

DOI: doi.org/10.21009/0305020611

SIMULASI INTEGRASI PV-BIOGAS MENGGUNAKAN HOMER PADA PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID ON - GRID*: STUDI KASUS POMPES BAITURRAHMAN CIPARAY BANDUNG

Ahmad Rajani^{1,*}, Kusnadi¹, Rudi Darussalam¹

¹Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Komplek LIPI, Jalan Cisititu No.21/154D, Gedung 20, Bandung, Jawa Barat, Indonesia.

*Email: ahma065@lipi.go.id

Abstrak

Makalah ini membahas tentang simulasi integrasi sumber energi terbarukan yaitu PV-Biogas pada pembangkit listrik *Hybrid On-Grid* menggunakan *software* HOMER. Parameter yang diamati dalam simulasi ini adalah *Cost of Energy* (COE), dimana pembangkit yang optimal adalah yang memiliki COE rendah. Penelitian ini dilaksanakan di Pondok Pesantren Baiturrahman Ciparay, Kabupaten Bandung yang merupakan lokasi laboratorium lapangan pembangkit listrik tenaga *hybrid* dari beberapa sumber energi terbarukan. Dengan menggunakan *software* Homer, akan disimulasikan kombinasi pembangkit listrik *hybrid on Grid* yang optimum untuk memasok energi listrik pada lokasi tersebut. Hasil simulasi dengan menggunakan *software* ini memperlihatkan kombinasi pembangkit listrik *hybrid on Grid* tersebut nilai COE meningkatkan dari \$ 0,113 / kWh (PLN) menjadi \$ 0,186 / kWh (*hybrid on grid*). Dari sudut pandang COE, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembangkit energi listrik bersumber energi terbarukan masih mahal, jadi perlu peraturan pemerintah yang memberi subsidi untuk pembangkit listrik bersumber energi terbarukan.

Kata Kunci : *Energi Listrik, Hybrid On Grid, Cost Of Energy, Homer.*

Abstract

This paper discussed the simulation integration from several renewable energy sources, software HOMER were used to simulate hybrid (PV-Biogas) on grid electricity generation. The parameters observed in this simulation are the cost of energy (COE), where the optimal plant is the one that has the lowest COE. This research was conducted at Pongpes Baiturrahman Ciparay, Bandung which is the location of the field laboratory of hybrid power generation from renewable energy sources. Homer will be simulated using combination of hybrid power plant on the optimum grid to supply electricity at the designated location. The simulation result using this software shows that a combination of on grid hybrid power plants can increase COE at \$ 0,113 / kWh (PLN) to \$ 0,186 / kWh (*hybrid on grid*). This indicates that the electrical energy generation from renewable energy sources is still expensive, so government must create regulation to provide subsidies for renewable energy sourced electricity.

Keywords : *Electricity, hybrid On Grid, Cost Of Energy, Homer.*

1. Pendahuluan

Proses produksi listrik dari bahan bakar fosil menghasilkan karbondioksida yang tinggi dan zat lain yang menimbulkan polusi pada lingkungan setiap detik [1]. Selain itu, bahan bakar fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui yang ketersediaannya semakin menipis. Sehingga, dibutuhkan alternatif pembangkitan energi listrik berbasis energi terbarukan. Namun, ketersediaan energi terbarukan untuk pembangkit listrik masih terbatas dan mahal. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan penggabungan (*hybrid*) dari beberapa pembangkit listrik energi terbarukan [2].

Ponpes Baiturrahman Ciparay, Kabupaten Bandung merupakan lokasi laboratorium lapangan pembangkit listrik tenaga *hybrid* dari beberapa sumber energi terbarukan yaitu PV dan biogas, Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronika (Telimek) LIPI.

Kapasitas pembangkit listrik tenaga hybrid yang terpasang pada Ponpes Baiturrahman masing-masing 1 KW untuk PV dan 5 KW biogas. Pembangkit terhubung dengan beban salah satu gedung asrama. Karena masih dalam tahap penelitian, pembangkit listrik tenaga hybrid hanya sebagai sumber energi listrik sekunder. Jadi beban masih terhubung dengan PLN.

