

STUDI KELAYAKAN PENGGUNAAN ATAP SEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK DI STASIUN KERETA API JEMBER

(STUDY OF FEASIBILITY THE USE OF SOLAR CELLS ROOF AS A ELECTRICAL ENERGY SOURCE IN JEMBER RAILWAY STATION)

Rhama Nurhian Syah, Triwahju Hardianto, Andi Setiawan
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: hianadinda@gmail.com

Abstrak

Saat ini, penanggulangan terhadap masalah lingkungan global seperti pemanasan global, sangat mendapat perhatian. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dirasa perlu untuk melakukan studi untuk dapat membuat analisis tentang kemungkinan menerapkan PLTS sebagai sumber energi stasiun kereta api dengan memanfaatkan luasan platform atap. Studi tersebut akan dilaksanakan di Stasiun Kereta Api Jember. Perancangan blok diagram sistem dari pokok bahasan studi skripsi ini ada 3 yang terdiri dari Blok Diagram Pola Beban Listrik di Stasiun Kereta Api Jember, Blok Diagram Sistem PLTS Tanpa Baterai, Blok Diagram Sistem PLTS Menggunakan Baterai. Percobaan dilakukan dengan melakukan pengujian dengan sistem tanpa menjual dan sistem dengan menjual. Dari penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa studi kelayakan penggunaan atap sel surya sebagai sumber energi listrik di Stasiun Kereta Api Jember menggunakan sistem pembangkit listrik tenaga surya menggunakan sistem PLTS tanpa baterai dengan pola menjual. Sistem PLTS tanpa baterai dengan pola menjual didominasi oleh sel surya yang terpasang pada atap Stasiun Kereta Api Jember. Produksi dari sel surya dikeluarkan sebesar 96.963 kWh/yr atau sebesar 60 %. Dan untuk pembelian energi dari PLN sebesar 65.595 kWh/yr atau sebesar 40 %. Sistem dengan komponen *photovoltaic*, *grid*, dan *converter* dengan sistem *grid sales* BEP bisa terjadi dalam jangka waktu proyek. BEP atau *Break Even Point* terjadi pada tahun ke-15. Sehingga pengembalian biaya investasi dan lainnya bisa tercapai sebelum jangka waktu proyek habis.

Kata Kunci: PLTS, *grid*, PLN, *photovoltaic*, *converter*, BEP.

Abstract

Currently, countermeasures against global environmental problems such as global warming, it gets attention. Based on these problems it is necessary to conduct a study to be able to make an analysis of the likelihood implement solar as an energy source by utilizing a train station platform roof area. The study will be conducted in Jember Railway Station. The design of the system block diagram of the subject of this thesis there are three studies comprising Block Diagram Electrical Load Pattern in Jember Railway Station, Block Diagram System Without Batteries PLTS, PLTS System Block Diagram Using the Battery. Experiments were carried out by testing the system without selling and selling system. From the research that has been made known that the study of the feasibility of using solar cell roof as a source of electrical energy in Jember Railway Station using solar power generation systems using solar system without battery with selling patterns. Solar system without battery with selling pattern is dominated by solar cells installed on the roof of Jember Railway Station. Production of solar cells is issued for 96 963 kWh / yr or 60%. And for the purchase of energy from PLN 65 595 kWh / yr or 40%. System with photovoltaic components, the grid, and the grid converter system with BEP sales could occur within the project. Break Even Point BEP or occurred in the 15th year. So the return on investment and other costs can be achieved before the project period runs out.

Keyword: solar cell, *grid*, PLN, *photovoltaic*, *converter*, BEP.

PENDAHULUAN

Saat ini, penanggulangan terhadap masalah lingkungan global seperti pemanasan global, sangat mendapat perhatian. Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi energi surya yang tinggi dengan radiasi harian rata-rata (insolasi) sebesar 4,5 kWh/m²/hari [1]. Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang murah dan tersedia sepanjang tahun. Oleh karena itu penerapan teknologi sel surya untuk memanfaatkan potensi energi surya

yang tersedia dilokasi-lokasi tersebut merupakan solusi yang tepat.

Energi surya merupakan energi ramah lingkungan, sehingga tidak mengherankan bahwa energi terbarukan saat ini dikriteriakan sebagai energi masa depan dan dapat diterima oleh masyarakat modern sehingga sudah mulai dikembangkan oleh beberapa negara maju. Pemanfaatan dari energi matahari sebagai sumber energi alternatif yang mudah didapatkan dan bebas polusi sehingga dampak negatif terhadap lingkungan kecil sekali [2]. Namun energi surya

mempunyai beberapa kekurangan, salah satunya dibutuhkan lahan yang luas untuk meletakkan panel-panel surya.

