

STUDI KELAYAKAN SOLAR CELL (LISTRIK TENAGA SURYA) DI UNIT SARANA ASRAMA PADA POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR

Mahbub Arfah¹, H. Irwan², Syahrizal³ dan Hasiah⁴

Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran

Jalan Tentara Pelajar No. 173 Makassar Telp. (0411) 3616975

Abstrak

Studi Kelayakan Aplikasi Solar Cell dilakukan dengan melalui suatu penelitian dengan jalan melakukan pengukuran daya yang dihasilkan oleh sell fotovoltaik yang telah dirakit dan ditempatkan pada tempat yang mudah terkontak langsung dengan matahari, menginstal rangkain dengan memasang baterai/accu setelah sel fotovoltaik dan menempatkan inverter setelah baterai serta menghitung daya (watt) dari keseluruhan jumlah penerangan yang ada di Unit sarana asrama.

Penelitian eksperimen ini yang bertujuan mengetahui perbandingan biaya penggunaan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dengan PLN (Perusahaan Listrik Negara) dan mengetahui Efisiensi sesaat intensitas radiasi cahaya matahari terhadap daya solar cell di Unit Sarana Asrama Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.

Dari hasil penelitian dan perhitungan didapatkan kesimpulan bahwa biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan listrik dari PLN sebesar Rp. 4.672.440,- sedangkan menggunakan solar cell sebesar Rp. 3.730.000,- untuk waktu 10 (sepuluh) tahun dan efisiensi terkecil yang diperoleh adalah pada pukul 12.00 siang hari yaitu 6,9 % dengan intensitas radiasi matahari sebesar 983 W/m^2 dan efisiensi terbesar adalah pada pukul 16.00 sore hari sebesar 18,3 % dengan intensitas radiasi matahari sebesar 333 W/m^2 .

Kata kunci : Fotovoltaik, Cell, Efisiensi

1. Pendahuluan

Salah satu energi terbarukan yang sekarang ini banyak dikembangkan adalah energi surya. Jika dieksploitasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu lebih lama. Matahari dapat digunakan langsung untuk memproduksi listrik atau untuk memanaskan bahkan untuk mendinginkan. Untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut. Ada 2 (dua) macam teknologi yang sudah diterapkan yaitu teknologi energi surya termal dan energi surya fotovoltaik [2]. Energi surya termal pada umumnya digunakan untuk memasak (kompor surya), mengeringkan hasil pertanian (perkebunan, perikanan dan kehutanan) dan memanaskan air, energi surya fotovoltaik digunakan untuk kebutuhan listrik, pompa air, televisi dan telekomunikasi.

Penerapan teknologi energi surya fotovoltaik juga terjadi di PIP Makassar khususnya di Unit Sarana Asrama dimana kebutuhan energi listrik yang rutin dibutuhkan setiap harinya membuat kebutuhan listrik secara menyeluruh pada PIP Makassar bertambah terus walaupun kebutuhan yang ada di unit sarana asrama tidaklah besar tetapi jika kebutuhan listrik tersebut bisa dialihkan dengan menggunakan energi terbarukan seperti pemanfaatan solar cell ini akan mengurangi biaya listrik setiap bulannya. Dalam

memanfaatkan energi surya sistem fotovoltaik sangat cocok dikembangkan di kota Makassar karena memiliki intensitas radiasi matahari rata – rata 600 W/m^2 dengan rata – rata waktu penyinaran 7 – 8 jam/hari di musim kemarau. Oleh karena itu penelitian ini memanfaatkan energi surya dengan sistem fotovoltaik untuk menghasilkan energi listrik yang akan digunakan di unit sarana asrama PIP Makassar. Meskipun teknologi dan peralatan listrik dari PLN ada dan mudah didapatkan tapi ini sebagai salah satu energi alternatif yang tentunya sangat berguna untuk kebutuhan manusia. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat mengatasi hambatan tersebut di atas. Di Indonesia cahaya matahari dapat diperoleh cuma – cuma sepanjang tahun [3], di tempat terpencil sekalipun, sehingga pemanfaatan PLTS untuk menghasilkan energi listrik sangatlah ideal.

