

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ALAT UKUR KARAKTERISTIK MODUL SURYA BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

PROTOTYPE DESIGN ARDUINO MEGA 2560-BASED SOLAR MODULE CHARACTERISTIC MEASURING INSTRUMENT

Muhammad Riezqul Fikri¹, Ir. I Made Ari Nrartha, ST., MT.², Ni Made Seniari, ST., M.T.³

¹Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram

Jl. Majapahit no. 62, Mataram, Lombok, NTB, Indonesia

¹mhmdrizkul17@gmail.com, ²nrartha@unram.ac.id, ³seniari_nimade@unram.ac.id

ABSTRAK

Salah satu energi terbarukan adalah energi yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi dengan PV modul. Karakteristik modul surya ditentukan dari intensitas iradiasi matahari, temperatur, dan beban yang digunakan. Alat ukur karakteristik modul surya umumnya menggunakan alat ukur yang terpisah dan belum bisa menampilkan hasil grafik hubungan $I - V$ dan $P - V$ secara langsung, sehingga masih terbatas dalam penggunaannya. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan merancang sebuah alat ukur karakteristik panel surya menggunakan Arduino Mega 2560. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 digunakan untuk mengolah data sensor yang akan ditampilkan lewat layar TFT LCD serta menyimpan data pada modul SD Card. Hasil dari pengujian alat ukur karakteristik modul surya didapatkan nilai arus tertinggi (I) 1,9 A, beban (R) yang digunakan konstan 5 Ω , tegangan tertinggi modul (V) sebesar 20,3 Volt, suhu modul (T_{mod}) 49,7 $^{\circ}\text{C}$, suhu lingkungan (T_{amb}) 35,4 $^{\circ}\text{C}$, daya tertinggi (P) 26,86 Watt, irradianse (I_{rr}) tertinggi sebesar 1103,1 W/m^2 . Alat ukur ini dapat menampilkan grafik karakteristik hubungan $I - V$ dan $P - V$ pada TFT LCD dengan baik.

Kata Kunci: Modul surya, iradiasi matahari, Arduino Mega 2560, karakteristik.

ABSTRACT

One of renewable energy is energy that utilizes solar energy as an energy source with PV modules. Solar module characteristics are determined by the intensity of solar irradiation, temperature, and the load used. Solar module characteristic measuring instruments generally use separate measuring instruments and have not been able to display the results of the $I - V$ and $P - V$ relationship graphs directly, so they are still limited in use. These problems can be solved by designing a measuring instrument for solar panel characteristics using the Arduino Mega 2560. The Arduino Mega 2560 microcontroller is used to process sensor data which will be displayed via the TFT LCD screen and store data on the SD Card module. The results of testing the solar module characteristics measuring instrument obtained the highest current value (I) 1.9 A, the load (R) used is constant 5 Ω , the highest voltage module (V) of 20.3 Volts, module temperature (T_{mod}) 49.7 $^{\circ}\text{C}$, ambient temperature (T_{amb}) 35.4 $^{\circ}\text{C}$, the highest power (P) 26.86 Watt, the highest irradiance (I_{rr}) of 1103.1 W/m^2 . This measuring instrument can display the characteristic graph of the $I - V$ and $P - V$ relationship on the TFT LCD properly.

Keywords: Solar module, solar irradiation, Arduino Mega 2560, characteristics

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara beriklim tropis karena terletak di garis khatulistiwa

sekaligus negara yang memiliki 2 musim yaitu musim panas dan musim hujan. Potensi untuk mengeksplorasi cahaya matahari menjadi energi listrik lebih besar Yang dimana

di Indonesia intensitas energi radiasi rata-rata sebesar $4,5 \text{ kWh/m}^2$ per-hari. Dari tingginya intensitas cahaya matahari di Indonesia dapat dimanfaatkan dengan memaksimalkan alat pengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik yang disebut panel surya (Suryawinata et al., 2017). Dalam pengoperasiannya, kinerja panel surya atau karakteristik suatu panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi klimatologi daerah setempat (suhu lingkungan dan radiasi Matahari) (Kassim et al., 2020).

