

RANCANG BANGUN SISTEM PENERANGAN JALAN UMUM DENGAN *SOLAR CELL 50WP DAN SOLAR TRACKING*

Sri Hartanto, Guntoro

Abstrak - Pembangkit Listrik Tenaga Surya saat ini menjadi alternatif Penerangan Jalan Umum yang belakangan sempat ramai diperbincangkan tentang penggunaan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS). Dengan perkembangan teknologi yang semakin modern dan canggih maka dibuatlah penelitian Rancang Bangun Sistem Penerangan Jalan Umum yang menggunakan *Solar Cell 50WP* dan *Solar Tracking* agar dapat menjangkau terik panas surya matahari yang terbarukan dari arah mata angin timur hingga ke arah mata angin barat agar energi panas surya matahari lebih banyak diserap oleh sebuah panel solar. Dengan menggunakan motor sinkron 220 volt sebagai penggerak panel *solar cell* tersebut yang dapat menghasilkan tegangan sebesar 12,86 volt dan arus sebesar 5,26 Ampere sehingga lampu penerangan dapat menyala selama 5,5 jam. Meskipun harga alat dan komponen dengan PJU konvensional lebih mahal, namun Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya dengan Solar Tracking ini dibandingkan dengan PJUTS statis yang ada didunia pasar yang sudah beredar menjadi salah satu investasi jangka panjang dan juga penghematan energi listrik, karena energi listrik untuk penerangan dihasilkan dari panel solar yang langsung dapat digunakan untuk penerangan di jalan raya.

Kata kunci : *Jam Menyala 5,5 jam, Komponen, Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS), Solar Cell 50 WP, Solar Tracking.*

Abstract - Solar Power Plants are currently an alternative for Public Street Lighting, which has recently been busy discussing the use of Solar Street Lighting (SSL). With the development of increasingly modern and sophisticated technology, research was made on the Design of a Public Street Lighting System that uses 50 WP Solar Cells and Solar Tracking in order to reach the renewable heat of the sun from the east to the west, so that solar thermal energy more absorbed by a solar panel. By using a 220-volt synchronous motor as the driver of the solar cell panel which can produce a voltage of 12.86 volts and a current of 5.26 Ampere so that the lighting can be lit for 5.5 hours. Although the prices of tools and components with conventional SSLs are more expensive, this Solar Street Lighting with Solar Tracking is compared to static SSL in the world market that has been circulating to be a long-term investment and also saves electrical energy, because electrical energy for lighting is generated from solar panels that can be directly used for lighting on the highway.

Key word : *Clock 5,5 hours on, Component, Solar Cell 50WP, Solar Street Ligthting (SSL), Solar Tracking.*

1. PENDAHULUAN

Penerangan jalan umum (PJU) merupakan aspek penting yang harus ada didalam penataan wilayah. Penerangan Jalan Umum ini memiliki peran yang sangat penting tak hanya untuk navigasi pengendara transportasi saja, tetapi juga untuk meningkatkan keamanan bagi masyarakat, menambah estetika keindahan suatu daerah. Pembangkit listrik tenaga surya atau energi surya adalah ramah lingkungan yang layak digunakan sebagai media pembelajaran yang baik sehingga mampu menambah pengetahuan mahasiswa dan mahasiswi khususnya fakultas Teknik Elektro tentang pembangkit listrik tenaga surya. Energi tenaga surya ini merupakan energi yang dapat dirubah menjadi energi listrik yang dimana nantinya dapat dimanfaatkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari.

Apalagi kita sadari bahwa Negara Indonesia ini yang letaknya pada daerah khatulistiwa yang kaya akan pancaran energi matahari, karena itu rata-rata musim kemarau (panas) sangat panjang, sehingga kita dapat memanfaatkan kondisi tertentu untuk membangkitkan energi listrik, salah satunya yaitu melalui *solar cell* (panel surya) [1]. Melihat fungsi, manfaat dan semakin berkembangnya system Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) membuat pengetahuan tentang PLTS ini menjadi suatu pokok bahasan yang wajib dimengerti dan dipahami oleh mahasiswa dan mahasiswi khususnya mahasiswa dan mahasiswi Prodi Elektro Universitas Krisnadwipayana

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Solar Cell (Protovoltaic)

Solar cell atau panel surya ialah alat untuk mengkonversi atau merubah tenaga matahari menjadi energi tenaga listrik. Sedangkan *Protovoltaic* adalah teknologi

yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. *Panel Photovoltaic (PV panel)* ialah sumber listrik pada system pembangkit listrik tenaga surya, bermaterial semikonduktor yang mengubah secara langsung energy sinar matahari menjadi ke *energy* listrik. *Panel PV* biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul yang terdiri dalam beberapa susunan sel surya yang disusun secara parallel maupun seri. *Solar cell* mulai dikenal masyarakat akhir – akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energy fosil dan isu global warning. *Energy* yang bersumber dari matahari yang dihasilkan juga sangat membantu bagi pedesaan yang susah dijangkau oleh PT PLN (Persero) milik Negara itu, karena sumber *energy* matahari bisa didapat secara gratis. Seperti pada gambar berikut ialah panel *solar cell* [2].



