

SISTEM MONITORING PLTS SECARA REALTIME BERBASIS HIBRID LABVIEW DAN MIKROKONTROLLER DENGAN KONSENTRATOR ALUMINIUM DAN CERMIN

Nuha Nadhiroh¹, Silawardono², Isdawimah³, Bhadrিকা Dhairyatma Wasistha⁴

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

Email: nuha.nadhiroh@elektro.pnj.ac.id

ABSTRACT

The monitoring system is fundamental because, with the monitoring system, the measured variables can be monitored in real-time, and evaluation of the measured variables can be carried out. LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) is software used as a Monitoring system and datalogger for Solar Power Plants (PLTS) with aluminum reflectors and mirror reflectors. LabVIEW software is integrated with Arduino Mega 2560 via a serial communication protocol. The data to be monitored is data in light intensity, temperature, current, voltage, and power. LabVIEW will record the measured data in real-time at the location where the datalogger file is stored. The PLTS test was carried out using aluminum and mirror concentrators at four different angle variations. The type of test is divided into four variations of the concentrators angle, including 75°, 80°, 85°, and 90°. Based on the results of the datalogger file for each type of test, all the results of the datalogger file show that there is an additional 1 second delay time every 45 - 48 seconds when the data reading process by LabVIEW is in progress. Therefore, there is missing data due to delays that occur during the testing process.

Keywords: *LabVIEW, Microcontroller, Monitoring, PLTS, Realtime.*

ABSTRAK

Sistem monitoring merupakan hal yang sangat penting karena dengan adanya sistem *monitoring* tersebut maka variabel – variabel yang terukur dapat dipantau secara real-time dan dapat dilakukan evaluasi terhadap variabel – variabel yang terukur tersebut. LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) merupakan *software* yang digunakan sebagai sistem *Monitoring* dan *datalogger* Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan konsentrator alumunium dan cermin. *Software* LabVIEW diintegrasikan dengan Arduino Mega 2560 melalui protokol komunikasi serial. Data yang akan dimonitor adalah berupa intensitas cahaya, temperatur, arus, tegangan dan daya. LabVIEW akan melakukan perekaman terhadap data – data yang telah terukur secara *realtime* di lokasi tempat penyimpanan *file datalogger* yang telah ditentukan. Pengujian PLTS dilakukan dengan menggunakan konsentrator alumunium dan konsentrator cermin pada 4 variasi sudut yang berbeda. Jenis pengujian terbagi dalam 4 variasi sudut konsentrator, diantaranya adalah 75°, 80°, 85°, dan 90°. Berdasarkan hasil *file datalogger* pada setiap jenis pengujian, semua hasil *file datalogger* menunjukkan bahwa terjadi penambahan waktu delay selama 1 detik pada setiap 45 – 48 detik ketika proses pembacaan data oleh LabVIEW sedang berlangsung. Oleh karena itu, terdapat data yang hilang akibat delay yang terjadi selama proses pengujian berlangsung.

Kata kunci: *LabVIEW, Mikrokontroler, Monitoring, PLTS, Realtime.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan adalah negara tropis yang memiliki banyak potensi akan sumber energi alternatif. Salah satunya adalah energi matahari, berdasarkan data Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, wilayah negara Indonesia memiliki intensitas iradiasi harian matahari sebesar 4,8 kW/m² per hari [1]. Dengan kondisi cuaca yang dimiliki relatif cerah maka akan sangat strategis dalam pemanfaatan energi matahari dengan menggunakan modul surya (*photovoltaic*) yang akan merubah energi matahari tersebut menjadi energi listrik.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang metode peningkatan efisiensi pada *photovoltaic* dengan mengaplikasikan beberapa jenis konsentrator. Konsentrator merupakan benda dengan permukaan yang dapat memantulkan gelombang cahaya matahari ke modul surya. Penggunaan konsentrator yang tepat akan menghasilkan jumlah energi maksimal yang akan diterima oleh panel surya. Untuk melakukan hal tersebut dapat dilakukan dengan cara menerapkan metode penggunaan konsentrator dengan jenis alumunium sebagai pemantul cahaya matahari, sehingga menyebabkan meningkatnya daya output yang lebih besar. Peningkatan daya output dapat mempengaruhi nilai efisiensi tersebut [2].

