

ENERGI TERBARUKAN DENGAN MEMANFAATKAN SINAR MATAHARI UNTUK PENYIRAMAN KEBUN SALAK

Subandi¹, Slamet Hani²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Kampus ISTA Jl. Kalisahak No. 28 Kompleks Balapan Yogyakarta
Telp 0274-563029, Fax 0274-563847,
Email: s_subandi@gmail.com

INTISARI

Untuk mengurangi dampak ketergantungan listrik terhadap ketersediaan fosil, maka dibutuhkan sumber energi listrik baru yang dapat diperbaharui. Solar cell merupakan salah satu sumber penghasil energi listrik, yang bersumber dari cahaya matahari yang tidak terbatas, dan ramah lingkungan. Dikarenakan sumber dari solar cell ini adalah matahari, maka keluaran dari solar cell inipun tidak stabil, karena berubah ubah sesuai dengan cuaca yang terjadi dan lingkungan disekitarnya, maka dibutuhkan suatu penyimpanan energi yang dapat menampung energi listrik keluaran solar cell. Baterai adalah salah satu peralatan yang dapat menyimpan energi listrik dan dapat menampung energi keluaran yang berasal dari solar cell. 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 250 wp. 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 07.00WIB, kemudian akan mencapai level yang maksimum pada siang hari pukul 09.00 - 14.00 WIB, dan mulai turun hingga sore hari.

Kata kunci : solar cell, cahaya matahari, energi listrik.

1. PENDAHULUAN.

Perkembangan teknologi masa kini memberikan berbagai dampak lingkungan, baik bersifat positif maupun negatif. Hal ini merupakan konsekuensi logis dari setiap perkembangan kehidupan bagi masyarakat baik di pedesaan maupun di perkotaan, seiring dengan sifat dasar manusia yang ingin selalu berubah dan dinamis. Sejak ditemukannya arus listrik sampai dengan saat ini, sumber listrik menjadi suatu kebutuhan yang pokok bagi manusia di dalam memenuhi dan menunjang kebutuhan hidup, sehingga listrik memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan teknologi dan pembangunan masa kini hingga mendatang. Dengan adanya pembangkit listrik tenaga surya di desa ini akan menambah dampak yang positif bagi masyarakat, jika musim kemarau melalui tenaga surya dapat dimanfaatkan sebagai sarana perairan pertanian, penerangan jalan umum sehingga keamanan dan rasa was-was di malam hari berkurang. Listrik dari tenaga surya juga digunakan untuk menambah pendapatan desa dengan dibentuknya kelompok pertukangan untuk mengolah bahan-bahan dari kayu mau pun besi dengan memanfaatkan peralatan pertukangan yang memerlukan listrik.

Dampak negatif dari ditemukannya listrik salah satunya yaitu terjadinya bahaya kebakaran, dan sengatan arus listrik yang sampai memakan korban jiwa, hal tersebut dapat terjadi dikarenakan ketidaktahuan mengelola masalah kelistrikan. Oleh karena itu jika di suatu desa atau perkampungan yang mempunyai sumber daya energy seperti sinar matahari dalam jumlah yang besar, maka hal tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik berdaya kecil atau sering disebut sebagai pembangkit listrik tenaga surya.

Sel surya adalah semikonduktor dimana radiasi surya langsung diubah menjadi energi listrik. Material yang sering digunakan untuk membuat sel surya adalah silikon kristal. Pada saat ini silikon merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan sel surya. Agar dapat digunakan sebagai bahan sel surya, silikon dimurnikan hingga satu tingkat yang sangat tinggi. Atom merupakan partikel pembentuk suatu unsur. Atom terdiri dari inti dengan muatan positif yang disebut proton dan neutron yang bermuatan netral. Inti atom dikelilingi sejumlah elektron

