

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MATAHARI SEBAGAI PENERANGAN RUMAH TERPENCIL DENGAN MENGGUNAKAN SOLAR CELL

Barra Swastika, Ir. Muhammad Suyanto. MT², Samuel Kristiyana. ST., MT³

¹Mahasiswa, ²Pembimbing 1 dan ³Pembimbing 2

Jurusan Teknik Elektro IST AKPRIND Yogyakarta

Jalan Kalisahak 28, Komplek Balapan Tromol Pos 45, Yogyakarta 55222

Telp. (0274) 563029 Email : avip.milanisti29@gmail.com

ABSTRAK

The purpose of this study was to find a model Solar Power Generation System (SPGS) by using the solar cell as an energy converter. This study is the realization of a concern in overcoming the electricity crisis during this time. There are three questions in this study first is how the working principle of solar systems are designed. Second, is how to apply the 12 volt DC voltage from the batteries into AC 220 volts, the third is determining how the acquisition of the voltage and the maximum current in solar power conversion process SPGS.

The method implemented in the research starts from gathering resources in the form of literature contained in books and other media sources that support the research, followed by the selection of components supporting prototype performed after literature to actualize the theory obtained. Then do the design and fabrication of hardware pouring design by creating and realizing prototype circuit. Further hardware testing performed to observe the results of the draft in order to obtain data that can be processed and analyzed for compliance with the existing theory or not based on the test equipment. According to the theory of electrons emitted from the sun through a doping process against the existing silicon on the surface of the solar cell transformed into electrical energy.

Results from this study can be concluded that the working principle of the SPGS is to transform solar energy into electrical energy using a solar cell by changing the voltage of 24 volts DC from the battery into 220 volt AC voltage using an inverter circuit. Furthermore distribute the voltage of the solar cell to the solar cell generated voltage of 30.2 volts, but the distribution for the battery charge is very stable with an average maximum of 24.5 volts for all distribution is governed by the solar charger charging controller. Voltage conditions as the out put of the solar cell increases while 06.00 pm until 12.00 pm, and will reach a maximum voltage during the day starting at 10:00 to 12:00 pm, and began to descend until 18:00 pm the day and weather factors greatly affect the performance of SPGS. Based on observations of the most effective time to do home lighting is in the afternoon at 17:00 pm until 21:00 pm.

Keywords: Solar Cell, Voltage, Benefits.

INTISARI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan menggunakan *solar cell* sebagai pengubah energi. Penelitian ini merupakan realisasi dari keprihatinan dalam mengatasi krisis energi listrik selama ini. Ada tiga pertanyaan dalam penelitian ini pertama adalah bagaimanakah prinsip kerja dari sistem PLTS yang dirancang. Kedua, adalah bagaimanakah mengaplikasikan tegangan DC 12 volt dari accu menjadi AC 220 volt, ketiga adalah bagaimanakah menentukan perolehan tegangan dan arus maksimum pada proses konversi PLTS.

Metode yang dilaksanakan dalam penelitian dimulai dari mengumpulkan sumber-sumber berupa *literature* yang terdapat pada buku maupun sumber media lainnya yang menunjang penelitian, dilanjutkan dengan pemilihan komponen pendukung pembuatan *prototype* dilakukan setelah studi pustaka untuk mengaktualisasikan teori yang diperoleh. Kemudian melakukan perancangan dan fabrikasi *hardware* menuangkan rancangan dengan membuat rangkaian dan mewujudkan *prototype*. Selanjutnya melakukan pengujian *hardware* dilakukan untuk mengamati dari hasil rancangan sehingga diperoleh data yang dapat diolah serta dianalisa apakah sesuai dengan teori yang ada atau tidak berdasarkan uji peralatan. Menurut teori elektron yang dipancarkan matahari melalui proses doping terhadap *silicon* yang ada pada permukaan *solar cell* berubah menjadi energi listrik.

