

PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA (PV) TERHADAP KELUARAN DAYA

Abdul Kodir Albahar¹, Muhammad Faizal Haqi²

Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta

abdulkodiralbahar@unkris.ac.id, muhammad26faizal.fm@gmail.com

ABSTRAK- Sumber energi terbarukan mempunyai sifat terbarukan serta berkesinambungan dan pemanfaatan sumber energi terbarukan merupakan alternatif yang perlu terus dikembangkan. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan energi matahari sebagai sumber terbarukan dan mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Untuk memaksimalkan intensitas matahari yang diterima oleh panel surya maka pada perancangan sistem dibutuhkan sudut kemiringan panel surya yang paling tepat untuk menerima radiasi matahari yang paling tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan arus keluaran terhadap perubahan sudut kemiringan pada photovoltaic, hasil yang diperoleh pengukuran sudut kemiringan PV yang optimum peletakan panel surya dalam menerima paparan radiasi sinar matahari pada sudut 150, dengan tegangan sebesar 18 Volt, nilai arus keluaran sebesar 6,8 Ampere sehingga menghasilkan daya sebesar 122,4 Watt. Panel surya yang digunakan adalah sebesar 100 WP sebanyak 4 modul dipasang dengan diparalel dilengkapi sistem penyimpanan Baterai berkapasitas 12 V, 100 AH sebanyak 1 buah. Kapasitas Solar Charge Control sebesar 30 Ampere.

Kata Kunci – PLTS, Panel Surya, Wp, Batterai, Solar Charge Control

ABSTRACT- Sources energy renewable have the properties of renewable and sustainable and use of renewable energy sources is an alternative that need to be developed. Solar power plant (PLTS) using solar energy as a renewable source and convert the solar energy into electrical energy. To maximize the intensity of the sunlight received by the solar panel then on system design required a slope angle of solar panel is most appropriate to receive the radiation of the sun most high. This study was conducted to determine the increase in output current to change the slope angle on the photovoltaic, the results obtained by the measurement of the tilt angle of the PV is optimum laying the solar panel receiving radiation exposure to sunlight at an angle of 150, with a voltage of 18 Volts, the value of the output current of 6.8 Amperes so as to produce a power of 122,4 Watts. The solar Panel used is of 100 WP as much as 4 modules installed with diparallel equipped storage system Battery capacity 12 V, 100 AH as much as 1 fruit. The capacity of the Solar Charge Control by 30 Ampere.

Keywords – SOLAR power, Solar Panels, Wp, Battery, Solar Charge Control

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

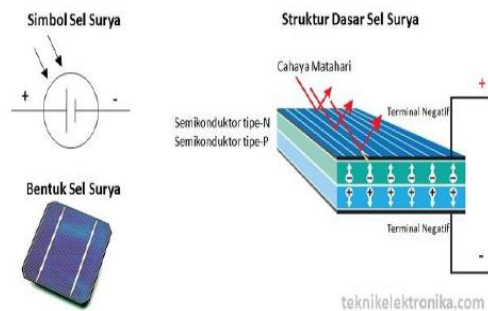
Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber daya bebas polusi dan berlimpah, terbarukan, yang dapat digunakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Energi matahari dapat digunakan sebagai pemanas langsung, memanaskan air dan udara dengan

solar kolektor serta penyediaan listrik dengan sel fotovoltaik. Beberapa kelebihan energi terbarukan antara lain: sumbernya relatif mudah didapat, dapat diperoleh dengan gratis, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu bumi secara global, dan tidak dipengaruhi oleh kenaikan bahan bakar. [1]

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Prinsip kerja sel surya (fotovoltaik)

Pengkonversian sinar matahari menjadi listrik dengan panel photovoltaik, kebanyakan menggunakan Poly Crystalline Silicon sebagai material semikonduktor photocell mereka. Prinsipnya sama dengan prinsip diode p-n Gambar dibawah ini mengilustrasikan prinsip kerja photovoltaik panel.



Gambar 1. prinsip kerja sel surya fotovoltaik
Secara sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

1. Cahaya matahari menumbuk panel surya kemudian diserap oleh material semikonduktor seperti silikon.
2. Elektron (muatan negatif) terlempar keluar dari atomnya, sehingga mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan listrik. Mengalir dengan arah yang berlawanan dengan elektron pada panel surya silikon.
3. Gabungan / susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik dc, yang nantinya akan disimpan dalam suatu wadah yang dinamakan baterai.

