Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi yang dihasilkan

Yano Hurung Anoi^{1*}, Ahmad Yani², Yunanri W.³

Prodi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang^{1,2}

Jl. Bridjend Katamso No. 40 Bontang-Kaltim 75311

Prodi Teknik Informatika Universitas Teknologi Sumbawa³

Jl. Raya Olat Maras, Batu Alang Sumbawa Besar - NTB

Email: yanodayak@yahoo.com¹, yanibima@gmail.com², yunanri.w@uts.ac.id³

Abstract

One of the natural potentials as a source of electrical energy is solar energy. The sun is the main energy source for most of the processes that occur on the surface of the earth. Solar radiation received by the earth's surface is a fundamental input for many aspects, mainly an important parameter in the application of solar cells as electricity generation. Sun cells are devices that can convert sunlight into electrical energy. In this study the data collection of solar cell panel data is collected which includes the solar radiation data, the voltage data generated and the electric current data generated at each variation of the tilt angle 0°, 8°, and 16°. This study aims to discover the effect of changes in the slope angle of solar cell panels on the efficiency of solar power generation systems. The study method used is an experimental development method which is carried out by using the tilt angle variation of the solar panel. The angle used by taking the tilt angle of the solar panel on the negative x-axis which aims to find the maximum tilt angle value. From the test results of 50 Watt Peak (WP) solar power plant installation, it can be concluded that the highest efficiency occurs at an angle of 16° and at 09:00 with a value of 46.076 %, then the second occurs at an angle of 8° and at 09:00 with a value of 45,052 %, then the lowest efficiency occurs at a slope angle of 0° and at 09:00 with a value of 43,986 %.

Keywords: *Angles, 50 WP panel, solar cell, power output, & efficiency.*

Abstrak

Salah satu potensi alam sebagai sumber energi listrik adalah energi tenaga matahari. Matahari merupakan sumber energi utama bagi sebagian besar proses-proses yang terjadi dipermukaan bumi. Radiasi matahari yang diterima permukaan bumi merupakan masukan fundamental untuk banyak aspek terutama merupakan parameter penting dalam aplikasi *solar sel* sebagai pembangkit listrik. Sel matahari merupakan piranti yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data keluaran panel sel surya yang meliputi data radiasi matahari, data tegangan yang dihasilkan dan data arus listrik yang dihasilkan pada tiap variasi sudut kemiringan 0°, 8°, dan 16°. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan sudut kemiringan panel *solar cell* terhadap efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen pengembangan yang dilakukan dengan menggunakan variasi sudut kemiringan panel surya. Sudut yang digunakan dengan mengambil sudut kemiringan panel surya pada sumbu x negatif yang tujuannya untuk mengetahui nilai sudut kemiringan yang maksimal. Dari hasil pengujian instalasi pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 Watt Peak (WP) dapat diambil kesimpulan bahwa efisiensi tertinggi terjadi pada sudut kemiringan 16° dan pada jam 09:00 dengan nilai sebesar 46.076 %, kemudian yang kedua terjadi pada sudut kemiringan 8° dan pada jam 09:00 dengan nilai

sebesar 45.052 %, kemudian efisiensi terendah terjadi pada sudut kemiringan 0° dan pada jam 09:00 dengan nilai sebesar 43.986 %.

Kata kunci: Sudut, panel 50 WP, *solar cell*, daya output, & efisiensi.

Pendahuluan

Matahari merupakan sumber energy yang bersih dan ramah lingkungan. Energi ini sangat cocok digunakan pada negara tropis seperti di Indonesia, karena letak geografis Indonesia yang berada di atas garis katulistiwa maka Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar. Setiap hari, di Indonesia dapat diperoleh energi sebesar 4,8-6,0 kWh/m² pada bidang *horizontal* yang tidak terlindung. Energi ini dapat dimanfaatkan secara langsung maupun segara tidak langsung [1].

Pemenuhan kebutuhan energi listrik saat ini masih bergantung pada sumber energi fosil yang ketersediaanya terbatas. Oleh karena itu dimasa mendatang pemanfaatan sumber energi terbarukan merupakan alternatif yang perlu terus dikembangkan [2].

Pemanfaatan energi listrik yang berasal dari matahari juga dapat dilakukan menggunakan efek *photovoltaic*, efek *photovoltaic* ini digunakan dalam sebuah *solar cell* yang terdiri dari susunan *semiconductors* untuk menghasilkan energy listrik [3]. Namun sayangnya *solar cell* yang kita gunakan masih memiliki daya yang kecil dibandingkan dengan biaya pembelian yang *relative* mahal, apalagi jika *solar cell* tersebut menggunakan sudut pemasangan yang *konstan* (tetap) [3].