Hasil dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa prinsip kerja dari PLTS adalah merubah energi panas matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan *solar cell* dengan cara merubah tegangan 24 volt DC dari accu menjadi tegangan 220 volt AC dengan menggunakan rangkaian *inverter*. Selanjutnya mendistribusi tegangan dari *solar cell* dengan tegangan yang dihasilkan *solar cell* $\pm 30,2V$, tetapi pendistribusiannya untuk mengisi *battery* sangat stabil dengan maksimum rata-rata 24,5V karena semua distribusi pengisian diatur oleh *solar charger controller*. Kondisi tegangan sebagai *out put* dari *solar cell* akan meningkat saat pukul 06.00 WIB sampai pukul 12.00 WIB, dan akan mencapai tegangan maksimum pada siang hari mulai pukul 10.00-

36, Swatika, Pembangkit Listrik Tenaga Matahari Sebagai Penerangan Rumah Terpencil Dengan Menggunakan Solar Cell

12.00WIB, dan mulai turun hingga pukul 18.00 sore hari dan faktor cuaca sangat berpengaruh terhadap kinerja dari PLTS.

Kata Kunci : *Solar Cell*, Tegangan, Manfaat.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi semakin meningkat dengan adanya kemajuan teknologi. Sumber energi yang banyak dipakai sampai saat ini adalah sumber yang dapat habis yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi. Karena kebutuhan energi meningkat maka usaha manusia untuk mengeksploitasi sumber energi di atas turut meningkat. Mengingat terbatasnya persediaan sumber energi tersebut, maka mulai dicari sumber energi lain seperti energi matahari, energi gelombang, energi angin, energi pasang surut.

Banyak permasalahan sampah saat ini yang bertebaran dan sudah tidak ada tempat pembuangan ataupun penampungan sampah, yang disebabkan terlalu banyaknya limbah sampah. Untuk itu sebagian warga membuat solusi untuk permasalahan tersebut, dengan mendirikan rumah bank sampah untuk permasalahan tersebut. Dengan didirikannya rumah bank sampah bias berfungsi untuk menampung dan mengolah sampah menjadi sesuatu yang lebih berguna atau didaur ulang sehingga sampah tersebut menjadi berguna atau bernilai. Hanya saja rumah bank sampah tersebut belum mempunyai sumber daya listrik sendiri untuk penerangan dan kegunaan lain yang menggunakan listrik.

Dengan adanya fenomena tersebut maka penulis mencoba untuk memanfaatkan teknologi Matahari sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik. Dalam pengujian, baterai diisi oleh solar cell dimana solar cell menghasilkan tegangan dengan cara mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik. Tegangan yang dihasilkan solar cell berkisar 14,8 – 17,5 volt DC. Solar cell yang digunakan yaitu panel jenis Polikristal (*Poly-crystalline*) dengan daya 50 wp, 4 buah supaya dapat mengisi aki yang terhubung seri.

Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber *solar cell*, walaupun tegangan yang dihasilkan *solar cell* $\pm 17V$, tetapi pendistribusiannya untuk mengisi baterai sangat stabil dengan maksimum rata-rata 13,5V karena semua distribusi pengisian diatur

oleh solar charger controller. Tegangan dan arus akan mulai meningkat pada pagi hari pukul 07.30WIB, kemudian akan mencapai level yang maksimum pada siang hari pukul 10.00-12.00WIB, dan mulai turun hingga sore hari.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah tersebut di atas, maka rumusan masalah dalam perancangan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi listrik yang murah dan ramah lingkungan.
2. Bagaimana supaya listrik bisa digunakan untuk menerangi rumah terpencil.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan pada pokok permasalahan yang telah diuraikan, maka pembahasan pengaplikasian dari alat ini hanya terbatas mengubah energi matahari melalui panel surya kemudian di simpan pada battery, lalu di inverterkan ke ac untuk menggerakkan pompa listrik serta menhidupkan lampu.

1.4 Tinjauan Pustaka

Panel surya adalah perangkat rakitan sel-sel fotovoltaiik yang mengkonversi sinar matahari menjadi listrik. Ketika memproduksi panel surya, produsen harus memastikan bahwa sel-sel surya saling terhubung secara elektrik antara satu dengan yang lain pada sistem tersebut. Sel surya juga perlu dilindungi dari kelembaban dan kerusakan mekanis karena hal ini dapat merusak efisiensi panel surya secara signifikan, dan menurunkan masa pakai dari yang diharapkan.