yang bermuatan negatif. Sebuah atom silikon terdiri dari sebuah inti yang berisi 14 proton dan dikelilingi 14 elektron yang beredar dalam lintasan tertentu. Jumlah maksimum elektron dalam masing-masing lintasan mengikuti pola $2n^2$, dengan n adalah nomor lintasan dari atom (Mallvino, 1986). Apabila atom-atom silikon bergabung membentuk zat padat, maka atom-atom itu akan membentuk suatu pola teratur yang disebut kristal. Setiap atom silikon mempunyai 4 buah elektron valensi dan mempunyai 4 atom tetangga. Setiap atom tetangga memberikan sebuah elektron untuk dipakai bersama-sama dengan atom yang berada ditengah. Atom yang ditengah mendapat tambahan 4 elektron dari tetangga sehingga jumlah elektron valensi menjadi 8 buah, karena inti atom yang berdekatan memiliki muatan positif mereka akan menarik elektron-elektron yang dipakai, Karakteristik dari sel surya dapat diperoleh berdasarkan tiga parameter yaitu tegangan hubung singkat (I_{sc}) dan faktor isi. Besarnya faktor isi dapat diketahui dari persamaan berikut ini:

$$Ff = \frac{I_{mp} \cdot U_{mp}}{I_{sc} \cdot U_o}$$

Dimana:

Ff = Faktor isi

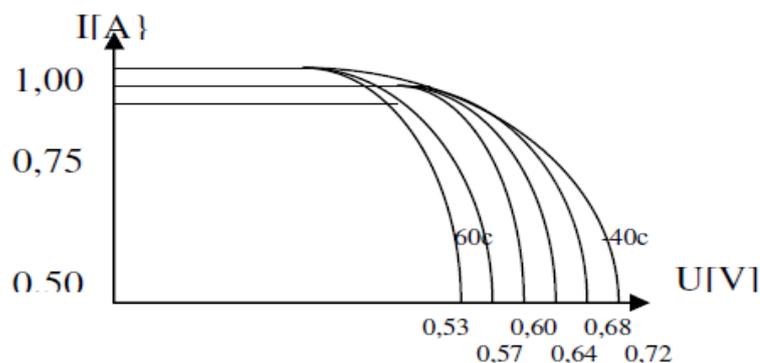
I_{mp} = Arus maksimum (Ampere)

U_{mp} = Tegangan maksimum (Volt)

I_{sc} = Arus hubung singkat (Ampere)

U_o = Tegangan hubung terbuka (Volt)

Bila sel surya tanpa bebahan maka dapat ditemukan suatu arus hubung singkat (I_{sc}) dan suatu titik karakteristik sel surya. Dengan mengatur beban sampai harga tertentu maka akan didapatkan kurva karakteristik arus dan tegangan sel surya. Bila bebannya sangat besar maka tidak ada arus yang melewatinya, kondisi ini sama dengan memutus penghubung pada amperemeter dan hasil penunjukan voltmeter merupakan tegangan tanpa beban (V_{oc}). Dengan penyinaran yang konstan, daya solar sel berkurang sesuai dengan kenaikan temperatur. Hal ini sesuai dengan sifat tegangan beban nol dan berlawanan dengan arus hubung singkat. Tegangan beban nol berkurang sesuai dengan kenaikan temperatur yang besarnya lebih kurang 3 mV/K. Sedangkan arus hubung singkat akan bertambah sesuai dengan naiknya temperatur yang besarnya lebih kurang 0,1%/K. Grafik kenaikan temperatur terhadap daya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar1. Pengaruh temperature terhadap daya solar sel

Dari grafik dapat dilihat bahwa penurunan tegangan jauh lebih besar dibandingkan dengan kenaikan arus. Sebaiknya solar sel ditempatkan pada temperatur yang agak dingin agar penurunan tegangan tidak terlalu besar. Walaupun hal ini agak sulit sebab solar sel akan memanas sendiri apabila ada sinar yang jatuh padanya.

Luas solar sel mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh solar sel tersebut dalam hal ini hubungannya adalah linier. Misalnya solar sel dengan luas penampang 100cm dayanya akan dua kali lebih besar dibandingkan dengan solar sel yang luasnya 50cm (Karmon Sigalingging, 1994).