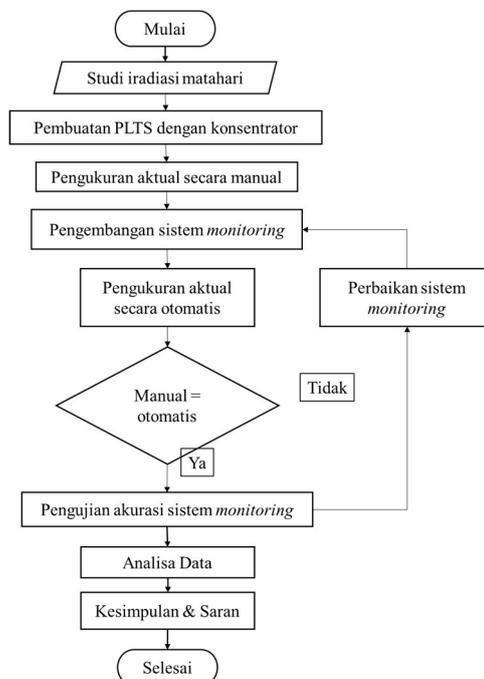
Jenis bahan konsentrator yang tepat digunakan untuk meningkatkan kinerja modul surya adalah jenis konsentrator dengan bahan yang mampu memantulkan cahaya matahari dengan baik. Pada penelitian ini digunakan 2 jenis konsentrator dengan bahan cermin dan alumunium yang dibentuk datar. Dengan melakukan penyesuaian sudut-sudut yang tepat, maka dapat menghasilkan kinerja modul surya solar cell yang maksimal. Penyesuaian konsentrator dengan sudut yang tepat dapat menghasilkan efisiensi yang baik dan cahaya yang masuk ke modul surya dapat terpantulkan secara merata [3].

Pada penelitian ini, dibuat sebuah PLTS dengan konsentrator alumunium untuk meningkatkan efisiensi pada *photovoltaic*. Dengan adanya penambahan reflektor pada *photovoltaic* akan meningkatkan intensitas cahaya matahari yang jatuh pada permukaan modul Surya sehingga cahaya yang akan diterima oleh modul surya akan menjadi lebih maksimal sehingga daya ouput yang akan dihasilkan pun akan optimal.

Terdapat beberapa variabel yang akan diukur dan dimonitor yaitu berupa tegangan, arus, daya, intensitas cahaya, dan temperatur [4]. Dengan melihat banyaknya variabel yang harus diperhatikan maka sangatlah diperlukan sebuah sistem monitoring secara realtime yang berfungsi untuk memudahkan dalam proses pengukuran dan pemantauan [5], [6]. Oleh karena itu, pada PLTS ini dibuatlah suatu sistem yang dapat memantau data berupa tegangan, arus, daya, Intensitas cahaya, dan temperatur secara *realtime* [7], [8]. Dengan memanfaatkan Arduino Mega 2560 yang terintegrasi dengan LabVIEW, maka proses *monitoring* dapat dilakukan secara *realtime* dan data yang terukur pun dapat tersimpan bahkan dalam hitungan detik.

2. METODE PENELITIAN

Pada metode pengambilan data yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode pengukuran nilai aktual secara manual menggunakan alat ukur berupa *Multimeter Digital*, *Luxmeter Digital*, *Solar Power Meter Digital* dan *Thermometer Infrared Digital*. Adapun pengukuran yang dilakukan secara otomatis, yaitu menggunakan sensor intensitas cahaya, sensor temperature, sensor arus dan tegangan. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Sistem Monitoring PLTS Dengan Konsentrator

Kemudian data yang dihasilkan antara pengukuran yang dilakukan secara manual dan otomatis akan dibandingkan sehingga dilihat apakah sensor yang digunakan memiliki tingkat akurasi dan presisi yang baik atau tidak. Berikut ini adalah variabel - variabel yang diukur sebagai berikut:

- Arus dan tegangan dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur Multimeter Digital untuk pengukuran secara manual dan menggunakan sensor INA219 untuk pengukuran secara otomatis
- Intensitas cahaya dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur Luxmeter Digital untuk pengukuran secara manual dan menggunakan sensor MAX44009 [9] untuk pengukuran secara otomatis.
- Temperatur dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur Thermometer Infrared Digital untuk pengukuran secara manual dan menggunakan sensor DHT22 [10] untuk pengukuran secara otomatis.
- Iradiasi matahari dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur Solar Power Meter Digital untuk pengukuran secara manual.
- Daya didapatkan dengan mengkalikan hasil pengukuran arus dan tegangan.

