

ANALISIS PENGARUH INTENSITAS MATAHARI, SUHU PERMUKAAN & SUDUT PENGARAH TERHADAP KINERJA PANEL SURYA

Suwarti dan Wahyono

Jl. Prof. H. Sudarto,SH., Tembalang, 5027, PO BOX 6199/ SMS
Telp. (024) 7473417, 7499585, Faks. (024)7472396
<http://www.polines.ac.id>, e-mail: secretariat@polines.ac.id

Abstrak

Tujuan utama tugas akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas matahari, suhu permukaan, dan sudut pengarah terhadap daya panel surya. Pengaruh intensitas matahari didapat dengan cara perubahan waktu sehingga intensitasnya bervariasi dengan sudut tetap 90° dan suhu permukaan relatif sama, suhu permukaan didapatkan dengan cara memvariasi suhu dengan sudut pengarah tetap 90° dan intensitas relatif sama, sudut pengarah didapat dengan cara memvariasi sudut pengarah dengan intensitas dan suhunya relatif sama. Pengaruh kinerja panel surya yaitu semakin besar intensitas matahari maka arusnya semakin besar dan tegangannya cenderung tetap. Suhu permukaan mempengaruhi performa panel surya yaitu semakin besar temperaturnya maka tegangannya semakin kecil dan arusnya cenderung tetap. Sudut pengarah mempengaruhi performa panel surya yaitu semakin mendekati tegak lurus terhadap datangnya cahaya matahari maka tegangan dan arusnya akan semakin besar. Data-data hasil pengujian kemudian diolah untuk mengetahui daya listrik maksimum yang mampu dihasilkan. Hasil tugas akhir ini menunjukkan bahwa pada intensitas matahari 1006 W/m² dengan daya terbesar yang mampu dihasilkan adalah 28,035 watt. Pada temperature permukaan 54,5°C dengan daya terbesar 28,035 watt. Pada sudut pengarah 90° daya terbesar yang dihasilkan adalah 26,7735 watt. Performa panel surya dipengaruhi oleh intensitas matahari, temperatur permukaan, dan sudut pengarah semakin besar faktor yang mempengaruhinya daya yang dihasilkan juga semakin besar.

Kata kunci : *Performa panel surya, Daya yang dihasilkan, Faktor pengaruh.*

1. PENDAHULUAN

Energi listrik telah menjadi kebutuhan primer dalam kehidupan manusia, hampir setiap sendi kehidupan manusia telah melibatkan listrik di dalamnya. Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk serta pertumbuhan ekonomi dan industri yang semakin pesat, mengakibatkan kebutuhan energi listrik di Indonesia juga mengalami peningkatan yang signifikan. Untuk mengatasi semakin meningkatnya kebutuhan listrik ini, perlu adanya inovasi dalam hal energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang tersedia di alam dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik adalah angin. Angin merupakan salah satu bentuk energi yang melimpah di bumi dan tidak ada habisnya sehingga pemanfaatan sistem konversi energi angin akan berdampak positif terhadap

lingkungan. Energi angin dapat memberikan kontribusi signifikan bagi pengurangan emisi karena tidak dihasilkan emisi CO₂ selama produksi energi listrik oleh turbin angin.

Untuk mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik perlu adanya turbin angin sebagai peralatan utamanya. Turbin angin yang paling sering digunakan pada saat ini adalah turbin angin tipe horizontal (TAPH). Desain turbin angin horizontal mirip seperti kincir angin yaitu memiliki blade yang berputar pada sumbu vertikal. Jenis turbin angin poros horizontal yang memiliki unjuk kerja yang lebih baik adalah rotor sudut tipe *propeller*. Jenis rotor *propeller* dengan sudu multiblade bekerja optimum pada kecepatan angin yang relatif rendah. Kelebihan dari turbin angin poros horizontal (TAPH) adalah memiliki

efisiensi yang lebih tinggi, karena sudu selalu bergerak tegak lurus terhadap angin dan menerima daya sepanjang putaran. Pemanfaatannya yang umum sekarang sudah digunakan adalah untuk memompa air dan pembangkit tenaga listrik.