Daya listrik dc tidak dapat langsung digunakan pada rangkaian listrik rumah atau bangunan sehingga harus mengubah daya listriknya menjadi daya listrik ac. Dengan menggunakan konverter maka daya listrik dc dapat berubah menjadi daya listrik ac sehingga dapat digunakan.

2.2 Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah sinar yang dipancarkan dari matahari kepermukaan bumi, yang disebabkan oleh adanya emisi bumi dan gas pijar panas matahari. Radiasi dan sinar matahari dipengaruhi oleh berbagai hal sehingga pancarannya yang sampai dipermukaan bumi sangat bervariasi. Radiasi matahari yang sampai di bumi lebih kecil daripada luar angkasa atau atmosfer bumi. Hal ini disebabkan oleh adanya beberapa faktor yang dapat mengurangi radiasi matahari antara lain ada beberapa energi yang dipantulkan kembali ke luar angkasa oleh atmosfer terluar bumi. Banyak cahaya matahari yang dipantulkan kembali akibat penggunaan kaca pada perumahan. Sebagian cahaya ada yang dipantulkan oleh awan dan sebanyak 30% radiasi yang sampai ke permukaan bumi dipantulkan dengan berbagai cara.

2.2.1 Geometri Radiasi Matahari

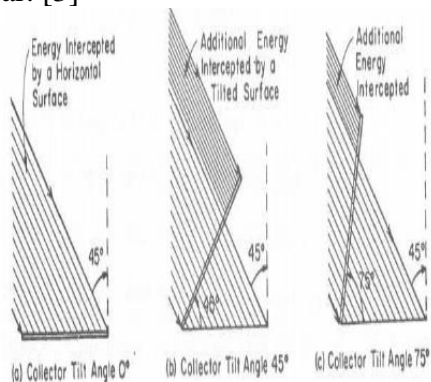
Untuk mengetahui energi radiasi yang jatuh pada permukaan bumi dibutuhkan beberapa parameter letak kedudukan dan posisi matahari, hal ini perlu untuk mengkonversikan harga fluks berkas yang diterima dari arah matahari menjadi hubungan harga ekuivalen ke arah normal permukaan. Berikut ini adalah beberapa definisi yang digunakan, antara lain :

1. Sudut datang θ
2. Sudut latitude ϕ
3. Sudut Zenit θZ
4. Sudut Azimuth δZ
5. Sudut latitude α
6. Sudut kemiringan (slope) β

2.2.2 Efek Kemiringan Permukaan

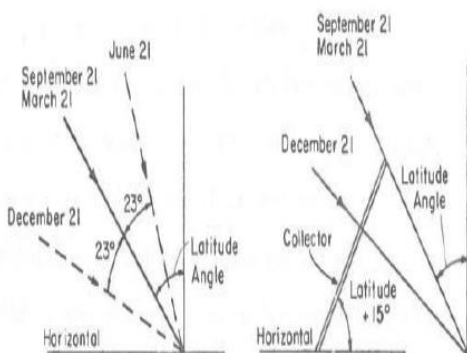
Dalam melakukan desain sistem PLTS, faktor kemiringan permukaan atau kemiringan modul sangat berpengaruh terhadap energi listrik yang dihasilkan. Desain yang dilakukan sebisa mungkin selalu tegak lurus dengan arah datangnya matahari. Sehingga perlu dilakukan perhitungan sudut kemiringan yang efektif

dalam melakukan desain sistem PLTS. Usaha yang selama ini dilakukan adalah mengupayakan modul PV agar selalu mengikuti cahaya matahari yang datang, hal ini biasa disebut dengan tracking. Tracking dapat dilakukan namun dalam prakteknya tidak memungkinkan digunakan pada sistem skala besar. [3]



Gambar 2. Efek kemiringan modul

Karena alasan inilah, upaya yang bisa dilakukan untuk memaksimalkan cahaya matahari yang diterima adalah dengan mengatur sudut penerimaan modul terhadap matahari berdasarkan data intensitas radiasi matahari setiap bulan. Untuk bulan Oktober hingga Maret, sudut datang matahari bervariasi antara 5° hingga 23° dibawah garis putus-putus pada sudut tegak lurus terhadap lokasi lintang. Untuk memaksimalkan selama musim panas kemiringan sudut modul PV diatur lebih besar 15°. [3]