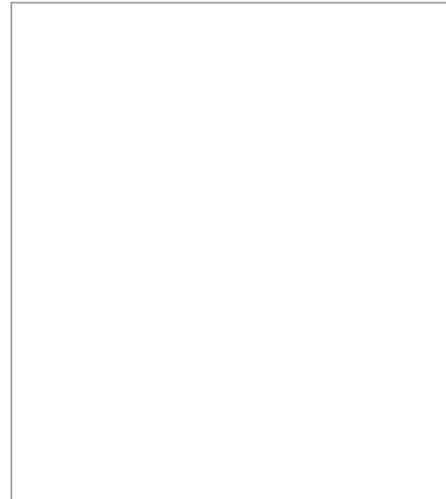
Dalam upaya untuk mengatasi masalah lingkungan, PT. KA (persero) dapat menerapkan strategi baru dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan. Dengan banyaknya lahan yang dapat dipakai sebagai tempat peletakan panel, maka penerapan strategi terbarukan jenis PV adalah hal yang sesuai dengan PT. KA. Oleh alasan tersebut studi tentang penelitian penggunaan PV untuk sumber listrik di Stasiun Kereta Api Jember ini dilakukan. Dengan dibantu oleh *software* Homer 2.68 diharapkan perancangan PV pada stasiun dapat menghasilkan desain sistem yang baik.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dimulai dengan studi literatur. Selanjutnya melakukan observasi lapangan. Setelah itu melakukan penentuan komponen PLTS. Pada penentuan komponen PLTS, mencari data beban, kemudian menentukan PV *Array*, kemudian menentukan kapasitas baterai. Setelah itu merancang PLTS menggunakan *software* Homer 2.68. Kemudian data yang sudah didapat dimasukkan ke dalam perancangan PLTS menggunakan *software* Homer 2.68. Setelah itu melakukan pengujian simulasi, pada pengujian simulasi tersebut dilakukan dengan cara mencari yang paling optimal untuk digunakan sebagai analisis. Selanjutnya sampai pada tahap analisa data dimana data hasil pengujian dibandingkan dengan data hasil perhitungan.



Gambar 2. Pemodelan sistem

Ini adalah tahap yang sangat penting, pada tahap ini perancangan dibuat sedetail mungkin untuk mendapatkan hasil yang optimal, pemodelan dibuat dengan bantuan *software* Homer 2.68. Hasil yang ditampilkan dalam pemodelan pada gambar 2 meliputi *load*, *converter*, *photovoltaic*, dan *battery*.

Gambar 2 menjelaskan tentang pemodelan PLTS yang akan dibangun dengan *software* Homer 2.68. PLTS dibangun dari beban yang terbagi menjadi 3 grup. Beban pertama dengan nama *primary load 1* memiliki daya 107 KW, beban kedua dengan nama *primary load 2* memiliki daya 202 KW, sedangkan beban ke tiga dengan nama *deferrable load* memiliki daya 400 KW. Sedangkan *PV Inputs* diberikan ukuran sebesar 0, 20-100 kW. Data tersebut didapatkan dari perhitungan manual dan perhitungan menggunakan Microsoft Excel. Ukuran diberikan beberapa pilihan, agar simulasi bisa mencari ukuran mana yang bagus untuk digunakan sebagai PLTS di Stasiun Kereta Api Jember. Untuk panel surya yang digunakan adalah pabrikan Shine Power yaitu PV Solar Polycrystalline 200 W, tipenya SP200-60 B dengan harga US \$ 0,66/W.

Pada pengisian data *battery inputs* didapatkan dari perhitungan manual Ahbank. Ahbank menghasilkan nilai 1325,8 Ah. Dengan menggunakan tegangan nominal 12 volt. Untuk jumlah baterai per string kita gunakan 20 baterai. Sehingga tegangan stringnya didapatkan 240 volt. Dari perhitungan manual didapatkan bahwa jumlah string ada 7 string. Tetapi untuk memasukkan ukuran, disini diberikan rentang 0-10 *strings*, untuk mengetahui komponen yang efektif. Baterai yang digunakan adalah Vision 6FM55D dengan kapasitas 12V 55 Ah, dengan harga 1 baterai US \$ 265.

Untuk pengisian data detail *converter inputs* dari perhitungan *PArray*. *PArray* menghasilkan 70,711 kW, sehingga untuk ukuran *converter inputs* sebesar 70 kW. Tetapi disini untuk *converter* menggunakan 30 kW. Untuk *converter* yang digunakan adalah pabrikan Zigor yaitu SUNZET 30 kVA. Sehingga jika dibutuhkan 30 kW, maka biayanya sebesar US \$ 30.000.

Setelah memasukkan data, karena pengamatan difokuskan pada BEP (*Break Even Point*) maka pengujian dilakukan dengan 2 model yaitu pengujian dengan pemodelan tanpa

menjual dan pengujian dengan pemodelan menjual. Jika sudah selesai memasukkan data pada setiap komponen maka simulasi

HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini secara garis besar penelitian dibagi menjadi 3 macam, yaitu pola beban energi listrik di Stasiun Kereta Api Jember, sistem PLTS tanpa baterai, dan sistem PLTS menggunakan baterai.