Dalam pelaksanaannya, PLTS memiliki keterbatasan di mana jumlah energi listrik yang dihasilkan tergantung pada keadaan cuaca namun pembangkit listrik tenaga surya memiliki beberapa keuntungan antara lain: [4]

- Sebagai energi terbarukan (*renewable energy*) berarti tidak pernah habis.
- Bersih dan ramah lingkungan artinya: tanpa buangan/ limbah, tanpa mengeluarkan suara, tanpa emisi yang berbahaya bagi kesehatan
- Cocok dipergunakan di daerah tropis, bahkan di daerah yang terpencil sekalipun [5].

Dengan berlimpahnya sumber energi yang belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan di sisi lain ada sebagian wilayah Indonesia yang belum terjangkau jaringan listrik PLN, sehingga pembangkit listrik tenaga surya dengan sistemnya yang modular dan mudah dipindahkan merupakan salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu energi alternatif. Selain dari itu diatas penelitian ini merupakan pioner dari gerakan pemanfaatan energi terbarukan di kampus PIP khususnya di ruangan Unit sarana asrama karena selama ini efisiensi dari listrik PLN yang bersumber dari tenaga uap dan diesel sangat memberikan dampak besar terhadap kebutuhan pasokan listrik di kampus PIP Makassar, oleh sebab itu kami dari Tim peneliti sepakat dan tertarik untuk mengangkat judul penelitian yaitu "Studi Kelayakan Aplikasi Solar Cell (listrik tenaga surya) di unit Sarana Asrama Pada Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar".

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbandingan biaya penggunaan PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) dengan PLN (perusahaan listrik negara) di Unit Sarana Asrama. Serta untuk mengetahui efisiensi (perbandingan antara daya masukan dan daya keluaran) sesuai intensitas radiasi cahaya matahari terhadap daya solar cell di Unit Sarana Asrama. Manfaat penelitian secara teoritis untuk mengetahui perbandingan biaya antara penggunaan solar cell dan listrik dari PLN di Unit Sarana Asrama pada PIP Makassar. Secara praktis bermanfaat bagi PIP Makassar untuk daya alternatif apabila listrik dari PLN terputus, dosen/ instruktur/ taruna yang membutuhkan referensi sebagai

bahan pembelajaran untuk pembuatan instalasi solar cell, serta masyarakat untuk menjadi bahan acuan dalam memanfaatkan energi terbarukan (renewable energi) yang tidak akan habis seperti energi tenaga surya di rumah tangga.

2. Kajian Teori

Prinsip kerja suatu sel surya adalah dengan memanfaatkan efek fotovoltaiik [8], yaitu suatu efek yang dapat mengubah secara langsung cahaya matahari menjadi suatu energi listrik. Prinsip ini pertama kali dikemukakan oleh Bacquere ahli fisika berkebangsaan perancis pada tahun 1839. Material yang sering digunakan untuk pembuatan jenis semikonduktor. Agar dapat digunakan sebagai bahan sel surya, silikon dimurnikan hingga membentuk suatu unsur pembentuk atom. Dengan terbentuknya sifat atom pada setiap sel dari sel surya tersebut maka terbentuk pula suatu kutub elektromagnetik yang menyebabkan efek fotovoltaiik tersebut. Dalam aplikasi suatu sel surya yang terintegrasi biasanya diperlukan suatu Accumulator untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya tersebut pada waktu sel surya mendapatkan cahaya matahari [4]. Sehingga dengan menyimpan energi yang dihasilkan pada waktu siang tersebut akan menghasilkan cadangan energi pada waktu tidak ada sinar matahari. Untuk setiap blok sel surya biasanya menghasilkan tegangan keluaran antara 0,7 volt hingga 1,2 volt DC pada saat menerima sinar matahari [9].

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PIP Makassar tepatnya di Dormitory 1(satu) pada ruang Unit Sarana Asrama, dengan menggunakan alat dan bahan penelitian seperti fotovoltaiik, controller, battery, inverter, lampu LED, kabel, isolasi, sadel, dinal bolt, besi stand dengan menggunakan metode Eksperiment dan studi literatur. Penelitian dimulai pada bulan April 2014 sampai dengan bulan September 2014.

