

## KARAKTERISTIK PANEL SURYA KAPASITAS 200 WP PADA PENERANGAN JALAN UMUM TENAGA SURYA

Oleh : Lilik Eko Nuryanto<sup>1</sup>, Achmad Hardito<sup>2</sup>, Endang Triyani<sup>3</sup>, Haris Santosa<sup>4</sup>, Juwarta<sup>5</sup>

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Semarang

Jl.Prof. H. Soedarto. SH, Tembalang Semarang – 50275

E-mail: lilikpolines@gmail.com

### Abstrak

*Pembangkit Listrik Tenaga Surya dapat menghasilkan energi yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari. Sehingga sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Permasalahan utama dalam pemanfaatan energi surya adalah output yang tidak stabil yang dapat merusak baterai maupun beban. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya panel surya yang digunakan untuk suplai daya beban maupun charging baterai dengan melakukan pengujian pada daya keluaran panel surya. Tahapan yang dilakukan adalah membuat trainer sistem pengujian dari panel surya, menetapkan variabel pengujian dan melakukan pengujian panel surya untuk menganalisa tegangan, arus, daya keluaran ke beban maupun baterai. Hasil menunjukkan bahwa intensitas yang semakin tinggi akan menghasilkan daya yang semakin besar, pada pengujian dengan beban lampu LED DC 200 Watt dihasilkan rata-rata daya maksimum yang di dapat pada sudut kemiringan panel surya 10° sebesar 65.68 Watt dengan rata-rata intensitas cahaya tertinggi sebesar 47.73 klx, pada pengujian panel surya ketika digunakan sebagai suplai daya charging baterai sistem penerangan jalan umum dihasilkan rata-rata daya maksimum yang di dapat pada sudut kemiringan panel surya 10° sebesar 58.20 Watt dengan rata-rata intensitas cahaya tertinggi sebesar 43.65 klx. Penurunan daya dipengaruhi oleh faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya losses pada sistem dan kerugian lainnya seperti cuaca, debu pada permukaan panel surya*

**Kata kunci** : panel surya, pengujian, daya, intensitas cahaya.

### Abstract

*Solar Power Plants can produce unlimited energy directly taken from the sun. So it is often said to be clean and environmentally friendly. The main problem in the utilization of solar energy is unstable output that can damage the battery and load. This study aims to analyze the power of solar panels used for load power supply and battery charging by testing the output power of solar panels. The stages carried out are to create a test system trainer from solar panels, set test variables and test solar panels to analyze voltage, current, output power to the load and battery. The results show that the higher the intensity will produce more and more power, In the test with a DC LED light load of 200 Watts, the maximum average power that can be obtained at a solar panel inclination angle of 10° of 65.68 Watts with the highest average light intensity of 47.73 klx, in solar panel tests when used as a charging power supply for batteries of public street lighting systems, the maximum average power can be obtained at a 10° solar panel inclination angle of 58.20 Watts with the highest average light intensity of 43.65 klx. The decrease in power is influenced by factors that cause losses in the system and other losses such as weather, dust on the surface of solar panels*

**Keywords** : solar panels, testing, power, light intensity.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Ketersediaan listrik merupakan kebutuhan penting bagi masyarakat baik dalam sektor industri maupun rumah tangga. Pentingnya energi listrik ini berdampak pada meningkatnya konsumsi listrik setiap tahunnya.

Dengan kebutuhan energi listrik yang begitu banyak bahan bakar konvensional

tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam periode waktu yang lama. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber energi terbarukan menjadi alternatif dengan menawarkan banyak keuntungan, ramah lingkungan dan tidak akan ada habisnya.

Perkembangan terhadap energi alternatif dan terbarukan terus dilakukan untuk meningkatkan standar hidup masyarakat. Salah satu energi terbarukan

yang dipercaya sebagai energi yang tidak akan habis adalah energi surya. Energi surya sendiri mudah didapat dan mampu diproses dalam waktu cepat, selain itu Indonesia merupakan negara yang terletak di garis khatulistiwa yang mempunyai tingkat radiasi matahari rata-rata yang relatif tinggi yaitu 4,5 kWh/m<sup>2</sup>.hari, sehingga pemanfaatan energi surya menjadi listrik dianggap sebagai potensi besar.

Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 17 Tahun 2017 mengenai Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang merupakan kebijakan Pemerintah Pusat mengenai pengembangan energi tingkat nasional dan rencana pelaksanaan Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang bersifat lintas sektor salah satunya adalah memanfaatkan solar panel surya guna meningkatkan Energi Baru dan Terbarukan (EBT). Dalam KEN dan RUEN, kontribusi solar panel surya ditargetkan mencapai 6,5 GW pada tahun 2025. Kapasitas ini terdiri dari kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Solar Home System (SHS), dan solar panel surya *rooftop*. Solar panel surya *rooftop* merupakan cara yang dapat dimanfaatkan masyarakat saat ini guna mendukung KEN dalam membantu pemerintah menghasilkan lebih banyak energi dari sumber energi bersih, selain itu pemanfaatan panel surya dapat menghemat biaya tagihan listrik. Panel surya dapat dipasang pada atap rumah, gedung sekolah, industri ataupun perkantoran.