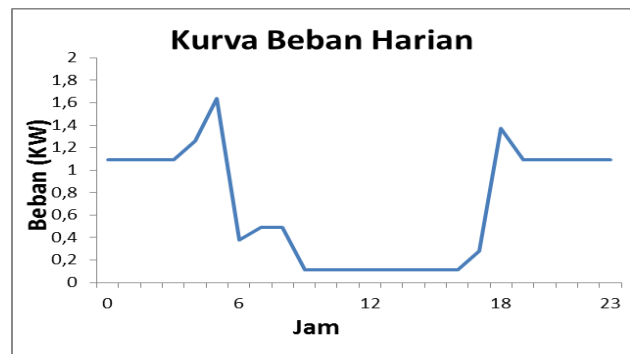
Software HOMER (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources) digunakan untuk mensimulasikan pembangkit listrik tenaga *hybrid On-Grid* untuk menentukan pembangkitan yang optimal berdasarkan nilai *Cost of Energy (COE)*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan *software Homer*, dimana beban di *supply* dari PLN (Grid) dan pembangkit listrik tenaga *hybrid*. Untuk melakukan simulasi, dibutuhkan data kurva beban harian gedung, kapasitas pembangkit *hybrid* dan harga listrik dari sumber *grid*.

Karakteristik Beban

Dalam simulasi ini beban yang digunakan adalah gedung asrama putra pada Ponpes Baiturrahman. Kebutuhan energi listrik pada gedung diukur tiap jamnya. Karakteristik beban tiap jamnya di hitung berdasarkan jumlah peralatan yang menggunakan energi listrik dan perkiraan jam penggunaannya.



Gambar 1. Kurva beban harian gedung asrama putra ponpes Baiturrahman

Potensi energi terbarukan di ponpes Baiturrahman

Pada Ponpes Baiturrahman sedang dikembangkan pembangkit listrik tenaga hybrid (PV dan biogas) dengan tujuan kedepannya untuk pengembangan *mini-grid*.

Pembangkit listrik tenaga surya (PV) yang telah terpasang pada ponpes 1 KW. Data potensi radiasi matahari pada lokasi diambil dari NASA dengan titik koordinat lokasi 7.07 LS, 107.07 BT [3].

Tabel 1. Potensi radiasi matahari diponpes Baiturrahman [3]

Bulan	Radiasi Matahari-Horizontal (kWh/m ² /d)
Januari	4,57
Februari	4,69
Maret	4,89
April	4,83
Mei	4,86
Juni	4,67
Juli	4,91
Agustus	5,28
September	5,43
Oktober	5,17
Nopember	4,60
Desember	4,83
Rata-rata	4,89

Pembangkit tenaga biogas yang terpasang 5 KW dengan bahan baku kotoran sapi. Kotoran sapi mengandung senyawa organik berupa protein sebesar 12,5% berat basis kering, selulosa sebesar 31% berat basis kering, starch sebesar 12,5% berat basis kering,

hemiselulosa sebesar 12% berat basis kering dan lignin sebesar 12,2% berat basis kering [4]. Dengan fermentasi yang menggunakan bakteri, kandungan selulosa dan protein pada kotoran sapi diubah menjadi biogas. Dari kandungan kotoran sapi tersebut, tiap kilonya dapat dikonversi menjadi 0,023 – 0,040 m³ biogas [5], di Ponpes Baiturrahman ada 20 ekor. Dengan demikian potensi biogas yang dapat digunakan adalah 0,46 - 0,8 m³. Dimana tiap m³ biogas dapat dikonversi 55,1 kW menjadi listrik, berdasarkan pengujian konsumsi biogas untuk genset pada beban 1.047 W adalah 0,019 m³ /menit [6]. Sehingga potensi biogas yang ada pada lokasi 25,35 - 44,08 kW.