Gambar 2. 7 Panel Solar cell

2.2 Pengertian Baterai Solar cell

Aki atau baterai adalah alat yang berfungsi menyimpan arus atau energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya atau panel Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Kegunaan baterai pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya sangat bergua sekali untuk menyimpan arus atau *energy* yang dihasilkan oleh panel *solar cell* pada siang hari dan energi yang ada didalam baterai atau aki dapat digunakan untuk penerangan dan peralatan elektronik yang ada di jalan – jalan umum dan sebagainya pada malam harinya. Jenis baterai yang digunakan ialah berjenis gel atau yang sering kita tahu disebut aki kering, baterai jenis ini paling direkomendasikan untuk aplikasi *solar*

system. Pada penelitian rancang bangun sistem penerangan menggunakan solar cell dan solar tracking ini akan menggunakan sebuah baterai dengan kapasitas baterai 12volt / 7,5Ah dengan type Valve Regulated Lead Acid (VRLA).



Gambar 2. 8 Baterai Gel atau Aki kering

2.3 Perhitungan Daya

Kebutuhan tegangan yang dihasilkan oleh Solar panel dapat dihitung, untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh panel surya yang akan dipasang. Seperti kita kita ketahui untuk mencari tegangan dan arus dapat menggunakan rumus dasar listrik. Sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{V}$$

dimana

$$P=V \times I \dots\dots\dots(2.1)$$

- Di mana : I = Arus
- P = Daya (Watt)
- V = Tegangan (Volt)

Selain perhitungan daya yang dihasilkan pada solar panel juga mempunyai nilai faktor dari pengaruh cuaca, yang disebut dengan nilai PGF (Panel Generation Factor) sebesar = 3.43. dan untuk energi tenaga surya yang dapat diserap kurang lebih 4.5 jam.

Dan juga mempunyai nilai efisiensi pengisian Panel Solar (PV) sebesar 1,3.

Untuk efisiensi (η) ialah perbandingan dari daya maksimal (Pmak) panel solar cell dengan daya intensitas matahari, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{mak}}{I \times A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana η = Efisiensi (watt/m²)
 A = Luas Penampang (m²)

2.4 Tracking Solar

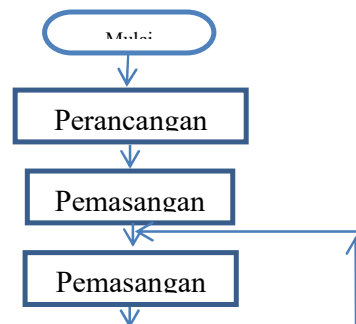
Tracking solar pada panel solar pada penelitian ini penulis melakukan riset bagaimana apabila panel solar tersebut dapat bergerak dengan cara otomatis atau pun dengan cara manual dengan dukungan alat dan komponen yang sudah direncanakan penulis dengan sumber tegangan AC (Alternating Current) 220 Volt yang didukung dengan menggunakan motor AC 5 – 6 Rpm untuk dapat menggerakkan panel solar agar dapat bergerak mengikuti sinar matahari.



Gambar 2. 9 Tracking Solar (sumber : Dokumen pribadi)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Langkah – langkah Penelitian



memperoleh dimensi antena horn piramida yang akan dirancang.

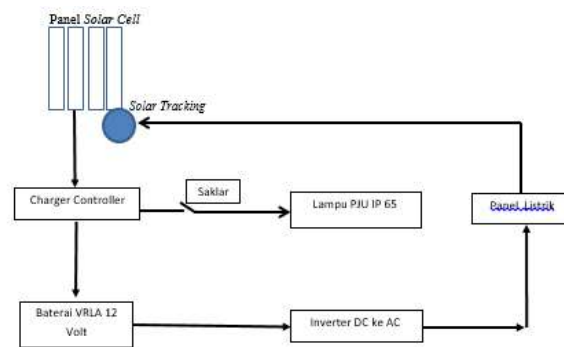
3.2 Rangkaian Alat

Agar penelitian rancang bangun sistem penerangan jalan umum menggunakan solar cell dan solar tracking ini mudah untuk dipahami, untuk itu diperlukan adanya diagram blok. Agar penelitian rancang bangun ini lebih terarah dan teratur dalam pembuatannya nantinya, didalam diagram blok ini ada beberapa nama data yang sudah disusun didalam dirancang dalam sebuah rancang bangun nantinya. Didalam diagram blok ini terdapat komponen dan alat yang akan digunakan, yang terlihat pada fokus masukan (input) dan keluaran (output) pada setiap prosesnya. Berikut ini diagram blok Sistem Penerangan Jalan Umum dengan *Solar Cell* dan *Tracking solar*.

