

# PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN SOLAR CELL 50 WATT

MUNNIK HARYANTI, BEKTI YULIANTI, DAN JAMAL SADIKIN

Program Studi Teknik Elektro Universitas Suryadarma

## ABSTRAK

*Sebagai sumber energi, listrik merupakan sebuah unsur yang sangat vital dalam kehidupan manusia pemanfaatan energi listrik terhadap kebutuhan kehidupan manusia menjadi satu hal yang tidak bisa terpisahkan, berkembangnya teknologi manusia dan perkembangan industri diseluruh dunia merupakan sebuah tantangan bagi umat manusia dalam memperbaiki kehidupan sebagai individu maupun terciptanya lingkungan yang baik dalam suatu homogenitas yang kompleks.*

*Pembangkit listrik tenaga surya skala lab menggunakan solar cell 50 Watt adalah merupakan langkah awal untuk dapat dikembangkan lagi menjadi lebih besar lagi sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia akan energi listrik yang akan semakin besar sejalan dengan perkembangan teknologi yang semakin maju dan populasi manusia yang bertambah besar.*

*Pembangkit listrik tenaga surya skala lab menggunakan solar cell 50 Watt yang sudah dibuat dapat bekerja dengan baik dan ini dapat diaplikasikan untuk kebutuhan peralatan listrik dengan konsumsi yang daya rendah, pembangkit listrik tenaga surya ini dapat menghasilkan energi sekitar 400 Watt dengan kurun waktu penyinaran sekitar 9 jam dan dapat digunakan untuk alat – alat lab, penerangan dan lain –lain.*

**Kata Kunci :** pembangkit listrik, tenaga surya

## PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia akan sumber energi menjadikan ketergantungan manusia terhadap sumber daya alam semakin besar, populasi manusia kian lama kian bertambah banyak sementara sumber daya alam kian lama kian menyusut minyak bumi, batu bara, gas alam, nuklir adalah sumber daya alam untuk pemanfaatan energi yang sangat besar dan masih menjadi sumber utama pemberdayaan energi untuk kebutuhan manusia, saat ini para ahli mencoba mencari sumber energi baru yang dapat memenuhi kebutuhan energi, bersifat ramah lingkungan dan mudah di dapat, panas matahari sebagai sumber panas yang bersifat abadi menjadi salah satu pilihan yang baik untuk dijadikan sebagai sumber energi terutama untuk pemanfaatan energi listrik.

Indonesia, sebagai negara yang berada di garis khatulistiwa, memiliki letak geografis yang cukup mendukung untuk memperoleh intensitas cahaya matahari. Namun, suhu yang panas membuat

kemampuan *solar cell* dalam menyerap intensitas cahaya menjadi berkurang

Dengan penerapan *solar cell* sebagai media untuk menghasilkan energi diharapkan memberikan solusi keterbatasan sumber energi abiotik.

Pemanfaatan energi surya menjadi listrik adalah sebuah sistem yang paling ramah lingkungan, tapi sampai saat ini masih memerlukan lahan yang luas untuk pemasangan instalasinya. Hal ini terjadi, karena intensitas panas yang diterima oleh permukaan bumi adalah relatif kecil, sehingga memerlukan kolektor yang cukup luas untuk keperluan pembangkitannya. Energi surya yang memasuki atmosfer memiliki kerapatan daya rata-rata sebesar  $1,2 \text{ kW/m}^2$ , namun hanya sebesar  $560 \text{ W/m}^2$  yang diserap bumi. Berdasarkan angka di atas, maka energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas  $\pm 2$  juta  $\text{km}^2$  adalah sebesar  $5.10^8 \text{ MW}^{[1]}$ .

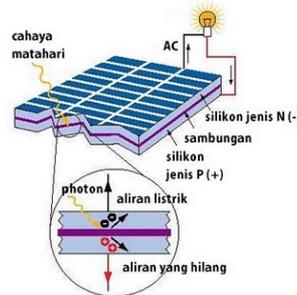
## METODE

### Solar Cell

*Solar cell* diproduksi dari bahan semikonduktor yaitu silikon berperan sebagai *isolator* pada temperatur rendah dan sebagai *konduktor* bila ada energi dan panas. Sebuah Silikon *Solar cell* adalah sebuah diode yang terbentuk dari lapisan

atas silikon tipe n (silicon doping<sup>3</sup> of "phosphorous"), dan lapisan bawah silikon tipe p (silicon doping of "boron")

Elektron-elektron bebas terbentuk dari million photon atau benturan atom pada lapisan penghubung (junction= 0.2-0.5 micron<sup>4</sup>) menyebabkan terjadinya aliran listrik.



