

Data Acquisition of PV Mini-Grid Voltage and Current using Arduino and PLX-DAQ

Pengukuran Arus dan Tegangan PLTS Berbasis Arduino dengan PLX-DAQ

Anggi Murfianah ^{1*}, Krismadinata¹, Yoan Elviralita²

Abstract

Solar panels are the main equipment for a solar power generation system that functions to convert sunlight energy directly into electrical energy. The solar panel performance monitoring system is designed to be equipped with current and voltage measuring sensors that have been integrated into an Excel Spreadsheet using the PLX-DAQ application program. Arduino nano based system design and connected to a computer via USB. The advantage of this monitoring system is that measurement results from sensors can be processed directly and displayed in the form of data and graphics in real time conditions. This makes it easy for data processing.

Keywords

Solar panels, Arduino nano, PLX-DAQ

Abstrak

Panel surya adalah peralatan utama sistem pembangkit listrik tenaga surya yang berfungsi untuk mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Untuk memenuhi keperluan pemantauan output panel surya, sistem pemantauan (monitoring) kinerja panel surya dirancang dilengkapi dengan sensor pengukur arus dan tegangan yang diintegrasikan ke Spreadsheet Excel menggunakan program aplikasi PLX-DAQ. Perancangan sistem berbasis Arduino nano dan dihubungkan ke komputer melalui USB. Kelebihan dari sistem pemantauan ini adalah hasil pengukuran dari sensor dapat diproses secara langsung dan ditampilkan dalam bentuk data dan grafik pada kondisi real time. Hal ini memberikan kemudahan untuk pengolahan data.

Kata Kunci

Panel Surya, Arduino Nano, PLX-DAQ

¹ *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, Sumatera Barat, Indonesia*

³ *Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa
Jalan Kapasa Raya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia*

*email : anggi.murfianah24@gmail.com

Submitted : May 08, 2021. Accepted : May 30, 2021. Published : May 31, 2021.

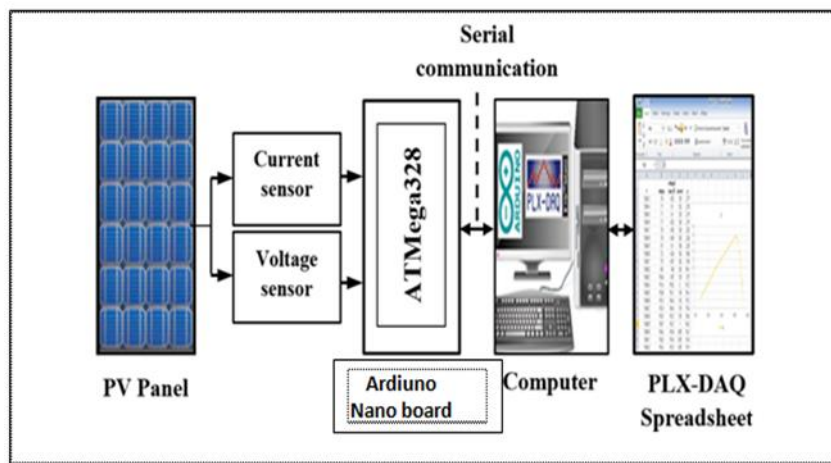
PENDAHULUAN

Panel *Photo Voltage* (PV) merupakan peralatan utama sistem pembangkit tenaga surya yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik DC [1], [2]. Energi yang dihasilkan oleh sistem PV tergantung pada kondisi lingkungan seperti suhu, radiasi matahari, arah dan spektrum sinar matahari [3], [4]. Dan di bawah kondisi uji standar (STC), karakteristik panel PV disediakan oleh pabrikan [5]. Namun, karakteristik PV tidak diketahui dari STC [6]. Oleh karena itu, pengukuran karakteristik PV diperlukan [7], itulah sebabnya instrumen tradisional yang berbeda digunakan dalam konteks ini seperti multimeter. Namun, dengan menggunakan instrumen semacam ini sulit untuk membuat pembacaan yang benar oleh manusia dengan cepat selama pergantian suhu atau radiasi matahari. Dengan demikian, beberapa sampel dapat ditangkap, dan akibatnya, karakteristik yang diperoleh dan ditelusuri secara manual tidak memberikan informasi yang cukup tentang status sistem PV. Meskipun demikian, ada beberapa osiloskop yang dapat merekam data melalui komunikasi USB, tetapi instrumen ini lebih mahal dan tidak tersedia untuk banyak peneliti [7].