Kendala dari panel surya sendiri yaitu, daya keluaran yang dihasilkan relatif tidak konstan, ini disebabkan oleh besarnya iradiasi matahari serta suhu lingkungan yang diterima panel surya. Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya intensitas matahari yang diterima panel surya diantaranya lokasi pemasangan panel surya, gerak semu harian dan tahunan matahari serta cuaca (Pangestuningtyas D.L, 2013).

## 1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

- a. Dapat menentukan kemampuan panel surya dalam menyerap cahaya matahari

pada PLTS untuk Penerangan Jalan Umum di Politeknik Negeri Semarang.

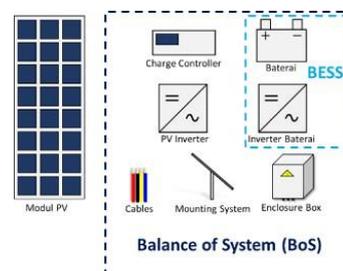
- b. Dapat memaksimalkan energi matahari yang diserap panel surya pada PLTS untuk Penerangan Jalan Umum di Politeknik Negeri Semarang.
- c. Dapat melakukan pengujian panel surya pada PLTS untuk Penerangan Jalan Umum di Politeknik Negeri Semarang.
- d. Dapat menentukan karakteristik panel surya *monocrystalline* kapasitas 200 Wp.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik berbasis energi terbarukan yang mengubah energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik dengan memanfaatkan teknologi panel surya untuk menghasilkan energi listrik. Penggunaan pembangkit listrik tenaga surya sangat ramah lingkungan, dengan sumber energi yang melimpah dan biaya pengoperasian serta pemeliharaan yang relatif kecil.

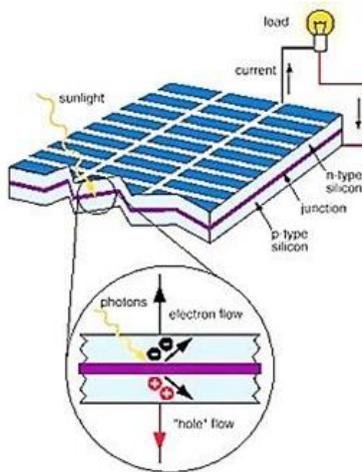
Dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), diperlukan komponen-komponen yang sesuai dan saling berkesinambungan agar PLTS dapat menghasilkan energi listrik secara maksimal. Salah satu contoh komponen sistem PLTS ditampilkan pada Gambar 2.1. Sistem PLTS terdiri dari modul PV, *charge controller*, *Battery Energi Storage System* (BESS), inverter PV, *mounting system* dan *enclosure box*.



Gambar 2.1 Komponen Sistem PLTS (sumber:<https://tenagamatahari.wordpress.com/beranda/konsep-kerja-sistem-plts/>)

## 2.2 Panel Surya

Sel surya merupakan alat konversi energi matahari menjadi energi listrik DC yang terbuat dari bahan semikonduktor tipe-p dan tipe-n, dengan penyusun dasar berupa elektron dari ikatan-ikatan atom. Semikonduktor tipe-p dalam struktur atomnya mempunyai kelebihan muatan positif atau *hole* sedangkan semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan muatan negatif atau kelebihan elektron.



Gambar 2.2 Cara Kerja Sel Surya Dengan Prinsip P-N Junction

(sumber: <http://fauziwongeshabar.blogspot.com/2012/06/pembangkit-listrik-tenaga-surya.html>)

Ilustrasi pada Gambar 2.2 merupakan cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction. Energi listrik dapat dihasilkan ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari tipe-n ke tipe-p. Akibat dari aliran semikonduktor tipe-n ke tipe-p ini maka akan terbentuk medan listrik.

## 2.3 Perhitungan Kapasitas Panel Surya

Perhitungan kapasitas panel surya dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini:

$$K_p = \frac{P_s \times 2}{P_p \times t} \quad \dots (2.1)$$

Keterangan:

$K_p$  = Kapasitas Panel Surya (Wattpeak/Wp)

$P_s$  = Daya yang disupply panel surya

$P_p$  = Kapasitas daya puncak dari produk (Wp)

$T$  = Lama penyiaran matahari (jam)

## 2.4 Wattmeter

Wattmeter merupakan alat untuk mengukur daya listrik (atau tingkat pasokan energi listrik) dalam satuan watt dari setiap beban yang diasumsikan pada suatu sirkuit rangkaian.

Wattmeter digunakan untuk mengukur daya listrik pada beban-beban yang sedang beroperasi dalam suatu sistem kelistrikan dengan beberapa kondisi beban seperti: beban DC, beban AC satu *phase* serta beban AC tiga *phase*.

## 2.5 Inclinometer

*Inclinometer* adalah bagian kompas geologi berupa alat ukur untuk mengukur kemiringan suatu bidang. *Inclinometer* dapat digunakan untuk keperluan sipil seperti mengukur jalan, keperluan arsitektur seperti mengukur kemiringan suatu bangunan, dll. *Inclinometer* dapat mengukur kemiringan suatu bidang pada dua sumbu, antara lain sumbu x dan sumbu y secara bersamaan.