Gambar 1. Konstruksi Solar Cell

Pada solar cell terdapat sambungan (junction) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing-masing diketahui sebagai semikonduktor jenis "P"(positif) dan semikonduktor jenis "N" (negatif). Semikonduktor jenis-N dibuat dari kristal silikon dan terdapat juga sejumlah material lain (umumnya posfor) dalam batasan bahwa material tersebut dapat memberikan suatu kelebihan elektron bebas.

Elektron adalah partikel sub atom yang bermuatan negatif, sehingga silikon paduan dalam hal ini disebut sebagai semikonduktor jenis-N (Negatif). Semikonduktor jenis-P juga terbuat dari kristal silikon yang didalamnya terdapat sejumlah kecil materi lain (umumnya boron) yang mana menyebabkan material tersebut kekurangan satu elektron bebas. Dikarenakan adanya perbedaan muatan positif dan negatif timbul daerah deplesi, maka timbul dengan sendirinya medan listrik

internal dari sisi positif ke sisi negatif, yang mencoba menarik kembali hole ke semikonduktor *p* dan elektron ke semikonduktor *n*. Ketika sambungan semikonduktor ini terkena cahaya matahari, maka elektron mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor *n*, daerah deplesi maupun semikonduktor. Sehingga

terjadi pergerakan elektron yang menghasilkan arus listrik.

Pengembangan *solar cell semaccumulatom* banyak menggunakan bahan *semikonduktor* yang bervariasi dan Silikon yang secara Individu (chip) banyak digunakan, diantaranya :

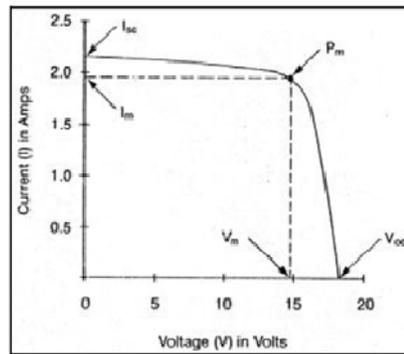
- Mono-crystalline (Si), dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentukun bujur. Sekarang Mono-crystalline dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%.
- Polycrystalline/Multi-crystalline (Si), dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Sel ini kurang efektif dibanding dengan sel Polycrystalline (efektivitas 18%), tetapi biaya lebih murah.
- Gallium Arsenide (GaAs). Galium Arsenide pada unsur periodik III-V berbahan semikonduktor ini sangat efisien dan efektif dalam menghasilkan energi listrik sekitar 25%. Banyak digunakan pada aplikasi pemakaian *solar cell*.

### Energi Listrik

*Solar cell* dalam menghasilkan listrik tidak tergantung pada besaran luas bidang Silikon, dan secara konstan menghasilkan energi berkisar  $\pm 0.5$  volt maksimum 600 mV pada 2 amp<sup>6</sup>, dengan kekuatan

radiasi solar matahari  $1000 \text{ W/m}^2 = "1 \text{ Sun}"$  akan menghasilkan arus listrik ( $I$ ) sekitar  $30 \text{ mA/cm}^2$  per *solar cell*. Grafik I-V Curve (gambar 2) menggambarkan keadaan sebuah *solar cell* beroperasi secara normal. *Solar cell* menghasilkan energi maximum jika nilai  $V_m$  dan  $I_m$  juga maximum.  $I_{sc}$  adalah arus listrik

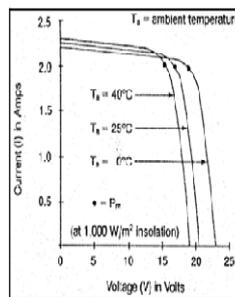
maximum pada nilai volt = nol;  $I_{sc}$  berbanding langsung dengan ketersediaan sinar matahari.  $V_{oc}$  adalah volt maximum pada nilai arus nol;  $V_{oc}$  naik secara logaritma dengan peningkatan sinar matahari, karakter ini yang memungkinkan *solar cell* untuk mengisi accu.



Sumber: Strong, Steven J, The Solar Electric House, p. 58

Gambar 2. Grafik I-V Curve.