Kinerja atau karakteristik suatu panel surya dapat dilihat dari parameter masukan dan keluaran dari panel surya yaitu Intensitas cahaya matahari (Radiasi Matahari) dalam Watt/m^2 serta posisi *latitude* dan *longitude* panel surya terhadap sinar matahari, suhu ($^{\circ}\text{C}$), tegangan (*Volt*) dan arus (*Ampere*). Karena kondisi lingkungan dalam hal ini intensitas cahaya matahari dan suhu lingkungan selalu berubah, maka akan sulit mengetahui kinerja sebuah panel surya yang terpasang pada lokasi tertentu tanpa mengetahui kondisi perubahan Intensitas cahaya dan temperature di lokasi tersebut serta posisi *latitude* dan *longitude* panel surya terhadap sinar matahari (Asriyadi, 2015).

Peralatan untuk mengukur parameter pada panel surya banyak terdapat di pasaran. Kekurangan pada peralatan yang ada di pasaran adalah alat ukur tersebut masih terbatas dalam penggunaannya. Untuk mengukur irradiansi matahari diperlukan alat ukur tersendiri yaitu *pyranometer*, mengukur suhu diperlukan *termometer* dan untuk mengukur arus dan tegangan diperlukan *avometer*. Selain itu alat-alat ukur tersebut sifatnya manual dan hasil pengukurannya tidak bersifat *realtime*. Oleh karena itu, perlu adanya sebuah modul atau alat yang bisa mengukur, mengakusisi dan dapat menampilkan karakteristik panel surya. Lalu, menyimpan hasil data pengukuran pada panel surya (Kurniawan et al., 2021).

Dari paparan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka penulis membuat sebuah *system* yang memanfaatkan sensor arus, tegangan, suhu, serta *irradiansi* matahari untuk mengetahui karakteristik pada panel surya. Unjuk kerja dari alat ukur adalah arus, tegangan, suhu dan irradiansi pada panel surya yang akan ditampilkan di *LCD TFT* dan disimpan pada *data logger* agar lebih efisien. Sehingga data yang dihasilkan oleh sensor

dapat dicatat dan dimonitoring secara langsung yang berfungsi untuk mempermudah pekerjaan untuk mengetahui kinerja panel surya menggunakan *Arduino Mega 2560*. Rancangan penelitian ini akan dituangkan dalam penulisan tugas akhir "Rancang Bangun *Prototype* Alat Ukur Karakteristik Modul Surya Berbasis *Arduino Mega 2560*".

Panel Surya

Energi listrik dari cahaya matahari merupakan salah satu energi yang umum untuk saat ini. Sebelumnya energi dari cahaya matahari terdengar asing di telinga masyarakat semenjak ditemukan pertama kali oleh *Alexandre Edmund Becquerel* seorang ahli fisika pada tahun 1839. Temuannya ini merupakan cikal bakal *solar cell*. Penelitiannya dilakukan dengan menyinari 2 *elektrode* dengan berbagai macam cahaya. *Elektrode* tersebut dibalut dengan bahan yang *sensitive* terhadap cahaya yaitu *AgCl* dan *AgBr*. Lalu, dilakukan pengujian pada kotak hitam yang dikelilingi dengan campuran asam. Dalam penelitiannya ternyata tenaga listrik meningkat manakala intensitas cahaya meningkat. Penelitian yang dilakukan oleh Edmund ini tercatat sebagai latar belakang atau cikal bakal pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) (Ramadhoni, 2017).