Pola Beban Energi Listrik di Stasiun Kereta Api Jember

Sebelum melakukan analisis sistem PLTS, terlebih dahulu melakukan penelitian sistem kelistrikan di Stasiun Kereta Api Jember. Penelitian sistem tersebut, untuk mengetahui data beban di Stasiun Kereta Api Jember dan produksi PLN yang dikonsumsi oleh beban di Stasiun Kereta Api Jember.

Tabel 1. Data *Primary Load 1* dan *Primary Load 2* Bulan Januari-Mei

Hour	Primary Load 1 (kW)	Primary Load 2 (kW)
00:00 - 01:00	5,118	7,643
01:00 - 02:00	5,188	7,643
02:00 - 03:00	2,814	7,643
03:00 - 04:00	2,877	7,643
04:00 - 05:00	2,814	7,643
05:00 - 06:00	2,814	8,680
06:00 - 07:00	0,078	8,680
07:00 - 08:00	5,113	8,680
08:00 - 09:00	5,113	8,680
09:00 - 10:00	7,417	8,680
10:00 - 11:00	7,480	8,680
11:00 - 12:00	7,417	8,680
12:00 - 13:00	7,417	8,680
13:00 - 14:00	5,176	8,680
14:00 - 15:00	5,113	8,680
15:00 - 16:00	5,113	8,680
16:00 - 17:00	2,877	8,680
17:00 - 18:00	2,814	8,680
18:00 - 19:00	2,877	8,680
19:00 - 20:00	2,814	8,680
20:00 - 21:00	2,814	8,680
21:00 - 22:00	2,814	8,680
22:00 - 23:00	2,814	7,643
23:00 - 00:00	5,118	7,643

Tabel 2. Data *Primary Load 1* dan *Primary Load 2* Bulan Juni-Agustus

Hour	Primary Load 1 (kW)	Primary Load 2 (kW)
00:00 - 01:00	5,867	7,664
01:00 - 02:00	5,867	7,664
02:00 - 03:00	3,157	7,664
03:00 - 04:00	3,220	7,664
04:00 - 05:00	3,157	7,664
05:00 - 06:00	3,157	8,779
06:00 - 07:00	0,075	8,779
07:00 - 08:00	5,204	8,779
08:00 - 09:00	5,204	8,779
09:00 - 10:00	7,914	8,779
10:00 - 11:00	7,977	8,779
11:00 - 12:00	7,914	8,779
12:00 - 13:00	7,914	8,779
13:00 - 14:00	5,267	8,779
14:00 - 15:00	5,204	8,779
15:00 - 16:00	5,204	8,779
16:00 - 17:00	3,220	8,779
17:00 - 18:00	3,157	8,779
18:00 - 19:00	3,220	8,779
19:00 - 20:00	3,157	8,779
20:00 - 21:00	3,157	8,779
21:00 - 22:00	3,157	8,779
22:00 - 23:00	3,157	7,664
23:00 - 00:00	5,867	7,664

Tabel 3. Data *Deferrable Load*

Month	Average Load (kWh/d)
Januari	4,895
Februari	4,895
Maret	4,895
April	4,895
Mei	4,895
Juni	4,895
Juli	4,895
Agustus	4,895
September	4,895
Oktober	4,895
November	4,895
Desember	4,895

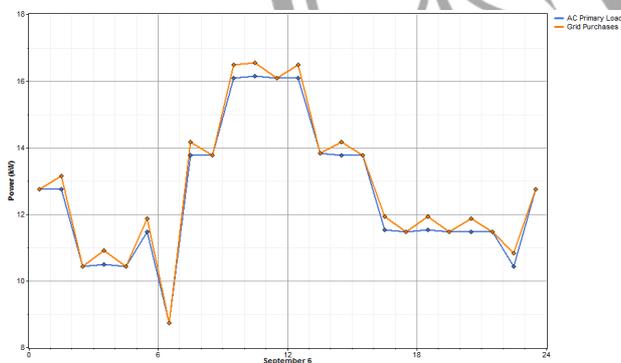
Dengan mengamati data tabel beban *primary load 1* dan *primary load 2* yang ditunjukkan oleh Tabel 1 dan Tabel 2. Dapat diambil analisa bahwa beban puncak terjadi pada

pukul 09.00 sampai 13.00. Pada bulan Januari-Mei didapat beban puncak *primary load 1* mencapai 7.417 kWh, sedangkan untuk *primary load 2* sebesar 8.680 kWh. Sedangkan pada bulan Juni-Agustus beban puncak *primary load 1* mencapai 7.914 kWh. Sedangkan untuk *primary load 2* sebesar 8.779 kWh. Sedangkan untuk *deferrable load* yang ditunjukkan oleh Tabel 3 didapat data tiap bulan yang relatif sama berkisar antara 4.895 kWh/d dan untuk beban puncaknya memiliki nilai 0,4 kW.