$I_{sc}$  = short-circuit current  
 $V_{oc}$  = open-circuit voltage  
 $V_m$  = voltage maximum power  
 $I_m$  = current maximum power  
 $P_m$  = Power maximum-output dari PV array (watt)



Sumber: Strong, Steven J, The Solar Electric House, p. 58

Gambar 3. Effect of Cell Temperature on Voltage (V)

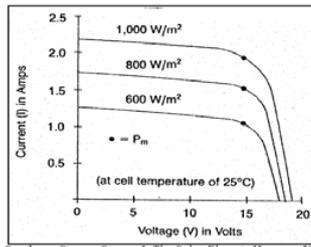
### Faktor Pengoperasian Solar cell

Pengoperasian *solar cell* agar didapatkan nilai yang maksimum sangat tergantung pada faktor berikut:

- Ambient air temperature. Sebuah *solar cell* dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (pada  $25^{\circ}\text{C}$ ). Kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada *solar cell* akan melemahkan tegangan ( $V_{oc}$ ). Pada gambar 3, setiap kenaikan temperatur *solar cell* 10 Celsius (dari  $25^{\circ}\text{C}$ ) akan berkurang sekitar 0.4 % pada total tenaga yang dihasilkan atau akan

melemah dua kali (2x) lipat untuk kenaikan temperatur sel per  $10^{\circ}\text{C}$ .

- Radiasi matahari. Radiasi matahari di bumi dan berbagai lokasi bervariasi, dan sangat tergantung keadaan spektrum solar ke bumi. Insolation solar matahari akan banyak berpengaruh pada *current* ( $I$ ) sedikit pada tegangan (lihat gambar 4).



Sumber : Strong, Steven J, *The Solar Electric House*, p.55

**Gambar 4. Effect of Insolation Intensity on Current (I)**

C.

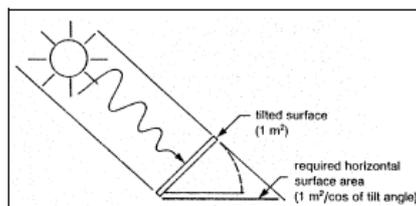
Kecepatan angin bertiup. Kecepatan tiup angin disekitar lokasi larik *solar cell* dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca larik *solar cell*.

d. Keadaan atmosfer bumi. Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara (Rh), kabut dan polusi sangat menentukan hasil maximum arus listrik dari deretan *solar cell*.

e. Orientasi panel atau larik *solar cell*. Orientasi dari rangkaian *solar cell* (larik) ke arah matahari secara optimum adalah penting agar panel surya dapat menghasilkan energi maksimum. Sudut orientasi (tilt angle) dari panel surya juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum (lihat penjelasan tilt angle). Sebagai guideline: untuk lokasi yang

terletak di belahan Utara latitude, maka panel surya sebaiknya diorientasikan ke Selatan, orientasi ke Timur Barat walaupun juga dapat menghasilkan sejumlah energi, tetapi tidak akan mendapatkan energi matahari optimum.

f. Posisi letak *solar cell* (larik) terhadap matahari (tiltangle). Mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan panel *solar cell* secara tegak lurus akan mendapatkan energi maksimum  $\pm 1000 \text{ W/m}^2$  atau  $1 \text{ kW/m}^2$ . Kalau tidak dapat mempertahankan ketegak lurus antara sinar matahari dengan bidang PV, maka ekstra luasan bidang panel *solar cell* dibutuhkan (bidang panel *solar cell* terhadap sun altitude yang berubah setiap jam dalam sehari).



Sumber : Strong, Steven J, *The Solar Electric House*, p.66

**Gambar 5. Ekstra Luasan Panel PV dalam posisi datar.**

Panel *solar cell* pada Equator (latitude 0 derajat) yang diletakkan mendatar (tilt angle = 0) akan menghasilkan energi maksimum, sedangkan untuk lokasi dengan latitude berbeda harus dicarikan "tilt angle" yang optimum.

### Daya Listrik

Daya listrik adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit atau rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik,

sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Rumus daya listrik adalah:

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots (1.1)$$

Dimana :

- P : Daya (Watt)
- V : Beda potensial (Volt)
- I : Arus (A)

**Komponen Pendukung**

**Charger Controller**

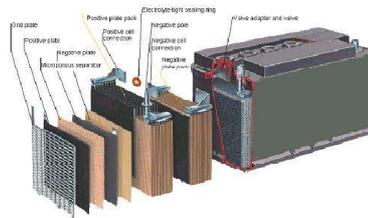


**Gambar 6. Charger Controller**

Charger controller adalah suatu alat sebagai penerima arus dan tegangan dari solar cell yang berfungsi sebagai pengatur atau penyetara tegangan dan arus. Yang kemudian tegangan tersebut diisikan ke accumulator sebagai media penyimpanan yang kemudian diterima oleh inverter. Dalam media pengisian tegangan membandingkan tegangan yang masuk

dari solar cell dengan accumulator menggunakan IC Op-Amp RC4558 sama dengan media pembanding tegangan untuk pembanding tegangan accumulator dengan tegangan yang diterima inverter . Tegangan yang diolah diatur menggunakan potensiometer 100K.