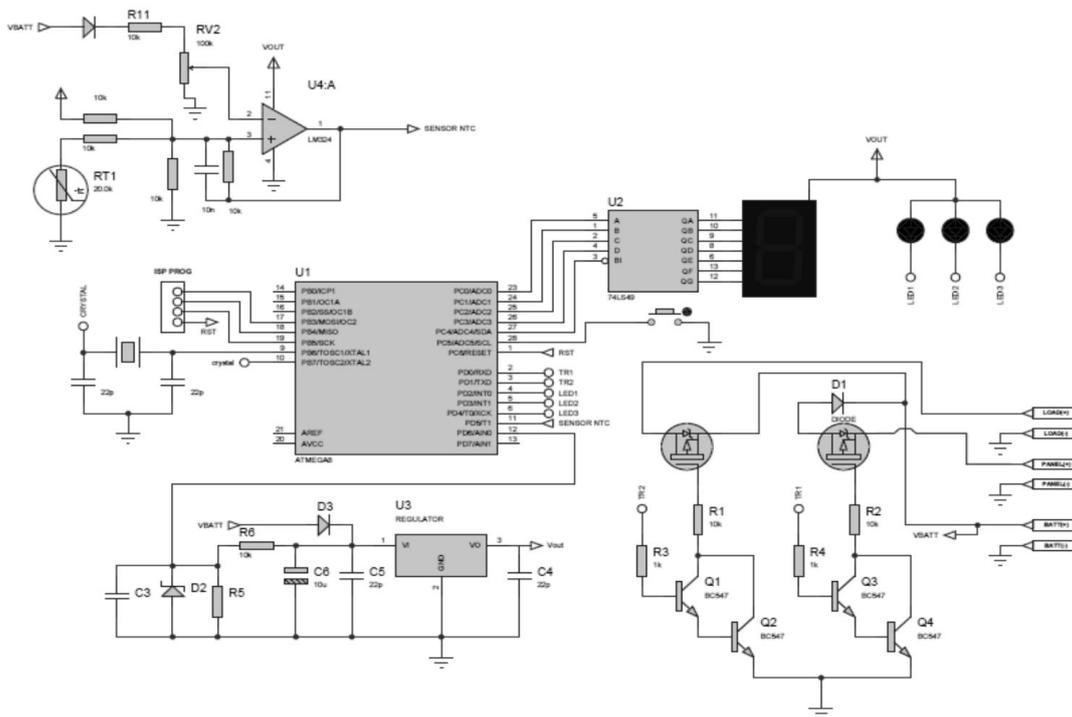
Kerugian refleksi adalah bagian dari sinar matahari yang melalui permukaan sel direfleksikan dan menghilang. Bahan silikon dapat merefleksikan sinar matahari sampai 36%. Untuk mengurangi refleksi ini dimungkinkan dengan penyempurnaan permukaan sel sehingga kerugian refleksi dapat dibatasi $\pm 4\%$ (Karmon S, 1994).

2. METODOLOGI

Solar Charge Controller adalah alat yang berfungsi sebagai kontrol tegangan dan arus yang berasal dari output sel surya untuk menuju ke baterai dan ke beban. Pada saat panel surya menerima energi matahari, output dari panel surya tidak konstan, sesuai dengan intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya. Sehingga tegangan keluaran dan arus keluaran dari sel surya juga tidak konstan dan bervariasi terus sepanjang waktu di siang hari, sedangkan tegangan dan arus yang menuju baterai mempunyai batasan tertentu.

Solar charge controller memiliki terminal diantaranya: terminal untuk panel surya, terminal untuk baterai, terminal untuk beban. Ketiga terminal tersebut dilengkapi dengan polaritas yaitu tanda negatif (-) dan tanda positif (+) yang jelas agar tidak terjadi kesalahan.

Solar Charge Controller berfungsi mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai, apabila baterai sudah penuh maka listrik dari panel surya tidak akan dialirkan ke baterai dan sebaliknya. Dan dari baterai ke beban, apabila listrik dalam baterai tinggal 20-30%, maka listrik ke beban otomatis dimatikan.