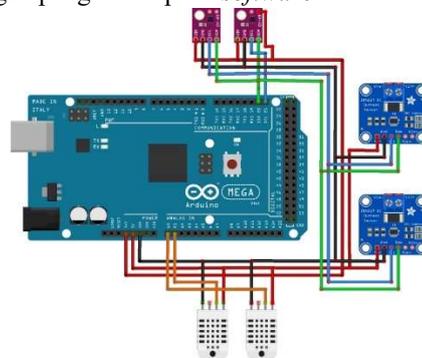
Sistem *monitoring* PLTS dengan konsentrator alumunium dan cermin berbasis LabVIEW yang dilengkapi dengan 2 buah panel surya dengan kapasitas sebesar 50 wp. Adapun jenis konsentrator yang digunakan adalah alumunium dan cermin yang berfungsi sebagai pemantul cahaya matahari. Sistem PLTS tersebut dirancang secara *off-grid* dengan menggunakan 2 buah baterai berkapasitas 33 Ah yang berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya tersebut. Beban yang digunakan pada PLTS ini adalah 2 buah lampu DC dengan kapasitas yang sama, yakni 5watt yang dipasang pada 2 baterai tersebut. PLTS ini dilengkapi dengan sistem *monitoring* secara *realtime*, yaitu dengan menggunakan LabVIEW sebagai sistem *monitoring* dan *datalogger* yang diintegrasikan dengan Arduino Mega 2560 yang terhubung dengan sensor – sensor yang ada pada alat tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

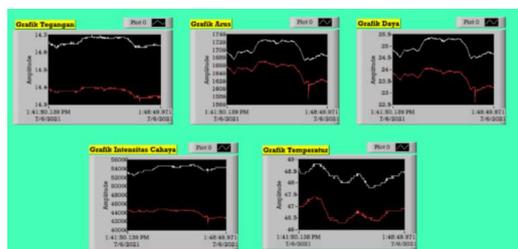
Gambar 2 merupakan wiring diagram dari Arduino Mega 2560 dengan semua sensor yang digunakan. Adapun sensor – sensor yang digunakan adalah sensor intensitas cahaya (MAX44009), sensor temperatur (DHT22), sensor arus dan tegangan (INA219). Semua sensor tersebut disuplai oleh Arduino Mega 2560

dengan suplai tegangan sebesar 5 VDC untuk sensor INA219 dan sensor DHT22 sedangkan 3.3 VDC diberikan untuk sensor MAX44009. Sensor INA219 dan sensor MAX44009 menggunakan protokol komunikasi I2C address yang memiliki 2 keluaran atau biasa disebut TWI (*Two Wire Interface*) yang digunakan untuk pengiriman data sedangkan sensor DHT22 merupakan sensor dengan jenis asinkron yang hanya memiliki 1 keluaran, yaitu pin analog yang digunakan untuk pengiriman data.

Pada bagian blok diagram LabVIEW, terdapat pilihan nomor *USB port* (COM) yang akan ingin dihubungkan oleh LabVIEW dan terdapat pilihan *baudrate* atau kecepatan pengiriman data perdetiknya. Pemilihan nomor *USB port* (COM) dan *baudrate* harus disesuaikan dengan pengaturan pada *software* Arduino IDE.



Gambar 2. Wiring Diagram Arduino Mega 2560



Gambar 3. Tampilan sistem *monitoring* PLTS pada bagian *front panel* LabVIEW

LabVIEW menerima data sensor dari Arduino Mega 2560 melalui *readbuffer*, data yang diterima oleh LabVIEW merupakan jenis dengan tipe data *string* yang ditunjukkan dengan garis berwarna pink pada gambar tersebut. Meskipun data telah berhasil diterima oleh LabVIEW, namun tipe data *string* ini tidak dapat digunakan untuk menampilkan suatu grafik. Hal ini dikarenakan grafik hanya memuat data dengan jenis tipe data *numeric* atau hanya berupa angka saja. Oleh karena itu, perlu dilakukan konversi dari tipe data *string* menjadi tipe data *numeric* sehingga data grafik pun dapat dimunculkan pada *front panel* yang ada pada Gambar 3.