Gambar 1



Gambar 1 Panel Surya (Sinaga et al., 2018)

Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan *mikrokontroler* berbasis *AtMega 2560* (datasheet *ATMega 2560*). *Arduino Mega 2560* memiliki 54 pin digital *input/output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output Pulse Width Modulation (PWM)*, 16 pin sebagai *input*

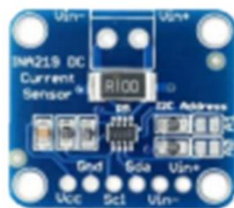
analog, dan 4 pin sebagai *UART (Port Serial Hardware)*, 16 MHz kristal osilator, koneksi *USB, jack power, header ICSP* dan tombol *reset*. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung *mikrokontroler*. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel *USB* atau *power* dihubungkan dengan adaptor *AC-DC* atau baterai untuk mulai mengaktifkannya (Susanti et al., 2017).
Gambar 2



Gambar 2 Arduino Mega 2560

Sensor *INA219*

Adafruit *INA219* merupakan modul sensor yang digunakan untuk mengukur arus, tegangan dan daya pada suatu rangkaian dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Modul ini mampu mengukur arus hingga 3,2 A dan tegangan 26 VDC dengan hanya menggunakan *Vcc* 5 atau 3 V. Modul sensor *INA219* didesain oleh Adafruit yang sudah terintegrasi pada Library Arduino, dalam pengukuran sensor ini menggunakan komunikasi *I2C* dengan tingkat presisi mencapai 1 %. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *IC* medan terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional. Gambar sensor *INA219* dapat dilihat pada gambar 2.5 (Habiburosid et al., 2019).
Gambar 3



Gambar 3 sensor *INA219*

Sensor *PYR20*

Sensor *irradiance* tipe *PYR20* berfungsi untuk mendeteksi *irradiance* dengan *output* arus dan tegangan. Gambar 2.12 sensor *irradiance* yang *output* sensor berupa arus dengan rentan 0 – 20 mA sehingga *output* dari sensor akan berupa *data analog*. Kemudian data analog ini akan dikonversi ke bentuk *irradiance*. Gambar sensor *irradiance (PYR20)* dapat dilihat pada gambar 4.
Gambar 4



Gambar 4 Sensor *PYR20*

SD Card

SD Card biasa disebut *data logger* adalah sebuah alat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrument. *Data logger* disebut juga dengan perekam data. Secara umum perekam data terdiri dari *mikrokontroler*, sensor dan media penyimpanan. Dalam *system monitoring* ini terdapat *fitur data logger* yaitu fitur yang berfungsi sebagai penyimpanan data-data yang diambil dalam penelitian. Kemudian data ini nantinya akan tersimpan di dalam media penyimpanan yaitu *Micro SD (Secure Digital)*. Gambar modul *MicroSD Card Adapter* dapat dilihat pada Gambar 5.
Gambar 5



Gambar 5 *MicroSD Card*

TFT LCD

TFT LCD adalah kepanjangan dari *Thin Film Transistor*, merupakan jenis layar LCD *handphone* yang umum dari tipe lainnya. Selain itu TFT juga dapat diartikan salah satu tipe layar *Liquid Crystal Display (LCD)* yang datar, di mana tiap-tiap *pixel* dikontrol oleh satu hingga empat transistor. Teknologi ini menyediakan resolusi terbaik dari teknik panel data. TFT LCD sering disebut juga *active-matrix LCD*. Layar ini menampilkan gambar yang kaya warna dan permukaannya sensitif terhadap sentuhan. *Touchscreen* jenis TFT LCD dapat dilihat pada gambar 6.

Gambar 6



Gambar 6 TFT LCD

Sensor Tegangan

Pengukuran tegangan DC dengan rentang tegangan DC dari 0-50 V DC dapat menggunakan komponen yaitu tahanan. Tahanan digunakan untuk pembagi tegangan dengan nilai yang dipilih yaitu 0-50 V DC.

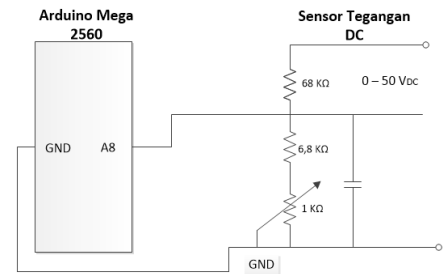
$$V_{out} = V_{inp} \frac{R_2}{R_2 + R_1} \quad (1)$$

$$V_{out} = V_{inp} \times \frac{6,8}{6,8 + 68}$$

$$V_{out} = V_{inp} \times \frac{1}{11}$$

Jika V_{inp} 50 V Maka *Output* tegangan rangkaian tersebut adalah 4,54 V. Jadi berdasarkan rangkaian gambar 2.8 adalah maksimal tegangan kerja arduino adalah 5 V dan memiliki V_{out} 4,54 V, berarti tidak boleh memberikan tegangan V_{inp} pada rangkaian / sensor tegangan tersebut diatas 50 V, karena jika lebih *output* dari rangkaian sensor tegangan tersebut akan melebihi 5 V yang akan mengakibatkan arduino rusak. Gambar 7 menunjukkan rangkaian pengukuran tegangan.