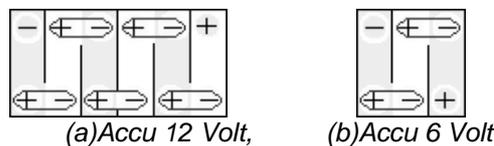
**Accumulator**



**Gambar 7. Accumulator**

Bateray / accumulator adalah alat penyimpan tenaga listrik arus searah (DC). Ada beberapa jenis bateray / accumulator di pasaran yaitu jenis accumulator basah / konvensional, hybrid dan MF (Maintenance Free). Accumulator basah/konvensional berarti masih menggunakan asam sulfat ( H2SO4 ) dalam bentuk cair. Sedangkan

accumulator MF sering disebut juga accumulator kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Dalam hal mempertimbangkan posisi peletakkannya maka accumulator kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan accumulator basah.

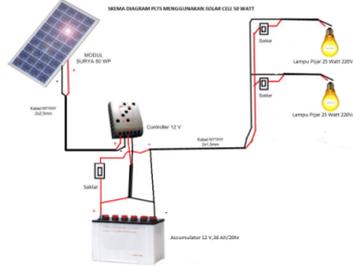


**Gambar 8. Simulasi dalam accumulator**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menghasilkan sistem pembangkit listrik menggunakan *solar cell* sesuai dengan yang diinginkan dibutuhkan perakitan yang baik dan benar, pada bab ini akan dibahas tahapan perakitan, dimulai dari pembuatan sistem mekanis,

*wiring*, pemrograman, *assembling* komponen sampai dengan *finishing*. Setelah itu, pembahasan akan berlanjut pada pengujian alat, berikut ini adalah ilustrasi dari rancangan yang diinginkan.



Gambar 9. Diagram rangkaian sistem *solar cell*

### Perakitan Alat

#### Pembuatan *Solar cell Holder*

Dengan menggunakan pipa *hollow* ukuran 40 mm x 40 mm yang dibentuk U yang berfungsi sebagai *solar cell holder*, pada kedua sisi *hollow* dipasangkan poros yang memiliki *bearing* sebagai tumpuan rotasi saat *solar cell* bergerak mengikuti

arah matahari, hal ini dimungkinkan sehingga input yang diumpungkan oleh *solar tracker* terhadap *solar cell* dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 10. *solar cell holder*

#### Pembuatan *Long Stand*

*Long stand* menggunakan besi pipa berdiameter  $\pm 4,8$  cm dibuatkan *stand* yang menghubungkan antara *Solar cell holder* dengan *base stand*, untuk *solar cell holder* dirancang sebuah poros yang di pasang pada

titik imbang antara sisi kiri dan kanan yang berfungsi sebagai poros yang akan dihubungkan dengan pipa *stand* hal ini bertujuan agar *solar cell*

*holder* dapat digerakan dengan baik sesuai dengan perintah dari program *solar tracker*, dan mempermudah pergerakan pada

lobang pipa besi tersebut dipasang dua buah *bearing* yang berfungsi sebagai bantalan penghubung dari *solar cell holder* dengan *stand*. Alat ini dirancang *movable*. bertujuan untuk mempermudah perpindahan lokasi dari satu tempat ke tempat lain.

#### Pemasangan *box panel*

*Box panel* dipasang pada bagian dasar dari *base stand* yang disusun dengan pemasangan *box solar tracker* hal ini sangat mempermudah pergerakan dari sistem solar cell ini.



**Gambar 11. Box Panel**

**Pemasangan motor penggerak solar tracker**

Motor penggerak solar tracker terdiri dari dua unit motor yaitu yang berfungsi

sebagai penjejak solar untuk siklus harian yaitu pergerakan di pagi hari, siang hari dan sore hari sampai keesokan hari kembali ke *home position*.



**Gambar 12. Motor Penjejak**

**Pemasangan accumulator**

*Accumulator* dipasang pada bagian dasar dari *box panel*, *runinghour* dari sistem *solar cell* ini sangat bergantung kepada seberapa banyak arus yang bisa disimpan oleh *accumulator*, hal ini tentu saja bergantung pada selain dari kapasitas penyimpanan *accumulator* yang baik juga *suplay* yang diterima oleh *accumulator* harus sesuai dengan beban yang dipasang artinya antara arus pada *suplay* dan arus beban harus seimbang. Pada perancangan ini digunakan *accumulator* dengan spesifikasi 36 Ah/20hr

**Pemasangan Charger Controller**

Kapasitas 12V/24V 10A *charger controller* dipasang pada sisi dalam atas *box panel* lalu pada *pin input* dihubungkan ke *solar cell* dan pada *pin output* dihubungkan dengan *accumulator*, *charger controller* akan menerima arus dan tegangan dari *solar cell* yang kemudian

arus dan tegangan tersebut diisikan ke *accumulator* hal ini berlangsung *continue* seiring dengan aktivitas *solar cell* yang menerima cahaya matahari.