Gambar 2.3 Inclinometer

(sumber:

<https://www.jakartanotebook.com/gemred-alat-ukur-sudut-kemiringan-digital-inclinometer-level-with-magnetics-angle-measuring-d1168-black>)

## 2.6 MCB DC

MCB DC adalah alat listrik perlindungan terminal yang paling banyak digunakan dalam pengenalan perangkat

distribusi daya terminal listrik bangunan. Ini digunakan untuk hubung singkat satu fasa dan tiga fasa, kelebihan beban, perlindungan tegangan lebih di bawah 125A, termasuk 1P kutub tunggal, 2P dua kutub, 3P tiga kutub, dan 4P empat kutub.

Korsleting atau kelebihan beban dapat terjadi karena berbagai alasan, seperti koneksi yang salah atau kondisi arus berlebih. MCB mirip dengan sekering. Satu-satunya perbedaan adalah sekering perlu diganti setelah putus, sedangkan MCB dapat dengan mudah diatur ulang dengan menekan tombol saat kelebihan beban. *Circuit breaker* terdiri dari kontak, *arc extinguishing system*, mekanisme operasi, *tripper*, dan *body*.

Fungsi dasarnya adalah untuk menghentikan aliran arus setelah gangguan terdeteksi. Ketika terjadi korsleting, medan magnet yang dihasilkan oleh arus tinggi melewati pegas reaksi, pelepasan menarik mekanisme operasi untuk bergerak, dan sakelar bergerak secara instan. Ketika kelebihan beban terjadi, *elektro reologi* lebih besar dan nilai kalor meningkat, dan lembaran bimetal berubah bentuk sampai batas tertentu untuk mendorong aksi mekanisme.

MCB DC biasanya digunakan dalam aplikasi berikut:

- a. Komponen kelistrikan kendaraan terdapat pada kendaraan berbahan bakar bensin dan listrik. Setiap mobil memiliki kotak sekering dengan DC MCB.
- b. Sistem *UPS (Uninterruptible Power Supply)* biasanya menggunakan baterai. Bahkan jika *UPS* memasok daya ke peralatan AC, *UPS* harus menyimpan energi dalam kemasan baterai dalam bentuk daya DC
- c. Motor DC
- d. Beberapa jenis mesin las busur *arc*
- e. Lampu LED efisiensi tinggi
- f. Sirkuit bertenaga baterai, seperti sirkuit bertenaga baterai di rumah dengan panel surya dipasang di daerah pedesaan tanpa jaringan listrik. Panel surya mengubah radiasi matahari menjadi arus searah, yang kemudian dapat digunakan untuk

menyalakan perangkat elektronik. Sangat penting untuk menggunakan MCB DC untuk melindungi panel surya. Ketika pengguna rumah tangga memiliki panel surya, ia dapat memilih untuk menggunakan peralatan listrik DC dan AC. Misalnya, pemilik rumah dengan panel surya dapat membeli lampu LED DC. Dalam hal ini, MCB DC harus digunakan untuk perlindungan. Daya DC yang tersisa dapat diubah menjadi daya AC oleh inverter listrik. Pemilik rumah dengan beberapa sirkuit DC telah memasang kotak sekering terpisah untuk daya DC dan AC, masing-masing dengan beberapa MCB.

- g. Pengoperasian mobil listrik.



Gambar 2.4 MCB DC

(sumber: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/SeanRo-brand-adjustable-dc-mcb-32-1600269977455.html>)

## 2.7 Luxmeter

Luxmeter merupakan sebuah alat yang mampu mengetahui serta mengukur seberapa besar intensitas cahaya yang berada di suatu tempat. Tentunya bukan rahasia umum lagi jika setiap tempat memiliki ukuran penerangan yang berbeda-beda, hal tersebut ditentukan oleh faktor kebutuhan yang melekat.

### 2.7.1 Jenis-jenis luxmeter

Dalam perkembangannya, luxmeter tersebut dikelompokkan menjadi 2 jenis yang memiliki fungsi sama melainkan media pengukurannya berbeda yaitu:

a. Luxmeter analog



Gambar 2.5 Luxmeter Analog  
(sumber:<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luxmeter-Analog.jpg>)

b. Luxmeter digital



Gambar 2.6 Luxmeter Digital  
(sumber:<https://primasafety.com/2021/12/08/light-meter/>)

2.8 *Infrared Thermometer*

*Infrared thermometer* disebut dengan termometer Infra Merah merupakan alat ukur suhu digital yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi temperatur secara optik digambarkan dalam bentuk suhu. Termometer ini menggunakan metode pengukuran suhu yang cepat, tepat dan akurat dengan objek yang diukur dari kejauhan dan tanpa disentuh.