Gambar 3. Variasi Sudut Datang Radiasi dan Kemiringan Modul PV

2.3 Komponen

Pada sistem pembangkit listrik tenaga surya ini memerlukan beberapa

komponen yang berfungsi untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik, disimpan dan dihubungkan pada beban, Berikut adalah komponen yang digunakan sampai ke beban :

2.3.1 Panel Surya (*solar cell*)

Pembangkit listrik Tenaga Surya merupakan sebuah alternatif yang murah dan hemat karena menggunakan sumber energi gratis dan tak terbatas dari alam yaitu energi matahari. Panel Surya dengan *lifetime* hingga 25 tahun yang berfungsi menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses *photovoltaic*.
Tahan lama

- a) Hemat energi
- b) Ramah lingkungan dan Bebas polusi
- c) Cepat dan mudah dalam pemasangan
- d) Hemat biaya perawatan
- e) Life time yang lama (solar panel hingga 25 tahun)
- f) Cocok dipasang di segala lokasi

Untuk menentukan PV yang dibutuhkan, maka rumusannya adalah sebagai berikut:

$$W_p = \frac{\text{total daya} \times \text{efisiensi charge PV}}{\text{PGF}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

W_p = satuan besaran PV (*Watt Peak*).

Efisiensi charge PV = 1,3

PGF = untuk menentukan rating total *watt peak* dari PV yang dibutuhkan. Untuk daerah Asean estimasi PGF = 3,43

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya

Solar module MY SOLAR	
Model type	My100m-12
Maximum power (Pmax)	100 W
Voltage at Pmax (Vmp)	17.6 V
Current at Pmax (Imp)	5.71 A
Open circuit voltage (Voc)	22,0 V
Short circuit current (Isc)	6.06 A
Max system voltage:	700 V
Temperature range	-45 °C ~ + 80°C

2.4.2 SCC (*Solar Charge Control*)

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. SCC mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan tegangan dari panel surya (*solar cell*). SCC menerapkan teknologi *Pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan keluaran 16 - 21 Volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt.

Beberapa fungsi dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- a) Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*.
- b) Mengatur arus yang dibebaskan/diambil dari baterai agar baterai tidak *full discharge* dan *overloading*.
- c) Monitoring temperatur baterai

Untuk membeli *solar charge controller* yang harus diperhatikan adalah:

- a) Voltage 12 Volt DC / 24 Volt DC
- b) Kemampuan (dalam arus searah) dari controller. Misalnya 5 Ampere, 10 Ampere, dsb.

Untuk menentukan keperluan rating SCC, maka digunakan rumus sebagai berikut: (jumlah PV x Imp dari PV) x efisiensi charge PV.....2.2

2.4.3 Baterai

Baterai merupakan alat menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia. Proses elektrokimia adalah di dalam baterai terjadi perubahan kimia menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas

yang berlawanan pada sel. Pada penelitian kali ini baterai yang digunakan adalah baterai sotho VRLA 12 V 100 Ah.

Dalam menentukan besaran kapasitas penyimpanan baterai, selain total beban yang harus diketahui. Faktor efisiensi kapasitas (DoD), Faktor Efisiensi konversi (DC ke AC) dan sistem tegangan baterai juga harus diperhatikan.

Depth of Discharge (DoD) adalah suatu definisi yang menentukan batas kedalaman pengeluaran daya (*discharge*) yang terdapat pada baterai tersebut. Pabrik baterai selalu memberi rating DoD baterai 80%, yang berarti bahwa hanya 80% dari energi yang tersedia yang dikeluarkan dan 20% tetap di cadangan. Baterai yang tidak dikuras habis-habisan sampai 100% kosong akan mencegah pengerusakan dan memperpanjang usia baterai. Dalam penelitian ini tidak memakai inverter sebagai pengubah tegangan DC ke AC. Jadi untuk faktor efisiensi konversinya tidak perlu dimasukan kedalam perhitungan.