**Pemasangan Inverter**

Untuk menghasilkan tegangan kerja 220V AC sebuah rangkaian sistem *solar cell* membutuhkan pengubah arus dari arus DC ( *direct current* ) menjadi AC ( *alternating current* ) hal ini dikarenakan output beban menggunakan tegangan AC seperti lampu penerangan, pesawat televisi, pesawat radio dan lain – lain. Tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* maksimum 18 V akan mengisi *accumulator* secara *continue* melalui *charger controller*, arus akan berubah menjadi AC dengan melalui sebuah rangkaian *inverter*, *transformator step up* diperlukan untuk merubah besaran dari tegangan yang keluar yaitu akan berupa tegangan kerja 220V AC.



**Gambar 13. Inverter**

Pada rangkaian ini *inverter* menjadi sebuah alat yang bisa memberikan output pada *solar cell* dan diaplikasikan pada alat – alat umum yang banyak digunakan pada masyarakat, tanpa *inverter* sebuah rangkaian *solar cell* penggunaannya hanya terbatas pada aplikasi alat dengan prinsip kerja pada tegangan 12V DC.

#### **Pemasangan Solar Tracker**

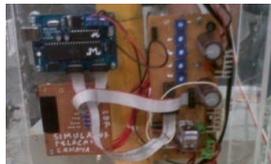
Penggunaan *solar tracker* pada sebuah sistem pembangkit listrik tenaga surya merupakan sebuah pengembangan dari sebuah sistem yang sebelumnya, *solar tracker* dimaksudkan agar sinar matahari yang diterima pada *solar cell* dalam

kondisi yang maksimal, seperti diketahui bumi mengelilingi matahari pada orbitnya dan bumi pun berputar atau berotasi pada porosnya sehingga keadaan ini menciptakan adanya siang dan malam. Penggunaan energi listrik untuk penerangan dalam kebutuhan kehidupan manusia banyak diperlukan saat malam hari yang tidak ada cahaya matahari yang diterima bumi, penggunaan *solar tracker* dimaksudkan agar pada saat sinar matahari diterima bumi dan *solar cell* menyerap energi dari matahari tersebut secara sempurna, untuk itu arah dari matahari harus diikuti oleh posisi dari *solar cell*.

*Solar tracker* dirancang dan ditempatkan pada sebuah *box panel*

tersendiri pada posisi tersusun disebelah atas *box panel* utama, sebuah sistem *solar tracker* yang dirancang menggunakan beberapa buah LDR yang dipasang pada bagian – bagian tertentu dari *solar cell*, LDR ditempatkan pada sisi kiri dan kanan dari *solar cell* atas dan bawah juga pada posisi *center* dari *solar cell*, kelima sensor tersebut akan memberikan inputan ke *microcontroler* ATmega 8535 adapun prinsip kerjanya, jika terjadi perbedaan muatan tergantung dari seberapa banyak cahaya yang masuk pada masing – masing sensor, hal ini yang dimanipulasi *microcontroler* selanjutnya memberikan intruksi ke motor penggerak untuk menyeimbangkan setiap inputan.

Sebuah sistem pemrograman berbasis bahasa C sudah program pada *microcontroler* atmega 8535, beberapa buah *relay* sebagai *switching* untuk menggerakkan motor penjejak dengan tegangan kerja 12 VDC yang dihubungkan dengan catu dari *accumulator*, hal ini tentu saja mempunyai beberapa kondisi yang kurang menguntungkan yaitu dimana daya maksimum yang dihasilkan oleh *solar cell* dan *accumulator* sebagian harus di alokasikan untuk penggunaan sistem *solar tracker* ini karena menggunakan sumber tegangan yang sama.



**Gambar 14. Solar Tracker**

#### **Pemasangan Solar Cell**

*Solar cell* sebagai komponen inti dari sistem ini dipasang pada *solar cell holder*, pada ke empat penjuru sisinya dipasangkan sensor LDR dan sebuah sensor LDR pada titik *center* dari *solar cell*, jika sinar matahari yang mengenai *solar cell* dalam posisi yang sempurna maka tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* akan mencapai nilai maksimal tentu saja ini akan mempercepat proses *charging* yang diterima oleh *accumulator*.

