

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Reflektor Alumunium dan Cermin berbasis LabVIEW

Qotrun Nadandi¹, Bhadrika D. W.², Nani³, Isdawimah⁴, Nuha Nadhiroh⁵

Prodi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta,
Jl. Prof.Dr.GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425

E-mail: qotrunnadandi.qn@gmail.com

ABSTRACT

As technology advances, the use of solar energy as a power plant is considered less efficient. The impact of low efficiency affects the electrical output power generated by the solar power plant. Therefore, efforts to increase the efficiency of solar modules are required. One of the methods to increase efficiency is the addition of solar reflectors, in which solar reflector functions as a reflector of sunlight and allow the solar module to receive more optimal light intensity so that the power generated by the solar module is greater. Consequently, in this thesis, a prototype of solar power plant with aluminum and mirror solar reflector was built in aims to determine the effect of adding an aluminum and mirror reflector to increase the efficiency of solar power plant. The construction of the solar power plant consists of several main components, including 50WP solar module, aluminum and mirror solar reflector, Solar Charge Controller (SCC), battery, Circuit Breaker (CB), and DC lamp. The solar power plant is also equipped with a LabVIEW-based monitoring system which components used in the system are Arduino Mega 2560, INA219 current and voltage sensors, DHT22 temperature sensors, and MAX44009 light intensity sensors.

Keywords: *DHT22 sensor, INA219 sensor, LabVIEW, MAX44009 sensor, solar reflectors*

ABSTRAK

Seiring perkembangan teknologi, pemanfaatan energi surya sebagai pembangkit listrik dianggap kurang efisien. Dampak dari efisiensi yang rendah berpengaruh pada daya keluaran listrik yang dihasilkan oleh PLTS, oleh karena itu diperlukan upaya peningkatan efisiensi terhadap modul surya. Salah satu metode peningkatan efisiensi yang dapat dilakukan adalah penambahan reflektor surya pada PLTS, dimana reflektor surya berfungsi sebagai pemantul cahaya matahari dan memungkinkan modul surya menerima intensitas cahaya yang lebih optimal, sehingga dihasilkan daya keluaran modul surya yang lebih besar. Berdasarkan hal tersebut, pada skripsi ini dibuat suatu *prototipe* PLTS dengan reflektor alumunium dan cermin yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan reflektor alumunium dan cermin terhadap peningkatan efisiensi PLTS. Rancang bangun PLTS yang dibuat terdiri dari beberapa komponen utama yaitu modul surya 50WP, reflektor alumunium dan cermin, *Solar Charge Controller* (SCC), baterai, *Circuit Breaker* (CB), dan lampu DC. PLTS juga dilengkapi dengan sistem *monitoring* berbasis LabVIEW dengan beberapa komponen *monitoring* yang digunakan pada sistem diantaranya yaitu Arduino Mega 2560, sensor arus dan tegangan INA219, sensor suhu DHT22 dan sensor intensitas cahaya MAX44009.

Kata kunci: LabVIEW, reflektor surya, sensor DHT22, sensor INA219, sensor MAX44009

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu pembangkit listrik energi terbarukan yang memiliki potensi besar dalam

kehidupan energi global di masa depan. PLTS memanfaatkan energi matahari untuk dikonversi menjadi energi listrik menggunakan modul fotovoltaik (PV). Indonesia sebagai negara tropis dianugerahi energi surya yang melimpah

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan.....

sehingga merupakan lokasi yang sangat strategis untuk pembangunan PLTS.

Ada banyak hal yang mempengaruhi unjuk kerja dari modul fotovoltaik. Diantaranya yaitu modul fotovoltaik sangat bergantung kepada kondisi cuaca dan intensitas matahari yang diterima oleh modul. Seiring perkembangan teknologi, pemanfaatan energi surya sebagai pembangkit listrik dianggap kurang efisien. Dampak dari efisiensi yang rendah berpengaruh pada daya keluaran listrik yang dihasilkan oleh PLTS. Oleh karena itu diperlukan upaya peningkatan efisiensi terhadap modul surya.