Alat ini mengukur suhu menggunakan radiasi kotak hitam (biasanya infra merah) yang dipancarkan objek. Kadang disebut

thermometer laser atau tembak jika menggunakan laser untuk membantu pekerjaan pengukuran, atau termometer tanpa sentuhan untuk menggambarkan kemampuan alat mengukur suhu dari jarak jauh. Dengan mengetahui jumlah energi infra merah yang dipancarkan oleh objek dan emisinya, temperatur objek dapat dibedakan.

Komponen utama yang didesain sangat canggih terdiri dari lensa pemfokus energi infra merah pada detektor, yang mengubah energi menjadi sinyal elektrik yang bisa ditunjukkan dalam unit temperatur setelah disesuaikan dengan variasi temperatur lingkungan. Konfigurasi fasilitas pengukur suhu ini bekerja dari jarak jauh tanpa menyentuh objek. Dengan demikian, termometer infra merah berguna mengukur suhu pada keadaan dimana termokopel atau sensor tipe lainnya tidak dapat digunakan atau tidak menghasilkan suhu yang akurat untuk beberapa keperluan.

Termometer inframerah diberi spesifikasi tertentu, termasuk akurasi dan jangkauan sudut. Instrumen yang lebih sederhana mungkin memiliki kesalahan pengukuran sekitar  $\pm 2$  °C atau  $\pm 4$  °F.

Rasio jarak ke titik (D:S) menunjukkan perbandingan antara jarak alat terhadap permukaan objek dengan diameter luas pengukuran panas. Contoh, apabila luas permukaan objek adalah satu cm persegi dan sensor tidak dapat ditempatkan lebih dekat dari 12 cm ke objek, dibutuhkan sensor dengan D:S 12:1 atau lebih. Fungsi yang lain ialah ada sensor yang memakai emisivitas konstan ada pula yang harus diatur. Untuk yang konstan, anda tidak dapat mengatur keakuratan pembacaan pada permukaan yang terang (sebagian besar sensor dirancang untuk permukaan gelap). Sensor emitivitas konstan dapat dipakai pada permukaan terang hanya dengan menambahkan pita gelap pada permukaan benda atau mengcatnya.

Variasi sensor yang umum termasuk:

- a. Termometer Inframerah Titik, disebut juga Pyrometer Infra Merah, didesain

untuk memonitor luasan sempit atau titik tertentu.

- b. Sistem Pencitraan Garis Inframerah, biasanya membantu menentukan titik api yang penting pada pencerminan putar, untuk secara terus-menerus memindai permukaan yang luas pada ruang. Alat ini banyak digunakan pada manufaktur yang melibatkan konveyor atau proses jaring-jaring, seperti lembaran kaca besar atau logam yang keluar dari tungku, pabrik dan kertas, atau tumpukan material yang terus menerus sepanjang sabuk konveyor.
- c. Kamera inframerah, termometer inframerah yang didesain khusus sebagai kamera, memonitor banyak titik pada saat yang sama, hasilnya berupa gambar 2 dimensi, di mana tiap *pixel* menunjukkan temperatur. Teknologi ini umumnya membutuhkan banyak *prosesor* dan *software* dari pada sistem sebelumnya, digunakan memindai area yang luas. Aplikasi yang umum termasuk untuk memonitor batas negara bagi militer, pengawasan kualitas pada proses manufaktur, dan pengawasan peralatan atau ruang kerja yang panas/dingin untuk tujuan keselamatan dan pemeliharaan.



Gambar 2.7 *Infrared Thermometer*  
(sumber: <https://www.fluke.com/en-us/product/temperature-measurement/ir-thermometers/fluke-568>)

## 2.9 Solar Charge Controller

SCC (*Solar Charge Controller*) adalah sebuah alat elektronik yang berguna mengatur arus listrik yang masuk ke dalam baterai.



Gambar 2.8 *Solar Charge Controller*  
(sumber: <https://www.sanspower.com/solar-charge-control-untuk-panel-surya-ramah-lingkungan.html>)

## 2.10 Penerangan Jalan Umum

Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah infrastruktur lampu yang merupakan pelengkap jalan sehingga dapat digunakan untuk menerangi jalan di malam hari. Dengan adanya PJU ini, para pejalan kaki, pesepeda dan pengendara kendaraan merasa terbantu untuk dapat melihat lebih jelas jalan atau medan yang akan dilalui pada malam hari. Keselamatan berlalu lintas dapat ditingkatkan dan para pengguna jalan akan lebih aman dari kegiatan atau aksi kriminal.