Sesuai dengan spesifikasi dari *solar cell*, *solar cell* akan menghasilkan tegangan sebesar 18,8 Volt dengan arus 2,86 A  $\pm 5\%$ , maka untuk dapat memenuhi kapasitas dari *accumulator* sebesar 36 Ah maka dibutuhkan waktu :

$$36 \text{ Ah} / 2,86 \text{ A} = 12,59 \text{ jam}$$

Pada sistem ini dan daya beban yang digunakan maka proses *charging* selama 9 jam efektif pada siang hari.



**Gambar 15. Solar Cell**

#### **Pengujian dan Analisa Alat**

Dalam melakukan kontrol terhadap sistem kerja dari alat yang dirangkai kami melakukan pengujian terhadap komponen yang digunakan untuk memastikan sistem bekerja dengan baik dengan sistem bekerja dari masing – masing komponen, berikut adalah hasil pengujian terhadap komponen – komponen inti pada *sistem solar cell* ini.

#### **Pengujian unit Solar Cell**

Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan dan menempatkan alat pada

daerah yang terkena sinar matahari untuk memastikan adanya energi yang diserap oleh *solar cell* dan disalurkan oleh *controller* untuk disimpan di *accumulator*, berikut ini hasil pengukuran tegangan yang keluar dari sistem solar cell dengan multimeter.

Pada setiap pengukuran dihasilkan tegangan output dari solar cell sebesar 14,14 VDC, ini menandakan bahwa unit *solar cell* sudah bekerja dengan baik.



**Gambar 16. Pengukuran Output Solar Cell**

#### **Pengujian Charger Controller**

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran pada pin output dari *charger controller* hal ini dilakukan dengan terlebih dahulu *charger controller* menerima inputan dari unit *solar cell* yang sudah di aktifkan, dari pengukuran dengan

menggunakan multimeter tersebut diperoleh hasil :

Tegangan *output* dari *charger controller* terukur sebesar 12,6 VDC, ini menandakan bahwa unit *charger controller* bekerja dengan baik.



**Gambar 17. Pengukuran Output Charger Controller**

#### **Pengujian Accumulator**

Pengujian dilakukan beriringan dengan proses sebelumnya yaitu dengan memastikan adanya tegangan *output* yang keluar dari *charger controller* yang

dihubungkan ke *accumulator*, saat koneksi terhubung dari *charger controller* ke pin pada *accumulator* terukur tegangan sebesar 11,51 VDC, ini menandakan *accumulator* bekerja dengan baik



**Gambar 18. Pengukuran Output Accumulator**

**Pengujian Inverter**

Dengan memberikan tegangan input sebesar 12 VDC pada rangkaian *inverter*, dapat dilakukan pengukuran pada output dari inverter, berdasarkan hal tersebut hasil pengukurannya adalah :

Tegangan output tanpa beban dari rangkaian *inverter* adalah sebesar 242,1 VAC, ini menandakan bahwa rangkaian *inverter* dapat berjalan dengan baik.



**Gambar 19. Pengukuran Output dari Inverter Tanpa Beban**

**Pengujian Output**

Untuk menguji *output* dari pembangkit listrik tenaga surya ini dipasanglah pada saluran keluaran dua buah kabel yang di hubungkan ke soket lampu untuk menyalakan dua buah lampu

pijar yang berdaya masing – masing 25 Watt, pada tahap ini lampu dapat menyala dengan baik ini menandakan *output* dari rangkain pembangkit listrik tenaga surya ini sudah bekerja dengan baik.



**Gambar 20. Cahaya yang Dihasilkan Oleh Lampu 2 X 25 Watt**

**Analisis Daya**

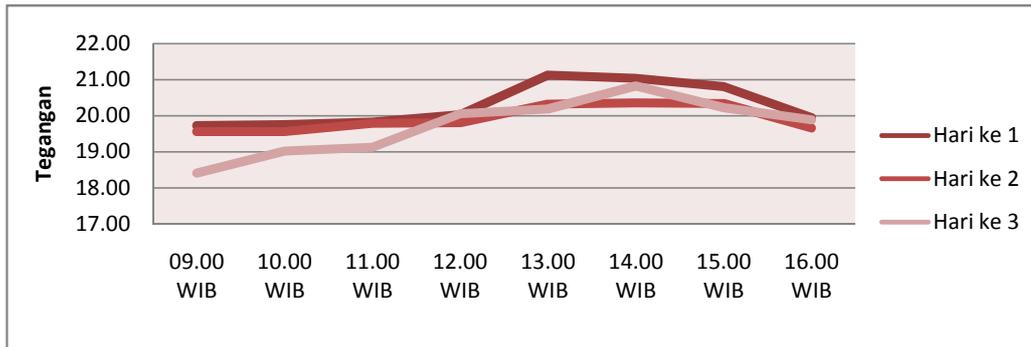
**Daya pada solar cell**

Tegangan yang dihasilkan oleh sebuah *solar cell* tentu saja akan bervariasi sesuai dengan sinar yang diterima oleh unit solar cell nya, penggunaan *solar tracker*