Penambahan reflektor pada modul surya dapat menjadi salah satu solusi untuk peningkatan efisiensi pada PLTS. Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan penelitian mengenai hal ini. Diantaranya yaitu penelitian menggunakan cermin datar sebagai solar reflektor [1] [2], penelitian menggunakan reflektor cekung [3] [4], dan penelitian untuk mempelajari kinerja panel surya dengan penambahan lebar reflektor [5]. Penelitian – penelitian terdahulu membuktikan bahwa penggunaan reflektor memberikan pengaruh kenaikan daya pada PLTS.

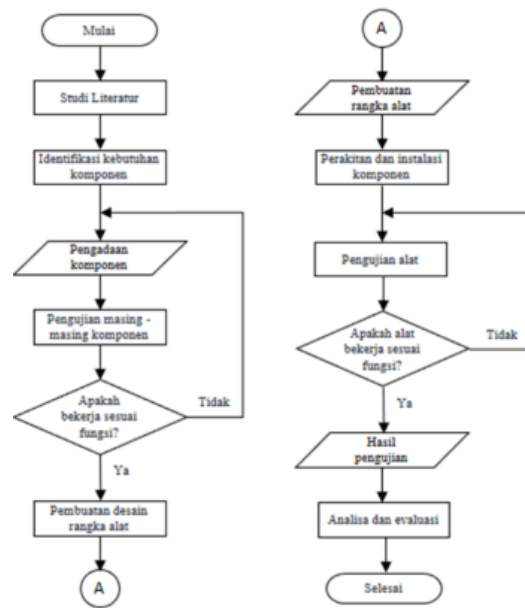
Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh jenis material yang digunakan dan posisi sudut reflektor dalam peningkatan efisiensi PLTS. Sehingga dalam skripsi ini, penulis melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan reflektor aluminium dan cermin terhadap efisiensi PLTS.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada skripsi ini penulis membuat rancang bangun PLTS dengan reflektor aluminium dan cermin berbasis *LabVIEW*, sehingga penulis mengambil judul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Reflektor Aluminium dan Cermin berbasis *LabVIEW*”.

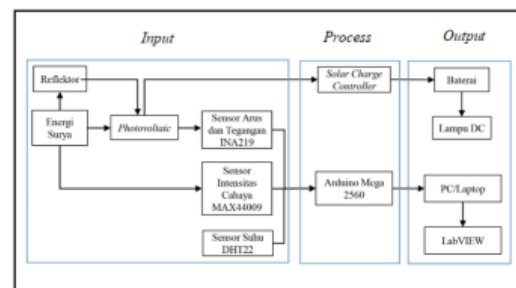
2. METODE PENELITIAN

Flowchart berfungsi menjelaskan suatu aliran kerja pada sistem. Gambar 1 menampilkan *flowchart* rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan reflektor aluminium dan cermin berbasis *LabVIEW*.

Gambar 1 merupakan diagram blok Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Reflektor Aluminium dan Cermin berbasis *LabVIEW*. Blok diagram dibagi menjadi tiga bagian yaitu *input*, *process* dan *output*.



Gambar 1. *Flowchart* rancang bangun



Gambar 2. Diagram blok PLTS

Gambar 2 menunjukkan cara kerja sistem PLTS. Modul surya mendapat energi surya untuk dikonversi menjadi energi listrik sebagai sumber energi pada rangkaian. Energi listrik yang dihasilkan akan disimpan ke baterai melalui *solar charge controller*. Penggunaan *solar charge controller* memungkinkan pengisian baterai yang stabil, mencegah terjadinya *overcharging* pada baterai, dan mencegah adanya arus balik dari baterai ke modul surya saat tegangan pada modul surya lebih kecil dari tegangan baterai. Ketika kapasitas baterai telah cukup, baterai akan memberi *supply* pada beban sehingga lampu DC on. *Circuit Breaker* (CB) berfungsi sebagai pengaman pada rangkaian, CB akan trip saat terjadi arus hubung singkat (*short circuit*) atau arus berlebih (*over current*). Sensor arus dan tegangan INA219, sensor suhu DHT22, dan sensor intensitas cahaya MAX44009 akan membaca data besaran listrik dan kemudian data diproses pada mikrokontroler Arduino Mega 2560. Kemudian Arduino mega 2560 dihubungkan ke laptop melalui kabel USB dan

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan.....

