

OPTIMASI SUDUT PENEMPATAAN SOLAR CELL PADA PEMASANGAN LAMPU LAPANGAN PARKIR UNISKA

Jainal Arifin¹⁾, Idzani Muttaqin²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik

²⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik

UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD ALBANJARI

Jl. Adhyaksa No. 2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123

e-mail: jainalarifin804@gmail.com, idzanimuttaqin@gmail.com

Abstrak – Sel surya merupakan salah satu teknologi terbarukan yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Teknologi ini sangat berpotensi diterapkan di Indonesia yang mempunyai iklim tropis. Permasalahan utama dari sistem ini adalah ketidakstabilan radiasi yang dihasilkan sangat bergantung pada intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel.

Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dapat dimaksimalkan dengan cara memasang panel surya dengan sudut kemiringan dan sudut jam yang tepat. Pada penelitian ini menggunakan besar sudut kemiringan 15°, 20°, 25° dan sudut jam panel surya -30°, 0°, 15° terhadap intensitas radiasi matahari yang diterima.

Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya yang paling maksimal 15° dengan nilai 241,81 W/m², sedangkan sudut 20° hanya mendapatkan intensitas cahaya 241,81 W/m² dan sudut yang terkecil mendapatkan intensitas cahaya yaitu 25° dengan nilai 240,20 W/m². Sudut jam yang tertinggi terhadap intensitas radiasi matahari total adalah sudut 0° dengan nilai 243,69 W/m², sedangkan sudut jam -30° hanya menerima radiasi sebesar 243,8 W/m², kemudian dengan sudut jam yang memperoleh radiasi terkecil yaitu 15° dengan nilai 243,68 W/m², dari hasil analisa yang dilakukan terdapat radiasi rata-rata yaitu 1319,80 W/m², daya rata-rata yaitu 56,07 Watt, sedang. Kemudian suhu rata-rata panel surya adalah 33,63°C. Semakin naik suhu panel surya semakin tinggi daya yang didapatkan cell surya. Biaya investasi solar cell yang dikeluarkan pada aspek ekonomis selama 20 tahun 2.628 kWh = Rp.1581,- dan kebutuhan biaya listrik PLN pertahun 92 kWh = Rp.82.800,-

Kata kunci – Photovoltaic, Radiasi, Matahari, sudut

I. PENDAHULUAN

Energi surya merupakan sumber energi yang ramah lingkungan karena tidak memancarkan emisi karbon berbahaya yang berkontribusi terhadap perubahan iklim seperti pada bahan bakar fosil. Setiap watt energi yang dihasilkan dari matahari berarti kita telah mengurangi pemakaian bahan bakar fosil, dan dengan demikian kita benar-benar telah mengurangi dampak perubahan iklim. Penelitian terbaru melaporkan bahwa rata-rata sistem rumah surya mampu mengurangi 18 ton emisi gas di lingkungan setiap tahunnya. Energi surya juga tidak memancarkan oksida nitrogen atau sulfur dioksida yang berarti tidak menyebabkan hujan asam atau kabut asap

Energi surya adalah salah satu sumber energi terbarukan yang banyak digunakan secara luas dalam aplikasi skala kecil dan menjanjikan untuk pengembangan dan penelitian dalam skala besar. Pembangkit listrik tenaga surya bekerja dengan cara merubah secara langsung radiasi matahari menjadi listrik. Efek positif dari pembangkit listrik tenaga surya adalah bebas dari polusi lingkungan. Indonesia mempunyai radiasi harian matahari rata-rata 1000 watt/m² bila seluruh potensi di Indonesia dimanfaatkan dengan memperhitungkan luas daratan Indonesia 2 juta km/segi.

Energi alternatif yang digunakan yaitu sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan panel surya. Panel surya bisa bertahan hingga 20 tahun lebih sehingga merupakan investasi jangka panjang. Biaya pengadaan sistem diawal mungkin cukup besar, namun cukup setara dengan biaya listrik selama waktu penggunaan panel yaitu 20 tahun.

Pemanfaatan energi matahari dalam pembangkitan energi listrik telah banyak dilakukan dengan menggunakan panel sel surya. Panel sel surya yang terpasang selama ini masih bersifat statis (tidak mengikuti pergerakan matahari). Dengan kondisi ini maka panel surya tidak dapat menangkap secara maksimal pancaran sinar matahari sepanjang hari dan akibatnya energi listrik yang dibangkitkan tidak maksimal.