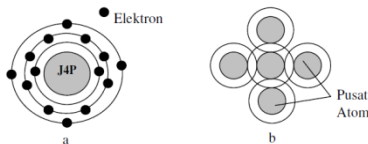
Panel surya biasanya memiliki umur 20+ tahun yang biasanya dalam jangka waktu tersebut pemilik panel surya tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang signifikan. Namun, meskipun dengan kemajuan teknologi mutakhir, sebagian besar panel surya komersial saat ini hanya mencapai efisiensi 15% dan hal ini tentunya merupakan salah satu alasan utama mengapa industri energi surya masih tidak dapat bersaing dengan bahan bakar fosil. Panel surya komersial sangat jarang yang melampaui efisiensi 20%.

Karena peralatan rumah saat ini berjalan di alternating current (AC), panel surya harus memiliki power inverter yang mengubah arus direct current (DC) dari sel surya menjadi alternating current (AC).

II. Dasar Teori

2.1 Solar Cell

Solar Cell adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. *Solar Cell* pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm, yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan kutub negatif. Prinsip dasar pembuatan *Solar Cell* adalah memanfaatkan efek fotovoltaiik, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik.



Gambar 1. Ikatan Kovalen



Gambar 2. Panel Sel Surya

2.2 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller

mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.



Gambar 3. Contoh Solar Charge Controller

2.3 Accumulator

Akumulator atau aki adalah salah satu elemen sumber arus listrik searah. Akumulator termasuk elemen elektrokimia yang dapat diperbarui bahan pereaksinya setelah dialiri arus dari sumber lain yang arahnya berlawanan dengan arus yang dihasilkan elemen tersebut. Yang dimaksud dengan elemen elektrokimia adalah sistem sumber arus yang pada dasarnya mengubah energi kimia menjadi energi listrik.



Gambar 4. Accumulator

2.4 Inverter

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, *solar cell* menjadi AC. Penggunaan inverter dari dalam pembangkit listrik *solar cell* (PLTS) adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (Alternating Current).



Gambar 5. Contoh Power Inverter

2.5 Pompa Air

Pada rancangan ini beban yang digunakan adalah Pompa Air Sanyo daya 125 watt. Pompa air ini berfungsi untuk mengairi perikanan di rumah terencil tersebut. Adapun spesifikasi Pompa Air Sanyo seperti tabel berikut:

Model	PWH137C	P.WH236C
Motor	Indukai 1 fasa	Induksi 1 fasa
Sumber Tegangan	220 Volt AC/50 Hz	220 Volt AC/50 Hz
Daya Keluaran	125 watt	200 watt
Arus Masukan	1.55 Ampere	2.3 Ampere
Jumlah Kutub	2	3
Daya Hisap	9 meter	9 meter
Tinggi Aliran Maksimum	30 meter	30 meter
Kapasitas Air Maksimum	30/menit	45/menit
Pipa Hisap/Dorong	1 inci	1 inci
Ukuran	210 x 170 x 225 mm	225 x 175 x 225 mm

Berat Bersih/Kotor	5,3 kg/5,8 kg	7.2 kg/7.7kg
--------------------	---------------	--------------

III. Perancangan Alat

Sistem yang dirancang dalam perancangan ini adalah suatu energi listrik yang berasal dari sumber energy matahari dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Selain itu dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan motor pompa air untuk penyiraman kebun salak, dengan energy listrik yang sudah di konversikan melalui inverter dari 24 volt DC sampai 220 volt AC. Alat yang akan dikembangkan pada skripsi ini pada prinsipnya terdiri atas solar cell berfungsi sebagai penerima energy surya dan sebagai pembangkit tenaga surya yang memberikan sebuah energy listrik tegangan maksimum berkisar 17,2 volt pada saat siang hari, energi listrik dari *solar cell* dapat disimpan ke baterai dan proses penyimpanan dan pemakaian energy listrik diatur dengan menggunakan *Solar Charge Controller*. Kemudian energi listrik yang sudah disimpan di baterai digunakan untuk menggerakkan motor listrik, motor listrik yang berupa pompa air membutuhkan tegangan 220 volt AC frekuensi 50 HZ maka dari itu perlu ditambahkan inverter untuk mengubah arus DC menjadi arus AC.