Gambar 3. 11 Bagan Alir Penelitian

Berikut penjelasan dari bagan alir diatas dapat dijelaskan langkah – langkah penelitian sebagai berikut :

4. Langkah awal melakukan kegiatan penelitian ialah dengan mempersiapkan bahan komponen – komponen yang sudah disiapkan terlebih dahulu.
5. Setelah komponen sudah tersedia selanjutnya perencanaan pemasangan komponen – komponen untuk panel solar cell 50WP tersebut.
6. Langkah berikutnya ialah pemasangan beban daya sebuah lampu jalan umum pada tiang setinggi 2 meter.
7. Selanjutnya setelah pemasangan beban daya lampu, saatnya pengujian daya yang sudah terpasang tersebut untuk meyakinkan beban terpasang dengan benar.
8. Tahap berikutnya pengukuran beban daya yang sudah terpasang, apabila pengukuran beban sudah cukup tidak melebihi kapasitas daya maka pengujian selesai, dan apabila melebihi beban daya maka pengujian dinyatakan tidak sempurna dan kembali pengecekan ulang pada beban daya yang akan dipasang.
9. Setelah pengujian dan pengukuran beban daya sudah sesuai maka perencanaan sudah dinyatakan selesai dan dapat di aplikasikan di lapangan.Melakukan perhitungan secara matematis untuk



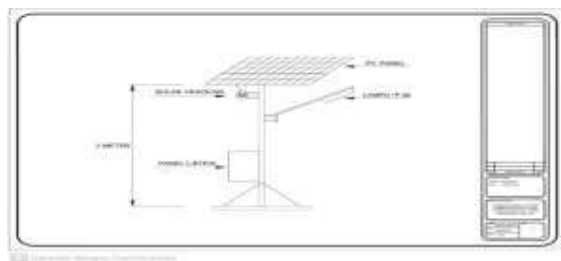
Gambar 3. 12 Diagram Blok Panel Solar Cell 50WP

Dari gambar diagram blok Panel solar Cell diatas dapat dijelaskan bahwa Panel solar atau PV Panel yang menyerap energi panas sinar matahari dialirkan melalui solar charger controller, solar charger controller ini mengalirkan tegangan ke dalam baterai 12volt dengan tipe baterai VRLA (*Valve Regulated Lead – Acid*), begitu pula dengan beban lampu DC dengan kapasitas daya 50 watt dapat langsung digunakan yang sebelumnya dihubungkan dengan solar controller charger. Tegangan 12 volt dari dalam baterai tadi dapat dirubah dari tegangan DC (Dirrect Current) menjadi arus AC (*Altenating Current*). Arus yang keluar dari inverter ialah arus 220volt yang

kemudian mengalir ke sebuah panel listrik yang kemudian bisa digunakan untuk menggerakkan motor sinkron solar tracking agar dapat mengikuti arah terik panas matahari.

3.3 Gambar Desain

Berikut adalah gambar desain Perencanaan Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum dengan *Solar Cell* 50WP dan *Solar Tracking*. Pada rancang bangun alat penerangan jalan umum menggunakan solar cell dengan solar tracking ini dibuat dengan tinggi tiang penyangga setinggi 2 meter dimaksud untuk mahasiswa yang sudah mendapat mata kuliah Tenaga Surya dapat mempelajari dan tertarik mengembangkan dan mengaplikasikan tenaga surya atau energi terbarukan. Dari gambar ini penulis dalam penelitian ini menggunakan bahan – bahan material untuk mendukung agar penelitian rancang bangun alat ini terlaksana. Contoh dalam pemilihan tiang dan penyangga panel dan perangkat lainnya yang menggunakan besi hollow dengan ukuran bahan material 4x4mm. Dan adapun untuk panel listrik yang dipakai dengan menggunakan seng besi berukuran 30cm x40cm, panel ini difungsikan sebagai penyimpanan perangkat yang dibutuhkan dan baterai. Sedangkan untuk penyangga panel solar itu sendiri menggunakan besi siku dengan ukuran 4x4cm dengan ukuran 55cm x 67cm. Dengan menggunakan motor sinkron Ac 220volt dengan kecepatan 5 – 6 Rpm.



