bakar biomasa 0 – 20 \$/ton, harga pembelian grid \$ 0,075 - \$ 0,2 dan tarif jual kembali ke grid berkisar antara \$ 0,075 - \$ 0,2. Hasil simulasi yang didapat bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.12 Hasil simulasi dengan penambahan sensitivitas

Berdasarkan Permen ESDM No. 269-12/26/600.3/2008 tentang Biaya Pokok Penyediaan (BPP) Tenaga Listrik PT PLN (Persero) Tahun 2008, untuk wilayah Provinsi Lampung harga BPP TR sebesar Rp.860/kWh. Pada gambar 4.12 disajikan sistem dengan variasi harga grid untuk semua variasi harga biomassa, dapat dilihat bahwa pada harga listrik sesuai dengan BBP TR di Provinsi Lampung yakni sebesar Rp.860/kWh, maka PLT Biomassa akan kompetitif bila harga bagase \$ 12 per ton.

Analisa diatas hanya memperhitungkan dari sisi efisiensi listrik sebesar 30% dari proses gasifikasi biomassa sesuai hasil simulasi dari PL Homer, belum memperhitungkan kelebihan energi panas yang dihasilkan dari gasifikasi biomassa dimana efisiensi panasnya sebesar 70%. Bila hal ini dilakukan maka peluang pemanfaatan potensi energi terbarukan dari biomassa memiliki nilai ekonomi yang sangat kompetitif dengan sumber energi fosil lainnya.