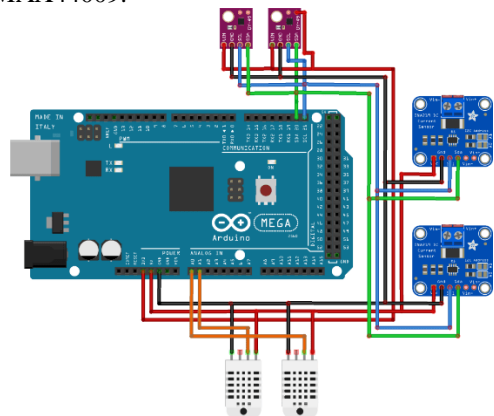
data akan diolah pada *software LabVIEW*. Data kemudian ditampilkan pada layar dan terekam pada *Microsoft Excel*.

Gambar 3 menampilkan desain rangka yang dibuat pada skripsi ini. Rangka penopang pada alat ini dirancang menggunakan besi hollow 3x3cm sehingga mampu menopang kedua buah modul surya 50WP dan dilengkapi dengan roda agar dapat berpindah tempat dengan mudah, serta kerangka modul surya dan reflektor dirancang agar dapat digerakkan dan diatur tingkat kemiringannya.



Gambar 3 Desain rangka alat

Gambar 4 menampilkan rangkaian sensor modul Arduino Mega 2560. Pada sistem monitoring PLTS digunakan dua buah sensor arus dan tegangan INA219, dua buah sensor suhu DHT22 dan dua buah sensor intensitas cahaya MAX44009.



Gambar 4 Rangkaian sensor modul Arduino Mega 2560

Adapun *address input* dan *output* dari sensor menuju ke Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 I/O address Arduino Mega 2560

No.	Input/Output	Address	Status
1	Sensor INA219 1	SCL & SDA	Input
2	Sensor INA19 2	SCL & SDA	Input
3	Sensor DHT22 1	A0	Input
4	Sensor DHT22 2	A1	Input
5	Sensor MAX44009 1	SCL & SDA	Input
6	Sensor MAX44009 2	SCL & SDA	Input

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian PLTS dengan Reflektor Aluminium dan Cermin

Pengujian ini dilakukan untuk melihat kesesuaian alat dengan desain rancangan alat dan deskripsi kerja. Adapun beberapa parameter yang diuji yaitu meliputi struktur rangka alat dan komponen/material pendukung pada rangka.

Struktur rangka alat mengacu pada perancangan desain alat yang telah dibuat. Struktur rangka alat dapat dilihat seperti pada Gambar 5. Alat yang dibuat difungsikan sebagai modul latihan pada Laboratorium Energi Terbarukan Teknik Listrik Politeknik Negeri Jakarta.



Gambar 5 Rangka Alat

Gambar 6 dan 7 menampilkan detail pada rangka alat yang dibuat. *Frame* modul surya dan reflektor disesuaikan dengan kebutuhan pengujian dimana modul surya dan reflektor dapat digerakkan dan diatur tingkat kemiringannya. Dapat dilihat pada Gambar 3.3 Item no. 1 dan 2 menunjukkan tampilan baut pengunci yang digunakan untuk *frame* modul surya dan reflektor. Pada Gambar 4.4 menampilkan detail *frame* modul surya dan reflektor, dimana terdapat bukaan pada bagian samping *frame* modul surya berfungsi sebagai tempat keluar/masuk modul surya dan terdapat bukaan pada bagian atas *frame* reflektor berfungsi sebagai tempat keluar/masuk reflektor. Rangka alat juga dilengkapi dengan roda dibagian bawah agar dapat berpindah tempat dengan mudah. Gambar 4.3 Item no. 3

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan.....

menunjukkan tampilan roda pada yang dipasang pada rangka.