Gambar 3. 13 Desain Sistem PJU Solar Cell 50WP Dengan Solar Tracking.

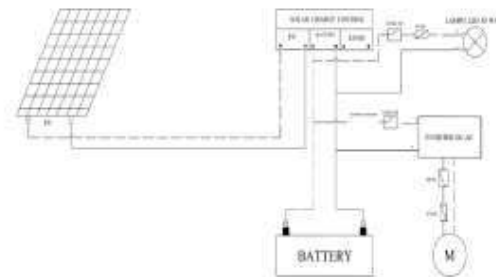
Adapun hasil pembuatan alat rancang bangun Penerangan Jalan Umum Menggunakan Solar Cell dengan Solar Tracking ialah seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. 14 PJUTS solar Tracking

3.4 Gambar Rangkaian Alat.

Berikut gambar rangkaian alat Penerangan Jalan Umum dengan *Solar Cell* dan *Tracking Solar*.



Gambar 3. 15 Rangkaian Alat

3.5 Alat dan Komponen yang digunakan

Ada pun alat yang akan digunakan sebagai berikut:

No	Nama Alat	Satuan	Jumlah
1	Tang Kombinasi	Pcs	1
2	Obeng Plus (+)	Pcs	1
3	Tespen	Pcs	1
4	Solasi listrik	Roll	2
5	Kunci Pas Ring	Set	1

Kegunaan alat – alat yang digunakan diatas ialah :

1. Tang Kombinasi yang berfungsi sebagai alat pemotong atau penyambungan kabel atau kawat yang ada pada sistem

- kelistrikan pada rancang bangun solar cell dengan solar tracking.
2. Obeng Plus berfungsi sebagai alat untuk mengencangkan dan melepaskan sekrup pada panel yang dibutuhkan pada panel listrik untuk mendukung solar tracking.
 3. Tespen yang berfungsi sebagai alat bantu pengecekan pada kabel listrik apabila sudah tersambung daya atau tegangan.
 4. Solasi listrik sangat berguna sekali dalam pemasangan instalasi listrik sebagai pelindung kabel agar kabel yang sudah tersambung tidak terjadi konsleting antar kabel listrik.
 5. Kunci pas ring yang digunakan pada rancang bangun solar tracking ini sangat berguna untuk mengencangkan dudukan panel solar atau panel listrik yang digunakan pada saat pembuatan.

- d. Inverter Solar Cell ialah alat yang berfungsi untuk merubah arus listrik DC (Direct Current) yang dihasilkan dari panel surya menjadi arus listrik AC (Alternative Current)
- e. Lampu : Sebagai objek beban DC sebuah lampu LED 50Watt IP65.
- f. Timer delay berfungsi sebagai pengatur waktu dengan tegangan 220 volt
- g. Kabel Listrik : Untuk wiring instalasi penerang jalan umum solar cell.
- h. MCB ialah pembatas arus
- i. Motor sinkron berfungsi sebagai motor penggerak untuk panel solar atau PV Solar

Komponen – komponen perangkat yang akan digunakan ialah sebagai berikut:

No	Nama Komponen	Jumlah
1	Module Solar cell Polycrystalline	1 pcs
2	Baterai Solar Cell	1 unit
3	Charger Controller	1 unit
4	Inverter Solar Cell	1 unit
5	Lampu 50 watt IP 65	1 pcs
6	Timer delay	1 pcs
7	Panel Listrik	1 box
8	MCB 1 phasa	1 pcs
9	Motor sinkron	1 pcs
10	Kabel listrik 2x5mm	15 meter

Berikut keterangan Komponen yang akan digunakan pada alat rancang bangun:

- a. *Module Solar Cell Polycrystalline* ialah Alat ini berfungsi untuk menyerap energi cahaya matahari menjadi energi listrik DC dengan satuan WP (*Watt Peak*).
- b. Baterai Solar Cell Berfungsi sebagai alat menyimpan energi listrik.
- c. Charger controller ialah alat yang berfungsi untuk mengatur arus dari solar module ke baterai dan beban lampu.