dimaksudkan agar sinar yang dihasilkan oleh cahaya matahari dapat diterima secara maksimal oleh *solar cell*. Berikut ini adalah data pengukuran tegangan yang diukur pada interval 1 jam selama 3 hari.

**Tabel 1. Tegangan yang Dihasilkan oleh Solar Cell**

Jam	Tegangan yang dihasilkan dihari pertama	Tegangan yang dihasilkan dihari kedua	Tegangan yang dihasilkan dihari ketiga
09.00 WIB	19,73 V	19,56 V	18,41 V
10.00 WIB	19,76 V	19,56 V	19,02 V
11.00 WIB	19,83 V	19,79 V	19,13 V
12.00 WIB	20,03 V	19,81 V	20,06 V
13.00 WIB	21,13 V	20,32 V	20,19 V
14.00 WIB	21,04 V	20,36 V	20,83 V
15.00 WIB	20,81 V	20,34 V	20,23 V
16.00 WIB	19,95 V	19,66 V	19,89 V



**Gambar 21. Grafik Tegangan yang Dihasilkan oleh Solar Cell**

Dari hasil pengukuran tegangan arus yang mengalir dari solar cell bisa kita di atas dan daya maksimum dari solar cell hitung, berikut ini adalah contoh adalah 50 Watt dan dengan menggunakan perhitungannya rumus perhitungan daya  $P = V.I$ , maka

Perhitungan arus pada jam 09.00 WIB hari pertama adalah:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{50 \text{ Watt}}{19,73 \text{ volt}} = 2,53 \text{ A.}$$

Perhitungan arus pada jam 13.00 WIB hari kedua adalah:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{50 \text{ watt}}{20,32 \text{ volt}} = 2,46 \text{ A.}$$

Perhitungan arus pada jam 16.00 WIB hari ketiga adalah:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{50 \text{ watt}}{19,89 \text{ volt}} = 2,51 \text{ A.}$$

Tegangan rata-rata yang dihasilkan oleh solar cell perharinya:

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata} &= \frac{\text{jumlahtegangan yangdihasilkantipharinya}}{\text{jumlahbanyaknyapengambilandata}} \\ &= \frac{479,45}{24} = 19,98 \text{ V} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat dibuatkan sebuah tabel sesuai dengan data pengukuran tegangan sebagai berikut.

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Arus yang Dihasilkan Solar Cell**

Jam	Arus yang dihasilkan dihari pertama	Arus yang dihasilkan dihari kedua	Arus yang dihasilkan dihari ketiga
09.00 WIB	2,53 A	2,56 A	2,62 A
10.00 WIB	2,53 A	2,56 A	2,61 A
11.00 WIB	2,52 A	2,52 A	2,49 A
12.00 WIB	2,49 A	2,52 A	2,49 A
13.00 WIB	2,37 A	2,46 A	2,47 A
14.00 WIB	2,37 A	2,45 A	2,40 A
15.00 WIB	2,40 A	2,45 A	2,47 A
16.00 WIB	2,50 A	2,54 A	2,51 A
Jumlah	19,71 A	20,06 A	20,06 A

Arus rata – rata dalam daya maksimum yang dihasilkan perharinya adalah :

$$I \text{ rata-rata} = \frac{50 \text{ watt}}{19,98 \text{ volt}} = 2,50 \text{ A}$$

Dengan menggunakan rumus  $P = V.I$  maka daya rata-rata yang dihasilkan adalah ;

$$P \text{ maks rata-rata} = V \text{ rata-rata} \times I \text{ rata-rata} = 19,98 \text{ V} \times 2,50 \text{ A} = 49,95 \text{ Watt}$$

$$\text{Daya tertampung per hari} = P \text{ rata-rata} \times \text{waktu penyinaran} = 49,95 \text{ Watt} \times 8 \text{ jam} = 399,6 \text{ Watt}$$

Dibawah ini merupakan beberapa contoh dokumentasi dari pengukuran tegangan yang dilakukan selama tiga hari.