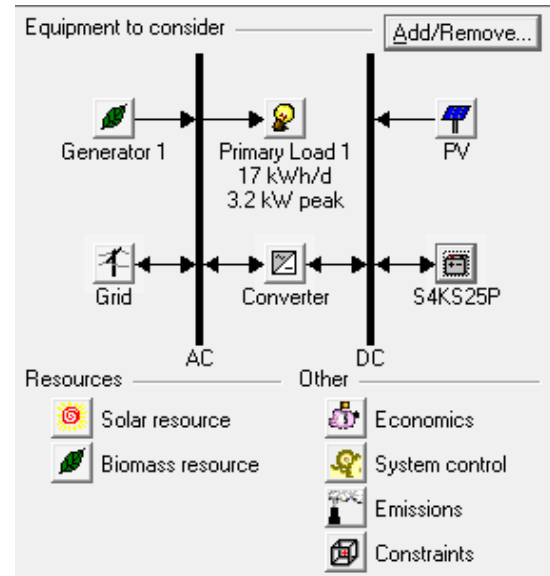
Data karakteristik beban dan sumber energi terbarukan tersebut akan digunakan dalam simulasi yang menggunakan Homer. Dengan hasil simulasi yang digunakan akan diketahui nilai *Cost of Energy* (COE).

3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 2 menunjukkan model simulasi dengan menggunakan Homer, dimana beban *disupply* 3 sumber yaitu PV, genset biogas dan *grid* (PLN) dan baterai sebagai *storage* dari PV.

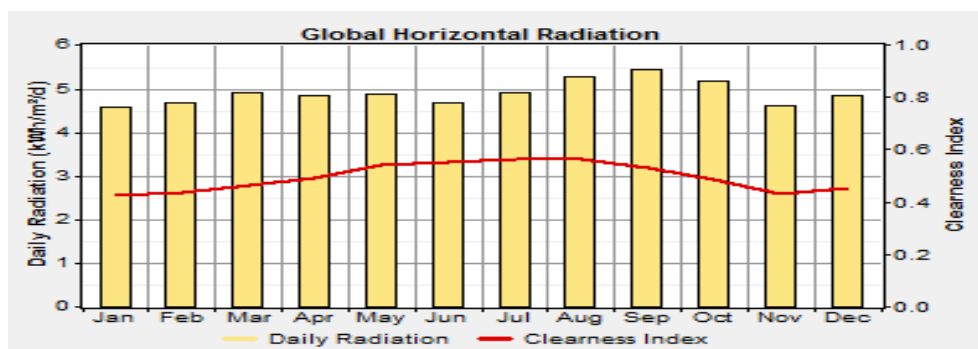
Untuk melakukan analisa, *Software* Homer membutuhkan sumber energi yang ada pada lokasi untuk pembangkit *hybrid* yang dioperasikan, dalam hal ini radiasi matahari untuk PV dan potensi biogas yang ada pada Ponpes Baiturrahman.

Untuk *grid*, Homer membutuhkan harga per kwh dari *PLN*. Berdasarkan penetapan penyesuaian tarif bulan april 2016 oleh PLN, untuk daya 2200 VA, harga per kwh Rp 1.342, 98 dengan harga kurs \$ 1 = Rp 13.515,70 [7].



Gambar 2. Model simulasi Homer pembangkit-pembangkit listrik Hybrid On-Grid

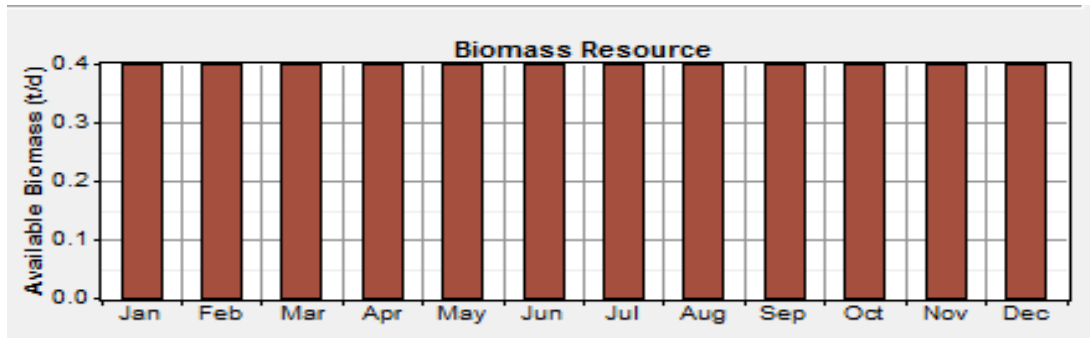
Gambar 3 merupakan data intensitas matahari pada Ponpes Baiturrahman setelah di input pada Homer. Dari gambar grafik dapat dilihat bahwa radiasi matahari pada lokasi memiliki nilai diatas 4 kWh/m²/d, dengan tingkat kebeningan sekitar 3 kWh/m²/d.