Gambar 6 Detail rangka alat



Gambar 7 Detail rangka alat

Selanjutnya, dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah *frame* modul surya dan *frame* reflektor dapat digerakkan dan diatur sudut kemiringannya sesuai deskripsi kerja. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *frame* modul surya dapat digerakkan hingga 360° sedangkan *frame* reflektor dapat digerakkan siku hingga 90° . Sudut kemiringan *frame* reflektor dan *frame* modul sudul surya dapat dilihat pada Gambar 8, 9, 10 dan 11.



Gambar 8 Sudut kemiringan *frame* reflektor



Gambar 9 Sudut kemiringan *frame* reflektor



Gambar 10 Sudut kemiringan *frame* modul surya



Gambar 11 Sudut kemiringan *frame* modul surya

Kemudian, pada pengujian ini dilakukan pengukuran dimensi rangka alat menggunakan *roll meter*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah dimensi rangka alat telah sesuai dengan desain rancangan alat atau tidak.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan antara desain rancangan alat dengan hasil pengujian yang telah dilakukan. Pada Gambar 12 terlihat perbandingan desain rancangan alat dan rangka alat secara visual.

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan.....



Gambar 12 Perbandingan desain rancangan alat dan rangka alat

Secara visual dapat terlihat bahwa realisasi alat yang dibuat telah sesuai dengan desain rancangan alat.

Kemudian, berdasarkan data hasil pengukuran yang dilakukan, diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan antara dimensi antara desain rancangan dan realisasi alat sehingga dapat dikatakan bahwa realisasi alat telah sesuai dengan desain rancangan yang dibuat.

b. Pengujian Instalasi Komponen

PLTS dengan Reflektor Aluminium dan Cermin terdiri dari berbagai macam komponen mulai dari komponen *input*, *proses*, dan *output*, sehingga perlu dilakukan pengujian instalasi komponen yang telah terpasang pada alat. Pengujian ini bertujuan untuk meyakini bahwa tiap – tiap komponen berfungsi dengan baik dan aman dioperasikan.

Setelah pengujian dilakukan, diperoleh data hasil pengujian pada kondisi bertegangan dan kondisi tidak bertegangan seperti dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Pengujian instalasi komponen kondisi bertegangan

Komponen	Prosedur Pengujian	Kondisi	Keterangan
Modul surya	Pengujian menggunakan voltmeter	Baik	Menghasilkan tegangan output
CB	Pengujian menggunakan voltmeter	Baik	Mendapat tegangan dari sumber
SCC	Pengujian menggunakan voltmeter	Baik	Mendapat tegangan dari sumber
Baterai	Pengujian menggunakan voltmeter	Baik	Mendapat tegangan dari sumber

Tabel 2 Pengujian instalasi komponen kondisi tidak bertegangan

Komponen	Prosedur Pengujian	Kondisi	Keterangan
Modul Surya	Pengujian menggunakan ohmmeter	Baik	Terkoneksi dengan baik
CB	Pengujian menggunakan ohmmeter	Baik	Terkoneksi dengan baik
SCC	Pengujian menggunakan ohmmeter	Baik	Terkoneksi dengan baik
Lampu DC	Pengujian menggunakan ohmmeter	Baik	Terkoneksi dengan baik
Arduino Mega 2560	Pengujian menggunakan ohmmeter	Baik	Terkoneksi dengan baik
Sensor INA219	Pengujian menggunakan ohmmeter	Baik	Terkoneksi dengan baik
Sensor DHT22	Pengujian menggunakan ohmmeter	Baik	Terkoneksi dengan baik
Sensor MAX44009	Pengujian menggunakan ohmmeter	Baik	Terkoneksi dengan baik