3.6 Pengujian Alat

Pada bagian bab ini penulis akan membahas hasil pengukuran penelitian dan analisa hasil perancangan dari pembuatan Penerangan Jalan Umum Dengan Solar Cell 50WP Dan Solar Tracking yang telah dirancang, pengujian sistem ini yang nantinya akan menjelaskan beberapa tentang hasil pengukuran secara bertahap mengenai pengisian baterai gell atau aki kering yang dipakai sebagai sumber tegangan dan arus untuk penggerak motor dengan 5–6 RPM untuk penerangan jalan umum dengan solar cell ini. Pengujian terhadap sistem ini berguna untuk mengetahui bagaimana kinerja dan tingkat keberhasilan dari sistem yang telah dibuat perancangan dan pembuatannya seperti pada Gambar 4.1



Gambar 3. 16 Hasil Pembuatan PJU Solar Cell dengan Solar Tracking

3.7 Pengujian Baterai 12 volt/7,5 Ah

Proses pengujian alat pada penelitian perencanaan Penerangan Jalan Umum Dengan Solar Cell dan Solar Tracking ini

meliputi pengujian baterai yang akan dipakai pada penelitian rancang bangun Penerangan Jalan Umum dengan Solar Cell 50WP dan Solar Tracking. Proses pengujian diawali dengan pengecekan kondisi baterai 12 volt/ 7,5Ah sudah sesuai atau tidaknya sebagai sumber tegangan untuk lampu penerangan yang akan dipakai nantinya. Setelah pengujian baterai sesuai dengan tegangan yang diinginkan maka baterai yang akan dipakai cukup untuk sumber tegangan penerangan jalan umum ini karena nilai pada alat ukur yang dipakai sudah menunjukkan nilai tegangan 12.2volt. Maka dengan nilai tegangan yang cukup ini maka sumber tegangan yang berasal dari baterai gell atau aki kering ini dapat digunakan.



Gambar 3. 17 Pengukuran Tegangan Baterai 12 Volt

3.8 Pengujian Motor 220 volt

Proses selanjutnya kita akan menguji salah satu faktor yang penting dalam penelitian rancangan bangun Penerangan Jalan Umum dengan Solar Cell dan Solar Tracking ini. Pengujian yang digunakan ialah dengan cara pengukuran motor ialah dengan cara pengukuran dengan skala alat ukur 10k ohm pada alat ukur analog .



Gambar 3. 18 Pengujian Motor

3.9 Pengujian Panel Solar Cell

Pada pengujian ini penulis menguji panel yang akan dipakai sebagai sumber tegangan yang diserap dari sinar matahari ke sumber penyimpanan dalam hal ini baterai. Fungsi pengujian panel solar ini bertujuan untuk memastikan apakah panel solar cell yang akan dipakai berfungsi dengan baik atau tidak. Metode pengujiannya dengan alat ukur digital yang sudah dikalibrasi tentukan agar ke akuran nilai yang akan kita ukur sesuai dengan name plate pada panel solar cell. Jika panel dibiarkan terbuka menghadap ke sinar matahari maka panel solar cell akan mengeluarkan angka sebagai nilai tegangan. Dan apabila menunjukkan angka Nol maka panel solar cell ini tidak berfungsi dengan baik.ukur analog ini, untuk memastikan tahanan pada timer tersebut.



Gambar 3. 19 Pengujian Panel Solar Cell

3.10 Pengujian Kontaktor

Pengujian selanjutnya pengujian kontaktor listrik, dimana pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tahanan lilitan kabel yang ada pada kontaktor yang akan kita pakai untuk penelitian rancang bangun alat penerangan jalan umum dengan solar cell dan solar tracking ini. Cara pengujian kontaktor ini dengan cara kita putar selektor alat ukur analog yang digunakan pada posisi x10k kemudian jarum merah menunjukkan plus (+) alat ukur kita pasang dibagian kontaktor L3 kemudian jarum hitam menunjukkan minus (-) apabila kita tekan bagian tengah atau sebagai pemutus dan penyambung dari pada kontaktor maka kontaktor tersebut berfungsi atau bisa juga kita katakan kontaktor siyap digunakan pada posisi ON, seperti gambar 4.1.6. Dan apabila

kita tidak menekan tombol tengah daripada tersebut kontaktor maka akan menunjukkan angka nol (0) pada alat ukur analog yang digunakan atau posisi kontaktor bisa kita katakan pada posisi OFF.