Gambar 2.9 Penerangan Jalan Umum (PJU)  
(sumber:

<https://ptjayawirabersama.indonetwork.co.id/product/tiang-lampu-pjupjuts-6338880>)

## 3. Perancangan Pengujian Panel Surya Kapasitas 200 Wp

### 3.1 Deskripsi Kerja Sistem

Penerangan Jalan Umum tenaga surya dirancang sebagai media pembelajaran di bengkel listrik Polines. Sistem ini di suplai oleh 1 buah panel surya berkapasitas 200 Wp yang digunakan sebagai sumber

penerangan jalan umum. PLTS akan menghasilkan energi pada saat terdapat cahaya matahari, namun jika sudah tidak terdapat cahaya matahari PLTS tidak dapat menghasilkan energi. Kondisi pada saat PLTS dapat menghasilkan energi akan dimanfaatkan oleh baterai untuk mengisi sesuai kapasitas baterai yang ada, sebagai penyimpan daya yang dihasilkan oleh PLTS, baterai dimanfaatkan untuk menghidupkan sistem pada saat malam hari ketika penerangan jalan umum ini bekerja. Perancangan pengujian panel surya pada penerangan jalan umum tenaga surya ini berfokus pada pengujian sebelum panel surya terpasang sebagai sumber dari penerangan jalan umum. Berdasarkan informasi dari produk panel surya ST Solar kapasitas maksimum tegangannya sebesar 200 Watt. Energi matahari yang dikonversi menjadi tenaga listrik oleh sel surya dan hasilnya berupa tenaga DC. Besarnya energi yang dihasilkan oleh panel surya ini dapat diketahui melalui metering yang ada pada *trainer* pengujian maupun panel *box*. Besar energi yang terbaca pada *trainer* pengujian inilah yang akan menjadi salah satu indikator pengujian yang akan dilaksanakan, selain itu ada beberapa indikator lain seperti cuaca, intensitas matahari, dan kemiringan panel surya. Indikator- indikator tersebut nantinya mendapat suatu kesimpulan yang dapat digunakan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari panel surya sebagai sumber penerangan jalan umum tenaga surya.

### 3.2 Perancangan Sistem Pengujian Panel Surya

Panel surya yang digunakan dalam penelitian ini merupakan panel surya jenis *monocrystal* dengan kapasitas daya 200 WP. Penggunaan daya panel surya yang paling besar digunakan untuk *charging* baterai dengan kapasitas 12 Volt 100 Ah. Pada dasarnya setiap alat yang dirancang dan dirakit, harus terlebih dahulu dilakukan pengujian, untuk dapat mengetahui seberapa besar unjuk kerja dan optimasi daya keluaran alat tersebut dalam

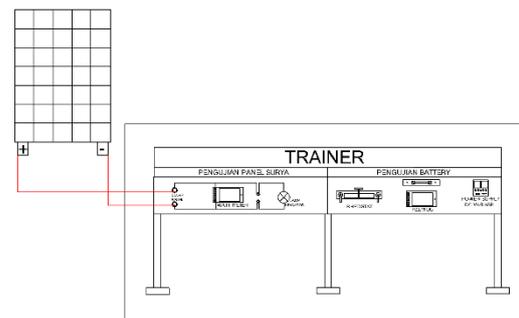
pemakaian sebenarnya pada beban, membandingkan unjuk kerja unit panel surya terhadap data-data yang sudah ada pada *nameplate*. Pengujian dilakukan setelah rangkaian selesai dipasang dengan benar.

## 4. Pengujian Dan Analisa Panel Surya Kapasitas 200 WP

### 4.1 Pengujian Sistem Panel Surya

#### 4.1.1 Sistem Pengujian

Pada dasarnya setiap alat yang dirancang dan dirakit, harus terlebih dahulu dilakukan pengujian, untuk dapat mengetahui seberapa besar unjuk kerja dan optimasi daya keluaran alat tersebut dalam pemakaian sebenarnya pada beban. Pengujian dilakukan setelah rangkaian selesai dipasang dengan benar.



Gambar 4.1 Pengawatan Pengujian Panel Surya

#### 4.1.2 Tujuan Pengujian

Tahap pengujian penelitian “Karakteristik Panel Surya Kapasitas 200 WP pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya” dimaksudkan:

1. Untuk mengetahui performansi atau unjuk kerja panel surya terhadap data-data yang sudah terdapat dari pabrikannya (sebagai data pembanding meliputi tegangan, arus, dan daya).
2. Untuk mengetahui tegangan, arus, dan daya yang keluar dari panel surya berdasarkan intensitas cahaya matahari dan sudut kemiringan panel surya.

#### 4.1.3 SOP Pengujian Panel Surya

Sebelum dilakukan pengujian pada sistem pembangkit listrik tenaga surya

kapasitas 200 Wp, yang harus diutamakan adalah kelengkapan instalasi. Memastikan telah terpasang dengan benar dan rapih agar dapat dilakukan pengujian dan menghasilkan data yang akurat. Parameter yang diobservasi meliputi pengukuran besaran secara berkala antara pukul 08:00 – 16:00 WIB dan setiap satu jam sekali dilihat pada alat ukur yang digunakan pada pengujian dan mencatatnya, untuk mendapatkan nilai atau hasil - hasil yang mendekati sebenarnya. Adapun variabel yang perlu diperhatikan pada pengujian ini, yaitu sudut kemiringan, intensitas cahaya dan suhu pada panel surya. Pada pengujian ini menggunakan beban berupa lampu LED DC 12 Volt 200 Watt pada hari pertama sampai hari ketiga. Sedangkan pada prngujian hari keempat, panel surya digunakan sebagai suplai *charging* baterai. Penggunaan alat ukur perlu diperhatikan dari jenis dan kegunaannya seperti yang digunakan pada pengujian sistem pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 Wp berupa wattmeter yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, serta daya DC yang diperoleh dari panel surya, luxmeter yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang ditangkap oleh panel surya, dan *infrared thermometer* yang berfungsi untuk mengukur suhu pada panel surya. Ada beberapa prosedur yang harus diperhatikan pada pengujian sistem pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 200 Wp, yaitu:

- a. Mempersiapkan alat uji sesuai dengan variabel pengujian yang telah ditentukan sebagai acuan dalam perbandingan rata-rata data hasil uji.
- b. Merangkai rangkaian sesuai dengan wiring pengujian panel surya. Sebelum dilakukan pengujian, memastikan wiring sudah terpasang dengan benar.
- c. Mencatat data-data hasil pengukuran dari alat ukur yang digunakan dalam pengujian.
- d. Selama pengujian dilakukan, keadaan cuaca harus benar-benar diperhatikan karena keadaan cuaca sangat

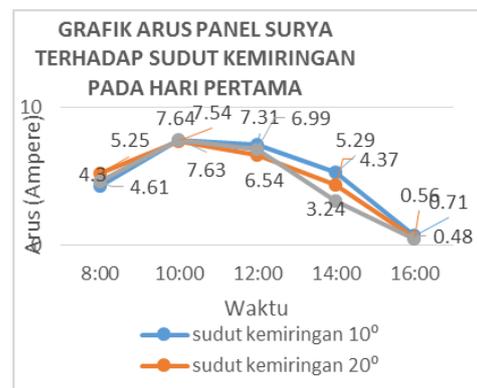
berpengaruh pada performansi atau unjuk kerja pada panel surya.

- e. Setelah data-data dari hasil pengujian terkumpul, langkah selanjutnya adalah pembuatan tabel dan grafik hubungan antara arus terhadap waktu, hubungan antara tegangan terhadap waktu, hubungan antara daya terhadap waktu.\

#### 4.1.4 Data Hasil Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya ini dilakukan dengan menggunakan 2 metode, yaitu untuk mengetahui daya maksimal yang dikeluarkan panel surya dan keluaran panel surya ketika digunakan sebagai suplai daya untuk sistem penerangan jalan umum. Dimana metode untuk mengetahui daya maksimal yang dikeluarkan panel surya dengan menggunakan beban lampu LED DC 12 Volt 200 Watt dilakukan selama 3 hari mulai dari Jumat - Minggu, 29 Juli - 31 Juli 2022. Sedangkan metode untuk mengetahui keluaran panel surya ketika digunakan sebagai suplai daya pada sistem penerangan jalan umum dilakukan selama 3 hari pada hari Selasa - Kamis, 2 Agustus - 4 Agustus 2022. Pengujian tersebut dilakukan dengan rentang waktu antara pukul 08:00 - 16:00 WIB setiap 2 jam sekali dengan melihat alat ukur yang digunakan pada pengujian dan mencatatnya.

Hasil pengujian harian dengan beban lampu LED DC 200 Watt



Gambar 4. 2 Grafik Arus Panel Surya Terhadap Sudut Kemiringan pada Hari Pertama

Keterangan:

- 1) Garis berwarna biru merupakan representasi dari sudut kemiringan  $10^\circ$  yang menggambarkan besarnya arus pada panel surya mulai dari jam 08.00 - 16.00 dengan rentang waktu 2 jam pada setiap pengujiannya.
- 2) Garis berwarna merah merupakan representasi dari sudut kemiringan  $20^\circ$  yang menggambarkan besarnya arus pada panel surya mulai dari jam 08.00 - 16.00 dengan rentang waktu 2 jam pada setiap pengujiannya.
- 3) Garis berwarna abu-abu merupakan representasi dari sudut kemiringan  $30^\circ$  yang menggambarkan besarnya arus pada panel surya mulai dari jam 08.00 - 16.00 dengan rentang waktu 2 jam pada setiap pengujiannya.

#### 4.1.5 Analisa data

Analisa data hari pertama dengan beban lampu LED DC 12 Volt 200 Watt Pada hari ini panel surya mampu menghasilkan energi listrik tertinggi pada pukul 10.00 saat sudut kemiringan panel surya  $30^\circ$ , suhu permukaan panel surya  $53.4^\circ\text{C}$ , dan intensitas cahaya yang terserap  $69.4 \text{ klx}$  dengan keluaran output ke beban yang dihasilkan panel surya sebesar  $13.30 \text{ V}$ ,  $7.63 \text{ A}$ , dan  $101.4 \text{ W}$ . Untuk keluaran panel surya terendah pada pukul 16.00 saat sudut kemiringan panel surya  $30^\circ$ , suhu permukaan panel surya  $29.9^\circ\text{C}$  dan intensitas cahaya yang terserap  $5.72 \text{ klx}$  dengan keluaran output ke beban yang dihasilkan panel surya sebesar  $10.52 \text{ V}$ ,  $0.48 \text{ A}$ , dan  $5.0 \text{ W}$ .