Berdasarkan data hasil pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian instalasi kondisi bertegangan dan pengujian instalasi kondisi tanpa tegangan menunjukkan bahwa tiap – tiap komponen berfungsi dengan baik dan aman dioperasikan.

c. Pengujian Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk melihat data hasil pembacaan sensor yaitu berupa nilai arus dan tegangan modul surya, nilai temperatur modul surya dan nilai intensitas cahaya. Kemudian dilakukan perbandingan antara hasil pembacaan sensor dan pembacaan manual menggunakan alat ukur konvensional, dimana hal ini bertujuan mengetahui persentase kesalahan pengukuran sensor dan persentase ketelitian pengukuran sensor.

Pengujian sensor dilakukan terhadap 5 buah sensor yaitu 2 buah sensor arus dan tegangan INA219, 2 buah sensor suhu DHT22 dan sensor intensitas cahaya MAX44009.

Berdasarkan data hasil pengujian yang diperoleh, dilakukan perbandingan antara data hasil pengukuran sensor dan data hasil pengukuran manual. Perbandingan data hasil pengukuran sensor dan data hasil pengukuran manual dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kesalahan pengukuran (\%)} = \left| \left(\frac{X - X_i}{X} \right) \times 100\% \right|$$

$$\text{Rata-rata kesalahan pengukuran} = \left[\frac{\sum \text{Kesalahan pengukuran}}{\text{Jumlah data}} \right]$$

Keterangan:

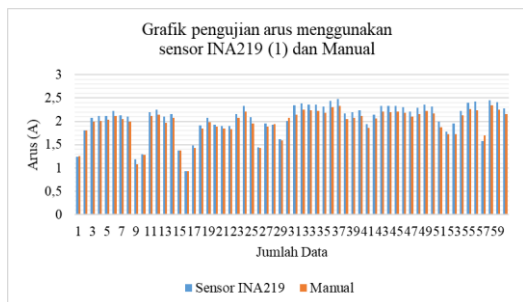
Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan.....

X = Data hasil pengukuran manual

X_i = Data hasil pengukuran sensor

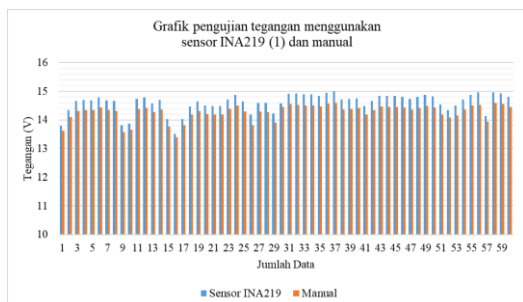
Ketelitian pengukuran (%) = 100% – Kesalahan pengukuran (%)

$$\text{Rata-rata ketelitian pengukuran} = \frac{\sum \text{Ketelitian pengukuran}}{\text{Jumlah data}}$$



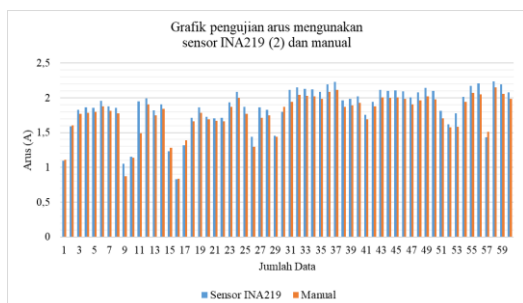
Gambar 13 Grafik pengujian arus sensor INA219 1

Berdasarkan data, dari 60 pengujian yang dilakukan rata – rata kesalahan pengukuran pada sensor INA219 (1) yaitu sebesar 4,842% dan rata – rata ketelitian pengukuran sebesar 95,162%.