Tabel 4. Sistem Kelistrikan di Stasiun Kereta Api Jember

Sistem	Produksi PLN (kWh/yr)	O & M (US \$)
Pola Beban Energi Listrik di Stasiun Kereta Api Jember	113110	176601

Produksi energi dari Tabel 4 pada sistem ini di-cover oleh PLN. Dalam hal ini, karena PLN sebagai komponen utama pada pola beban energi listrik di Stasiun Kereta Api Jember, maka harus dilakukan pembelian yang meng-cover beban sebesar 113.110 kWh/yr. Sehingga biaya yang akan dikeluarkan untuk membayar ke PLN yaitu untuk biaya O & M sebesar US \$ 176.601. Gambar 3 adalah gambar window menunjukkan diagram *hourly data* pola beban energi listrik di Stasiun Kereta Api Jember. Keterangan dari gambar tersebut, yaitu garis biru adalah informasi tentang *AC primary load*, dan garis orange adalah informasi untuk *grid purchases*. Penjelasan gambar di atas adalah bahwa beban listrik untuk Stasiun Kereta Api Jember pada siang hari dan malam hari selalu dicover oleh komponen utama yaitu PLN.



Gambar 3. Diagram *Hourly Data* Pola Beban Energi Listrik di Stasiun Kereta Api Jember

Analisis Sistem PLTS Tanpa Baterai

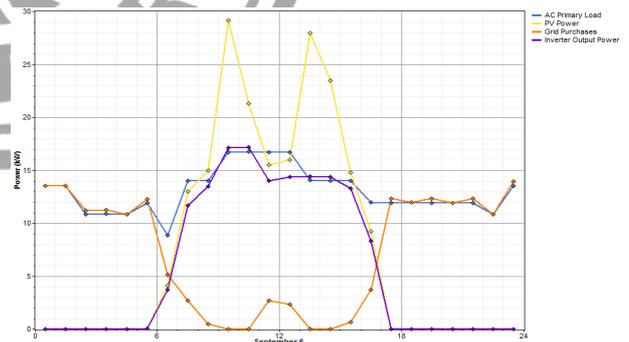
Pada analisis sistem tersebut yaitu disini melakukan perbandingan sistem PLTS tanpa baterai dengan pengujian pola tidak menjual dan pengujian pola menjual. Dalam pengujian ini akan membandingkan 3 jumlah total daya *photovoltaic* yang terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Sistem PLTS Tanpa Baterai

Sistem	Pola	PV (kW)	Produksi Sel Surya (kWh/yr)	Produksi PLN (kWh/yr)	Investasi (US \$)	Periode Pengembalian (Tahun)
PLTS Tanpa Baterai	Tidak Menjual	60	83112	67564	69600	33,08
	Menjual	70	96963	65595	76200	20,76
		90	124667	62952	89400	20,81

Tabel 5 merupakan tabel perbandingan sistem PLTS tanpa baterai dengan 2 perbandingan pola yaitu pola tidak menjual dan menjual. Untuk pola menjual memakai PV 60 kW. Pada saat pola PV 60 kW produksi sel surya 83.112 dan produksi PLN 67.564. Dengan periode pengembalian 33,08 tahun. Dan untuk pola tidak menjual memakai PV 70 kW dan 90 kW. Pada saat pola PV 70 kW produksi sel surya 96.963 dan produksi PLN 65.595. Dengan periode pengembalian 20,76 tahun. Dan pada saat pola PV 90 kW produksi sel surya 124.667 dan produksi PLN 62.952. Dengan periode pengembalian 20,81 tahun.

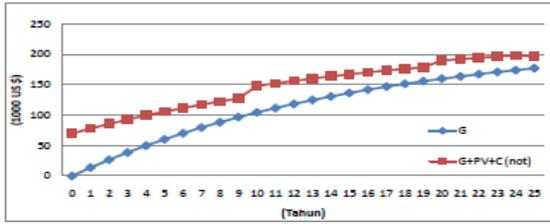
Gambar 4 adalah gambar window menunjukkan diagram *hourly data* PLTS tanpa baterai dengan pola tidak menjual pv 60 kW. Keterangan dari gambar tersebut, yaitu garis kuning adalah informasi tentang *PV power*, garis orange adalah informasi untuk *grid purchases*, garis merah adalah informasi tentang *grid sales*, garis biru adalah informasi tentang *AC primary load*, dan garis ungu adalah informasi untuk *inverter output power*. Penjelasan gambar di atas adalah bahwa beban listrik untuk Stasiun Kereta Api Jember pada siang hari mayoritas akan dicover oleh *PV power*. Pada saat pagi hari, kelebihan listrik yang tidak digunakan bisa dijual kembali (*grid sales*) ke PLN. Sedangkan untuk malam hari tidak dicover oleh *PV power*, tetapi dicover oleh *grid purchases*. *Grid purchases* akan bekerja ketika *PV power* tidak mendapatkan sinar matahari yang maksimal. Tetapi jika mendapatkan sinar matahari yang maksimal, *PV power* akan bekerja.