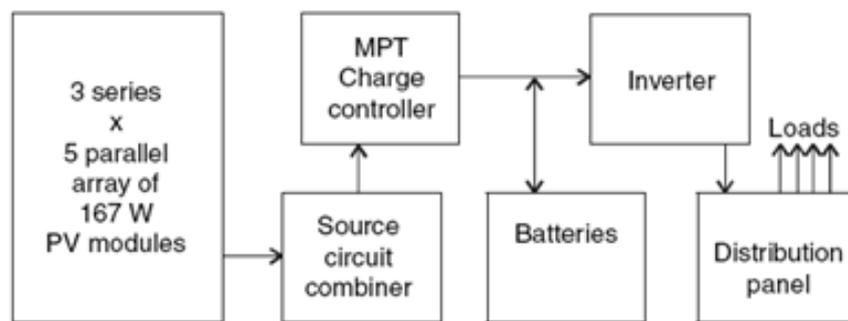
Gambar 2. Rangkaian Solar Charge Controller

Dalam perencanaan sistem sel surya diperlukan data beban, yang umumnya dinyatakan dalam ampere jam (Ah) pada tegangan baterai. Suatu contoh: Sebuah sistem PLTS diperlukan daya sebesar 400 W untuk penerangan, komputer 400 W, dan lemari pendingin 200 W, semuanya dalam 120 V AC. Semua beban bekerja selama 8 jam/hari, itu berarti beban memerlukan 8 kWh/hari pada 120 V AC. Jika semua beban disuplai dengan inverter dengan efisiensi 92%, dan baterai harus mensuplai inverter dengan $8 \div 0,92 = 8,7$ kWh/hari. Jika masukan inverter adalah 48 V DC, beban harian dalam Ah adalah $(8700 \text{ Wh}) \div (48 \text{ V}) = 181 \text{ Ah}$. Untuk memenuhi kebutuhan operasional untuk satu hari, baterai harus mempunyai nilai pada 125% dari 181 Ah = 226 Ah. Tetapi untuk sistem tersendiri, seharusnya mempunyai kapasitas penyimpanan lebih dari satu hari. Untuk sistem

ini disarankan yang berkapasitas tiga hari, sehingga total daya yang harus digunakan adalah 678 Ah pada 48 V.

Jika menggunakan *MPT charge controller*, jumlah *array* dapat dihitung berdasarkan Wh sistem harian, dan total rugi daya harian yang terjadi. Pertama, pengisian dan pengosongan baterai efisiensinya sekitar 90%. Sehingga untuk mendapatkan 181 Ah keluaran baterai, ini perlu direncanakan untuk angka $181 \div 0,9 = 201$ Ah pada baterai. Pada 48 V, ini berarti 9648 Wh. Selanjutnya perlu memasukkan faktor degradasi 10% untuk perawatan array, kesalahan dan rugi penghantar, dan 15 % untuk faktor elevasi temperatur operasi array. Sehingga array didesain untuk menghasilkan $9648 \div 0,9 \div 0,85 = 12,612$ Wh/hari. Dengan asumsi *worst-case* $sh = 5$ jam/hari, ini berarti ukuran array yang dibutuhkan sebesar $12,612 \div 5 = 2522$ W.