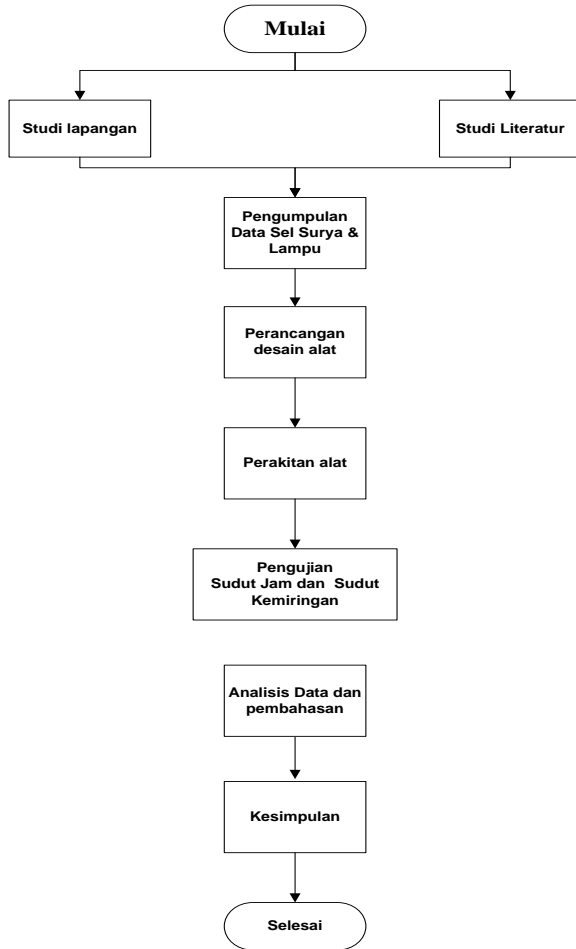
Untuk mengatasi keterbatasan pada panel sel surya yang statis, maka pada penelitian tugas akhir ini akan dirancang panel sel surya dengan sudut penempatan yang menggunakan perhitungan sudut zenith (θ_z), sudut deklinasi, sudut ketinggian, sudut azimut (θ_A).

Sumber energi listrik banyak didapatkan dari hasil konversi energi fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas. Jumlah energi fosil ini makin lama semakin berkurang dan kecenderungan harganya terus meningkat, sehingga perlu dicarikan sumber energi alternatif untuk membangkitkan energi listrik yaitu energi surya, Energi surya oleh sinar matahari tidak akan pernah habis sepanjang masa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengetahui pengaruh radiasi terhadap sudut penempatan *solar cell* dan Mengetahui pengaruh waktu penyinaran matahari terhadap penempatan *solar cell*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian meliputi pengujian pengaruh sudut matahari terhadap sel surya agar dapat menyerap energi semaksimal mungkin sehingga dapat digunakan untuk penerangan lebih lama lagi. Dalam penelitian ini akan diambil data keluaran sel surya dengan mengawasi secara langsung sehingga dapat mengetahui jika ada perubahan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Menghitung sudut deklansi (δ)

$$\begin{aligned} \delta &= 23,45 \sin \left(360 \frac{284+n}{365} \right) \\ &= 23,45 \sin \left(360 \frac{284+182}{365} \right) \\ &= 23,45 \sin (360 \times 1,2767) \\ &= 23,45 \sin (459,61) \\ &= 23,45 \times 0,985 = 23,12^0 \end{aligned}$$

Menghitung sudut zenith (θ_z):

$$\begin{aligned} \text{Cos } \theta_z &= \sin \delta \sin \varnothing + \cos \delta \cos \varnothing \cos \omega \\ \text{Dimana } \varnothing &\text{ adalah lokasi Banjarmasin yaitu } 3,15^0 \\ \text{Cos } \theta_z &= \sin(23,12) \sin(3,15) + \cos(23,12) \cos(3,15) \cos(-30) \\ &= (0,393) (0,054) + (0,919) (0,998) (0,866) \\ &= (0,021) + (0,794) \\ &= 0,815 \\ \theta_z &= 34,9^0 \end{aligned}$$

Menghitung sudut ketinggian (α):

$$\begin{aligned} \alpha &= 90^0 - \theta_z \\ &= 90^0 - 25^0 \\ &= 65^0 \end{aligned}$$

Menghitung sudut Azimut (θ_A)

$$\begin{aligned} \text{Cos } \theta_A &= \frac{\sin \delta - \sin \varnothing \cos \theta_z}{\cos \varnothing \sin \theta_z} \\ &= \frac{\sin(23,12) - \sin(3,15) \cos(34,9)}{\cos(3,15) \sin(34,9)} \\ &= \frac{(0,393) - (0,055)(0,820)}{(0,998)(0,572)} \\ &= \frac{(0,393) - (0,045)}{0,571} \\ &= 0,609 \text{ MJ/m}^2 \\ \theta_A &= 69,2^0 \end{aligned}$$

Menghitung sudut jam matahari ω

$$\begin{aligned} \omega &= (ts - 12)15 \\ &= (10 - 12)15 \\ &= -2 \times 15 = -30 \end{aligned}$$

Menghitung intensitas radiasi sorotan (I_{bT})

$$I_{bT} = I_b \frac{\sin \delta \sin(\theta - \beta) + \cos \delta \cos(\theta - \beta) \cos \omega}{\sin \delta \sin \theta + \cos \delta \cos \theta \cos \omega}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} I_b &= RF_1 - RF_2 \\ &= 6 - 4 \\ &= 2 \text{ langley} \\ &= 2 \times 0,04187 \\ &= 83,74 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