Penggunaan panel surya dapat membangkitkan energi listrik dengan menggunakan energi sinar matahari. Panel surya yang terpasang selama ini masih bersifat statis, bearah pada satu orientasi. Dengan kondisi ini maka panel surya tidak dapat menangkap pancaran sinar matahari secara maksimal sepanjang hari, akibatnya efisiensi energi listrik yang dibangkitkan tidak maksimal [4].

Tinjauan Pustaka

Prinsip kerja *solar cells* (*photovoltaic*)

Energi solar atau radiasi cahaya terdiri dari biasan *foton-foton* yang memiliki tingkat energi yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat energi dari *foton* yang menentukan panjang gelombang dari *spectrum* cahaya. Ketika *foton* mengenai suatu sel *photovoltaic*, maka *foton* tersebut dapat dibiaskan dan diserap kemudian diteruskan menembus sel *photovoltaic*. *Foton* yang diserap oleh sel *photovoltaic* inilah yang akan memicu timbulnya energi listrik [5].

Pada siang hari modul surya/panel *solar cell* menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses *photovoltaic*. Energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya dapat langsung disalurkan ke beban atau disimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban. Dan arus searah DC (*direct current*) yang dihasilkan dari modul surya yang telah tersimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban terlebih dahulu. Ilustrasi prinsip kerja *solar cell* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1 [5].

Gambar 1. Konsep kerja *solar cell* [5].

Karakteristik panel *photovoltaik*

Sifat-sifat listrik dari modul surya biasanya diwakili oleh karakteristik arus tegangannya. Jika sebuah modul surya dihubung singkat ($V_{\text{modul}} = 0$), maka arus

hubung singkat (I_{sc}) mengalir. Pada keadaan rangkaian terbuka ($I_{modul} = 0$), maka tegangan modul disebut tegangan terbuka (V_{oc}). [6]

Gambar 2. Kurva Arus-Tegangan [6].

Daya yang dihasilkan modul surya, adalah sama dengan hasil kali arus dan tegangan yang dihasilkan oleh modul surya. Persamaan daya sebagaimana ditunjukkan pada persamaan 1 [3].

$$P = V \times I \quad (1)$$

Dengan:

P = Daya keluaran modul (Watt)

V = Tegangan kerja modul (Volt)

I = Arus kerja modul (Ampere)

Persamaan untuk menghitung efisiensi *solar cell* adalah:

$$\eta = \frac{P_{output}}{P_{input}} \times 100 \% \quad (2)$$

Dengan:

η = Efisiensi *solar cell* (%)

P_{output} = Daya output modul (Watt)

P_{input} = Daya input (Watt)

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur dan eksperimen pengembangan. Studi literatur digunakan untuk mengetahui dasar-dasar teori tentang panel surya, bagaimana prinsip kerjanya hingga bagaimana pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap daya listrik yang dihasilkan. Metode eksperimen pengembangan yang dilakukan adalah dengan menggunakan variasi sudut kemiringan panel surya. Sudut yang digunakan dengan mengambil sudut

kemiringan panel surya pada sumbu x negatif yang tujuannya untuk mengetahui nilai sudut kemiringan yang maksimal [4].

Gambar 3. Skema optimasi sudut kemiringan panel surya

Pengambilan data pada penelitian ini setiap hari cuaca cerah dari jam 09.00 – 16.00 WIT. Variabel bebas yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah: sudut kemiringan panel 50 WP yaitu sudut 0° , 8° , dan 16° . Sedangkan variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah daya output dan efisiensi solar cell. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Panel PV 50 WP
2. Solar Power Meter
3. Multimeter Digital
4. Inverter
5. Busur Derajat
6. Baterai atau Aki
7. Charge controller
8. Kabel

Parameter yang diamati pada pengujian sistem pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP meliputi pengukuran besaran secara berkala antara pukul 09:00 – 16:00 WIB dan setiap satu jam sekali dilihat pada alat ukur yang digunakan pada pengujian dan mencatat nilai dari hasil pengukuran. Penggunaan alat ukur perlu diperhatikan dari jenis dan kegunaannya seperti yang digunakan pada pengujian sistem pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP, alat ukur yang digunakan berupa *Solar Power Meter* yang berfungsi untuk mengukur radiasi matahari, *Amperemeter digital* yang

berfungsi untuk mengukur arus dan *voltmeter digital* yang berfungsi untuk mengukur tegangan.