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan April 2014 sampai dengan bulan September 2014. Penelitian dilaksanakan di PIP Makassar tepatnya di Unit Sarana Asrama yang berada di lantai dasar Dormitory 1 (satu) dengan sel fotovoltaiik pada lantai 3 (tiga) dormitory 1 (satu). Bahan dan peralatan yang akan digunakan adalah sel fotovoltaiik, inverter, baterai, lampu LED (Lighting Emitting Diode), kabel, digital multimeter, dan solar power meter.

Adapun langkah – langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi 6 (enam) langkah. Pertama, yaitu menempatkan sel fotovoltaiik pada lokasi yang terkontak

langsung dengan matahari. Kedua, menginstal rangkaian dengan memasang baterai/ accu setelah sel fotovoltaik. Ketiga, ialah menempatkan inverter setelah baterai. Keempat, menghitung daya (Watt) dari keseluruhan jumlah penerangan yang ada di Unit Sarana Asrama. Kelima, ialah membandingkan antara daya dari PLTS dan PLN. Terakhir, menghitung efisiensi sesaat intensitas radiasi matahari.

4. Hasil dan Pembahasan

Data spesifikasi sel fotovoltaik ini diukur pada Kondisi Uji Standar (KUS) dengan intensitas radiasi matahari 1000 W/m^2 dan temperatur panel 25°C adalah sebagai berikut:

Model	: SL20TU-18P
Maksimum Power (P_m)	: 20 W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	: 21,81 V
Short Circuit Current (I_{sc})	: 1,18 A
Maximum Power Voltage (V_m)	: 18,14 V
Maximum Power Current (I_m)	: 1,10 A
Maximum Efficiency (η_m)	: 11,11%
Working Temperatur	: -45 to $+ 85^\circ\text{C}$
Tolerance	: +3 %
Panjang Sel Surya	: 50 cm = 0,50 m
Lebar Sel Surya	: 36 cm = 0,36 m
Luas Permukaan Sel Surya	: $0,18 \text{ m}^2$

Data yang diperoleh dari hasil pengujian dihitung dan dianalisa untuk mendapatkan efisiensi sel fotovoltaik yaitu input DC dan output AC serta data yang diambil mulai dari jam 10:00, 12:00, 14:00 dan 16:00 kemudian membandingkan biaya antara PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang ada pada Unit Sarana Asrama. Untuk melihat hasil pengamatan secara lebih jelas perhatikan Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Hasil Pengamatan

No.	Waktu (t)	Intensitas	Tegangan (V)	Arus (A)	Ket.
		Radiasi Matahari (W/m^2)			
1	10:00	849	18.5	0,63	
2	12:00	983	19	0,64	
3	14:00	798	18,5	0,62	
4	16:00	333	18	0,61	

Contoh perhitungan:

Variabel yang dihitung untuk mendapatkan efisiensi sel fotovoltaik (%) antara lain:

a. Intensitas radiasi matahari (W/m^2)

Intensitas radiasi matahari diambil dengan menggunakan alat ukur pyranometer yang ditempelkan pada permukaan dari sell fotovoltaik sehingga didapatkan nilai dalam satuan (W/m^2) seperti pada Tabel 2 di pengukuran jam 10:00 mendapatkan angka 849 (W/m^2) kemudian untuk mendapatkan Daya Input (P_{in}) maka dikalikan dengan luas permukaan dari fotovoltaik

$$P_{in} = 849 \text{ W/m}^2 \times 0.18 \text{ m}^2 = 152,82 \text{ W(DC)} \text{ untuk jam 10:00 WITA}$$

$$P_{in} = 983 \text{ W/m}^2 \times 0.18 \text{ m}^2 = 176,94 \text{ W(DC)} \text{ untuk jam 12:00 WITA}$$

$$P_{in} = 798 \text{ W/m}^2 \times 0.18 \text{ m}^2 = 143,64 \text{ W(DC)} \text{ untuk jam 14:00 WITA}$$

$$P_{in} = 333 \text{ W/m}^2 \times 0.18 \text{ m}^2 = 59,94 \text{ W(DC)} \text{ untuk jam 16:00 WITA}$$

Tabel 2. Tarif Tenaga Listrik Keperluan Kantor Pemerintah dan Penerangan Jalan Umum