**Gambar 22. Dokumentasi Pengambilan Data Tegangan Pada Solar Cell**

#### **Daya pada accumulator**

Untuk memenuhi kebutuhan pengisian *accumulator* sehingga dalam kondisi penuh, *accumulator* harus di *charge*/di isi dari tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell*. Dari hasil pengukuran pada tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* sebelumnya rata-rata *solar cell* bisa menghasilkan tegangan tiap harinya sebesar 19,98 V dengan arus tegangannya sebesar 2,50 A. Maka dengan menggunakan rumus  $h = \frac{i_{\text{baterai}}}{i_{\text{charger}}}$  berapa

lama *accumulator* tersebut bisa terisi penuh bisa kita hitung secara matematis. Hasil dari perhitungan berapa lama pengisian *accumulator* bisa dilihat dari perhitungan dibawah ini.

$$h = \frac{i_{\text{baterai}}}{i_{\text{charger}}} = \frac{36 \text{ Ah}}{2,50 \text{ A}} = 14,4 \text{ jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi *accumulator* sampai dalam keadaan penuh adalah sekitar 14,4 jam. Dibawah ini merupakan contoh dokumentasi dari hasil tegangan yang dihasilkan oleh *accumulator*.



**Gambar 23. Pengukuran Tegangan Output pada Accumulator**

Perhitungan kapasitas *charge* dan *discharge* pada *accumulator* adalah sebagai berikut :

Waktu efektif penyinaran : 9 jam ( 07.00 wib – 17.00 wib )

Beban yang terpasang : 25 Watt ( lampu pijar ) sebanyak 2 buah

Daya maksimum dalam arus yang bisa disimpan oleh *accumulator* adalah sebagai berikut :

Waktu penyinaran x arus dari charger per jam = 9 jam x 2,50 A = 22,5 Ah

Asumsi beban yang digunakan untuk motor penggerak (10% dari kapasitas maksimum) : 22,5 Ah x 10% = 2,25 Ah

Daya maksimum yang bisa digunakan : (22,5Ah-2,25Ah) x 12V= 20,25Ah x 12V= 243 Watt

Berapa lama *accumulator* dapat memberikan suplay arus Untuk menyalakan lampu pijar 50 Watt, perhitungannya adalah seperti dibawah ini : Besar beban arus = 50 Watt / 12 V= 4,16 A

Arus maksimum yang tersedia / konsumsi arus perjam = 20,25 Ah / 4,16 A = 4,87 jam (lamanya daya yang bisa digunakan untuk menyalakan lampu 50 Watt).

### KESIMPULAN

- Secara umum *system solar cell* yang dirancang bekerja dengan baik ini ditandai dengan berfungsinya setiap bagian maupun komponen dari rancangan *solar cell* ini, begitupun dengan dapat terujinya sistem penerangan menggunakan dua buah lampu pijar masing – masing sebesar 25 Watt yang bisa menyala secara sempurna.
- Total daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh solar cell selama 8 jam penyinaran adalah sekitar 399,6 Watt.

- Kapasitas arus yang dihasilkan oleh 1 buah solar cell 50 Wp yang dihasilkan selama 9 jam penyinaran dan disimpan pada sebuah *accumulator* dapat digunakan untuk menyalakan lampu pijar 50 Watt selama 4,87 Jam

### DAFTAR PUSTAKA

- Amien Rahardjo, Herlina dan Husni Safruddin, **Optimalisasi Pemanfaatan Sell Surya Pada Bangunan Komersial Secara Terintegrasi Sebagai Bangunan Hemat Energi**, Jurusan teknik elektro – Fakultas teknik Universitas Indonesia, Depok 2008
- Frank D. Petruzella, **Elektronik Industri**, edisi Pertama, Yogyakarta, 2001 | Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa, I Gusti Bagus Wijaya Kusuma, **Kajian Energi Surya Untuk Pembangkit Tenaga Listrik**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Bali 2005
- Kadir, A., **Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik**, Jakarta : UI – Press, 2000
- Manwell, J.F., & McGowan, J.G. (1993). **“Lead acid battery storage model for hybrid energy systems”**. *Solar Energy*, 50(5), 399-405.
- Photovoltaic and Solar Cells News**.Majalah online mengenai teknologi dan instalasi sel surya di seluruh dunia
- William H. Hayt, Jr; Jack E. Kemmerly, alih bahasa Pantur Silaban, Jilid 1, Penerbit Erlangga (Edisi ke empat). <http://invertersupply.com/>, **Inverter 450 Watt**, diambil tanggal 28 Oktober 2012