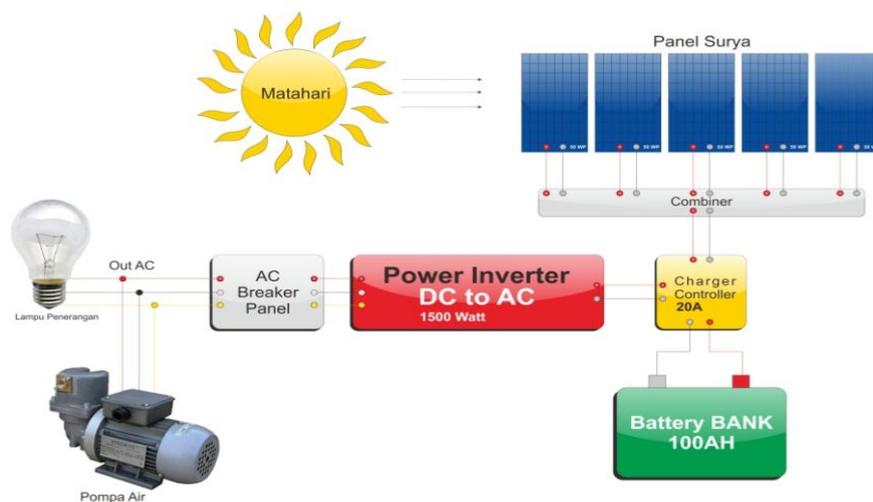
Ini dapat dipenuhi dengan modul 20 125-W dalam array empat-seri lima-paralel, atau dengan modul 15 167-W dalam array tiga-seri lima paralel, atau dengan kombinasi modul yang lain. Perlu diingat kombinasi seri dan paralel modul harus menghasilkan tegangan sebesar 48 V. Keterangan selengkapnya untuk kasus ini sesuai dengan Gambar 1 berikut.



Gambar 3. Blok Diagram Perencanaan Sistem Listrik Tenaga Surya

Sedangkan dalam sistem Pompa Air Tenaga Surya Untuk Pengairan Palawija Lahan Kering dan Tadah Hujan Desa Kraguman, Kecamatan Jogonalan Kabupaten Klaten, peralatan utama yang diperlukan adalah: Sel Surya (*Solar Cell*), Inverter dan Regulator, Battery serta Pompa Air, seperti terlihat pada gambar 2 di bawah ini. Serta beberapa peralatan bantu antara lain: sumur bor, pipa air, dan rumah pompa. Tentunya masih diperlukan peralatan-peralatan penunjang lainnya yang belum dapat disebutkan satu-persatu.

Skema Rangkaian Panel Surya



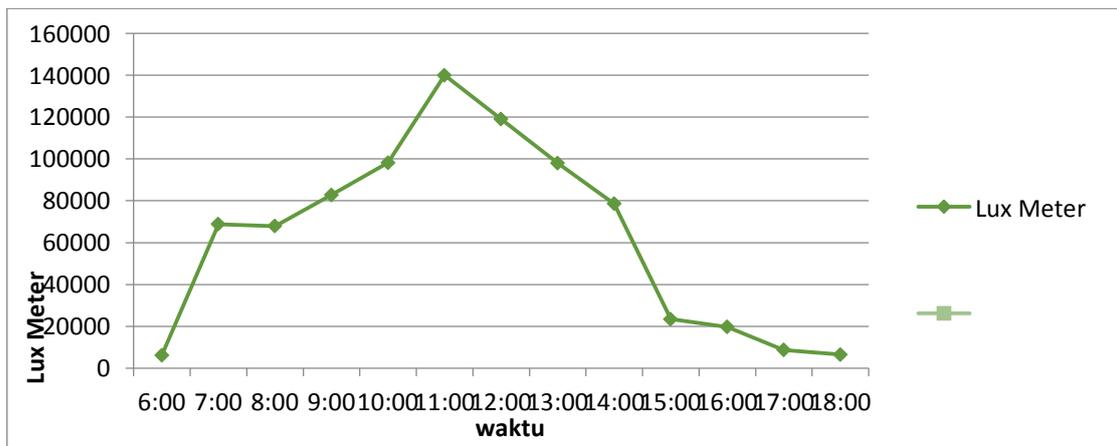
Gambar 4. Bagan rangkaian Panel Surya

3. PEMBAHASAN

Pengukuran intensitas cahaya matahari dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara intensitas cahaya yang masuk dengan arus yang dapat dihasilkan solar cell. Data Pengukuran Intensitas cahaya matahari adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Data intensitas cahaya matahari

waktu/jam	maksimal	minimal	rata-rata	Satuan
6:00	666	606	616	x1lux
7:00	698	634	688	x10lux
8:00	886	446	679	x100lux
9:00	896	819	828	x100lux
10:00	1027	954	982	x100lux
11:00	1807	1032	1400	x100lux
12:00	1232	1063	1190	x100lux
13:00	1091	708	980	x100lux
14:00	1217	225	786	x100lux
15:00	238	228	234	x100lux
16:00	206	184	197	x100lux
17:00	960	770	784	x10lux
18:00	680	624	655	x1lux