Pada penelitian ini sistem yang digunakan adalah 12 v, maka rumus perhitungannya sebagai berikut:

$$AH = \frac{\text{total beban}}{\text{sistem tegangan baterai} \times \text{efisiensi kapasitas (DoD)}} \quad (2.3)$$

Untuk menghitung berapa lama panel surya dapat mengisi baterai, maka digunakan rumus berikut:

$$T_1 = \frac{C}{I} (1+20\%) \quad (2.4)$$

Keterangan:

T₁ = Waktu lama pengecasan baterai (Hours)

C = Kapasitas baterai (Ampere Hours)

I = Arus pengisian (Ampere)

20% = % De-efisiensi

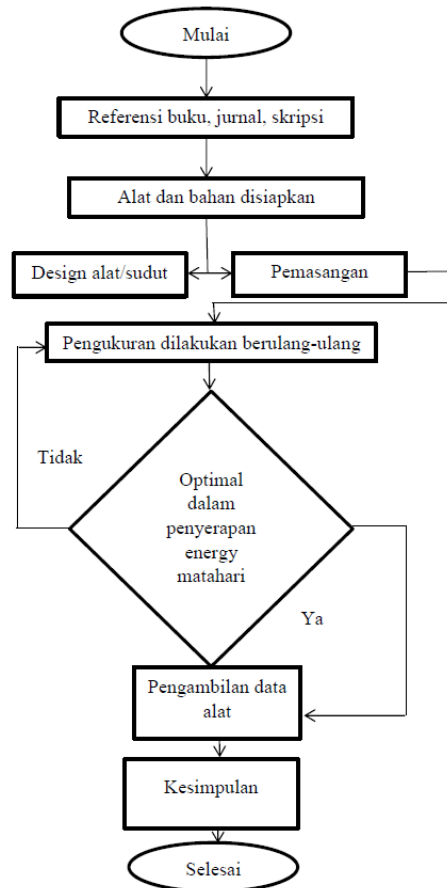
III. METODE PENELITIAN

Perancangan alat ini mengacu pada sistem yang sudah ada kemudian ditujukan untuk memanfaatkan energi alam yang tidak ada habisnya secara maksimal. Yaitu

perancangan panel surya sebagai sumber energinya.

3.1 Langkah-langkah penelitian

Sebelum melakukan penelitian ini harus memperhatikan langkah – langkahnya agar bisa mendapatkan hasil yang optimal.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3.2 Pengujian

Penelitian ini dilakukan pada siang hari dengan kondisi cahaya matahari cerah dan pada kondisi cuaca berawan (mendung) menggunakan SCC sebagai alat ukur. Pengujian ini dimaksudkan untuk memperoleh gambaran kinerja output PV dalam matahari cerah dan berawan berkisar pukul 10.00 siang sampai pukul 15.00 sore. Hasil keluaran PV dengan posisi 0°, 15° dan 30° akan di catat pada tabel.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian efisiensi modul sel surya

Incident radiation flux adalah jumlah sinar matahari yang diterima permukaan bumi dengan satuan W/m². Sedangkan STC adalah kondisi pengujian kinerja panel surya utama yang digunakan oleh kebanyakan produsen dan badan pengujian, STC merupakan standar industri untuk menunjukkan kinerja panel surya dengan ketentuan suhu sel 25⁰ – 35⁰ C dan radiasi 1000 W/m².

Setelah mengetahui *incident radiation flux* sebesar 1000 W/m², maka masukkan semua komponen perhitungan kedalam rumus :

η_{max} = Maximum efficiency
 P_{max} = Maximum power output
 $E_{(sw.sy)}$ = Incident radiation flux
 A_c = Area of collector

$$\eta_{max} = \frac{P_{max}}{E_{(sw.sy)} \times A_c} \times 100\%$$

(4.1)

$$\eta_{max} = \frac{100}{\frac{1000W}{m^2} \times 732} \times 100\%$$

$$= 0,1366 \times 100\% = 13,66\%$$

Maka diperoleh nilai efisiensi modul sel surya berukuran 100 WP yang digunakan adalah 13,66%.

4.2 Pengujian keluaran PV

Pengujian ini dilakukan di lab rooftop gedung fakultas teknik kampus Universitas Krisnadwipayana pada mulai tanggal 10 Desember 2019 pada pukul 10.00 pagi sampai pukul 15.00 sore. Pengujian ini di maksudkan untuk mengetahui keluaran panel surya yang optimal. Pengujian di lakukan pada kondisi cuaca yang cerah dan berawan. Selain itu juga dilakukan percobaan kemiringan panel surya pada posisi 0°, 15° dan 30° menghadap ke utara untuk mengetahui keluaran maksimal dari panel surya.