IV. Pengujian

Di dalam pengujian, pengujian dan analisis tentunya merupakan tahap yang paling penting, karena pada tahapan ini akan di ketahui apakah perancangan sudah sesuai dengan rancangan sebelumnya. Pada pengujian alat terdiri dari pengujian voltmeter, amper meter, lux meter, serta pengisian batrai dan pengujian keseluruhan.

Percobaan Pemakaian Baterai.

Percobaan pemakaian baterai dengan pompa beban AC 125 W pada malam hari

waktu/jam	Tegangan		arus (amper)	watt beban
	DC baterai (Volt)	AC inverter (Volt)		
18:00	24	220	0.68	125
19:00	23.25	213	0.7	125
20:00	22.5	206	0.72	125
21:00	21.75	199	0.75	125
22:00	21	192	0.78	125
23:00	20.2	185	0.81	125
24:00	19.5	178	0.84	125
1:00	18.7	171	0.87	125
2:00	18	164	0.9	125
3:00	17.2	157	0.95	125

4:00	16.4	150	0.84	125
5:00	15.7	143	0.78	125

Percobaan pemakaian baterai dengan pompa beban AC 125 W pada siang hari

waktu/jam	Tegangan		arus (amper)	watt beban
	DC baterai (Volt)	AC inverter (Volt)		
6:00	24	220	0.68	125
7:00	23.8	216	0.69	125
8:00	23.5	212	0.70	125
9:00	23.2	208	0.72	125
10:00	23	205	0.73	125
11:00	22.8	200	0.75	125
12:00	22.5	195.5	0.76	125
13:00	22	192	0.78	125
14:00	21.5	190	0.79	125
15:00	20.8	186	0.8	125
16:00	20	182	0.82	125
17:00	21.2	178	0.84	125

Percobaan pemakaian baterai dengan pompa beban AC 125 W dan lampu 180 Watt pada malam hari

waktu/jam	Tegangan		arus (amper)	watt beban
	DC baterai (Volt)	AC inverter (Volt)		
18:00	24	220	1.66	305
19:00	22.2	203.2	1.8	305
20:00	20.4	186.4	1.96	305
21:00	18.6	169.6	2.1	305
22:00	16.8	152.8	2.39	305
23:00	14.4	140.4	2.68	305
24:00	12.6	133.8	2.97	305
waktu/jam	Tegangan		arus (amper)	watt beban
	DC baterai (Volt)	AC inverter (Volt)		
1:00	10.8	121.2	3.26	305
2:00	8.4	114.5	3.55	305
3:00	6.8	106.4	3.84	305
4:00	4.4	98.2	4.13	305
5:00	2.8	84.4	4.42	305

Percobaan pemakaian baterai dengan pompa beban AC 125 W dan lampu 180 Watt pada siang hari

waktu/jam	Tegangan		arus (amper)	watt beban
	DC baterai (Volt)	AC inverter (Volt)		
4:00	16.4	150	0.84	125
5:00	15.7	143	0.78	125

6:00	24	220	1.66	305
7:00	23.4	210	1.74	305
8:00	22.6	200	1.83	305
9:00	21.8	190	1.92	305
10:00	21	180	2	305
11:00	20.2	170	2.1	305
12:00	19.4	160	2.18	305
13:00	18.6	150	2.26	305
14:00	17.8	140	2.34	305
15:00	17	130	2.44	305
16:00	16.2	120	2.51	305
17:00	15.4	110	2.56	305

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan uji coba pengambilan data serta analisis keseluruhan yang telah dilaksanakan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Prinsip kerja dari PLTS adalah merubah energi panas matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan *solar cell* / panel surya yang kemudian disimpan ke dalam baterai / accumulator.
2. Untuk merubah tegangan 24 volt DC dari accu / baterai menjadi tegangan 220 volt AC dengan menggunakan rangkaian inverter.
3. Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber solar cell, walaupun tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* \pm 30,2V, tetapi pendistribusiannya untuk mengisi baterai sangat stabil dengan maksimum rata-rata 24,5V karena semua distribusi pengisian diatur oleh *solar charger controller*.
4. Tegangan dan arus akan mulai meningkat pada pagi hari pukul 06.00WIB sampai pukul 12.00 WIB, kemudian akan mencapai level yang maksimum pada siang hari pukul 10.00-12.00WIB, dan mulai turun hingga sore hari.
5. Faktor cuaca sangat mempengaruhi kinerja dari PLTS.
6. Pada PLTS ini maka perlu ditambahkan lagi panel surya agar pengisian aki dapat seimbang dengan pengeluaran aki yang keluar.