Gambar 7



Gambar 7 Rangkaian Pengukur tegangan DC

Converter HW-685

HW-685 Modul Arus ke Tegangan 0,4 - 20 mA hingga 0 - 3,3 V / 5 V / 10 V *converter* sinyal pemancar tegangan. Modul ini disambungkan sesuai dengan definisi, tegangan catu daya adalah 7 - 36 V (jika output ke 10 V, tegangan suplai harus lebih besar dari 12 V). Setelah dinyalakan, lampu D2 harus menyala, jika tidak, periksa koneksi saluran. Papan dilindungi secara terbalik, dan koneksi terbalik tidak terbakar. Ketika input saat ini berada pada nilai minimum (0 mA atau 4 mA), sesuaikan potensiometer *NOL* untuk membuat output V_{out} menjadi nilai minimum (0,0 V atau tegangan lainnya). Ketika input saat ini berada pada nilai maksimum (20 mA), sesuaikan potensiometer *SPAN* untuk membuat output V_{out} menjadi nilai maksimum (3,3 V atau 5 V atau 10 V. Ketika input adalah 4 - 20 mA, output bisa sekecil 2,5 V). Untuk Persamaan konversi HW-685 dapat dilihat pada Persamaan (2) sebagai berikut:

$$Irradiasi = \frac{2000 \times sensor\ value}{1023} \quad (2)$$

Modul LM2596

Seri regulator LM2596 bersifat *monolitik* Sirkuit terpadu menyediakan semua fungsi operasional untuk regulator *switching step-down (buck)*. Gambar modul LM2596 dapat dilihat pada Gambar 8 (Texas Instrument, 2023).

Gambar 8

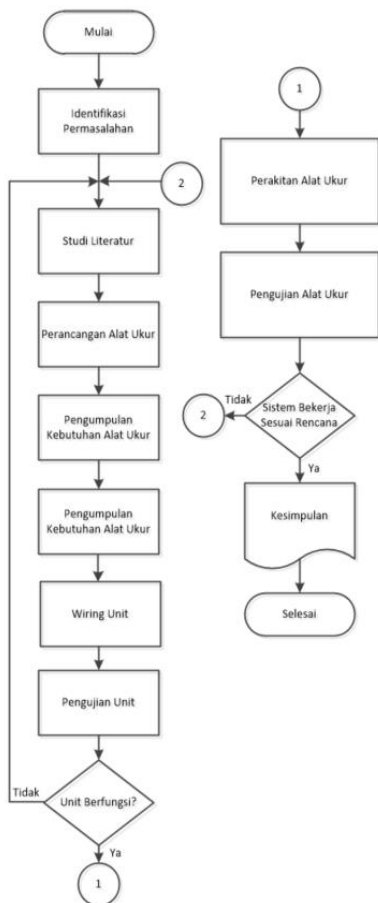


Gambar 8 Modul LM2596

METODE PENELITIAN

Gambar 9 dapat dilihat bahwa pembahasan mengenai penelitian ini dimulai dari identifikasi permasalahan, studi literatur, selanjutnya dilakukan perancangan *interface* yang akan dibuat. Analisis kebutuhan diperlukan setelah melakukan perancangan *interface* dimana mencakup alat dan bahan penelitian.