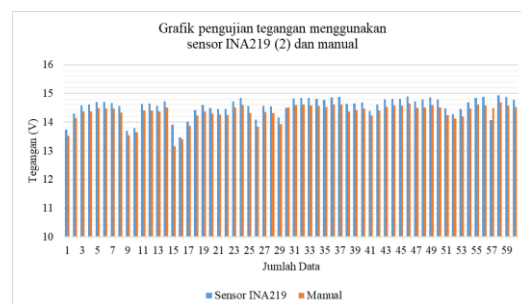
Gambar 14 Grafik pengujian tegangan sensor INA219 2

Berdasarkan data, dari 60 pengujian yang dilakukan rata – rata kesalahan pengukuran pada sensor INA219 (1) yaitu sebesar 2,304% dan rata – rata ketelitian pengukuran sebesar 97,696%.



Gambar 15 Grafik pengujian arus sensor INA219 2

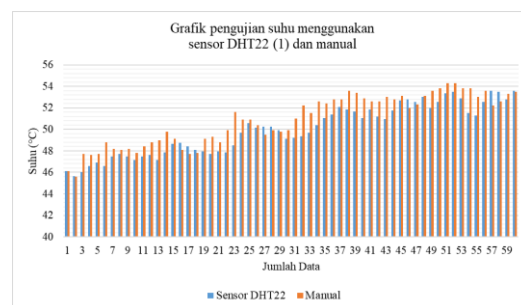
Berdasarkan data, dari 60 pengujian yang dilakukan rata – rata kesalahan pengukuran pada sensor INA219 (2) yaitu sebesar 5,356% dan rata – rata ketelitian pengukuran sebesar 94,644%.



Gambar 16 Grafik pengujian tegangan sensor INA219 2

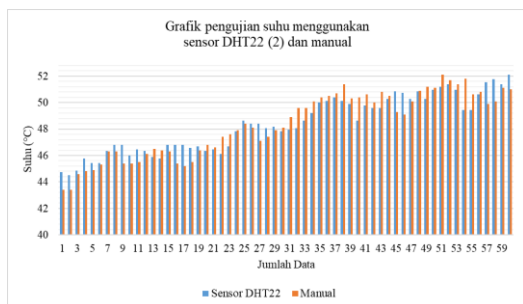
Berdasarkan data, dari 60 pengujian yang dilakukan rata – rata kesalahan pengukuran pada sensor INA219 (2) yaitu sebesar 1,610% dan rata – rata ketelitian pengukuran sebesar 98,390%.

Berdasarkan data yang diperoleh, dapat terlihat bahwa sensor INA219 lebih akurat dalam pengukuran tegangan dibandingkan arus. Berdasarkan *datasheet* sensor INA219, sensor INA219 memiliki akurasi yang tinggi dengan error maksimum sebesar 0,5%. Hasil analisa data menunjukkan bahwa nilai error pada sensor lebih besar dibandingkan dengan yang tertera pada spesifikasi sensor. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu adanya kesalahan pada saat pengukuran manual, usia alat ukur, suhu lingkungan, dan perbedaan waktu pengambilan data pengukuran manual dan pengukuran sensor.



Gambar 17 Grafik pengujian suhu sensor DHT22 1

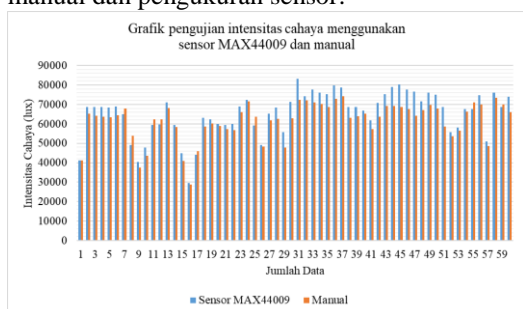
Berdasarkan data, dari 60 pengujian yang dilakukan rata – rata kesalahan pengukuran pada sensor DHT22 (1) yaitu sebesar 2,162% dan rata – rata ketelitian pengukuran sebesar 97,838%.



Gambar 18 Grafik pengujian suhu sensor DHT22 2

Berdasarkan data, dari 60 pengujian yang dilakukan rata – rata kesalahan pengukuran pada sensor DHT22 (2) yaitu sebesar 1,594% dan rata – rata ketelitian pengukuran sebesar 98,406%.