Sistem Monitoring PLTS Dengan Konsentrator

A. Hasil Pengujian Sistem Monitoring PLTS

Setelah dilakukan pengujian pada sistem *monitoring* PLTS dengan konsentrator aluminium dan cermin pada setiap jenis variasi sudut konsentrator yang telah dilakukan yaitu dengan sudut konsentrator 75°, 80°, 85°, 90°. Serial monitor berfungsi untuk menampilkan data – data yang dikirimkan oleh sensor sesuai dengan program yang telah dibuat pada Arduino IDE. Adapun *baudrate* yang digunakan pada LabVIEW dan Arduino Mega 2560 adalah 38400 bps.

Pada bagian *front panel* LabVIEW terintegrasi dengan Arduino Mega 2560. Terdapat beberapa variabel data yang ditampilkan pada LabVIEW, yaitu berupa tegangan, arus, daya, intensitas cahaya, dan temperatur pada masing – masing panel surya. Data – data tersebut tidak hanya ditampilkan dalam bentuk angka tetapi juga ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik yang ditampilkan tersebut adalah berupa grafik tegangan, grafik arus, grafik daya, grafik intensitas cahaya, dan grafik temperatur. Selama proses pengujian berlangsung, data – data yang ditampilkan pada front akan secara otomatis tersimpan dalam bentuk dokumen excel secara *realtime*. Data – data sensor tersebut direkam dalam setiap rentang waktu 1 detik secara kontinyu selama LabVIEW masih terhubung oleh Arduino Mega 2560. Jika koneksi antara LabVIEW dan Arduino Mega 2560 terputus maka LabVIEW akan melakukan *autosave* pada data terakhir yang dikirimkan oleh sensor pada lokasi tempat penyimpanan *file datalogger* yang sudah ditentukan sebelum *running* program dilakukan.

B. Analisis Data

Dalam mengintegrasikan antara Arduino Mega 2560 dengan LabVIEW dibutuhkan suatu protokol komunikasi agar keduanya dapat saling terkoneksi antara satu dengan yang lainnya. *NI VISA* merupakan protokol komunikasi *serial* yang digunakan pada sistem *monitoring* PLTS dengan konsentrator aluminium dan cermin berbasis LabVIEW.

Selama proses pengujian, *software* LabVIEW dan *software* Arduino IDE terhubung pada COM yang sama, yaitu pada COM 6. Kemudian LabVIEW menerima dan menampilkan data berupa intensitas cahaya, temperatur, arus dan tegangan pada bagian front panel. Selain menampilkan data – data berupa angka, LabVIEW dapat menampilkan data berupa grafik. Data – data grafik yang ditampilkan oleh LabVIEW berupa grafik arus, grafik tegangan, grafik intensitas cahaya, dan grafik temperatur. Semua data – data sensor dikirimkan dalam setiap

rentang waktu 1 detik oleh Arduino Mega 2560 ke LabVIEW.

Selama pengujian berlangsung, data – data yang dikirimkan oleh sensor melalui Arduino Mega 2560 telah diterima oleh LabVIEW yang kemudian ditampilkan pada bagian front panel. Selain data angka yang ditampilkan, LabVIEW juga menampilkan mengkonversi data angka tersebut menjadi data grafik.

Setelah pengujian telah selesai dilakukan, maka data – data yang telah diterima dan ditampilkan oleh LabVIEW tersimpan secara otomatis di lokasi tempat penyimpanan *file datalogger* yang telah ditentukan sebelumnya. *File datalogger* tersebut berisi data – data sensor berupa intensitas cahaya, temperatur, arus dan tegangan yang diambil setiap rentang waktu 1 detik.