4.2.1 Pengujian PV 0°

Tabel 2. Output keluaran PV sudut 0° tanpa beban (10 Desember 2019)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan PV ke SCC (volt)	Arus PV ke SCC (ampere)	Daya keluaran panel surya (watt)
1	10:00	Cerah	17	5,9	100,3
2	11:00	Cerah	17	6,2	105,4
3	12:00	Cerah	18	6,3	113,4
4	13:00	Cerah	17	6,4	108,8
5	14:00	Cerah	17	6	102
6	15:00	Cerah	17	5,8	98,6
Rata – rata			17,17	6,1	104,75

Tabel 3. Sudut 0° dengan beban lampu LED DC 72 watt (14 Desember 2019)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan Baterai (volt)	Arus Beban (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Cerah	13	5,2	67,6
2	11:00	Cerah	14	5,4	75,6
3	12:00	Cerah	14	5,3	74,2
4	13:00	Cerah	14	5,2	72,8
5	14:00	Cerah	13	5,1	66,3
6	15:00	Cerah	13	4,8	62,4
Rata-rata			13,5	5,12	69,82

Tabel 4. Output PV sudut 0° tanpa beban (Berawan) (21 Desember 2019)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan PV ke SCC (volt)	Arus PV ke SCC (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Berawan	13	4,5	58,5
2	11:00	Berawan	14	4,5	63
3	12:00	Berawan	14	4,4	61,6
4	13:00	Berawan	14	4,1	57,4
5	14:00	Berawan	13	4,1	53,3
6	15:00	Berawan	13	3,9	50,7
Rata-rata			13,5	4,25	57,42

Tabel 5. Sudut 0° dengan beban lampu LED DC 72 watt (Berawan) (24 Desember 2019)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan Baterai (volt)	Arus Beban (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Berawan	12,8	4,3	55,04
2	11:00	Berawan	13	4,7	61,1
3	12:00	Berawan	14	4,7	65,8
4	13:00	Berawan	13	4,6	59,8
5	14:00	Berawan	13	4,4	57,2
6	15:00	Berawan	12,7	4,1	52,07
Rata-rata			13,12	4,47	58,50

4.2.2 Pengujian kemiringan PV 15°

Tabel 6. Output PV sudut 15° tanpa beban (28 Desember 2019)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan PV ke SCC (volt)	Arus PV ke SCC (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Cerah	18	6,2	111,6
2	11:00	Cerah	18	6,6	118,8
3	12:00	Cerah	18	6,8	122,4
4	13:00	Cerah	18	6,4	115,4
5	14:00	Cerah	17	6,4	108,8
6	15:00	Cerah	17	6,3	107,1
Rata-rata			17,77	6,45	114,02

Tabel 7. Sudut 15° dengan beban lampu LED DC 72 watt (Minggu 29 Desember 2019)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan Baterai (volt)	Arus Beban (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Cerah	13,5	5,6	75,6
2	11:00	Cerah	13,9	5,8	80,62
3	12:00	Cerah	14,1	6	84,6
4	13:00	Cerah	14,0	5,7	79,8
5	14:00	Cerah	13,8	5,7	78,66
6	15:00	Cerah	13,1	5,5	72,05
Rata-rata			13,73	5,72	78,55

Tabel 8. Output PV Sudut 15° tanpa beban (Berawan) (Sabtu 04 Januari 2020)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan PV ke SCC (volt)	Arus PV ke SCC (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Berawan	12,9	4,2	52,92
2	11:00	Berawan	13,7	4,2	57,54
3	12:00	Berawan	14,2	4,1	58,22
4	13:00	Berawan	14	3,9	54,6
5	14:00	Berawan	13,5	3,9	52,65
6	15:00	Berawan	13	3,6	46,8
Rata-rata			13,55	3,98	53,79

Tabel 9. Sudut 15° dengan beban lampu LED DC 72 watt (Berawan) (Sabtu 11 Januari 2019)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan Baterai (volt)	Arus Beban (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Berawan	12,5	4	50
2	11:00	Berawan	13,1	4,2	55,02
3	12:00	Berawan	13,6	4,2	57,12
4	13:00	Berawan	13,6	4,1	55,76
5	14:00	Berawan	13,5	3,9	52,65
6	15:00	Berawan	13	3,9	50,7
Rata-rata			13,22	4,05	53,54

4.3.3 Pengujian kemiringan PV 30°

Tabel 9. output PV sudut 30° tanpa beban (Minggu 12 Januari 2020)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan ke SCC (volt)	Arus ke SCC (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Cerah	17	5,9	100,3
2	11:00	Cerah	17	6,3	107,1
3	12:00	Cerah	17	6,2	105,4
4	13:00	Cerah	17	6,2	105,4
5	14:00	Cerah	17	5,9	100,3
6	15:00	Cerah	16	5,9	94,4
Rata-rata			16,83	6,07	102,15