Gambar 3. 20 Pengujian kontaktor ON

4. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

Pada hari pertama Pada hari pertama penulis dalam mengambil data pengukuran tegangan, arus dan lumen atau intensitas cahaya pada waktu 09 : 00 wib, 12 : 00 wib, dan 15 : 00 wib dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 4 Pengukuran Pada Sudut 15°

Posisi Panel Solar Dengan Sudut 15° Ke Arah Matahari Terbit			
Waktu (Jam)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Lumen (Lux)
09:00	11,9	4	4995
12:00	12,4	4	2369
15:00	12,1	4	1467

Tabel 4. 5 Perbandingan Antara Lumen, Daya dan Waktu Pada Sudut 15°

Waktu (Jam)	Daya (Watt)	Lumen (Lux)
09 : 00	47.6	4995
12 : 00	49.6	2369
15 : 00	48.4	1467

Dan pada hari yang kedua penulis melakukan pengambilan data tegangan, arus dan intensitas cahaya pada waktu yang sama yaitu pukul 09 : 00 wib, 12 : 00 wib dan 15 : 00 wib yang sama juga akan tetapi panel solar cell pada sudut 90° (90 derajat) atau dengan kata lain posisi panel solar cell menghadap ke atas. Dengan data sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Pengukuran Pada Sudut 90°

Posisi Panel Solar Dengan Sudut 90°			
Waktu (Jam)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Lumen (Lux)
09:00	11,7	5,1	4885
12:00	12,7	5	9960
15:00	11,7	5	1561

Tabel 4. 7 Perbandingan Antara Lumen, Daya dan Waktu Pada Sudut 90°

Waktu (Jam)	Daya (Watt)	Lumen (Lux)
09 : 00	59.67	4885
12 : 00	63.5	9960
15 : 00	56.5	1561

Dan pada hari yang ketiga penulis mengambil data posisi panel solar cell tersebut pada posisi sudut kemiringan 145° (180 derajat), pada pada waktu yang sama yaitu pukul 09 : 00 wib, 12 : 00 wib dan 15 : 00 wib. Dengan data tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Pengukuran Pada Sudut 145°

Posisi Panel Solar Dengan Sudut 145° Kearah Matahari Tenggelam			
Waktu (Jam)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Lumen (Lux)
09:00	11,7	5,1	4885
12:00	12,7	5	9960
15:00	11,7	5	1561

Tabel 4. 9 Perbandingan Antara Lumen, Daya dan Waktu Pada Sudut 145°

Waktu (Jam)	Daya (Watt)	Lumen (Lux)
09 : 00	58.5	5126

12 : 00	61	4772
15 : 00	59.5	2727

Dari data diatas pengambilan dalam kurun waktu selama 3 hari pengambilan data dengan waktu yang sama, maka dapat di simpulkan bahwa daya yang lebih tinggi dihasilkan oleh panel solar cell yang tidak bergerak ialah pada posisi panel solar 90° adalah 59,5 watt.

Dalam pengambilan data tegangan daya dan intensitas cahaya pada panel solar cell tenaga surya yang tidak bergerak atau statis, pada posisi sudut 15° (mengarah barat atau arah matahari terbit), 90° (panel solar menghadap ke atas atau horizontal) dan 145° (posisi panel solar cell menghadap ke arah matahari terbenam atau vertikal), pada hari yang berbeda untuk mengetahui ketahanan penyimpanan energi dalam baterai dalam waktu pengisian selama 4,5 jam setiap hari selama 4 hari yang berbeda, untuk melihat daya tahan sumber tegangan yang dihasilkan oleh baterai dengan kapasitas 12 volt/7,5Ah. Dari hasil pengambilan data dengan posisi sudut panel yang berbeda maka dapat dilihat pada ketahanan daya pencahayaan dari energi yang dihasilkan oleh tenaga surya dalam baterai ialah :

- a) Pada panel solar pada posisi sudut 15° dapat menyala selama 4 jam nyala.
- b) Pada posisi panel solar cell pada sudut 90° dapat menyala selama 5 jam nyala.
- c) Dan pada posisi panel solar cell pada sudut 145° dapat menyala selama 4,5 jam nyala.

Untuk panel solar cell pada sudut 15° sampai 145° atau posisi panel solar bergerak secara *mobile* maka ketahanan nyala lampu dapat menyala dengan durasi selama 5,5 jam nyala. Dan dengan durasi lama pengisian baterai selama 4,5 jam. Dapat kita lihat dalam Tabel perbedaan posisi panel, sebagai berikut :

Tabel 4.7 Perbandingan Konsumsi Tegangan, Arus dan Durasi

Sudut (Derajat)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Durasi (Jam)
15°	12,1	5,1	4
90°	12,6	5,3	5
145°	11,1	5	4,5
15°-145°	14,5	5,3	5,5

4.1 Pengukuran Alat Panel Solar Cell Dengan Solar Tracking

Pengukuran solar panel cell dengan menggunakan solar tracking yang mengikuti arah sinar matahari akan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar panel yang tidak bergerak. Dengan data pengukuran panel solar cell dengan solar tracking, sebagai berikut.