Gambar 9



Gambar 9 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 10 merupakan tampilan *interface*. *Power supply* 12 V yang menjadi *supply* untuk mikrokontroler *Arduino Mega 2560*, sensor dan modul *step down DC - DC*. Pada *box system Printed Circuit Board (PCB)* sebagai tempat *wiring* sensor *PYR20*, sensor arus *INA219*, sensor tegangan, sensor suhu *DHT22*, sensor suhu *DS18B20*, *Real Time Clock (RTC)*, *SD Card* dan *TFT LCD*. Terdapat 2 saklar pada alat, saklar pertama berfungsi untuk *on/off* alat ukur. Saklar kedua berfungsi untuk *on/off* sensor *INA219*, *DS18B20*, *PYR20*, dan *DHT22*.

Gambar 10



Gambar 10 Tampilan *Interface*

Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan

Pengujian data sensor tegangan ini dilakukan dengan *output* sensor berupa tegangan dengan membandingkan nilai pada alat ukur sesungguhnya yaitu *Multimeter*. Akurasi dari *output* sensor dengan membandingkan alat ukur. Selanjutnya dilakukan pengujian data sensor dengan pembandingan menggunakan regresi linear yang dibuat berdasarkan data pada Tabel 4.4 menggunakan *matlab*. Hasil pendekatan linear ini didapatkan fungsi hubungan terhadap *output* sensor dengan tegangan pembandingan sesuai Persamaan (2-3) sebagai berikut :

$$y = (0,9496 x) - 0.753$$

Dimana *y* merupakan hasil regresi linear dari data pengukuran yang dilakukan, sedangkan *x* variabel tegangan yang berubah – ubah diperoleh dari *output* sensor.

Tabel 1 Pengujian tegangan sebelum kalibrasi

No	Multimeter (Volt)	Sensor tegangan (Volt)	Error (%)
1.	8,56	9,05	5,4
2.	8,93	9,15	8,93
3.	9,4	9,5	1,05
4.	9,55	10,05	4,9
5.	10,34	10,40	0,57
6.	10,66	10,78	1,1
7.	11,3	11,20	0,89
8.	11,45	12	4,1
9.	12,05	12,16	0,9
10.	12,15	12,6	3,7
Maksimum persentase error (%)			4,9
Minimum persentase error (%)			0,57
Rata - rata persentase error (%)			2,5

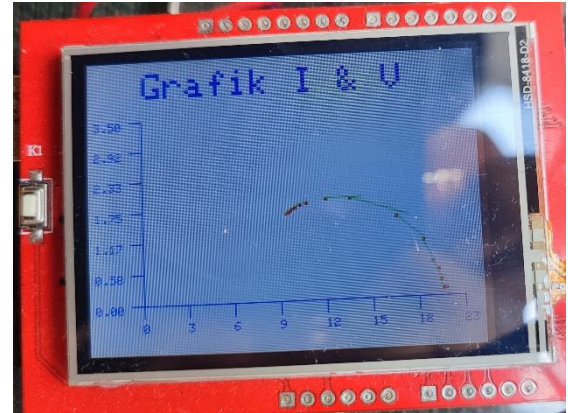
Tabel 2 Pengujian tegangan setelah kalibrasi

No	Multimeter (Volt)	Sensor Tegangan (Volt)	Error (%)
1.	9,51	9,56	1,04
2.	9,80	9,84	0,78
3.	10,88	10,90	0,18
4.	11,40	11,49	0,78
5.	11,51	11,56	0,43
6.	11,54	11,59	0,43
7.	12,45	12,48	0,24
8.	13,19	13,21	0,15
9.	14,30	14,32	0,13
10.	15,67	15,74	0,44
Maksimum persentase error (%)			1,04
Minimum persentase error (%)			0,13
Rata - rata persentase error (%)			0,56