Gambar 3. Radiasi matahari pada Ponpes Baiturrahman

Untuk potensi biogas dengan jumlah 20 ekor sapi yang ada pada Ponpes Baiturrahman akan menghasilkan 0,46 - 0,8 m³ biogas.

Dengan nilai massa jenis metana 0,554 kg/m³ [8] potensi biogas ekuivalen sekitar 0,4 ton per hari. Gambar 4 memperlihatkan tampilan potensi biogas dengan Homer.



Gambar 4. Potensi Biogas pada Ponpes Baiturrahman

Dari hasil simulasi dengan Homer, dihasilkan 8 kombinasi pembangkitan tenaga listrik paling murah untuk tiap kWh. Hal tersebut berdasarkan nilai *Cost of Energy* (COE) terendah.

Dari gambar 5 dapat dilihat sistem pembangkit kombinasi *hybrid on grid* untuk nilai *Cost of Energy* (COE) yang paling rendah dihasilkan dari *grid* dengan nilai \$ 0,113 / kWh.

Rate 1 Power Price (\$/kWh) 0.113

Double click on a system below for simulation results.

	PV (kW)	Label (kW)	S4KS25P	Conv. (kW)	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Biomass (t)	Label (hrs)
					1000	\$ 0	681	\$ 8,700	0.113	0.00		
	5				1000	\$ 925	653	\$ 9,276	0.120	0.17	2	231
			2	0.6	1000	\$ 518	699	\$ 9,455	0.123	0.00		
	5		2	0.6	1000	\$ 1,443	841	\$ 12,189	0.158	0.79	19	2,598
	1			0.6	1000	\$ 4,038	638	\$ 12,198	0.158	0.18		
	1	5		0.6	1000	\$ 4,963	611	\$ 12,775	0.166	0.32	2	231
	1		2	0.6	1000	\$ 4,418	654	\$ 12,777	0.166	0.18		
	1	5	2	0.6	1000	\$ 5,343	705	\$ 14,356	0.186	0.73	12	1,630

Gambar 5. Hasil simulai sistem pembangkit hybrid on grid dengan Homer

Pembangkit *hybrid* masih pilihan berikutnya berdasarkan CEO, karena relatif mahal dibandingkan harga listrik *grid* dalam hal ini PLN.

Kombinasi *grid* dan biogas ada pada urutan kedua dengan CEO terendah dengan nilai \$ 0,120 / kWh, dan kombinasi *grid* PV ada pada urutan ke 5 dengan nilai CEO \$ 0,158 / kWh. Untuk kombinasi *grid*, PV dan biogas menghasilkan CEO \$ 0,166 / kWh. Untuk *Hybrid On-Grid* yang sudah terpasang pada Ponpes Baiturrahman memiliki nilai CEO \$ 0.186 / kWh.

Untuk pembangkit listrik biogas skala 2 kW dengan bahan baku kotoran sapi akan dapat menguntungkan apa bila dikombinasikan dengan pembuatan pupuk serta harus dioperasikan sendiri [9]. Dari hal tersebut dapat dilihat, pemerintah juga harus berperan aktif dalam melakukan pembimbingan masyarakat yang tertarik dalam pengembangan biogas tersebut.