Di sisi lain, instrumen virtual juga dapat digunakan untuk mengukur karakteristik PV. Banyak instrumen virtual telah diusulkan dalam literatur, seperti parameter Panel Surya Data Logger seperti di [8], [9], [10] yang mengumpulkan data keluaran hanya dalam format file teks dan tidak dapat diambil secara langsung dalam waktu nyata. Oleh karena itu, banyak sistem instrumentasi virtual *real-time* untuk panel PV juga telah diusulkan dalam literatur, seperti instrumen virtual untuk pemantauan sistem PV *real-time* berdasarkan LabVIEW [11], [12] dan instrumentasi virtual oleh perangkat lunak simulasi standar MATLAB [13]. Selain itu, tersedia solusi perangkat lunak komersial yang berbeda dan sebagian besar digunakan untuk pengukuran karakteristik PV secara *real-time* [14].

Umumnya, semua instrumen virtual yang diusulkan dalam literatur berbiaya rendah dibandingkan dengan instrumen tradisional. Sistem yang paling diusulkan sering kali didasarkan pada alat LabVIEW atau MATLAB, tetapi mahal dan kompleks. Oleh karena itu, diajukan sistem pengukuran secara langsung dan *real-time* dengan biaya sangat rendah yang didasarkan pada Arduino Nano dan Excel. Arduino adalah *board* dengan biaya rendah karena *Excel* dipasang di hampir setiap komputer. Selain itu, sistem ini dibuat menggunakan sensor arus dan tegangan dengan biaya yang rendah. Sistem yang dibuat mampu membaca arus dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh panel PV secara *real time*. Akuisisi data pengukuran dari sensor arus dan tegangan dicatat langsung ke dalam Excel menggunakan akuisisi data PLX-DAQ Excel Macro, yang memungkinkan komunikasi antara mikrokontroler (ATMega328) dari *board* Arduino Nano dan *Excel* dengan menggunakan bus UART. Keuntungan utama dari teknik ini yaitu sederhana dan murah untuk komponen perangkat keras. Selain itu, teknik ini memungkinkan para peneliti untuk memperoleh dan memvisualisasikan karakteristik sistem PV yang mereka butuhkan dalam pekerjaan mereka dengan cara yang lebih sederhana, lebih murah.

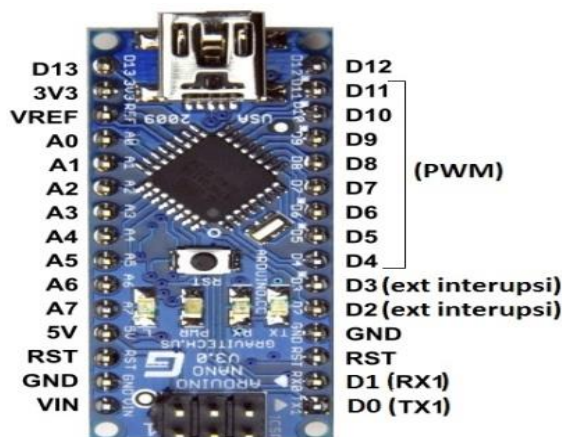
Untuk mendapatkan karakteristik panel PV, diperlukan komponen yang berbeda seperti papan akuisisi data, sensor arus dan sensor tegangan. Sistem pemantauan real-time yang dibuat dengan menggunakan data akuisisi PLX-DAQ Excel Macro, dimana datanya dapat diperoleh secara langsung secara *real time* ke dalam Microsoft Excel (PLX-DAQ 2017). Makro Excel PLX-DAQ dapat memperoleh hingga 26 saluran data dari mikrokontroler (PLX-DAQ 2017). Struktur peralatan yang digunakan dalam sistem instrumentasi virtual ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur peralatan

Arduino Nano

Papan tertanam yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah Arduino Nano, di mana mikrokontroler ATmega328 terintegrasi. Ini adalah dewan berbiaya rendah [15]. Papan Arduino Nano yang digambarkan pada Gambar 2. dapat didukung oleh catu daya DC atau melalui koneksi USB dengan komputer. Papan ini menyediakan 14 pin input / output digital dan 6 input analog, dan dapat diprogram oleh perangkat lunak Arduino IDE (Arduino-Software 2018). Arduino digunakan sebagai pengontrol utama pada sistem pengukuran arus dan tegangan ini.