Gambar 4. Diagram *Hourly Data* PLTS Tanpa Baterai dengan Pola Tidak Menjual PV 60 kW

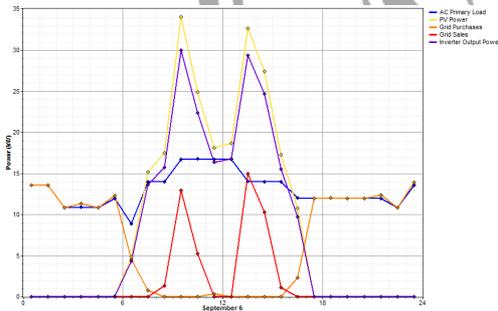
Dari informasi Gambar 5 tentang grafik BEP PLTS tanpa baterai pola tidak menjual didapatkan bahwa biaya yang dikeluarkan untuk PLN selama 25 tahun tidak ada kenaikan yang signifikan. Untuk biaya yang dikeluarkan selama 25 tahun untuk PLTS tanpa baterai pola tidak menjual ada kenaikan yang signifikan dalam waktu 10 tahun sekali, dikarenakan adanya *replacement*. Sehingga biaya yang

dikeluarkan untuk proyek ini tidak akan kembali dalam waktu habisnya proyek tersebut selama 25 tahun.



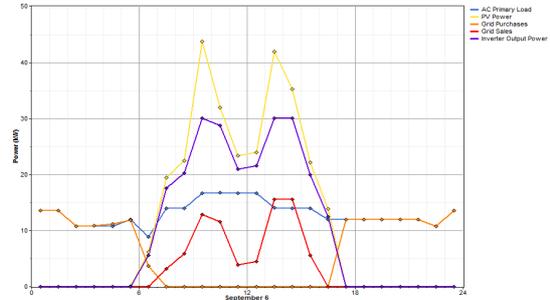
Gambar 5. Grafik BEP PLTS Tanpa Baterai Pola Tidak Menjual dengan PV 60 kW

Gambar 6 adalah gambar window menunjukkan diagram *hourly data* PLTS tanpa baterai dengan pola menjual PV 70 kW. Keterangan dari gambar tersebut, yaitu garis kuning adalah informasi tentang *PV power*, garis orange adalah informasi untuk *grid purchases*, garis merah adalah informasi tentang *grid sales*, garis biru adalah informasi tentang *AC primary load*, dan garis ungu adalah informasi untuk *inverter output power*. Penjelasan gambar di atas adalah bahwa beban listrik untuk Stasiun Kereta Api Jember pada siang hari mayoritas akan dicover oleh *PV power*. Pada saat pagi hari, kelebihan listrik yang tidak digunakan bisa dijual kembali (*grid sales*) ke PLN. Sedangkan untuk malam hari tidak dicover oleh *PV power*, tetapi dicover oleh *grid purchases*. *Grid purchases* akan bekerja ketika *PV power* tidak mendapatkan sinar matahari yang maksimal. Tetapi jika mendapatkan sinar matahari yang maksimal, *PV power* akan bekerja.



Gambar 6. Diagram *Hourly Data* PLTS Tanpa Baterai dengan Pola Menjual PV 70 kW

Gambar 7 adalah diagram *hourly data* PLTS Tanpa Baterai dengan Pola Menjual PV 90 kW. Keterangan dari gambar tersebut, yaitu garis kuning adalah informasi tentang *PV power*, garis orange adalah informasi untuk *grid purchases*, garis merah adalah informasi tentang *grid sales*, garis biru adalah informasi tentang *AC primary load*, dan garis ungu adalah informasi untuk *inverter output power*. Penjelasan gambar di atas adalah bahwa beban listrik untuk Stasiun Kereta Api Jember pada siang hari mayoritas akan dicover oleh *PV power*. Pada saat pagi hari, kelebihan listrik yang tidak digunakan bisa dijual kembali (*grid sales*) ke PLN. Sedangkan untuk malam hari tidak dicover oleh *PV power*, tetapi dicover oleh *grid purchases*. *Grid purchases* akan bekerja ketika *PV power* tidak mendapatkan sinar matahari yang maksimal. Tetapi jika mendapatkan sinar matahari yang maksimal, *PV power* akan bekerja.