Dari nilai CEO yang dihasilkan dari pembangkit energi terbarukan masih relatif mahal, terutama PV Hal ini disebabkan biaya investasi yang begitu besar, sehingga mempengaruhi ke nilai pembangkitan tenaga listriknya. Di beberapa Negara, pengembangan

pembangkit listrik tenaga matahari telah dibuat undang-undang dalam upaya menarik sektor swasta untuk ikut mengembangkan sistem pembangkit CSP maupun PV. Italia adalah salah satu negara yang memberi subsidi sampai 25 tahun untuk sistem CSP dan 20 tahun untuk sistem PV, serta menetapkan *feed-in tariff* senilai €240/MWh untuk pembangkit jenis PV dan €270/MWh untuk pembangkit jenis CSP. Dengan

dibuatnya aturan tersebut, dapat memberikan *Net Present Value* € 409.980.176,40 (selama 25 tahun dengan tingkat bunga 9%) untuk sistem CSP dengan daya 40 MW, dan € 96.726.859,50 (selama 20 tahun dengan tingkat bunga 9%) untuk sistem PV dengan daya 40MWp [10].

Dalam hal ini, pemerintah juga perlu didorong untuk membuat peraturan yang memberi insentif kepada pihak-pihak yang mau mengembangkan pembangkit *hybrid* berbasis energi baru terbarukan Apabila mengambil kasus Ponpes Baiturrahman, selisih CEO *grid* dan *Hybrid On – Grid* \$ 0,073 / kWh. Dengan demikian apabila pemerintah memberi subsidi atau insentif bagi pihak yang mengembangkan pembangkit listrik tenaga energi terbarukan harus lebih besar \$ 0,073 / kWh.

4. Simpulan

Dari hasil simulasi integrasi PV-Biogas menggunakan HOMER pada pembangkit listrik *Hybrid On - Grid* dapat diambil kesimpulan bahwa pembangkit berbasis energi terbarukan masih relatif mahal dibandingkan *grid* dalam hal ini PLN. Hal ini dapat dilihat dari CEO *grid* \$ 0,113 / kWh sedangkan *Hybrid On - Grid* \$ 0,186 / kWh. Dengan demikian pemerintah perlu didorong untuk membuat peraturan dalam hal subsidi atau intensif untuk pihak-pihak yang bersedia mengembangkan energi terbarukan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Kakelti beserta teman-teman kelompok penelitian konversi dan konservasi energi Puslit Telimek LIPI, Tinton DA, serta pihak Ponpes Baitturrahman yang telah membantu dalam terlaksananya penelitian ini.

Daftar Acuan

- [1] Yinghao Chu. *Review and Comparison of Different Solar Energy Technologies*, Global Energy Network Institute (GENI), 2011
- [2] Faten hosney fahmy, Hanaa Mohamed Farghally, Ninet Mohamed Ahmed, Photovoltaic-Biomass Gasifier Hybrid Energy system for a Poultry House, *IJMER* Vol. 4 Iss.8, 2014. pp.no. 51-62
- [3] <https://eosweb.larc.nasa.gov>
- [4] Dennis. A, Burke P. E. "Dairy Waste Anaerobic Digestion Handbook", Environmental Energy Company, Hill Street Olympia: (2001), p. 18
- [5] Widodo. T.W, Nurhasanah. A. Kajian Teknis Teknologi Biogas dan Potensi Pengembangannya di Indonesia. Prosiding seminar nasional mekanisasi pertanian (2004), pp. 189 – 202
- [6] M. Arifin, A. Saefudin, A. Santosa, Kajian Biogas Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik Di Pesantren Saung Balong Al-Barokah Majalengka Jawa Barat, *MEV Journal* Vol. 02 No 2 (2011), pp. 73-78
- [7] Penyesuaian tarif tenaga listrik (Tariff adjustment) Bulan April 2016, PLN
- [8] James L W, Charles C R, Michael S R, Stephen R H, W. Allen W. *Biogas Utilization Handbook*. Atlanta, Georgia (1981), p. 14
- [9] Arini Wresta, Dian Andriani, Aep Saepudin, Henni Sudiby, Economic analysis of cow manure biogas as energy source for electricity power generation in small scale ranch, 2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application, ICSEEA 2014, *Energy Procedia* 68 (2015) 122-131
- [10] S. Vergura, V. de Jeus Lameira, Technical-Financial Comparison Between a PV Plant and a CSP Plant, *Revista Eletronica Sistem & Gestao* 6 (2011), pp. 210-220