No.	Gol. Tarif	Batas Daya	Reguler		Pra Bayar (Rp/kWh)
			Biaya Beban (Rp/kVA/bulan)	Biaya Pemakaian (Rp/kWh) dan Biaya kVArh (Rp/kVArh)	
1.	P-1/TR	450 VA	20.000	575	685
2.	P-1/TR	900 VA	24.000	600	760
3.	P-1/TR	1.300 VA	*)	1.049	1.049
4.	P-1/TR	2.200 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.076	1.076
5.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.352	1.352
6.	P-2/TR	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 947$ Blok LWBP = 947 kVArh = 1.026 ***)	-
7.	P-3/TR	-	*)	997	997

Sumber. PM. ESDM. No. 30 tahun 2013

b. Tegangan (V)

Tegangan (P) didapatkan dari hasil pengukuran keluaran pada fotovoltaik tanpa diberikan beban dengan cara mengukur kabel positif dan negative dengan menggunakan multimeter, data yang didapatkan pada pengukuran jam 10:00 WITA adalah 18,5 V(DC).

c. Arus (A)

Arus didapatkan dari hasil pengukuran yang dilakukan pada saat pengambilan data dengan cara mengukur pada salah satu kabel keluaran dari fotovoltaik dengan menggunakan Digital Multimeter CD771 sehingga angka yang didapatkan adalah 1,87 A (DC).

d. Daya Output (W)

Untuk mendapatkan efisiensi dari Solar Cell maka perlu didapatkan Daya Output (P_{output}) dimana $P_{\text{output}} = V \times I$ sehingga diperoleh :

$$P_{\text{output}} = 18,5 \text{ V} \times 0,63 \text{ A} = 11,34 \text{ W} \text{ Untuk jam 10:00 WITA}$$

$$P_{\text{output}} = 19 \text{ V} \times 0,64 \text{ A} = 12,16 \text{ W} \text{ Untuk jam 12:00 WITA}$$

$$P_{\text{output}} = 18,5 \text{ V} \times 0,62 \text{ A} = 11,47 \text{ W} \text{ Untuk jam 14:00 WITA}$$

$$P_{\text{output}} = 18 \text{ V} \times 0,61 \text{ A} = 10,98 \text{ W} \text{ Untuk jam 16:00 WITA}$$

e. Efisiensi solar cell (%)

Efisiensi: prosentasi perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik.

$$\text{Persamaan Efisiensi adalah } \eta = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan:

$$\eta = \frac{11,34}{152,82} \times 100\%$$

$$= 0,074 \times 100\%$$

$$= 7,4 \% \text{ (pengukuran pada jam 10:00 WITA)}$$

$$\eta = \frac{12,16}{176,94} \times 100\%$$

$$= 0,069 \times 100\%$$

$$= 6,9 \% \text{ (pengukuran pada jam 12:00 WITA)}$$

$$\eta = \frac{11,47}{143,64} \times 100\%$$

$$= 0,08 \times 100\%$$

$$= 7,9 \% \text{ (pengukuran pada jam 14:00 WITA)}$$

$$\eta = \frac{10,98}{59,94} \times 100\%$$

$$= 0,183 \times 100\%$$

$$= 18,31 \% \text{ (pengukuran pada jam 16:00 WITA)}$$

Tabel 1. Tabel Hasil Perhitungan (Dari Jam 10:00 s/d 16:00)

No.	Waktu (t)	Intensitas		Arus (A)	Daya Out (W _{out})	Efisiensi (%)	Ket.
		Radiasi Matahari (W/m ²)	Tegangan (V)				
1	10:00	849	18.5	0,63	11.34	7,4	
2	12:00	983	19	0,64	12,16	6,9	
3	14:00	798	18,5	0,62	11,47	7,9	
4	16:00	333	18	0,61	10,98	18,3	

Tabel 2. Tabel Hasil Perhitungan (Dari Jam 07:00 s/d 17:00)

No.	Jam	Intensitas		Arus	Daya Out	Daya In	Efisiensi (%)
		Radiasi Matahari	Tegangan				
1	7:00	302	18	0.6	10.8	54.36	19.9
2	8:00	423	18	0.61	10.98	76.14	14.4
3	9:00	544	18	0.62	11.16	97.92	11.4
4	10:00	849	18.5	0.63	11.655	152.82	7.6
5	11:00	882	18.5	0.63	11.655	158.76	7.3
6	12:00	983	19	0.64	12.16	176.94	6.9
7	13:00	833	18	0.63	11.34	149.94	7.6
8	14:00	798	18.5	0.62	11.47	143.64	8.0
9	15:00	540	18	0.61	10.98	97.2	11.3
10	16:00	333	18	0.61	10.98	59.94	18.3
11	17:00	220	18	0.6	10.8	39.6	27.3