Gambar 2. Arduino Nano

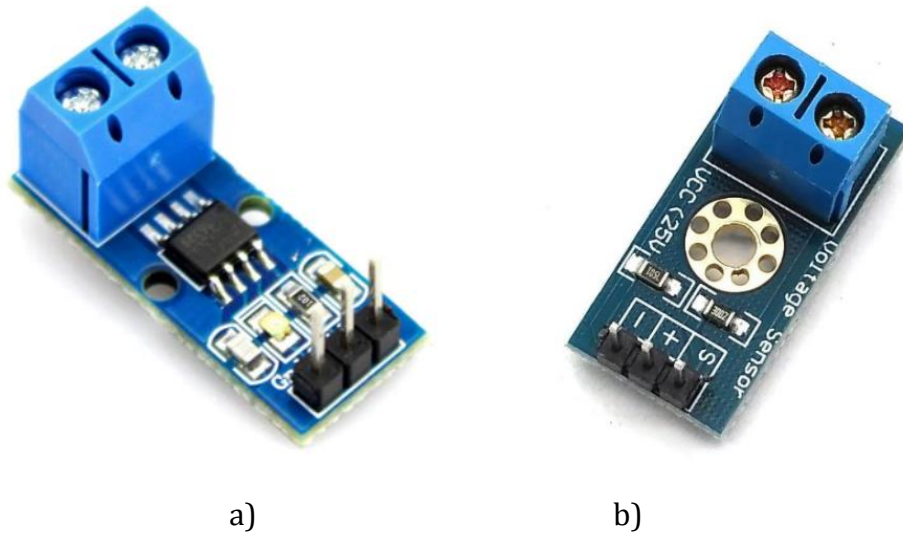
Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan adalah ACS712 (Gambar 3a). Sensor arus bekerja dengan mengalirkan arus melalui tembaga yang didalamnya menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrate hall IC* dan diubah menjadi tegangan yang proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan.

Sensor Tegangan

Tegangan PV diukur dengan modul sensor tegangan (Gabar 3b). Sensor tegangan dipasang paralel dengan beban. Modul ini dapat mereduksi tegangan input hingga 5 kali lipat dari tegangan aslinya dan digunakan untuk mereduksi tegangan keluaran PV (v) yang

antara 0 dan 22,7 V hingga tegangan lain (V. a) antara 0 dan 5 V dapat diukur oleh Arduino, karena input analog Arduino terbatas.

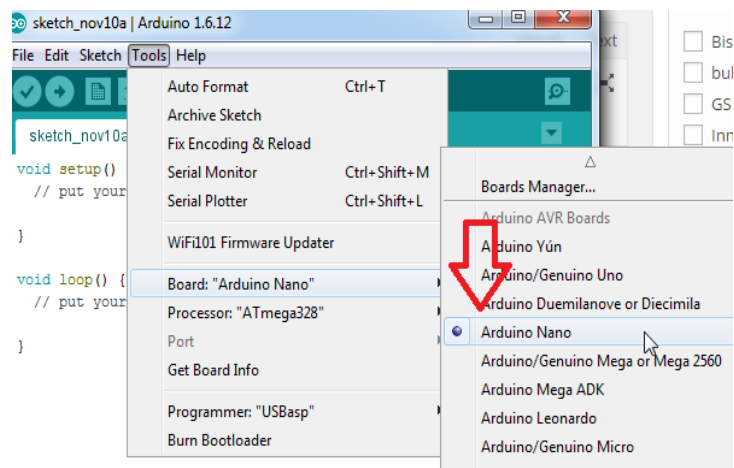


Gambar 3. a) Sensor arus ACS712 dan b) sensor tegangan

Arduino IDE

Perangkat lunak Arduino IDE memungkinkan untuk menulis, memodifikasi program dan mengubahnya menjadi serangkaian instruksi yang dapat dimengerti oleh mikrokontroler papan Arduino. Papan Arduino yang digunakan dalam pekerjaan ini diprogram oleh IDE yang berfungsi sebagai editor kode dan penyusun dan dapat mentransfer kode program ke mikrokontroler melalui kabel USB. Langkah-langkah membuat program pada Arduino IDE :

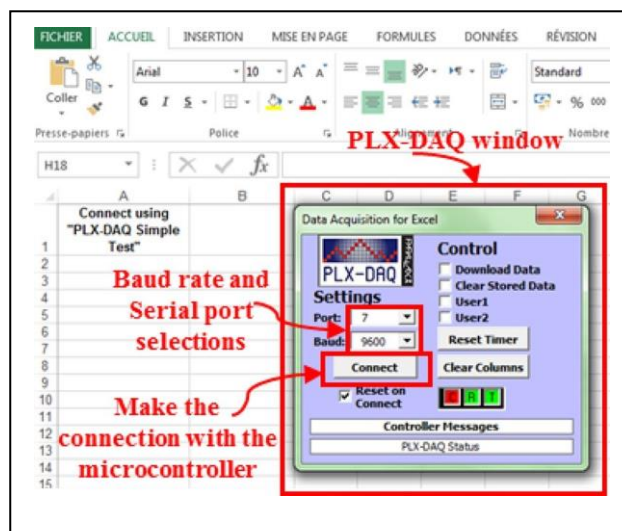
- Siapkan papan arduino dan kabel USB
- Unduh perangkat lunak Arduino IDE dan instal
- Buka aplikasi Arduino IDE.
- Tulis kode program di kotak program.
- Pilih jenis papan yang digunakan (Arduino Nano) seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.
- Hubungkan papan arduino.
- Pilih port yang digunakan.
- Verifikasi dan unggah program ke mikrokontroler Arduino.