Tabel 4. 10 Pengukuran Alat Dengan Solar Tracking (sudut 15°-145°)

Posisi Panel Pada Sudut 15° - 145°			
Waktu (Jam)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Lumen (Lux)
09 : 00	12,9	5,2	2706
12 : 00	13,3	5,3	3201
15 : 00	12,4	5,3	2696

Tabel 4. 11 Perbandingan Antara Lumen, Daya dan Waktu Posisi sudut 15° - 145°

Lumen (Lux)	Daya (Watt)	Waktu (Jam)
2706	67.08	09 : 00
3201	70.49	12 : 00
2696	65.72	15 : 00

4.2 Analisa Pengukuran Pada Sudut 15°

Data pengukuran pada panel solar cell posisi kemiringan sudut 0° mengarah ke sinar matahari terbit atau ke timur, atau posisi panel solar cell tegak lurus atau vertikal dari atas ke bawah, maka dapat kita analisa perhitungan dayanya dan dapat dihasilkan dari waktu yang berbeda tersebut ialah :

- a) Daya pada jam 09 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 11.9 \times 4$$

$$= 47.6 \text{ W}$$

- b) Daya pada jam 12 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 12.4 \times 4$$

$$= 49.6 \text{ W}$$

- c) Daya pada jam 15 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 12.1 \times 4$$

$$= 48.4 \text{ W}$$

$$\text{Daya maks} = \frac{P1+P2+P3}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{47.6 + 49.6 + 48.4}{3} \times 100\%$$

$$= 47.6 \%$$

Dari perhitungan diatas bahwa persentase daya yang dihasilkan oleh Panel solar cell pada posisi 15° atau menghadap ke arah matahari terbit ialah 47.6 % daya yang dihasilkan apabila panel solar cell tersebut menghadap ke arah matahari terbit.

4.3 Analisa Pengukuran Pada Sudut 90°

Dan berikutnya data pengukuran panel solar cell pada posisi kemiringan sudut 90° mengarah ke atas tepat dibawah sinar matahari, atau vertikal maka dapat kita analisa perhitungan dayanya dan dapat dihasilkan dari ketiga jam tersebut ialah :

- a) Daya pada jam 09 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 11.7 \times 5.1$$

$$= 59.67 \text{ W}$$

- b) Daya pada jam 12 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 12.7 \times 5$$

$$= 63.5 \text{ W}$$

- c) Daya pada jam 15 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 11.3 \times 5$$

$$= 56.5 \text{ W}$$

$$\text{Daya maks} = \frac{P1+P2+P3}{3} \times 100\%$$

$$=$$

$$\frac{59.67+63.5+56.5}{3} \times 100\%$$

$$= 59.89 \%$$

Dari perhitungan diatas bahwa persentase daya yang dihasilkan oleh Panel solar cell pada posisi 90° adalah 59.89 % daya yang dihasilkan apabila panel solar cell tersebut menghadap ke arah matahari terbit.

4.4 Analisa Pengukuran Pada Sudut 145°

Dari data pengukuran panel solar cell pada posisi kemiringan sudut 145° membelakangi atau ke arah timur dimana sinar matahari terbenam secara vertikal, dapat kita analisa perhitungan dayanya dan dapat dihasilkan dari ketiga jam tersebut ialah :

- a) Daya pada jam 09 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 11.7 \times 5$$

$$= 58.5 \text{ W}$$

- b) Daya pada jam 12 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 12.2 \times 5$$

$$= 61 \text{ W}$$

- c) Daya pada jam 15 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 11.9 \times 5$$

$$= 59.5 \text{ W}$$

$$\text{Daya maks} = \frac{P1+P2+P3}{3} \times 100\%$$

$$=$$

$$\frac{58.5+61+59.5}{3} \times 100\%$$

$$= 59.66 \%$$

Dari perhitungan diatas bahwa persentase daya yang dihasilkan oleh Panel solar cell pada posisi 145° ialah 59.66 % daya yang dihasilkan apabila panel solar cell tersebut menghadap ke arah matahari terbit. Pada ketiga pengambilan data dengan sudut posisi panel yang

berbeda maka tegangan yang dikeluarkan oleh sumber tegangan yang dihasilkan oleh baterai ialah sebesar :

$$P = V \times I$$

$$= 12,08 \text{ Volt} \times 4,6 \text{ Amp}$$

$$= 55,56 \text{ watt}$$

Maka dapat dihitung :

-. Beban 55,56 watt

-. Aki yang digunakan 12V/7,5Ah, Maka :

$$I = 55,56 \text{ watt} \setminus 12\text{volt}$$

$$= 4,63 \text{ Amp}$$

Tegangan baterai yang dipakai oleh lampu sebesar 7,5 Ah – 4,63A = 2,87 Ah (dengan kondisi panel solar cell yang statis atau tidak bergerak). Dengan kondisi nyala lampu selama 4,5 jam nyala.