Pembangkit listrik tenaga angin yang berkembang saat ini masih memiliki daya yang relatif kecil, hal tersebut dikarenakan turbin yang ada masih memiliki efisiensi yang kecil. Pada rancang bangun ini, turbin angin berjenis poros horizontal dan memiliki rotor berjumlah 3 buah, dimana pada setiap rotor memiliki 4 buah sudu yang berbentuk flat. Penggunaan rotor yang berjumlah 3 buah ini diharapkan menambah gaya dorong pada sudu turbin, sehingga akan meningkatkan putaran yang dihasilkan turbin. Dengan semakin meningkatnya putaran sudu, tentu saja akan meningkatkan efisiensi turbin angin, sehingga dapat dimanfaatkan pada PLTB. Masalah energi merupakan topik penelitian yang menarik sepanjang peradaban umat manusia. Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Terdapat beberapa sumber energi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas (Fishbane, 1996). Salah satunya energi alternatif yang hampir mencakup kriteria aman bagi lingkungan adalah energi matahari.

Indonesia memiliki potensi sumber energi matahari sangat besar karena mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun. Energi matahari merupakan energi yang berjumlah sangatlah besar dan masih sangat sedikit digunakan. Jumlah rata-rata panas matahari yang dapat terpancarkan ke bumi sekitar 1KW/m² atau setara dengan 1000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini (Fishbane, 1996). Atau dengan kata lain, dengan menutup 0,1 % saja permukaan bumi dengan solar cell yang memiliki efisiensi 10 persen sudah mampu untuk menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia saat ini (Fishbane, 1996).

Penggunaan energi matahari tidak dapat digunakan secara langsung. Melainkan, Perlu adanya suatu alat tambahan yang dinamakan panel surya. Pada dasarnya

prinsip dasar dari memanfaatkan energi matahari adalah mengkonversi dari panas matahari yang diserap oleh panel surya diubah menjadi listrik.

Dalam mengubah energi pada solar cell ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam pengotimalan perubahan energi. Diantaranya adalah faktor orientasi terhadap matahari yang selalu berubah-ubah yang dapat mengurangi optimalisasi solar cell dalam perubahan energi matahari menjadi energi listrik (Lorenzo, 1994). Panel surya dapat optimal ketika berhadapan langsung dengan pancaran sinar matahari, dalam artian posisi panel surya harus tegak lurus dengan cahaya yang datang (Lorenzo, 1994).

Kelemahan utama dari penggunaan energi matahari adalah energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem, sehingga tidak dapat dijadikan sumber utama penyedia energi listrik. Permasalahannya saat ini adalah bagaimana menggunakan panel surya untuk mendapatkan keluaran listrik yang optimal.

Pemakaian panel surya umumnya diletakkan dengan posisi tertentu dengan tanpa perubahan (Takun et al., 2011), sebagai contohnya panel surya hanya di hadapkan ke titik atas, padahal untuk mendapatkan keluaran listrik yang optimal panel diposisikan dengan sudut 90⁰ dengan matahari.

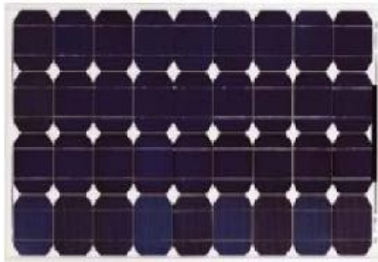
Dari kondisi normal *position*, efektivitas *solarcell* dalam menghasilkan daya yang lebih besar lebih mudah didapat (Lorenzo, 1994). Karena karakteristik dari panel surya sendiri, panel surya akan mendapatkan daya optimal ketika di posisi 90 derajat. Dengan memperhatikan perilaku bunga matahari yang selalu mengikuti arah matahari, *solar cell* perlu didesain seperti tersebut agar efektivitas kerja *solar cell* lebih maksimal (Lorenzo, 1994).

Sehingga dengan adanya alat ini berfungsi untuk menguji performa panel surya pada parameter pengaruh cuaca, temperatur dan sudut datangnya sinar matahari.

Berikut ini adalah jenis-jenis panel surya:

1. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Panel surya jenis monokristal memiliki efisiensi sampai dengan 14-17%. Kelemahan dari panel surya jenis ini adalah efisiensinya akan turun saat cuaca berawan. Berikut ini adalah contoh panel surya jenis monokristal yang ditunjukkan pada gambar 2.1.