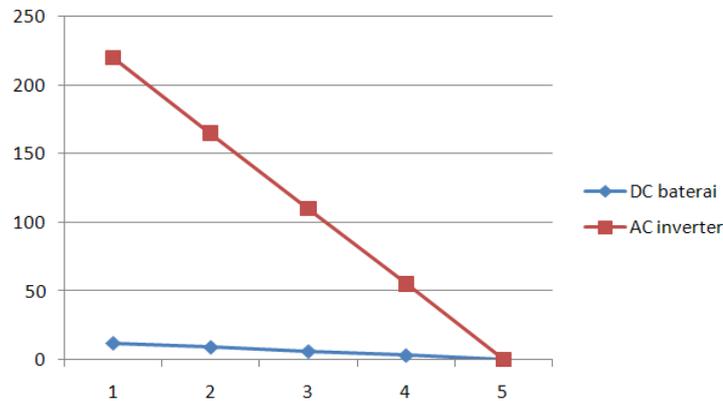


Gambar 5. Grafik Data intensitas cahaya matahari

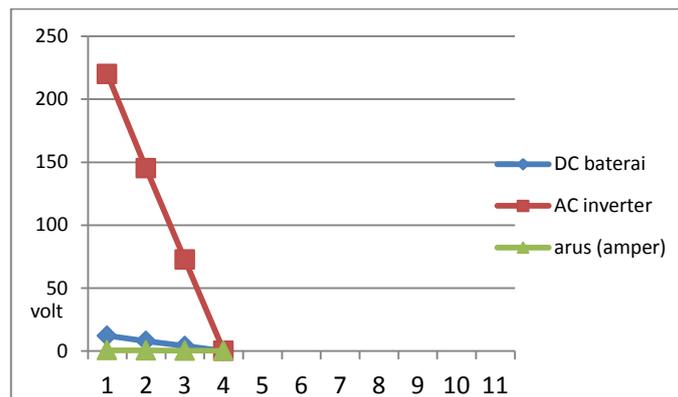
Tabel 2 Pengambilan Data Pengukuran Arus Dan Tegangan Pada Keluaran Panel Suryaatt.

No.	Waktu	Output Panel Surya		Output Charger Controller	
		V (volt)	I (ampere)	V (volt)	I (ampere)
1	6:00	16,2	1	13,8	1
2	7:00	17	3.5	13,5	3.5
3	8:00	17,2	4	13,5	4
4	9:00	17,2	4	13,5	4
5	10:00	17	3.5	13,7	3.5
6	11:00	17,2	4.5	13,7	4.5

7	12:00	17,2	4.5	13,7	4.5
8	13:00	17,3	5	13,5	5
9	14:00	17	3.5	13,5	3.5
10	15:00	16,9	3	13,5	3
11	16:00	16,4	1	13,5	1
12	17:00	15,8	0.5	13,5	0.5



Gambar6. Pemakaian baterai dengan beban pompa AC 125W dan lampu 200 watt.



Gambar 7. Pemakaian baterai dengan beban pompa AC 125W dan lampu 300 watt.

Dari data pengujian PLTS (Tabel 4.8 – 4.14) dapat dilihat bahwa tegangan keluaran dari panel surya sekitar 15 V – 18.5 V. Namun tegangan keluaran dari solar charger controller lebih stabil yaitu sekitar 13,5 V. Keadaan ini sama setiap jamnya, ini terjadi karena didalam solar charger controller terdapat rangkaian pengatur tegangan dan arus oleh karena itu pengisian baterai pada setiap jamnya akan selalu stabil sehingga pengisian muatan yang berlebihan (*over charging*) tidak akan terjadi. Jadi walaupun panel surya menghasilkan tegangan nominal 17V, maka tegangan pengisian baterai stabil yaitu sekitar 13,5 V. Ini bertujuan agar baterai tidak cepat rusak, dibandingkan apabila panel surya langsung dihubungkan ke baterai tanpa melewati solar charger controller.