5.2 Saran

Kelemahan dari sistem *Solar cell* ini adalah kurangnya efisiensi daya pada kondisi cuaca yang sangat berubah-ubah. Jika cuaca cerah, proses pengisian sangatlah baik, itu semua juga tergantung pada karakteristik jenis *solar cell* tersebut. Pada daerah yang tinggi curah hujannya, sebaiknya digunakan panel yang berjenis Polykristal yang dapat menghasilkan listrik dengan baik pada saat mendung. Kelemahan lain proses penyalan pompa air ke tendon air ini hanya dilakukan secara manual sehingga proses pengisian pompa air ini dinyalakan oleh operator manusi

Untuk pengembangan selanjutnya agar alat mendapatkan energi yang besar pada sel surya, maka sebaiknya dipasang sistem penjejak matahari otomatis yang dapat mengikuti arah cahaya matahari. Hal ini dilakukan supaya energi maksimal tercapai dengan catatan mengarahkan sel surya tegak lurus terhadap cahaya matahari. Pengembangan pada pompa air dibuat secara otomatis agar proses penyiraman kebun salak dapat dilakukan secara otomatis pada jam-jam penyiraman tertentu misal pagi hari pada jam 7 pagi dan sore hari pada jam 4 sore.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Boylestad, Robert L & Nashelsky, Louis. 2009. *Electronic Devices and Circuit Theory, 10Ed.* London : Pearson Education.
- Carter, Bruce A. Single-Supply Op-Amp Circuit Collection, *Journal*. Texas Instruments Application Report SLOA058 – (November 2000).
- Culp, Jr, AW. 1991. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*. Jakarta: Erlangga.
- Foster, B. 2000. *Fisika*. Jakarta : Erlangga.
- Hart, Daniel W. 1997. *Introduction To Power Electronics International Edition*. London : Prentice Hall International.
- Kadir, A. (1995). *Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi*. Jakarta: UI-Press.
- Karki, James. Analysis of the Sallen-Key Architecture. *Journal*. Texas Instruments Application Report SLOA024A – (July 1999).
- Malvino. 1986. *Prinsip – Prinsip Elektronika Jilid I Edisi Ketiga*. Jakarta : Erlangga.
- Media elektronik atau internet. *Artikel*. www.pdf.search-engine.com (diunduh 19 Agustus 2014).
- National Semiconductor. LM555 Timer. *Artikel*. www.national.com (diunduh 26 Desember 2014).

- National Semikonduktor. 74LS04. *Artikel*.
www.alldatasheet.com (diunduh 12
September 2014).
- Pudjanarsa, A., Nursuhud, D. 2006. *Mesin
Konversi Energi*. Yogyakarta : Penerbit
Andi.
- Rhazio. 2007. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*.
Institut Sains & Teknologi Al-Kamal
Jakarta. *Artikel*. [http://rhazio.word
press.com](http://rhazio.wordpress.com).
- Sigalingging, Karmon. 1995. *Pembangkit Listrik
Tenaga Surya*. Bandung: Tarsito.
- Sungkar, R. 2007. *Energi Surya*. *Artikel*.
[http://griyaasri.com/index2.php_option.com](http://griyaasri.com/index2.php?option.com)
(diunduh 12 Januari 2015).
- Wasito, S. 2001. *Vademekum Elektronika Edisi
Kedua*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Wiranto, A. 1995. *Teknologi Rekayasa Surya*.
Jakarta: Pradnya Paramita.
- Yushardi. 2002. *Pengaruh Faktor Meteorologi
Terhadap Pola Efisiensi Tiap Jam harian*.
Modul Sel Surya.
http://www.tumoutou.net/702_05123
(diunduh 25 Desember 2014).