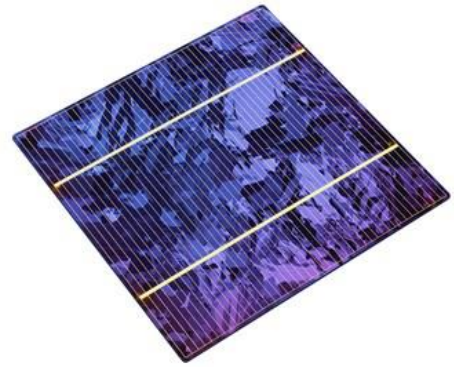


Gambar 2.1 Panel Surya Jenis Monokristal

(Sumber: Modul Pengenalan Teknologi Tenaga Surya, 2008 : 32)

2. Polikristal (*Poly-crystalline*)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung. Panel surya bermateri polikristal dikembangkan atas alasan mahalanya materi monokristal per kilogram. Efisiensi konversi sel surya jenis polikristal berkisar antara 11,5%-14%. Contoh panel surya jenis polikristal ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Panel Surya Jenis Polikristal

(Sumber:

<http://generasisolar.com/>)

3. *Thin Film Solar* (TFSC)

Jenis sel surya ini diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar. Panel surya jenis *thin film solar* ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Panel Surya Jenis *Thin Film*

(Sumber: <http://suryautamaputra.id/>)

Sel surya jenis ini sangat tipis sehingga sangat ringan dan fleksibel. Jenis ini dikenal juga dengan nama TFPV (*Thin Film Photovoltaic*). Berdasarkan materialnya, sel surya *thin film* ini digolongkan menjadi:

- a. *Amorphous Thin-Film Silicon (a-Si) Solar Cells.*
- b. *Cadmium Telluride (CdTe) Solar Cells.*

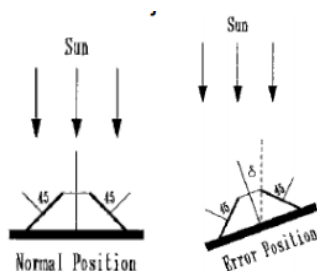
- c. *Copper Indium Gallium Selenide (CIGS) Solar Cells.*

4. Material Lain

Panel surya pada generasi ketiga tersusun atas lebih banyak variasi material untuk masing-masing panel surya. Beberapa diantaranya jenis-jenis panel surya tersebut adalah:

- a. *Copper zinc tin sulfide solar cell (CZTS)*
- b. *Dye sensitized solar cell*
- c. *Organic solar cell*
- d. *Perovskite solar cell*
- e. *Polymer solar cell*
- f. *Quantum dot solar cell*
- g. *Building integrated photovoltaics (BIPV)*

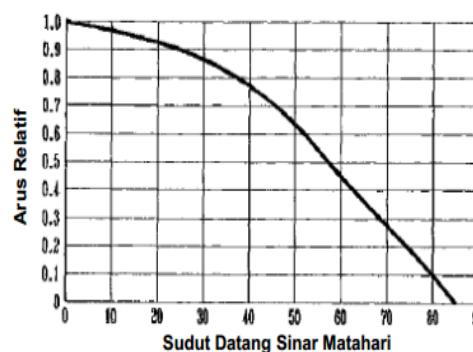
Panel surya dapat optimal ketika berhadapan langsung dengan pancaran sinar matahari, dalam artian posisi panel surya harus tegak lurus dengan cahaya yang datang, seperti ditunjukkan pada gambar 2.5 (Lorenzo, 1994). Dari kondisi normal position, efektivitas *solar cell* dalam menghasilkan daya yang lebih besar lebih mudah didapat (Lorenzo, 1994). Karena karakteristik dari panel surya sendiri, panel surya akan mendapatkan daya optimal ketika di posisi 90 derajat.



Gambar 2.5. Posisi Solar Cell dalam menerima cahaya matahari (Lorenzo, 1994)

Dari Gambar 2.6 dapat dilihat ketika cahaya matahari yang diterima *solar cell* dalam berbagai posisi mulai dari 0° - 90°. *Solar cell* menghasilkan daya maksimal ketika posisinya saling tegak lurus dengan

cahaya matahari. Dengan memperhatikan perilaku bunga matahari yang selalu mengikuti arah matahari, *solar cell* perlu didesain seperti tersebut agar efektivitas kerja *solar cell* lebih maksimal (Lorenzo, 1994).