Berdasarkan *datasheet* akurasi pengukuran temperatur pada sensor DHT22 yaitu $<+-0,5^{\circ}\text{C}$. Hasil analisa data menunjukkan bahwa nilai error pada sensor DHT22 lebih besar dibandingkan dengan yang tertera pada *datasheet* yaitu sebesar 2,16% dan 1,59%. Salah satu faktor yang mempengaruhi hal ini yaitu kesalahan pada pengukuran manual dan perbedaan waktu pengambilan data pengukuran manual dan pengukuran sensor.



Gambar 19 Grafik pengujian intensitas cahaya sensor MAX44009

Berdasarkan data, dari 60 pengujian yang dilakukan rata – rata kesalahan pengukuran pada sensor MAX44009 yaitu sebesar 7,279% dan rata – rata ketelitian pengukuran sebesar 92,721%. Rata – rata kesalahan pengukuran pada sensor MAX44009 cukup tinggi dimana hal ini mengindikasikan rendahnya akurasi sensor. Berdasarkan *datasheet*, nilai error maksimum pada sensor MAX44009 adalah 15%, sehingga rata-rata kesalahan pengukuran yang diperoleh masih sesuai dengan spesifikasi sensor MAX44009.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada PLTS dengan reflektor alumunium dan cermin berbasis LabVIEW maka dapat dirumuskan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian PLTS dengan reflektor alumunium dan cermin menunjukkan bahwa realisasi alat

yang dibuat telah sesuai dengan desain perancangan dan deskripsi kerja alat baik secara visual maupun konstruksi.

2. Pengujian instalasi komponen dilakukan untuk meyakini bahwa tiap – tiap komponen berfungsi dengan baik dan aman dioperasikan.
3. Berdasarkan analisa data pengujian sensor INA219, diketahui bahwa nilai error pada sensor INA219 lebih besar dibandingkan dengan nilai maksimum error pada spesifikasi sensor.
4. Berdasarkan analisa data pengujian sensor DHT22, diketahui bahwa nilai error pada sensor DHT22 lebih besar dibandingkan dengan nilai maksimum error pada spesifikasi sensor.
5. Berdasarkan analisa data pengujian sensor MAX44009, rata-rata kesalahan pengukuran yang diperoleh masih sesuai dengan spesifikasi sensor MAX44009. Sensor MAX44009 memiliki akurasi yang cukup rendah dengan error maksimum sebesar 15%.
6. Beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya akurasi sensor pada pengujian ini yaitu kesalahan pada pengukuran manual, usia alat ukur, suhu lingkungan, dan perbedaan waktu pengambilan data pengukuran manual dan pengukuran sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. E. Febtiwiyanti and S. Sidopekso, “Studi Peningkatan Output Modul Surya dengan menggunakan Reflektor,” *J. Fis. dan Apl.*, vol. 6, no. 2, p. 100202, 2010, doi: 10.12962/j24604682.v6i2.919.
- [2] A. C. Utama, “Analisa Perbandingan Daya Output PLTS Menggunakan Pantulan Cahaya Kaca Cermin dan Cahaya Matahari Langsung,” *J. Tek. Elektro*, 2019.
- [3] J. S. Choi, J. H. Kim, and C. T. Rim, “Incidence solar power analysis of PV panels with curved reflectors,” 2017 IEEE 18th Work. Control Model. Power Electron. COMPEL 2017, 2017, doi: 10.1109/COMPEL.2017.8013320.
- [4] T. S. T. Sahar, “Optimalisasi Daya Panel Surya Menggunakan Reflektor Cekung Dan Cooling System Sebagai Pengatur Suhu Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari,” vol. 1, no. 1, pp. 68–78, 2019.
- [5] M. E. Pratama, “Uji Kinerja Panel Surya Silikon Tipe Polikristal Terbuat Dari Alumunium Foil,” *J. Teknol. Pertan.*, 2020.