1. Perhitungan Arus Pada Beban Yang Digunakan

Pada penelitian ini terdapat 10 mata lampu yang masing – masing lampu memiliki daya 8 Watt, adapun hasil perhitungan sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

Dimana arus yang digunakan pada beban adalah

$$I = \frac{P (VA)}{V (V)}$$

$$= \frac{80 VA}{220 Volt}$$

= 0,363 Ampere.

2. Perhitungan Biaya Beban Yang Digunakan

Biaya beban yang digunakan pada setiap KWh adalah Rp.1.352,- (sesuai dengan PM ESDM No. 30 Tahun 2012) sehingga diperoleh biaya beban yang digunakan selama sebulan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Beban} &= P \text{ (kW)} \times \text{Jam Pemakaian} \times \text{hari dalam satu bulan} \times \text{Tarif} \\ &= 0,08 \text{ kW} \times 12 \times 30 \times 1,352 \\ &= \text{Rp. 38.937,-} \end{aligned}$$

Setelah melakukan pengambilan data dan menganalisa data serta hasil perhitungan pada penelitian, maka dapat dilihat seberapa besar pengaruh daya yang dihasilkan oleh Solar Cell sehingga dapat diketahui Perbandingan biaya penggunaan PLTS dan PLN serta efisiensi dari Solar Cell tersebut :

1. Perbandingan Biaya Penggunaan PLTS Dengan PLN Di Unit Sarana Asrama.

Biaya pemakaian listrik perbulan tergantung dari seberapa besar daya yang digunakan, jam kerja, hari selama sebulan dan biaya pemakaian (Rp/Kwh) yang sudah ditetapkan melalui PM ESDM No. 30 Tahun 2012 Tentang tarif tenaga listrik yang disediakan oleh perusahaan perseroan (Persero) PT. Perusahaan Listrik Negara. Sehingga dari hasil perhitungan biaya beban, didapatkan biaya pemakaian listrik selama sebulan dengan jumlah mata lampu sebanyak 10 buah dan setiap mata lampu bernilai 8 Watt sehingga diperoleh biaya pemakaian sebesar Rp. 38.937,- sedangkan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan Solar Cell dan komponennya yang terdiri dari Modul, Kabel, Controller, Accu, Inverter dan Lampu LED serta perlengkapan penunjang lainnya seperti stand kabel, isolasi, stand modul sebesar Rp. 3.730.000,- (Rincian Biaya Terlampir).

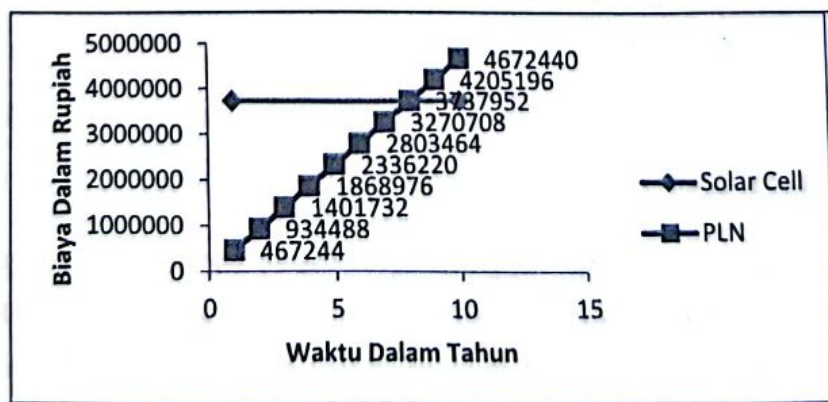
Dari rincian biaya pengadaan komponen solar cell di atas kami batasi waktu penggunaan selama 10 (Sepuluh) tahun sehingga diperoleh biaya untuk solar Cell sebesar Rp. 3.730.000,- dibagi 120 bulan maka diperoleh biaya perbulan Rp. 31.108,- bila dibandingkan dengan biaya dari PLN yang digunakan selama sebulan maka lebih ekonomis dengan menggunakan sumber listrik dari Solar Cell.