Gambar 2.6. Kurva pada Solar Cell dengan sudut tangkap antara 0° - 90° (Lorenzo, 1994)

2.4 Posisi Letak Sel Surya terhadap Matahari

Mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan modul surya secara tegak lurus akan memperoleh energi maksimum ± 1000 w/m² atau 1 kw/m². Untuk mempertahankan tegak lurusnya sinar matahari terhadap panel surya dibutuhkan pengaturan posisi modul surya, karena sun altitude akan berubah setiap jam dalam sehari.

2.5 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Disebut sebagai papan pengembangan karena board ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit mikrokontroler. Dengan menggunakan papan pengembangan, akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroler dibanding jika memulai merakit ATmega328 dari awal di *breadboard*. Board arduino uno tampak depan dapat dilihat pada gambar 2.7

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno R3

Chip mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	14 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM
Analog Input pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB, 0.5 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	68.6 mm x 53.4 mm
Berat	25 g



Gambar 2.7. Board Arduino Uno R3 Tampak Depan
(Sumber : <http://ecadio.com/mengenal-dan-belajar-arduino-uno-r3>)

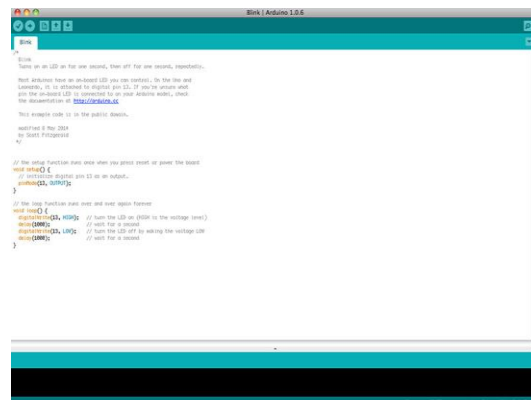
Arduino Uno memiliki 14 digital pin input / output (atau biasa ditulis I/O, dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau diberi power dengan adaptor AC-DC atau baterai, sudah dapat bermain-main dengan Arduino UNO tanpa khawatir akan melakukan sesuatu yang salah. Kemungkinan paling buruk hanyalah kerusakan pada chip ATmega328, yang

dengan harga yang relatif murah.

Kata " Uno " berasal dari bahasa Italia yang berarti "satu", dan dipilih untuk menandai peluncuran Software Arduino (IDE) versi 1.0. Arduino. Sejak awal peluncuran hingga sekarang, Uno telah berkembang menjadi versi Revisi 3 atau biasa ditulis REV 3 atau R3. Software Arduino IDE, yang bisa diinstall di Windows maupun Mac dan Linux, berfungsi sebagai software yang membantu anda memasukkan (upload) program ke chip ATmega328 dengan mudah. Spesifikasi arduino dapat dilihat pada tabel 2.1.

2.6.1 Pemrograman

Pemrograman board Arduino dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE), Chip ATmega328 yang terdapat pada Arduino Uno R3 telah diisi program awal yang sering disebut bootloader. Bootloader tersebut yang bertugas untuk memudahkan anda melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan Arduino Software, tanpa harus menggunakan tambahan hardware lain. Cukup hubungkan Arduino dengan kabel USB ke PC atau Mac/Linux anda, jalankan software Arduino Software (IDE), dan anda sudah bisa mulai memrogram chip ATmega328. Lebih mudah lagi, di dalam Arduino Software sudah diberikan banyak contoh program yang memanjakan anda dalam belajar mikrokontroler. Gambar 2.8 adalah salah satu contoh halaman pemrograman.



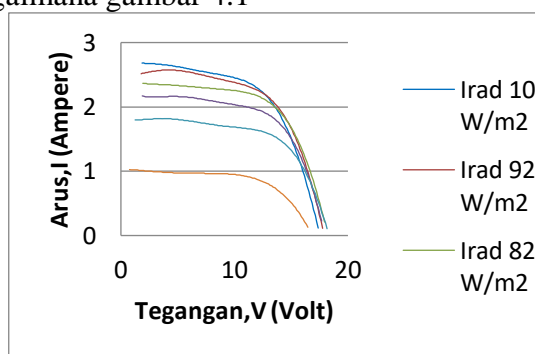
Gambar 2.8 Pemrograman

Untuk pengguna mikrokontroler yang sudah lebih mahir, anda dapat tidak menggunakan bootloader dan melakukan pemrograman langsung via header ICSP (In Circuit Serial Programming) dengan menggunakan Arduino ISP