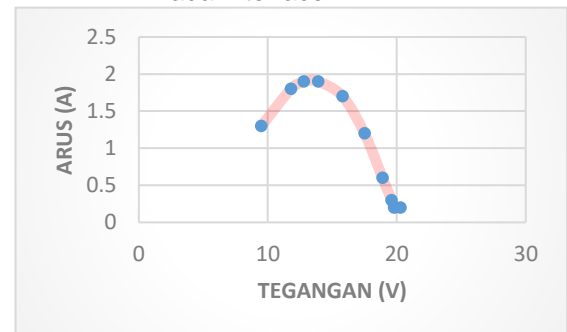
merupakan Tabel data tegangan pengujian setelah kalibrasi Pengujian sensor tegangan dilakukannya kalibrasi untuk mengecek akurasi dari sensor yang digunakan, data pengujian sensor sebelum kalibrasi memiliki persentase maksimum sebesar 6,1 % dengan persentase error terendah sebesar 0,57% serta rata – rata persentase sensor sebesar 2,7 %. Sedangkan setelah dilakukannya kalibrasi sensor nilai yang diperoleh tidak terjadi perubahan yang signifikan karena data pada saat sebelum kalibrasi sudah mendapatkan persentase error yang kecil. Data persentase error maksimum sebesar 1,04 %, minimum persentase error sebesar 0,13 % serta rata – rata persentase error sebesar 0,56

% Hal ini menunjukkan pembacaan sensor baik.

Hasil Karakteristik Panel Surya 50 Wp Hubungan Arus dan Tegangan



Gambar 11 Grafik Arus Terhadap Tegangan Pada Interface

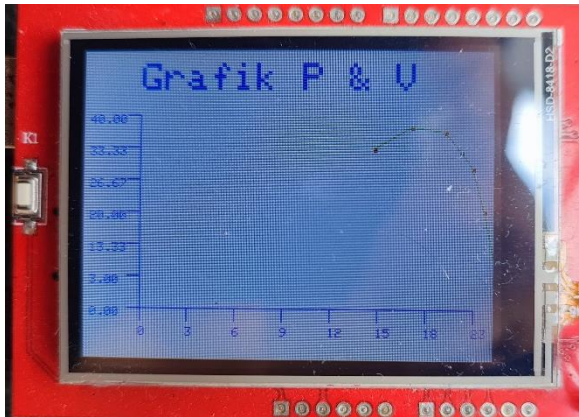


Gambar 12 Grafik Arus Terhadap Tegangan

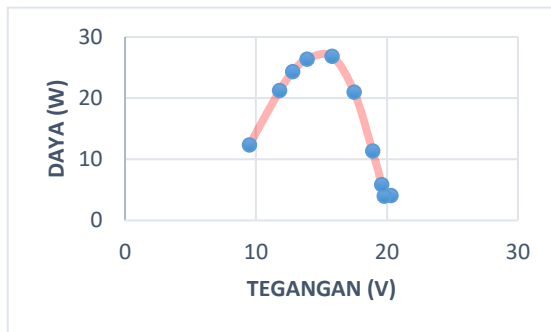
Gambar 11 dan 12 merupakan grafik hubungan arus terhadap tegangan. Data yang diperoleh untuk nilai arus dan tegangan didapat berbanding terbalik, yaitu semakin besar tegangan yang diatur menggunakan *buck-boost converter* dan potensio dengan nilai resistor yang tetap, Maka nilai arusnya semakin kecil. Sebaliknya, semakin kecil tegangan yang diatur menggunakan *buck-boost converter* dan potensio dengan nilai resistor yang tetap, Maka nilai arusnya semakin besar. Sehingga didapatkan karakteristik panel surya. Karakteristik panel surya sangat ditentukan oleh intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan sel. Semakin banyak intensitas cahaya yang mengenai

permukaan sel surya maka arus yang dihasilkan akan semakin besar.

Hubungan Daya dan Tegangan



Gambar 13 Grafik Daya Terhadap Tegangan Pada Interface



Gambar 14 Grafik Daya Terhadap Tegangan

Gambar 13 dan 14 merupakan grafik hubungan daya terhadap tegangan. Data yang diperoleh untuk nilai arus dan tegangan didapat berbanding terbalik, yaitu semakin besar tegangan yang diatur menggunakan *buck-boost converter* dan potensio dengan nilai resistor yang tetap, Maka nilai arusnya semakin kecil. Sebaliknya, semakin kecil tegangan yang diatur menggunakan *buck-boost converter* dan potensio dengan nilai resistor yang tetap, Maka nilai arusnya semakin besar. Nilai daya didapatkan melalui perkalian arus dengan tegangan sehingga didapatkan karakteristik panel surya. Karakteristik panel surya sangat ditentukan oleh intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan sel.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *system* dan analisa data pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Cara merancang alat ukur karakteristik panel surya yaitu menggunakan *system* Arduino *Mega 2560* dengan metode penyimpanan *data logger* menggunakan alat dan bahan seperti Arduino *Mega 2560*, sensor *DS18B20*, modul *Real Time Clock (RTC) DS3231*, sensor *INA219*, sensor *PYR20*, sensor *DHT22*, *converter LM-685*, *Buck-Boost converter LM2596* dan modul *SD Card*.