Sehingga pengujian pada hari pertama diperoleh rata-rata suhu permukaan panel surya  $46.14^\circ\text{C}$  dengan keluaran output ke beban yang dihasilkan panel surya saat:

- a. Sudut kemiringan panel surya  $10^\circ$  sebesar  $12.216 \text{ V}$ ,  $5.05 \text{ A}$ , dan  $63.95 \text{ W}$  dengan rata-rata intensitas cahaya yang terserap  $46.39 \text{ klx}$
- b. Sudut kemiringan panel surya  $20^\circ$  sebesar  $12.16 \text{ V}$ ,  $4.85 \text{ A}$ , dan  $61.06 \text{ W}$

dengan rata-rata intensitas cahaya yang terserap  $44.20 \text{ klx}$ .

- c. Sudut kemiringan panel surya  $30^\circ$  sebesar  $12.106 \text{ V}$ ,  $4.59 \text{ A}$ , dan  $58 \text{ W}$  dengan rata-rata intensitas cahaya yang terserap  $41.31 \text{ klx}$ .

## 5. Kesimpulan

Dari keseluruhan proses penelitian "Karakteristik Panel Surya 200 Wp pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya" ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Untuk merancang penerangan jalan umum tenaga surya harus dilakukan perhitungan daya beban yang akan disuplai terlebih dahulu. Perhitungan daya beban yang akan disuplai oleh sistem ini yaitu  $50 \text{ Watt}$  sehingga dapat memilih panel surya berdaya  $200 \text{ Wp}$ . Hal ini ditentukan dengan catatan memperhatikan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *losses* pada sistem dan kerugian lainnya seperti cuaca, debu pada permukaan panel surya, dan jenis panel surya yang digunakan.
- b. Dalam melakukan pengujian panel surya harus memperhatikan variabel maupun faktor-faktor yang mempengaruhi pengujian seperti variabel pengujian intensitas cahaya, suhu permukaan panel surya, dan sudut kemiringan panel surya agar dalam pengukuran hasil keluaran panel surya dapat diperoleh secara optimal.
- c. Suhu permukaan panel surya tertinggi saat pengujian dengan beban lampu LED DC  $200 \text{ Watt}$  pada hari pertama pukul  $12.00$  yaitu sebesar  $57.7^\circ\text{C}$  sedangkan suhu terendah terjadi pada hari kedua pukul  $16.00$  yaitu sebesar  $29.4^\circ\text{C}$ .
- d. Suhu permukaan panel surya tertinggi saat pengujian panel surya sebagai suplai daya *charging* baterai pada hari kedua pukul  $12.00$  yaitu sebesar  $54.9^\circ\text{C}$  sedangkan suhu terendah terjadi pada hari ketiga pukul  $16.00$  yaitu sebesar  $29.5^\circ\text{C}$ .
- e. Berdasarkan pengujian dengan beban lampu LED DC  $12 \text{ Volt } 200 \text{ Watt}$  yang

telah dilakukan, panel surya berkapasitas 200 Wp menghasilkan daya maksimal sebesar 101.4 W pada hari pertama pukul 10.00 dengan suhu permukaan panel surya 53.4°C, sudut kemiringan panel surya 30°, dan intensitas cahaya matahari 74.9 klx. Sedangkan panel surya menghasilkan daya minimum sebesar 5 W pada hari pertama pukul 16.00 dengan suhu permukaan panel surya 29.9°C, sudut kemiringan 30°, dan intensitas cahaya matahari yang terserap 5.72 klx.