Gambar 7. Diagram *Hourly Data* PLTS Tanpa Baterai dengan Pola Menjual PV 90 kW

Dari informasi Gambar 8 tentang grafik BEP PLTS tanpa baterai pola menjual didapatkan bahwa biaya yang dikeluarkan untuk PLN selama 25 tahun tidak ada kenaikan yang signifikan. Untuk biaya yang dikeluarkan selama 25 tahun untuk PLTS tanpa baterai (menjual) ada kenaikan yang signifikan dalam waktu 10 tahun sekali, dikarenakan adanya *replacement*. Biaya yang dikeluarkan untuk proyek ini akan kembali dalam waktu 15 tahun. Karena BEP atau *Break Even Point* terjadi pada 15 tahun.



Gambar 8. Grafik Perbandingan BEP PLTS Tanpa Baterai Pola Menjual dengan PV 70 kW dan PV 90 kW

Analisis Sistem PLTS Menggunakan Baterai

Pada analisis sistem tersebut yaitu disini melakukan perbandingan sistem PLTS menggunakan baterai dengan pengujian pola tanpa menjual dan pengujian pola menjual. Dalam pengujian ini juga akan membandingkan 3 jumlah total daya *photovoltaic* yang terlihat pada Tabel 6.

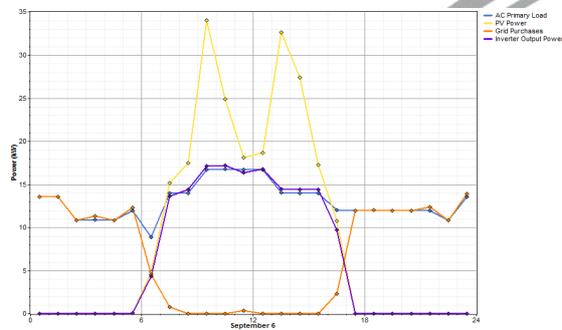
Tabel 6. Perbandingan Sistem PLTS Menggunakan Baterai

Sistem	Pola	PV (kW)	Produksi Sel Surya (kWh/yr)	Produksi PLN (kWh/yr)	Investasi (US \$)	Periode Pengembalian (Tahun)
PLTS Menggunakan Baterai	Tidak Menjual	60	83112	67564	74900	36,46
	Menjual	70	96963	65595	81500	22,74
		90	124667	62952	94700	22,57

Tabel 6 merupakan tabel perbandingan sistem PLTS tanpa baterai dengan 2 perbandingan pola yaitu pola tidak menjual dan menjual. Untuk pola menjual memakai PV 60 kW. Pada saat pola PV 60 kW produksi sel surya 83.112 dan produksi PLN 67.564. Dengan periode pengembalian 36,46 tahun. Dan untuk pola tidak menjual memakai PV 70 kW dan 90 kW. Pada saat pola PV 70 kW produksi sel surya 96.963 dan produksi PLN 65.595. Dengan periode pengembalian 22,74 tahun. Dan pada saat pola PV 90 kW produksi sel

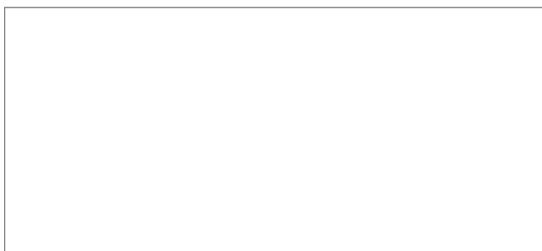
surya 124.667 dan produksi PLN 62.952. Dengan periode pengembalian 22,57 tahun

Gambar 9 adalah gambar *window* menunjukkan diagram *hourly data* PLTS menggunakan baterai dengan pola tanpa menjual PV 60 kW. Keterangan dari gambar tersebut, yaitu garis kuning adalah informasi tentang *PV power*, garis orange adalah informasi untuk *grid purchases*, garis merah muda adalah informasi tentang *battery input power*, garis biru adalah informasi tentang *AC primary load*, dan garis ungu adalah informasi untuk *inverter output power*. Penjelasan gambar di atas adalah bahwa beban listrik untuk Stasiun Kereta Api Jember pada siang hari mayoritas akan dicover oleh *PV power*. Sedangkan untuk malam hari tidak dicover oleh *PV power*, tetapi dicover oleh *grid purchases*. *Grid purchases* akan bekerja ketika *PV power* tidak mendapatkan sinar matahari yang maksimal. Tetapi jika mendapatkan sinar matahari yang maksimal, *PV power* akan bekerja. Baterai tidak bekerja dalam gambar diagram tersebut.