Tabel 3. Perbandingan Biaya Pemakaian PLN dan Solar Cell Selama 10 Tahun

No.	Tahun	Biaya (Rp)		Ket.
		PLN	Solar Cell	
1.	Tahun Pertama dan Kedua	934.488,-	746.004,-	
2.	Tahun Ketiga dan keempat	934.488,-	746.004,-	Biaya PLN Fluktuatif
3.	Tahun Kelima dan keenam	934.488,-	746.004,-	Tergantung Beban Yang
4.	Tahun Ketujuh dan Kedelapan	934.488,-	746.004,-	Digunakan dan Kenaikan Tarif
5.	Tahun Kesembilan dan kesepuluh	934.488,-	746.004,-	Dasra Listrik.
	Total Biaya	4.672.440,-	3.730.000,-	

Sumber : Hasil olah data 2014

Selisih biaya antara penggunaan listrik dari PLN dibandingkan dengan sumber listrik dari PLTS yaitu Rp. 942.440,- lebih murah dengan menggunakan PLTS untuk waktu pemkaian selama 10 tahun. Hal ini disebabkan karena biaya tarif listrik PLN tergantung dari jumlah jam penggunaan sedangkan untuk PLTS hanya investasi awal pengadaan komponen – komponen Solar Cell membutuhkan biaya besar setelah itu tidak membutuhkan biaya rutin lagi kecuali biaya perawatan atau Insidental Maitenance, seperti ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.



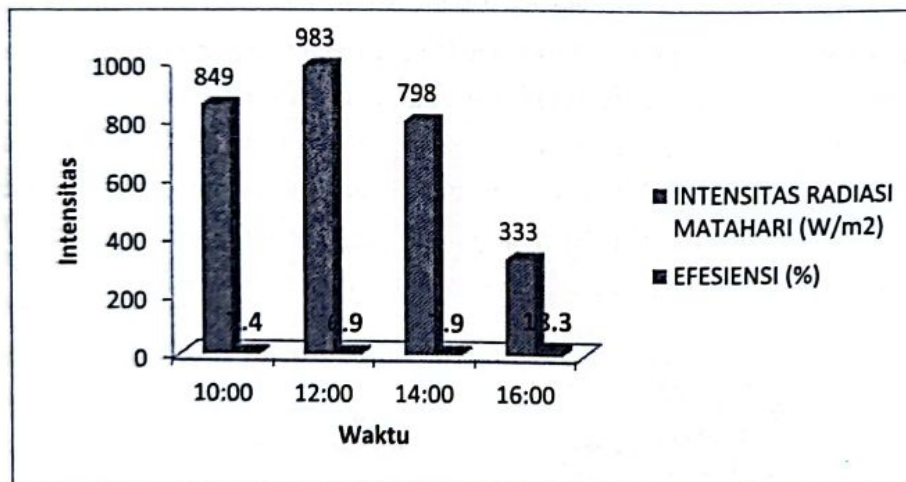
Gambar 1. Grafik Perbandingan Biaya PLN dengan PLTS

Dari Gambar 1 dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa pada Solar Cell biaya yang dikeluarkan untuk investasi awal memang besar tetapi untuk penggunaan

selama 10 (Sepuluh) tahun sedangkan untuk PLN biaya yang dikeluarkan untuk investasi awal sangat kecil tetapi setiap bulan biaya akan terus bertambah, belum lagi tarif PLN setiap saat bisa mengalami kenaikan sehingga apabila di jumlahkan maka total biaya untuk penggunaan listrik PLN lebih besar dibandingkan dengan penggunaan Solar Cell.

2. Efisiensi (perbandingan antara daya masukan dan daya keluaran) sesaat intensitas radiasi cahaya matahari terhadap daya solar cell di Unit Sarana Asrama.