Tabel 1. Hasil analisis *file datalogger*

No	Sudut	Waktu Pengujian		Σ Data	Σ Data Terekam	Σ Data Tidak Terekam
		Mulai	Selesai			
1.	Sudut 75°	13:07:00	13:36:28	1768	1732	36
2.	Sudut 80°	12:36:00	13:36:08	3608	3535	73
3.	Sudut 85°	13:45:00	15:03:44	4724	4581	143
4.	Sudut 90°	10:35:00	11:35:30	3630	3522	108

Tabel 2. Perhitungan nilai akurasi dan *error*

No	Sudut	Σ Data	Σ Data Terekam	Σ Data Tidak Terekam	Akurasi (%)	ε (%)
1.	Sudut 75°	1768	1732	36	97,96	2,03
2.	Sudut 80°	3608	3535	73	97,97	2,02
3.	Sudut 85°	4724	4581	143	96,97	3,02
4.	Sudut 90°	3630	3522	108	97,02	2,97

Terdapat 4 jenis pengujian PLTS dengan konsentrator aluminium dan cermin dengan 4 variasi sudut konsentrator yang berbeda. Waktu pada setiap pengujian memiliki variasi waktu yang berbeda tergantung pada kondisi waktu yang tersedia sehingga jumlah data pada setiap pengujian pun akan berbeda – beda. Berikut ini adalah penjelasan mengenai Tabel 1 dan Tabel 2: **Pengujian sistem PLTS dengan konsentrator aluminium dan cermin pada sudut konsentrator 75°**

Pada pengujian sistem PLTS dengan konsentrator aluminium dan cermin pada sudut

konsentrator 75°, waktu pengujian dimulai pada pukul 13:07:00 WIB sampai dengan pukul 13:36:28 WIB. Setelah dilakukan perhitungan, total keseluruhan data yang dapat diambil adalah sebanyak 1768 data. Namun, pada kenyataannya data yang mampu terambil dan terkirim ke LabVIEW adalah hanya sebanyak 1732 data. Hal ini diakibatkan adanya penambahan waktu delay selama 1 detik pada setiap 45 – 48 detik ketika proses pembacaan data oleh LabVIEW sedang berlangsung. Dengan demikian, terdapat data yang tidak terambil atau hilang sebanyak 36 data pada pengujian ini. Setelah dilakukan perhitungan pada Tabel 2, nilai akurasi dan nilai error pada pengujian ini adalah sebesar 97,96% dan 2,03%.

Pengujian sistem PLTS dengan konsentrator alumunium dan cermin pada sudut konsentrator 80°

Pada pengujian sistem PLTS dengan konsentrator alumunium dan cermin pada sudut konsentrator 80°, waktu pengujian dimulai pada pukul 12:36:00 WIB sampai dengan pukul 13:36:08 WIB. Setelah dilakukan perhitungan, total keseluruhan data yang dapat diambil adalah sebanyak 3608 data. Namun, pada kenyataannya data yang mampu terambil dan terkirim ke LabVIEW adalah hanya sebanyak 3535 data. Dengan demikian, terdapat data yang tidak terambil atau hilang sebanyak 73 data pada pengujian ini. Hal ini diakibatkan adanya penambahan waktu delay selama 1 detik pada setiap 45 – 48 detik ketika proses pembacaan data oleh LabVIEW sedang berlangsung. Setelah dilakukan perhitungan pada Tabel 2, nilai akurasi dan nilai error pada pengujian ini adalah sebesar 97,97% dan 2,02%.

Pengujian sistem PLTS dengan konsentrator alumunium dan cermin pada sudut konsentrator 85°

Pada pengujian sistem PLTS dengan konsentrator alumunium dan cermin pada sudut konsentrator 85°, waktu pengujian dimulai pada pukul 13:45:00 WIB sampai dengan pukul 15:03:44 WIB. Setelah dilakukan perhitungan, total keseluruhan data yang dapat diambil adalah sebanyak 4724 data. Namun, pada kenyataannya data yang mampu terambil dan terkirim ke LabVIEW adalah hanya sebanyak 4581 data. Dengan demikian, terdapat data yang tidak terambil atau hilang sebanyak 143 data pada pengujian ini. Hal ini diakibatkan adanya penambahan waktu delay selama 1 detik pada setiap 45 – 48 detik ketika proses pembacaan data oleh LabVIEW sedang berlangsung. Setelah

dilakukan perhitungan pada Tabel 2, nilai akurasi dan nilai error pada pengujian ini adalah sebesar 96,97% dan 3,02%.