Arduino Uno R3 telah dilengkapi dengan chip ATmega16U2 yang telah diprogram sebagai konverter USB to Serial. Firmware ATmega16U2 di load oleh DFU bootloader, dan untuk merubahnya anda dapat menggunakan software [Atmel Flip \(Windows\)](#) atau [DFU programmer](#) (Mac OSX dan Linux), atau menggunakan header ISP dengan menggunakan hardware external programmer.

HASIL DAN ANALISA DATA

Dari tabel 4.1 dan lampiran 1 dapat dibuat grafik arus fungsi tegangan pada intensitas matahari yang berbeda sebagaimana gambar 4.1

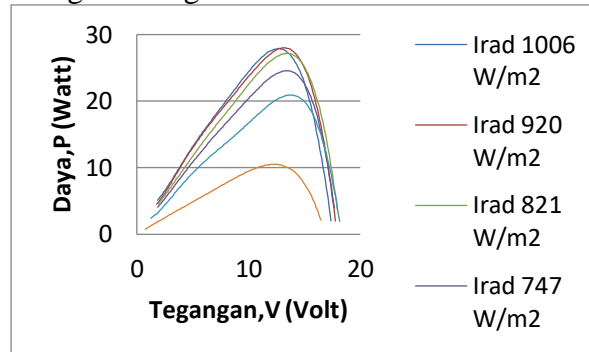


Gambar 4.1 Grafik hubungan Arus (I) dengan Tegangan (V) pada intensitas matahari

Berdasarkan gambar 4.1 pada masing-masing intensitas matahari, pada saat tegangan semakin besar maka arusnya akan semakin naik hingga mencapai titik puncak, selanjutnya dengan bertambahnya tegangan arus semakin menurun. Arus maksimal pada intensitas 1006W/m² didapat 2,7A dan tegangan maksimalnya 17,38V, arus pada intensitas 920W/m² didapat 2,62A dan tegangan maksimalnya 17,77V, arus pada intensitas 821W/m² didapat 2,45A dan tegangan maksimalnya 17,94V, arus pada intensitas 747W/m² didapat 2,25A dan tegangan maksimalnya 17,69V, arus pada intensitas 613W/m² didapat 1,85A dan tegangan maksimalnya 18,16V, dan arus

pada inensitas 541W/m² didapat 1,05A dan tegangan maksimalnya 16,47V.

Dari tabel 4.1 dan lampiran 1 dapat dibuat grafik daya fungsi tegangan pada intensitas matahari yang berbeda sebagaimana gambar 4.2

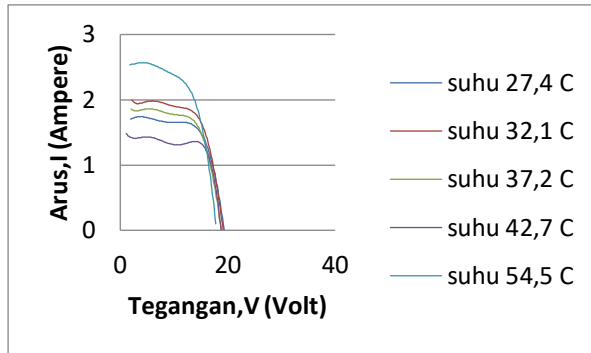


Gambar 4.2 Gafik Hubungan Daya (P) dengan Tegangan (V) pada intensitas matahari

Berdasarkan gambar 4.2 pada masing-masing intensitas matahari, pada saat tegangan semakin besar maka dayanya akan semakin naik hingga mencapai titik puncak, selanjutnya dengan bertambahnya tegangan daya semakin menurun. Daya maksimal pada intensitas 1006W/m² didapat 27,478W dan tegangan maksimalnya 17,38V, daya maksimal pada intensitas 920W/m² didapat 28,035W dan tegangan maksimalnya 17,77V, daya maksimal pada intensitas 821W/m² didapat 27,306W dan tegangan maksimalnya 17,24V, daya maksimal pada intensitas 747W/m² didapat 25,271W dan tegangan maksimalnya 17,69V, daya maksimal pada intensitas 613W/m² didapat 21,054W dan tegangan maksimalnya 18,16V, dan daya maksimal pada intensitas 541W/m² didapat 11,16W dan tegangan maksimalnya 16,47V.