Menghitung Intensitas radiasi sorotan :

$$I_{bT} = I_b \frac{\sin \delta \sin(\theta - \beta) + \cos \delta \cos(\theta - \beta) \cos \omega}{\sin \delta \sin \theta + \cos \delta \cos \theta \cos \omega}$$

$$\begin{aligned}
 I_{bT} &= 0,08374 \frac{\sin(23,12) \sin(3,15-15) + \cos(23,12) \cos(3,15-15) \cos -30}{\sin(23,12) \sin(3,15) + \cos(23,12) \cos(3,15) \cos(15)} \\
 &= 0,08374 \frac{(0,392)(0,205) + (0,919)(0,978)(0,866)}{(0,392)(0,055) + (0,919)(0,998)(0,866)} \\
 &= 0,08374 \frac{(0,080) + (0,778)}{(0,021) + (0,885)} \\
 &= 0,08374 \frac{0,858}{0,906} \\
 &= 0,08374 \times 0,9470 \\
 &= 75,0 \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

Menghitung Intensitas Radiasi Sebaran (I_{dT})

$$I_{dT} = I_d \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right)$$

Dimana I_d adalah radiasi sebaran tanggal 1 juli pukul 09.00 pagi yaitu 13 langley $I_d = 4 \times 0,04187 = 167 \text{ W/m}^2$

$$\begin{aligned}
 I_{dT} &= I_d \left(\frac{1 + \cos 15}{2} \right) \\
 &= 0,167 \left(\frac{1 + 0,966}{2} \right) \\
 &= 0,167 \times 0,983 \\
 &= 164 \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

Menghitung Intensitas Radiasi pantulan (I_{rT}) : Sudut yang diambil adalah sudut (β) 15^0

$$\begin{aligned}
 I_{rT} &= \alpha (I_b + I_d) \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \\
 &= 0,20 (0,8374 + 0,167) \\
 &\quad \left(\frac{1 - 0,966}{2} \right) \\
 &= 0,20 (1,0044) (0,017) \\
 &= 0,20 \times 0,017 \\
 &= 3,4 \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

Menghitung Intensitas Radiasi Total (I_T)

$$\begin{aligned}
 I_T &= I_{bT} + I_{dT} + I_{rT} \dots (4.7) \\
 &= 0,0793 + 0,164 + 0,0034 \\
 &= 246 \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

Dari optimasi di atas penulis mengambil 2 jenis optimasi, yaitu:

1. Sudut jam (ω)
2. Sudut kemiringan (β)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta perhitungan dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat pengaruh sudut penempatan sudut solar cell terhadap intensitas cahaya. Hal ini dikarenakan dari ketiga sudut kemiringan panel solar cell yaitu 15^0 , 20^0 , 25^0 , ternyata panel yang memiliki sudut terbesar yaitu 15^0 yang paling maksimal menerima radiasi matahari total dengan nilai $243,69 \text{ W/m}^2$, sedangkan sudut 20^0 hanya mendapatkan intensitas cahaya $241,81 \text{ W/m}^2$ dan sudut yang terkecil mendapatkan intensitas cahaya yaitu 25^0 dengan nilai $240,20^0$. Posisi sudut jam yang paling berpengaruh terhadap intensitas cahaya adalah sudut jam pada posisi 0^0 dengan nilai $243,69 \text{ W/m}^2$, sedangkan sudut jam -30^0 hanya menerima radiasi sebesar $243,8 \text{ W/m}^2$, kemudian dengan sudut jam yang memperoleh radiasi terkecil yaitu 15^0 dengan nilai $243,68 \text{ W/m}^2$. Dari analisa yang dilakukan terdapat nilai rata-rata intensitas cahaya sebesar $1319,80 \text{ W/m}^2$, nilai rata-rata daya didapat $56,07 \text{ Watt}$, dan nilai rata-rata suhu yaitu $33,63^0\text{C}$.
2. Aspek ekonomis biaya investasi solar cell yang dikeluarkan masa pakai 20 tahun yaitu $2.628 \text{ kWh} = \text{Rp.1581,-}$. Sedangkan biaya listrik PLN pertahun dengan daya terpakai $92 \text{ kWh} = \text{Rp.82.800,-}$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Kadir. 1995. *Energi*. Penerbit Universitas Indonesia.
- [2] Prof. Wiranto Arismunandar. *Teknologi Rekayasa Surya*. Penerbit Pradyna Paramita.
- [3] Danny Santoso Mintorogo *Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cells) pada Perumahan dan Bangunan Komersial* Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Arsitektur Universitas Kristen Petra Surabaya.
- [4] Djoko Widodo dan Suryono, 2010 *Pemberdayaan Energi Matahari sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas* Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- [5] Hasyim Asy'ari Jatmiko, 2010, *Intensitas Cahaya Matahari terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya* Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- [6] Putu Yudi Putra, 2009, *Perancangan dan Pembuatan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya* Jurusan Teknik Mesin ITS, Surabaya.
- [7] Untung Budiarto, 2008, *Perancangan Waterbus dengan Penggerak Motor Listrik Bertenaga Surya di Banjir Kanal Barat Jakarta* Jurusan Teknik Perkapalan UNDIP, Semarang.