Gambar 9. Diagram *Hourly Data* PLTS Menggunakan Baterai dengan Pola Tidak Menjual PV 60 kW

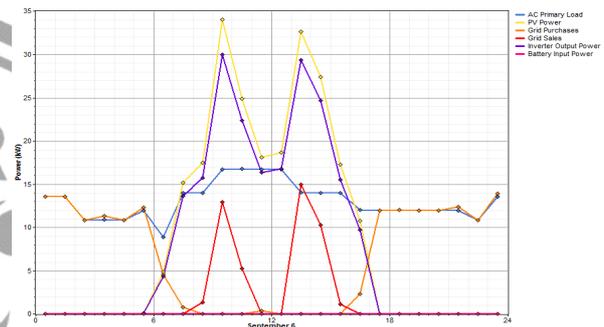
Dari informasi Gambar 10 tentang grafik BEP PLTS menggunakan baterai pola tidak menjual didapatkan bahwa biaya yang dikeluarkan untuk PLN selama 25 tahun tidak ada kenaikan yang signifikan. Untuk biaya yang dikeluarkan selama 25 tahun untuk PLTS menggunakan baterai (tanpa menjual) ada kenaikan yang signifikan dalam waktu 10 tahun sekali, dikarenakan adanya *replacement*. Pengeluaran biaya setiap tahunnya berbeda sedikit dengan PLTS tanpa baterai (tanpa menjual). Sehingga biaya yang dikeluarkan untuk proyek ini tidak akan kembali dalam waktu habisnya proyek tersebut selama 25 tahun.



Gambar 10. Grafik BEP PLTS Menggunakan Baterai Pola Tidak Menjual dengan PV 60 kW

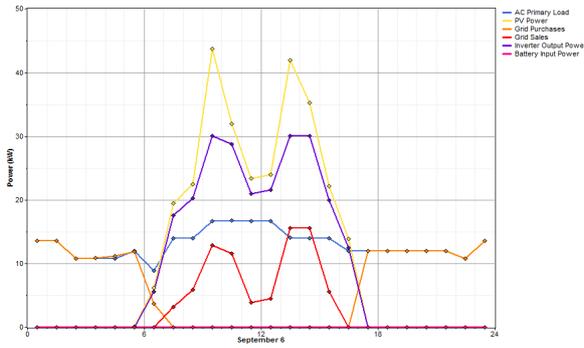
Gambar 11 adalah gambar *window* menunjukkan diagram *hourly data* PLTS menggunakan baterai dengan pola menjual PV 70 kW. Keterangan dari gambar tersebut, yaitu

garis kuning adalah informasi tentang *PV power*, garis orange adalah informasi untuk *grid purchases*, garis merah adalah informasi tentang *grid sales*, garis merah muda adalah informasi tentang *battery*, garis biru adalah informasi tentang *AC primary load*, dan garis ungu adalah informasi untuk *inverter output power*. Penjelasan gambar di atas adalah bahwa beban listrik untuk Stasiun Kereta Api Jember pada siang hari mayoritas akan dicover oleh *PV power*. Pada saat pagi hari, kelebihan listrik yang tidak digunakan bisa dijual kembali (*grid sales*) ke PLN. Sedangkan untuk malam hari tidak dicover oleh *PV power*, tetapi dicover oleh *grid purchases*. *Grid purchases* akan bekerja ketika *PV power* tidak mendapatkan sinar matahari yang maksimal. Tetapi jika mendapatkan sinar matahari yang maksimal, *PV power* akan bekerja. Baterai tidak bekerja dalam gambar diagram tersebut.



Gambar 11. Diagram *Hourly Data* PLTS Menggunakan Baterai Dengan Pola Menjual PV 70 kW

Gambar 12 adalah gambar *window* menunjukkan diagram *hourly data* PLTS menggunakan baterai dengan pola menjual PV 90 kW. Keterangan dari gambar tersebut, yaitu garis kuning adalah informasi tentang *PV power*, garis orange adalah informasi untuk *grid purchases*, garis merah muda adalah informasi tentang *battery*, garis biru adalah informasi tentang *AC primary load*, dan garis ungu adalah informasi untuk *inverter output power*. Penjelasan gambar di atas adalah bahwa beban listrik untuk Stasiun Kereta Api Jember pada siang hari mayoritas akan dicover oleh *PV power*. Pada saat pagi hari, kelebihan listrik yang tidak digunakan bisa dijual kembali (*grid sales*) ke PLN. Sedangkan untuk malam hari tidak dicover oleh *PV power*, tetapi dicover oleh *grid purchases*. *Grid purchases* akan bekerja ketika *PV power* tidak mendapatkan sinar matahari yang maksimal. Tetapi jika mendapatkan sinar matahari yang maksimal, *PV power* akan bekerja. Baterai tidak bekerja dalam gambar diagram tersebut.



Gambar 12. Diagram *Hourly Data* PLTS Menggunakan Baterai Dengan Pola Menjual PV 90 kW

Dari informasi Gambar 13 tentang grafik BEP PLTS menggunakan baterai pola menjual didapatkan bahwa biaya yang dikeluarkan untuk PLN selama 25 tahun tidak ada kenaikan yang signifikan. Untuk biaya yang dikeluarkan selama 25 tahun untuk PLTS menggunakan baterai (menjual) ada kenaikan yang signifikan dalam waktu 10 tahun sekali, dikarenakan adanya *replacement*. Pengeluaran biaya setiap tahunnya berbeda sedikit dengan PLTS tanpa baterai (menjual). Biaya yang dikeluarkan untuk proyek ini akan kembali dalam waktu 17 tahun. Karena BEP atau *Break Even Point* terjadi pada 17 tahun.