Pengujian sistem PLTS dengan konsentrator alumunium dan cermin pada sudut konsentrator 90°

Pada pengujian sistem PLTS dengan konsentrator alumunium dan cermin pada sudut konsentrator 90°, waktu pengujian dimulai pada pukul 10:35:00 WIB sampai dengan pukul 11:35:30 WIB. Setelah dilakukan perhitungan, total keseluruhan data yang dapat diambil adalah sebanyak 3630 data. Namun, pada kenyataannya data yang mampu terambil dan terkirim ke LabVIEW adalah hanya sebanyak 3522 data. Dengan demikian, terdapat data yang tidak terambil atau hilang sebanyak 108 data pada pengujian ini. Hal ini diakibatkan adanya penambahan waktu delay selama 1 detik pada setiap 45 – 48 detik ketika proses pembacaan data oleh LabVIEW sedang berlangsung. Setelah dilakukan perhitungan pada Tabel 4.2, nilai akurasi dan nilai error pada pengujian ini adalah sebesar 97,02% dan 2,97%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapat, maka dapat disimpulkan sebagai berikut

1. *Software* LabVIEW dapat diintegrasikan dengan Arduino Mega 2560 melalui protokol komunikasi *serial* sebagai sistem *monitoring* dan *datalogger* PLTS dengan konsentrator alumunium dan cermin.
2. Sistem *monitoring* yang telah dibuat tidak hanya dapat menampilkan data angka tetapi dapat menampilkan data berupa grafik yang mampu mengatur nilai skala yang terbaca secara otomatis.
3. Sistem *datalogger* yang telah dibuat mampu menyimpan data dalam setiap rentang waktu 1 detik secara *realtime*.
4. Nilai akurasi tertinggi yang dihasilkan pada *file datalogger* PLTS dengan konsentrator alumunium dan cermin adalah sebesar 97,97% dengan nilai *error* sebesar 2,02%.
5. Berdasarkan hasil *file datalogger*, penggunaan jenis konsentrator cermin lebih baik jika dibandingkan dengan jenis konsentrator alumunium.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan dukungan finansial melalui Dana DIPA

Sistem Monitoring PLTS Dengan Konsentrator

Politeknik Negeri Jakarta Tahun Anggaran 2021,
Tahun Anggaran 2021 nomor kontrak
SP.DIPA.023.18.2.677600/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian ESDM, *Kajian Indonesia Energy Outlook*. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2013.
- [2] I. B. K. S. Negara, I. W. A. Wijaya, and A. A. G. M. Pemayun, "Analisis Perbandingan Output Daya Listrik Panel Surya Sistem Tracking Dengan Solar Reflector," *J. Ilm. Spektrum*, vol. 3, no. 1, pp. 7–13, 2016.
- [3] R. H. A. Prastica, "Analisis pengaruh penambahan reflector terhadap tegangan keluaran modul solar cell publikasi ilmiah," pp. 1–14, 2016.
- [4] T. Sutabri, *Konsep Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi, 2012.
- [5] B. Belvedere, M. Bianchi, A. Borghetti, C. A. Nucci, M. Paolone, and A. Peretto, "A Microcontroller-Based Power Management System for Standalone Microgrids With Hybrid Power Supply," *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 3, no. 3, pp. 422–431, 2012.
- [6] A. Prastiantono, M. Fadhil, A. Rahardjo, F. Jufri, and F. Husnayain, "Design of Solar Irradiance Measurement Based On Analytical Data Using Microcontroller," 2019, pp. 137–141.
- [7] D. Jana, S. Adhya, D. Saha, A. Das, and H. Saha, "An IoT Based Smart Solar Photovoltaic Remote Monitoring and Control unit," 2016.
- [8] S. Samara and E. Natsheh, "Intelligent Real-Time Photovoltaic Panel Monitoring System Using Artificial Neural Networks," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 50287–50299, 2019.
- [9] M. Integrated, "MAX44009 - Industry's Lowest-Power Ambient Light Sensor with ADC," 2011. [Online]. Available: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX44009.pdf>. [Accessed: 20-Jun-2021].
- [10] Satya, Trias Prima, et al. " Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar." *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya* 16.1. 40-45.2020