2. Parameter panel surya $50 W_p$ didapatkan berturut-turut untuk tegangan, arus, daya, suhu lingkungan, suhu panel dan irradiansi yaitu $20,3 V$, $1,9 A$, $26,86 W$, suhu panel $T_{mod} 49,1 ^\circ C$, suhu sekitar $T_{amb} 35,4 ^\circ C$, nilai *irradiance* $I_{rr} 1103,1 W/m^2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Najideen, M. I., and Alwashdeh, S. S. (2017). Design of a solar photovoltaic system to cover the electricity demand for the faculty of Engineering- Mu'tah University in Jordan. *Resource-Efficient Technologies*, 3(4), 440–445.
- Ardana Made I, Nnartha Made I., dan Muljono Agung Budi. (2017). Monitoring Daya Output Sistem Fotovoltaik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328. *Jurnal Teknik Elektro*. Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Asriyadi. Evaluasi Sensor yang Ddigunakan untuk Perancangan Sistem Data Logger pada Solar Panel. *Jurnal ElektriKa*, (1): 42– 59.
- Dewi Sinaga, W., dan Prabowo, Y. (2018). Monitoring Tegangan Dan Arus Yang Dihasilkan Oleh Sel Surya Berbasis Web Secara Online (Vol. 1, Issue 3).
- Dyah Sulistyowati, E. (2021). Instalasi Solar Modul Sederhana Untuk Petani Di Lokasi Terpencil Desa Darek. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun*, 3 (November), 616.
- Muhammad Ramadhoni.(2021). Rancang Bangun Alat Pengukur Arus dan Tegangan pada Solar cell Berbasis

- Mikrokontroler [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara]. Repositori Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Kassim, M. A., Maoulida, F., and Ganaoui, M. (2020). *Pv-wind hybrid energy system for application of building in rural areas in comoros Hybrid solar adsorption refrigeration system View project*.
- Kurniawan, M. R., Rif'an, M., dan Raharjo, I. A. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Panel Surya Berbasis Arduino Uno Dengan Program Plx-Daq. *Journal of Electrical and Vocational Education and Technologi*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
- Laowo, N., Kusnadi, H., dan Islami Suud, F. (2021). Alat Monitoring Temperatur, Kelembaban Dan Intensitas Sinar Matahari Pada Panel Surya. *Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control) Teknik Elektro-Universitas Pamulang*, 4(1), 62–68. <https://doi.org/10.32493/epic.v4i1.12604>.
- Pangestuningtyas, Y.S., Hermawan., dan Karnoto (2013). Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari Yang Diterima Oleh Panel Surya Tipe Larik Tetap.
- Salam, S., dan Mubarak, H. (2019). Monitoring Output Daya Prototype Solar Tracker Dual Axis Menggunakan Web Server Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia*, 1–6.
- Felycia. (2020). *Solar Cell Tracking System Dengan Lux Meter Berbasis Arduino Uno R3*. 7(2). *Jurnal PROSISKO vol.7*. Fakultas Teknologi Informasi Universitas Serang Raya.
- Putu, P., Winata, T., Wayan, I., Wijaya, A., dan Suartika, I. M. (2016). Rancang Bangun System Monitoring Output dan Pencatatan Data pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino (Vol. 3, Issue 1).
- Qomaruddin, M. N., dan Khairi, M. (2019). Real Time Clock Sebagai Tracking Sinar Matahari Pada *Solar cell* Berbasis Mikrokontroler Untuk Lampu Taman (Real Watch Tracking As A Sun