Tabel 10. Sudut 30° beban lampu LED DC 72 watt (Sabtu 18 Januari 2020)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan Baterai (volt)	Arus Beban (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Cerah	13,9	5,1	70,89
2	11:00	Cerah	14	5,5	77
3	12:00	Cerah	13,6	5,6	76,16
4	13:00	Cerah	13,5	5,4	72,9
5	14:00	Cerah	13,3	5,2	69,16
6	15:00	Cerah	13,1	5,2	68,12
Rata-rata			13,57	5,33	72,37

Tabel 11. output PV sudut 30° tanpa beban (Berawan) (Sabtu 25 Januari 2020)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan PV ke SCC (volt)	Arus PV ke SCC (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Berawan	12,7	3,8	48,26
2	11:00	Berawan	12,6	3,8	47,88
3	12:00	Berawan	12,8	4,1	52,48
4	13:00	Berawan	13,1	4	52,4
5	14:00	Berawan	12,8	3,9	49,92
6	15:00	Berawan	12,8	3,8	48,64
Rata-rata			12,8	3,9	49,93

Tabel 12. Sudut 30° beban lampu LED DC 72 watt (Berawan) (Minggu 26 Januari 2020)

No	Waktu	Kondisi cuaca	Tegangan Baterai (volt)	Arus Beban (ampere)	Daya (watt)
1	10:00	Berawan	12,9	3,5	45,15
2	11:00	Berawan	13,2	3,6	47,52
3	12:00	Berawan	13,5	3,9	52,65
4	13:00	Berawan	13,3	3,7	49,21
5	14:00	Berawan	13	3,5	45,5
6	15:00	Berawan	12,7	3,3	41,91
Rata-rata			13,1	3,58	46,99

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa didapatkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaturan sudut kemiringan pv dapat mempengaruhi maksimum intensitas cahaya yang diserap oleh sel surya.
2. Untuk menentukan arah, karena posisi pemasangan panel surya berada dipulau jawa dan dibawah garis khatulistiwa maka arah yang tepat dilakukan pada penelitian ini adalah menghadap ke utara.
3. Sudut kemiringan panel surya yang menghasilkan tegangan dan arus lebih besar adalah pada sudut 15° . Pada sudut kemiringan tersebut menghasilkan daya yang paling maksimal sehingga pada sudut tersebut panel surya dapat bekerja optimal, pukul 12.00 mempunyai daya terbesar yaitu 122,4 watt.

5.2 Saran

Beberapa hal yang belum dilakukan dalam penelitian ini yang kemudian direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Kemiringan sel fotovoltaik diatur secara otomatis mengikuti arah datang sinar matahari
2. Melakukan pengambilan data di beberapa lokasi/tempat.

taman berbasis arduino uno. Thesis. Politeknik Negeri Sriwijaya.

3. Eko Rosadi. (2019). *Pembuatan modul elektro pembangkit listrik tenaga surya. Skripsi. Universitas Krisnadwipayana*
4. Tamimi, S. Indrasari, W. Iswanto, B, H. (2016). *Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Pada Prototipe Sistem Penjejak Matahari Aktif, Vol. 5, Oktober 2016, Universitas Negeri Jakarta.*
5. Hendry, S, T. Abdul, A. Muhammad, R, I. (2018). *Pengaruh sudut surya terhadap daya keluaran sel surya 10 WP tipe polycrystalline, Vol. 7, No. 2, Juni 2018.*
6. Abdul Kodir Al Bahar, Lobes Syam Paiso, 2020, 'Analisa Perubahan Cuaca Terhadap Tegangan Input Panel Surya 100 Wp', *Elektrokrisna, Vol. 8 No. 2 Februari, ISSN : 2302-4712, <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/435/436>*
7. Ayub Haryanto, Achmad Dahlan, 2015, 'Pemanfaatan Inverter Sistem Off Grid Pada Pembangkit Listrik Tenaga Matahari', *Elektrokrisna, Vol. 4 No. 1 Oktober, ISSN : 2302-4712, <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/436/437>*

DAFTAR PUSTAKA

1. Hasbi, A, S. (2017). *Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Efisiensi Sel Fotovoltaik, Vol. 10, No. 2, Oktober 2017, Polteknik KotaBaru.*
2. Sugiman Rizal. (2017). *Rancang bangun pemanfaatan solar cell pada sistem otomatisasi lampu penerangan*