Ada beberapa prosedur yang harus diperhatikan pada pengujian sistem pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 50 WP diantaranya:

1. Memeriksa dan mengamati ketelitian dan kecermatan alat ukur yang digunakan pada pengujian.
2. Mencatat data-data hasil pengukuran pada tabel yang disediakan dari alat ukur yang digunakan dalam pengujian, alat ukur yang digunakan berupa *Solar Power Meter*, *Voltmeter digital*, dan *Amperemeter digital*.
3. Setelah data-data dari hasil pengujian terkumpul, langkah selanjutnya adalah pengolahan data.

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data keluaran panel sel surya yang meliputi data radiasi matahari, data tegangan yang dihasilkan dan data arus listrik yang dihasilkan pada tiap variasi sudut kemiringan 0° , 8° , dan 16° . Sedangkan teknik analisa data menggunakan teknik deskriptif berdasarkan hasil penelitian. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan berupa data tegangan dan arus listrik serta data radiasi matahari, kemudian akan dilakukan pengolahan dengan rumus daya *input* dan daya *output* untuk mendapatkan nilai efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya. Dari hasil pengolahan tersebut kemudian akan dianalisis dan selanjutnya data akan di sajikan dalam bentuk tabel untuk membuat grafik dengan bantuan komputer untuk menampilkan grafik daya output dan efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya.

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data tegangan panel *solar cell* dan radiasi matahari. Dari penelitian yang dilakukan yaitu melakukan pengujian terhadap efisiensi panel 50 WP maka

diperoleh data penelitian seperti ditunjukkan pada Tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Data hasil pengujian sudut 0°

Waktu Pengukuran	Radiasi Matahari	Tegangan	Arus Listrik	Kapasitas Panel
Jam	W/m ²	Volt	A	(WP)
09:00	582	20.48	0.45	50
10:00	792	20.51	0.46	50
11:00	1102	20.55	0.47	50
12:00	1460	20.58	0.48	50
13:00	1331	20.56	0.46	50
14:00	1043	20.52	0.45	50
15:00	688	20.51	0.44	50
16:00	548	20.47	0.43	50

Tabel 2. Data hasil pengujian sudut 8°

Waktu Pengukuran	Radiasi Matahari	Tegangan	Arus Listrik	Kapasitas Panel
Jam	W/m ²	Volt	A	(WP)
09:00	582	20.52	0.46	50
10:00	792	20.56	0.47	50
11:00	1102	20.61	0.48	50
12:00	1460	20.63	0.49	50
13:00	1331	20.62	0.48	50
14:00	1043	20.58	0.46	50
15:00	688	20.52	0.45	50
16:00	548	20.48	0.44	50

Tabel 3. Data hasil pengujian sudut 16°

Waktu Pengukuran	Radiasi Matahari	Tegangan	Arus Listrik	Kapasitas Panel
Jam	W/m ²	Volt	A	(WP)
09:00	582	20.54	0.47	50
10:00	792	20.58	0.48	50
11:00	1102	20.62	0.49	50
12:00	1460	20.66	0.50	50
13:00	1331	20.64	0.49	50
14:00	1043	20.61	0.47	50
15:00	688	20.55	0.46	50
16:00	548	20.53	0.45	50

Dari data di atas kemudian dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan efisiensi panel *solar cell* 50 WP. Dari data hasil pengujian di Tabel 1, 2, dan 3 akan dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai daya output dan efisiensi panel *solar cell* 50 WP seperti pada Tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4. Hasil Pengolahan Data Sudut 0°

Waktu Pengukuran	Radiasi Matahari	Daya Input	Daya output	Efisiensi
Jam	W/m ²	Watt	Watt	η (%)
9:00	582	20.952	9.216	43.986
10:00	792	28.512	9.435	33.090
11:00	1102	39.672	9.659	24.346
12:00	1460	52.56	9.878	18.795
13:00	1331	47.916	9.458	19.738
14:00	1043	52.56	9.234	24.641
15:00	688	24.768	9.024	36.436
16:00	548	19.728	8.802	44.617