- f. Berdasarkan pengujian ketika digunakan sebagai suplai daya *charging* baterai pada sistem penerangan jalan umum yang telah dilakukan, panel surya berkapasitas 200 Wp menghasilkan daya maksimal sebesar 112 W pada hari kedua pukul 12.00 dengan suhu permukaan panel surya 54.9°C, sudut kemiringan panel surya 10°, dan intensitas cahaya matahari 66.1 klx. Sedangkan panel surya menghasilkan daya minimum sebesar 7.99 W pada hari kedua pukul 16.00 dengan suhu permukaan panel surya 30.8°C, sudut kemiringan 30°, dan intensitas cahaya matahari yang terserap 6.9 klx.
- g. Keluaran PLTS tertinggi terjadi dari pukul 10.00 dan 12.00. Hal ini dikarenakan pada saat itu posisi matahari tepat berada di atas panel surya. Sedangkan keluaran PLTS terendah terjadi pada sore hari pukul 16.00. Hal itu dikarenakan pada kondisi tersebut posisi matahari condong ke barat.
- h. Nilai daya tertinggi selama tiga hari pengujian dengan beban lampu LED DC 12 Volt 200 Watt diperoleh pada kemiringan panel surya 10° dengan rata-rata hari pertama sebesar 63.95 W, hari kedua sebesar 63.72 W, dan hari ketiga sebesar 69.36 W. Sedangkan untuk rata-rata keseluruhan dalam 3 hari, panel surya menghasilkan nilai tertinggi daya, tegangan, dan arus terdapat pada sudut kemiringan panel surya 10° sebesar 65.68 W, 12.05 V, dan 5.18 A dengan rata-rata intensitas cahaya matahari yang terserap sebesar 47.73 klx.
- i. Nilai daya tertinggi selama tiga hari pengujian ketika digunakan sebagai suplai daya *charging* baterai pada sistem penerangan jalan umum diperoleh data pada hari pertama dengan kemiringan panel surya 20° dengan rata-rata sebesar 51.90 W, hari kedua dengan kemiringan panel surya 10° dengan rata-rata sebesar 74.66 W, dan hari ketiga dengan kemiringan panel surya 30° dengan rata-rata sebesar 54.63 W. Sedangkan untuk rata-rata keseluruhan dalam 3 hari, panel surya menghasilkan nilai tertinggi daya, tegangan, dan arus terdapat pada sudut kemiringan panel surya 10° sebesar 58.20 W, 13.94 V, dan 4.19 A dengan rata-rata intensitas cahaya matahari yang terserap sebesar 43.65 klx.
- j. Berdasarkan pengujian dan grafik yang ada, pada panel surya dengan beban lampu LED DC 200 Watt maupun pada suplai daya *charging* baterai 100 Ah bekerja secara optimal pada sudut kemiringan 10° dengan intensitas cahaya sekitar 60-80 klx pada atap koridor bengkel listrik menuju bengkel elektronika. Sehingga faktor yang mempengaruhi kinerja panel surya adalah sudut kemiringan panel surya dan intensitas cahaya matahari. Dimana intensitas cahaya matahari yang terserap pada panel surya tidak selamanya dipengaruhi oleh suhu permukaan panel surya.
- k. Berdasarkan pengujian ketika digunakan beban lampu DC 25 Watt dengan kemiringan 10°, panel surya berkapasitas 200 Wp mendapatkan daya tertinggi sebesar 15.9 W pada jam 12.00-13.00 dengan cuaca cerah sedangkan untuk pengujian menggunakan beban lampu DC 35 Watt dengan kemiringan 10°, panel surya berkapasitas 200 Wp mendapatkan daya tertinggi sebesar 17.5 W pada jam 13.00.
- l. Berdasarkan pengujian dan grafik didapatkan rata-rata dimana pengujian menggunakan beban lampu DC 25 Watt

dengan kemiringan  $10^\circ$  untuk rata-rata daya sebesar 15.82 W, arus 0.84 A, Tegangan 18.96 V, Suhu  $52.46^\circ\text{C}$  dan Intensitas Cahaya 69.04 klx sedangkan pada pengujian menggunakan beban lampu DC 35 Watt dengan kemiringan  $10^\circ$  untuk rata-rata daya sebesar 17.30 W, arus 0.86 A, Tegangan 18.95 V, Suhu  $53^\circ\text{C}$  dan Intensitas Cahaya 67.52 klx.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi. (2021). *Lux Meter*. Retrieved from <https://www.pengelasan.net/lux-meter/> (diakses pada 12 Mei 2022).
- Dunia, I. (2022). *Pengertian Wattmeter, Cara Pengukuran dan Prinsip kerja*. Retrieved from [ilmudunia.blogspot: http://ilmudunia.blogspot.com/2017/08/pengertian-wattmeter-cara-pengukuran.html](http://ilmudunia.blogspot.com/2017/08/pengertian-wattmeter-cara-pengukuran.html) (diakses pada 27 Mei 2022).
- Gunoto, P., & Sofyan, S. (2020). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp untuk Penerangan Lampu di Ruang Selaras Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan*. *Sigma Teknika*.
- Indonesia, B. (2021). *Perbedaan MCB DC dengan MCB AC Pada Aplikasi Kelistrikan*. Retrieved from [www.builder.id:https://www.builder.id/perbedaan-mcb-dc-dengan-mcb-ac-pada-aplikasi-kelistrikan/](http://www.builder.id:https://www.builder.id/perbedaan-mcb-dc-dengan-mcb-ac-pada-aplikasi-kelistrikan/) (diakses pada 29 Mei 2022).
- Khoiroh, I. (2021). *Desain dan Analisa Sistem Kontrol Suplai Daya Photovoltaic Kapasitas 150 Wp dengan Tegangan Konstan*. Teknik Mesin Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Semarang.
- Nadella, P. (2021). *Analisis Perhitungan Optimasi Daya Panel Surya Ditinjau Dari Sudut Kemiringan Penerimaan Iradiasi*. Teknik Mesin Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Semarang.
- Pahevi, R. (2014). *Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sarorougot, D. (2021). *Rancang Bangun Inverter Plts Sistem On Grid 3000 Va Berbasis Plc Dan Scada pada Ruang Bengkel Listrik Politeknik Negeri Semarang*. D3 Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Semarang.
- Wikipedia. (2019). *Inklinometer*. Retrieved from [wikipedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Inklinometer](https://id.wikipedia.org/wiki/Inklinometer) (diakses pada 28 Mei 2022).
- Wikipedia. (2022). *MC4 connector*. Retrieved from [wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/MC4\\_connector](https://en.wikipedia.org/wiki/MC4_connector) (diakses pada 30 Mei 2022).