Gambar 13. Grafik Perbandingan BEP PLTS Menggunakan Baterai Pola Menjual dengan PV 70 kW dan PV 90 kW

PEMBAHASAN

Setelah mendapatkan data beban, maka selanjutnya melakukan perhitungan PV *Array* yang mengacu pada persamaan :

$$P_{Array} = \frac{E_{Load}}{4,5} \quad (1)$$

dengan mengamati data hasil perhitungan menghasilkan nilai daya yang dibutuhkan pada sistem tersebut yaitu sebesar 70,711 kWp. Sedangkan untuk spesifikasi satu *solar modul* adalah 200 Wp, sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah solar modul} = P_{Array} / P \text{ satu solar modul} \quad (2)$$

dari perhitungan jumlah *solar modul* yang dibutuhkan dengan daya satu *solar modul* 200 Wp, yaitu 354 buah *solar modul* yang tersusun secara seri. Penyusunan secara seri

dimaksudkan agar mendapatkan optimal daya yang maksimal.

$$\text{Daya nominal modul} = \frac{\text{Energi yang dihasilkan modul}}{\text{Lamanya modul mendapatkan sinar}} \quad (3)$$

Dari persamaan diatas didapatkan bahwa daya nominal modul, dengan rumus energi yang dihasilkan modul dibagi lamanya modul mendapatkan sinar didapatkan hasil 6428,27 watt.

$$Ah\text{-bank} = \frac{E_{Load}}{V_{sys}} \quad (4)$$

Jumlah kapasitas baterai didapatkan dari beban (jumlah total daya) yang terpasang pada Stasiun Kereta Api Jember dengan sistem tegangan. Penentuan kapasitas baterai ini digunakan untuk mengoptimalkan energi yang akan disimpan dan disalurkan menuju beban yang terpasang pada Stasiun Kereta Api Jember. Dari perhitungan jumlah kapasitas baterai yang dibutuhkan pada pembangkit listrik tenaga surya pada Stasiun Kereta Api Jember dengan nilai $V_{sys} = 240$. Nilai V_{sys} didapatkan dari perkalian baterai per string dengan tegangan baterai. Baterai per string dibuat 20 buah dan tegangan baterai yang dipakai yaitu 20 volt. Sehingga kapasitas baterai (Ahbank) menghasilkan 1325,837 Ah.

$$\text{Jumlah String} = \frac{\text{Ah yang dibutuhkan}}{\text{Ah per Strings}} \quad (5)$$

Dari persamaan diatas didapatkan perhitungan jumlah string yang dibutuhkan pada kapasitas baterai 1325,837 Ah, dihasilkan sebesar 6,629 buah. Karena hasil perhitungan desimal, maka 6,629 di naikkan menjadi 7 buah. Jadi total string yang digunakan nantinya memiliki pilihan 7 string.

Sehingga melihat dari perhitungan diatas, bahwa PLTS yang layak untuk digunakan yaitu PLTS tanpa baterai dengan pola menjual (*grid* sebesar 21,68 kW, *photovoltaic* sebesar 70 kW, dan *converter* sebesar 30 kW). Karena bisa bekerja dengan optimal melihat keadaan layout Stasiun Kereta Api Jember. Serta biaya yang dikeluarkan untuk investasi tidak begitu banyak. Dan proyek pengembaliannya tidak lebih dari rentang waktu proyek.

KESIMPULAN

Dari perhitungan jumlah solar modul yang dibutuhkan dengan daya satu solar modul 200 Wp, yaitu 354 buah solar modul yang tersusun seri. Studi kelayakan penggunaan atap sel surya sebagai sumber energi terbarukan di Stasiun Kereta Api Jember menggunakan sistem PLTS tanpa baterai pola menjual. Sistem PLTS tanpa baterai pola menjual dipilih, karena jika menambah komponen *battery*. Baterai tidak akan bekerja maksimal. Karena beban yang ada sudah dicover oleh pembelian *grid* dari PLN. Sistem PLTS tanpa baterai pola menjual dipilih, karena BEP bisa terjadi dalam jangka waktu proyek. BEP atau *Break Even Point* terjadi pada

tahun ke-15. Sehingga pengembalian biaya investasi dan lainnya bisa tercapai sebelum jangka waktu proyek habis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Solarex, 1996, *Discover the Newest World Power*, Frederick Court, Maryland, USA.
- [2] Unggul Wibawa dan Andy Darmawan. 2008. Penerapan Sistem Photovoltaik Sebagai Suplai Daya Listrik Beban Pertamanan. Malang. Universitas Brawijaya.