Proses pengisian sangat tergantung kondisi tingkat kecerahan. Jika panel surya mendapatkan sinar matahari pada cuaca yang sangat terik, maka tegangan dan arus yang didapat akan besar dan cepat diterima. Sebaliknya, jika cuaca mendung atau panel suryakurang mendapatkan sinar matahari, maka tegangan dan arus yang didapat selama proses pengisian baterai akan menurun dan lambat. Seperti pada tabel 4.2 dimana tegangan yang dihasilkan panel surya 17.2 V dan arusnya 5 A. Ini merupakan daya yang tertinggi yang dihasilkan panel surya dalam sehari. Namun arus dan tegangan yang didistribusikan untuk mengisi baterai sangat stabil

dan diatur oleh solar charger controller yaitu hanya sebesar 13,7 V dan arusnya sebesar 5 A. Namun setiap hari tentu berbeda cuacanya dan sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan.

Jika tegangan pada baterai sudah mencapai tegangan maksimum, yaitu sekitar 14 V maka secara otomatis arus yang mengalir ke baterai akan berhenti sehingga kemungkinan terjadinya pengisian yang berlebihan (*over charging*) tidak akan terjadi.

Pengisian paling baik yaitu pada tabel 4.8 jam 12.00 WIB dengan tegangan dan arus output solar charger controller mencapai titik tertinggi yaitu 13,7 V / 5 A. Sebaiknya sebelum melakukan pengisian baterai, lebih baik dilakukan pengosongan baterai terlebih dahulu untuk kinerja pengisian SolarCharger Controller yang baik. Sedangkan sekecil-kecilnya arus yang didapat sesuai dengan pengamatan yaitu pada sore hari jam 16.00 WIB pada saat matahari mulai tenggelam seperti yang terlihat pada tabel 4.8 dengan arus yang di hasilkan yaitu 2 A.

Dari hasil pengamatan waktu yang paling efektif untuk melakukan penyiraman kebun salak pagi hari pada pukul 06:00 WIB hingga pukul 08:00 WIB, penyiraman kebun salak pagi hari pada pukul 16:00 WIB hingga pukul 18:00 WIB. Sedangkan arus maksimal diperoleh pada pukul 06.00 WIB dan 16.00 WIB.

4. KESIMPULAN

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

1. Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber solar cell, walaupun tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* $\pm 17,2V$, tetapi pendistribusiannya untuk mengisi baterai sangat stabil dengan maksimum rata-rata 13,5V karena semua distribusi pengisian diatur oleh *solar charger controller*.
2. 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.
3. Faktor cuaca sangat mempengaruhi kinerja dari PLTS.

DAFTAR PUSTAKA

- Culp. Jr, AW., 1991, *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*, Erlangga, Jakarta.
- Foster,B., 2000, *Fisika*, Erlangga, Jakarta.
- Kadir. A. (1995). *Energi Sumber Daya, Inovasi,TenagaListrik dan Potensi Ekonomi*. Jakarta: UI-Press
- Malvino, 1986, *Prinsip – Prinsip Elektronika*, Jilid I, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Pudjanarsa, A., Nursuhud, D., 2006, *Mesin Konversi Energi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Rhazio, 2007, *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, Institut Sains & Teknologi Al-Kamal, Jakarta.
[http:// rhazio.word press.com.](http://rhazio.word press.com.),
- Sigalingging, Karmon. 1995. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Bandung: Tarsito Sungkar, R., 2007,Energi Surya.
http://griyaasri.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=168
- Wasito S., 2001, *Vademekum Elektronika Edisi Kedua*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wiranto.A, 1995, *Teknologi Rekayasa Surya*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yushardi, 2002, *Pengaruh Faktor Metereologi Terhadap Pola Efisiensi Tiap Jam harian Pada Modul Sel Surya*. http://www.tumoutou.net/702_05123/yushardi.DOC