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa efisiensi dari Solar Cell terbesar adalah 18.3 % pada jam 16:00 WITA sedangkan efisiensi yang terkecil adalah 6.9 % pada jam 12:00 WITA. Hal ini disebabkan karena semakin besar intensitas radiasi matahari maka semakin kecil efisiensi yang dihasilkan begitu juga sebaliknya semakin kecil intensitas radiasi matahari maka semakin besar efisiensi yang dihasilkan atau intensitas radiasi matahari berbanding terbalik dengan efisiensi Solar Cell. ($\eta = I/I_0$) dimana I = Intensitas Radiasi Matahari dan η = Efisiensi Sesaat (%).



Gambar 2. Grafik Perbandingan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Efisiensi

Dari grafik diatas dapat diperoleh suatu kesimpulan bahwa daya yang masuk ke sel surya dari pukul 10.00 pagi akan terus mengalami peningkatan hingga mencapai daya maksimum pada pukul 12.00 siang hari setelah itu daya masuk ke sel surya akan mengalami penurunan hingga pukul 16.00 sore hari pada temperatur 33°C. Besarnya daya maksimum energi yang diserap oleh sel surya pada siang hari yaitu pukul 12.00, hal ini disebabkan oleh sudut tiba (θ) matahari yang jatuh kebumi. Bila sudut tiba matahari besar, maka intensitas radiasi global matahari yang dihasilkan

akan kecil, hal ini terjadi pada waktu pagi dan sore hari begitupun sebaliknya, semakin kecil sudut tiba matahari maka intensitas radiasi global matahari yang jatuh kepermukaan sel surya dapat lebih banyak diserap dan dikonversikan menjadi energi listrik dikarenakan sinar matahari yang jatuh akan semakin tegak lurus terhadap permukaan sel surya dan ini terjadi pada siang hari.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa waktu matahari mempengaruhi sudut tiba (θ) matahari yang jatuh ke bumi. Semakin kecil sudutnya maka energi yang diserap sel surya (P_m) akan semakin besar. Oleh karena itu dengan bertambahnya daya sel surya akan dihasilkan terutama pada siang hari akan lebih besar pada kondisi cuaca cerah.

5. Kesimpulan

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan listrik dari PLN sebesar Rp. 4.672.440,- sedangkan menggunakan Solar cell sebesar Rp. 3.730.000,- dalam kurung waktu 10 (Sepuluh) tahun. Artinya penggunaan PLTS lebih murah dibandingkan dengan PLN.
2. Efisiensi terkecil yang diperoleh adalah pada pukul 12.00 siang hari yaitu 6,9 % dengan intensitas radiasi matahari sebesar 983 W/m^2 dan efisiensi terbesar adalah pada pukul 16.00 sore hari sebesar 18,3 %. Dengan intensitas radiasi matahari sebesar 333 W/m^2 .

5.2. Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal pada penggunaan *Solar Cell* maka disarankan untuk menggunakan lampu LED pada instalasi penerangan.
2. Untuk mendapatkan intensitas radiasi matahari yang maksimum maka sudut kemiringan dari Fotovoltaik harus diperhitungkan dengan mengacu pada garis katulistiwa.

Daftar Pustaka

- [1] Alpen Steel, 2001. *Pemanfaatan Radiasi Matahari Untuk Energi*. Kumpulan Artikel. Renewable Energi, Bandung.
- [2] Kusnandar Ahmad, 2009. *Penerapan Dasar Pembangkit Tenaga Surya*. CV. Arfino Raya, Bandung.
- [3] Pikiran Rakyat, 2005. *Sinar Matahari Sumber Energi Tak Terbatas*. Kumpulan artikel. Tabloid blogger, Jakarta.
- [4] Parawangsa Naro Akbar, 2012. *Analisis Efisiensi Terbaik Pada Instalasi Panel Surya Dengan Unit Motor – Pompa Berkapasitas 100 Watt*, Tesis, Unhas, Makassar.
- [5] Kamase, 2008. *Berbagai Aplikasi Energi Matahari*. Kliping Cyber Media, Jakarta.
- [6] Himran Syukri, 2005. *Energi Surya*, CV. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [7] KESDM (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral), 2010 . *Kebutuhan Energi*. Kumpulan Artikel, Jakarta.
- [8] Duffe. A. John, Beckman, A. William, 1980. *Solar Engineering of Thermal Processes*. Wiley and Sons, New York, USA.
- [9] Nurjannah, Himran Syukri, 2011. *Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Kinerja Pompa dengan Sistem Photovoltaik*, Tesis. Unhas, Makassar.