Tabel 5. Hasil Pengolahan Data Sudut 8°

Waktu Pengukuran	Radiasi Matahari	Daya Input	Daya Output	Efisiensi
Jam	W/m ²	Watt	Watt	η (%)
9:00	582	20.952	9.439	45.052
10:00	792	28.512	9.663	33.892
11:00	1102	39.672	9.893	24.936
12:00	1460	52.56	10.109	19.233
13:00	1331	47.916	9.898	20.656
14:00	1043	37.548	9.467	25.213
15:00	688	24.768	9.234	37.282
16:00	548	19.728	9.011	45.677

Tabel 6. Hasil Pengolahan Data Sudut 16°

Waktu Pengukuran	Radiasi Matahari	Daya Input	Daya Output	Efisiensi
Jam	W/m ²	Watt	Watt	η (%)
9:00	582	20.952	9.654	46.076
10:00	792	28.512	9.878	34.646
11:00	1102	39.672	10.104	25.468
12:00	1460	52.56	10.330	19.654
13:00	1331	47.916	10.114	21.107
14:00	1043	37.548	9.687	25.798
15:00	688	24.768	9.453	38.166
16:00	548	19.728	9.239	46.829

Dari hasil pengolahan data kemudian dilakukan pembahasan dan analisa hasil penelitian untuk mendapatkan grafik daya output dan efisiensi panel *solar cell* 50 WP dengan variasi sudut kemiringan panel *solar cell* 0°, 8°, dan 16° seperti ditunjukkan pada gambar 4.

Gambar 4. Hubungan antara daya output dan jam pengambilan data pada ketiga variasi sudut kemiringan

Secara keseluruhan dari gambar 4 dapat dilihat bahwa daya keluaran panel 50 WP tertinggi terjadi pada sudut kemiringan 16° dan pada jam 12:00 dengan nilai sebesar 10,330 Watt, kemudian yang kedua terjadi pada sudut kemiringan 8° dan pada jam 12:00, dengan nilai sebesar 10,109 Watt, dan daya terendah terjadi pada sudut kemiringan 0° dan pada jam 12:00 dengan nilai sebesar 9,878 Watt.

Gambar 5. Hubungan antara efisiensi dan jam pengambilan data pada ketiga variasi sudut kemiringan

Secara keseluruhan dari gambar 5 dapat dilihat bahwa efisiensi tertinggi terjadi pada sudut kemiringan 16° dan pada jam 09:00 dengan nilai sebesar 46.076 %, kemudian yang kedua terjadi pada sudut kemiringan 8° dan pada jam 09:00 dengan nilai sebesar 45.052%, kemudian efisiensi terendah terjadi pada sudut kemiringan 0° dan pada jam 09:00 dengan nilai sebesar 43.986 %.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian instalasi pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP dapat diambil kesimpulan bahwa efisiensi tertinggi terjadi pada sudut kemiringan 16° dan pada jam 09:00 dengan nilai sebesar 46.076 %, kemudian yang kedua terjadi pada sudut kemiringan 8° dan pada jam 09:00 dengan nilai sebesar 45.052%, kemudian efisiensi terendah terjadi pada sudut kemiringan 0° dan pada jam 09:00 dengan nilai sebesar 43.986 %.

Referensi

- [1]. Sodikin. A dan Yani. A. 2016, Analisa *charging time* sistem *solar cell* menggunakan pencari arah sinar matahari yang dilengkapi dengan pemfokus cahaya. Jurnal turbo program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro Lampung. Volume 5 No. 1 Juni 2016
- [2]. Samsurizal; Makkulau. A & Christion. 2018, Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada *Photovoltaic* Dengan Menggunakan *Regression Quadratic Method*. Jurnal Energi & Kelistrikan Vol. 10, No. 2, September 2018.
- [3]. Yani. A. 2016, Pengaruh Penambahan Alat Pencari Arah Sinar Matahari Dan Lensa Cembung Terhadap Daya *Output Solar Cell*. Turbo: Jurnal program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro Lampung. Volume 5 No. 2 Desember 2016
- [4]. Tamimi. S; Indrasari. W; & Iswanto. B. H. 2016, Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Pada Prototipe Sistem Penjejak Matahari Aktif. *Seminar Nasional Fisika 2016 Prodi Pendidikan Fisika dan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta*
- [5]. Ikhsan, 2013, Peningkatan Suhu Modul Dan Daya Keluaran Panel Surya Dengan Menggunakan Reflektor, Jurnal ilmiah Dosen pada Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- [6]. Sumbung, F.H. dan Letsoin, Y, 2012, analisa dan estimasi radiasi konstan energi matahari melalui Variasi sudut panel fotovoltaik shs 50 WP. Jurnal Ilmiah Mustek Anim.