Dari tabel 4.2 dan lampiran 2 dapat dibuat grafik arus fungsi tegangan pada suhu permukaan yang berbeda sebagaimana gambar 4.3

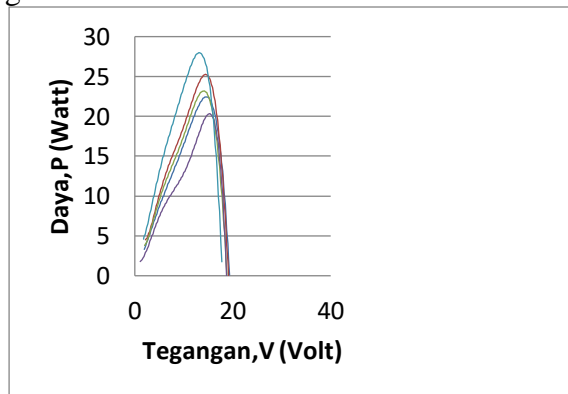
Berdasarkan gambar 4.3 pada masing-masing suhu permukaan, pada saat tegangan semakin besar maka arusnya akan semakin naik hingga mencapai titik puncak, selanjutnya dengan bertambahnya tegangan arus semakin menurun. Arus maksimal pada suhu 27,4 °C di dapat 1,8A dan tegangan



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Arus (I) dengan Tegangan (V) pada suhu permukaan

maksimalnya 19,35V, arus pada suhu 32,1°C didapat 2A dan tegangan maksimalnya 19,16V, arus pada suhu 37,2°C didapat 1,95A dan tegangan maksimalnya 18,82V, arus pada suhu 42,7°C didapat 1,9A dan tegangan maksimalnya 18,26V, dan arus pada suhu 54,5°C didapat 2,65A dan tegangan maksimalnya 17,72V.

Dari tabel 4.2 dan lampiran 2 dapat dibuat grafik daya fungsi tegangan pada suhu permukaan yang berbeda sebagaimana gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Daya (P) dengan Tegangan (V) pada suhu permukaan

Berdasarkan gambar 4.4 pada masing-masing suhu permukaan, pada saat tegangan semakin besar maka dayanya akan semakin naik hingga mencapai titik puncak, selanjutnya dengan bertambahnya tegangan daya semakin menurun. Daya maksimal pada suhu 27,4°C didapat 22,1415W dan tegangan maksimalnya 19,35V, daya maksimal pada suhu 32,1°C didapat 25,038W dan tegangan maksimalnya 19,16V, daya maksimal pada

suhu 37,2°C didapat 23,273W dan tegangan maksimalnya 18,82V, daya maksimal pada suhu 42,7°C didapat 26,012W dan tegangan maksimalnya 18,26V, dan daya maksimal pada suhu 54,5°C didapat 28,035W dan tegangan maksimalnya 17,77V

KESIMPULAN

Pada pengujian pengaruh intensitas matahari, suhu permukaan, dan sudut pengarah terhadap daya panel surya dapat diketahui bahwa :

1. Semakin besar intensitas matahari maka arus yang dihasilkan akan semakin besar dan tegangannya cenderung tetap, selain itu semakin besar intensitas matahari maka daya yang dihasilkan juga semakin besar.
2. Semakin besar suhu permukaannya maka tegangan yang dihasilkan akan semakin kecil dan arusnya cenderung tetap, selain itu semakin besar temperature permukaan maka dayanya semakin besar.
3. Semakin mendekati tegak lurus terhadap datangnya cahaya matahari maka tegangan dan arusnya akan semakin besar, selain itu semakin mendekati tegak lurus sudut pengarah mendekati cahaya matahari maka semakin besar dayanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Fishbane, P.M., Gasirowicz, S., and Thornton, S.T., 1996: *Physics for scientists and engineers*, 2nd edition, Prentice-hall, New Jersey
- Lorenzo, Eduardo. 1994. *Solar electricity, engineering of photovoltaic systems*. Madrid: Polytechnic University of Madrid
- Takun, Pongsakor, Somyot Kaitwanidvilai, Chaiyan Jettanasen, *Maximum power point tracking*