4.5 Analisa Pengukuran Pada Sudut 15° sampai Dengan Sudut 145°

Data perhitungan diatas bahwa persentase daya yang dihasilkan oleh Panel solar cell pada posisi sudut 15° sampai dengan sudut 145° ialah 67.76 % daya yang dihasilkan apabila panel solar cell tersebut menghadap ke arah matahari terbit.

Dari data diatas dapat kita ambil perhitungan daya yang dihasilkan dari ketiga jam tersebut ialah :

a) Daya pada jam 09 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 12.9 \times 5.2$$

$$= 67.08 \text{ W}$$

b) Daya pada jam 12 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 13.3 \times 5.3$$

$$= 70.49 \text{ W}$$

c) Daya pada jam 15 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 12.4 \times 5.3$$

$$= 56.72 \text{ W}$$

$$\text{Daya maks} = \frac{P1+P2+P3}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{67.08 + 70.49 + 56.72}{3} \times 100\%$$

$$= 67.76 \%$$

Dari hasil data pengukuran dapat kita simpulkan dengan membandingkan daya tegangan dan intensitas cahaya dari ke – 4 (empat) sudut daya yang diserap oleh tenaga surya yang terbarukan ialah daya yang menggunakan panel solar cell yang dapat bergerak dengan menggunakan motor yang lebih maksimal penyerapannya, dengan beban daya lampu sebesar 50 watt.

P = V x I

$$= 12,86 \text{ Volt} \times 5,26 \text{ Amp}$$

$$= 67,64 \text{ watt}$$

Maka dapat dihitung :

-. Beban 67,64 watt

-. Aki yang digunakan 12V/7,5Ah, Maka :

$$I = 67,64 \text{ watt} \setminus 12\text{volt}$$

$$= 5,63 \text{ Amp}$$

Tegangan baterai yang dipakai oleh lampu sebesar 7,5 Ah – 5,63A = 1,87 Ah (dengan kondisi panel solar cell menggunakan solar tracking atau bergerak). Dengan kondisi beban lampu menyala selama 5 jam nyala.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dan pengukuran tegangan, daya dan intensitas cahaya maka dapat disimpulkan :

- Daya, tegangan dan intensitas cahaya yang dihasilkan oleh panel solar cell dengan posisi statis atau tidak bergerak dan panel solar cell maka solar tracking ini lebih kecil hasilnya
- Dan untuk daya, tegangan dan intensitas cahaya dengan panel solar yang menggunakan solar tracking ini nilai tegangan, daya dan intensitasnya lebih besar. Dengan melihat data yang diambil pada bab IV pada bahasan 4.3.4 yaitu sebesar : 67,76 % daya yang dapat diserap oleh panel solar dengan menggunakan solar tracking.
- Untuk kebutuhan baterai yang digunakan dengan kapasitas baterai 7,5Ah ini bahwa lebih efisien dengan menggunakan solar tracking yang dengan hanya mengkonsumsi tegangan baterai sebesar 1,87Ah selama 4,5 jam nyala, berbeda dengan kebutuhan tegangan dengan solar cell statis sebesar 2,87Ah selama 5 jam nyala lampu dengan beban 50watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. W. Engga Kusumayogo, “Analisis Teknis dan Ekonomis Penerapan Penerangan Jalan Umum Solar Cell Untuk Kebutuhan Penerangan di Jalan Tol Darma Surabaya,” *Jurnal Universitas Brawijaya*, vol. 2, p. 20, 2018.
- [2] E. L. Utari, “Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Pengganti Listrik Untuk Memenuhi Kebutuhan Penerangan Jalan Di Dusun Nglingso Kelurahan Pagerharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo,” *Jurnal Pengabdian “ Dharma Bakti “* , vol. 1, p. 2, 2018.
- [3] L. Aditya, *PLTS PV Battery System*, Jakarta: Universitas Krisnadwipayana, 2020.
- [4] G. B. Ardina, *Rancang Bangun Dual Axis Solar Tracker Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*, Malang, 2018.
- [5] M. Taufik, “Pengisian Baterai Otomatis Menggunakan Solar Tracking Sistem Via Short Message Service,” *Jurnal Politeknik Sriwijaya*, p. 9, 2017.