Gambar 4. Tampilan software Arduino IDE

PLX-DAQ

Excel PLX-DAQ telah digunakan untuk akuisisi data dari mikrokontroler Arduino ke Excel *Spreadsheet*. Setelah penginstalan, folder bernama "PLX-DAQ" akan secara otomatis dibuat di PC di mana pintasan bernama "PLX-DAQ *Spreadsheet*" di dalamnya. Kemudian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Untuk membangun komunikasi antara papan dan Excel, kita hanya perlu membuka *Spreadsheet* dan menentukan pengaturan koneksi (baud rate dan port) di jendela PLX-DAQ.



Gambar 5. Tampilan PLX-DAQ

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan *research and development*. Peneliti membuat sistem dan mengujinya. Sebelum membuat dan mengembangkan sistem, penulis melakukan beberapa studi literatur terkait tema yang dibahas. Guna menjamin keakuratan data maka dalam membuat sistem, proses validasi sistem dilakukan oleh ahli di bidangnya.

Pengujian dilakukan dengan mengambil data *real time* yang diproduksi oleh panel surya dengan menggunakan sistem yang dikembangkan dan membandingkannya dengan pengukuran manual menggunakan *multimeter*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian berupa hasil pengukuran tegangan dan arus yang diproduksi oleh panel surya yang diukur dengan multimeter dan dengan sistem real time yang dikembangkan. Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran dengan multimeter. Dan tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran real time dengan sistem yang dikembangkan.

Pada sistem yang dikembangkan, arus dan tegangan diukur menggunakan sensor dengan arduino nano sebagai pengontrol utama dan data pengukuran dapat diperoleh secara langsung dan secara *real time* ke dalam *Microsoft Excel*. Mikrokontroler Arduino Nano mendapatkan tegangan dan arus keluaran panel PV yang diukur oleh sensor. Pada sistem ini mikrokontroler diprogram untuk mengukur secara berturut-turut setiap menit arus dan tegangan keluaran dari PV.

Tabel 1 pengukuran menggunakan multimeter

NO	R1(Ω)	R2(Ω)	R3(Ω)	Σ R(Ω)	V DC(V)	I DC(A)
1	100	330	560	990	18,24	0,02
2	0	330	560	890	18,24	0,02
3	100	0	560	660	18,24	0,02
4	0	0	560	560	18,22	0,03
5	100	330	0	430	18,10	0,04
6	0	330	0	330	18,07	0,05
7	100	0	0	100	16,82	0,16
8	0	0	0	0	0,13	0,25

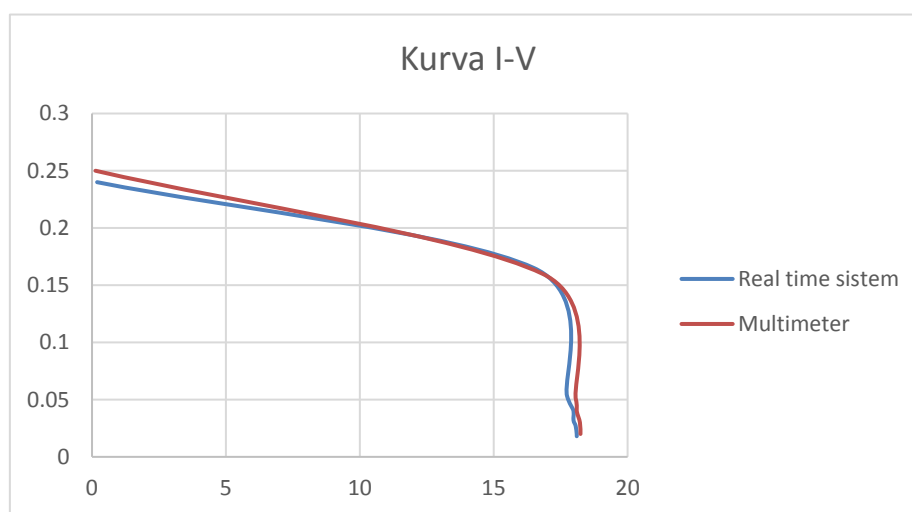
Tabel 2 pengujian menggunakan sistem yang dikembangkan

NO	R1(Ω)	R2(Ω)	R3(Ω)	Σ R(Ω)	V DC(V)	I DC(A)	Computer Time	Time (Milli Sec.)
1	100	330	560	990	18,1	0,018	13:00:07	14149,00
2	0	330	560	890	18,1	0,02	13:01:07	74246,00
3	100	0	560	660	18,06	0,027	13:02:07	134317,00
4	0	0	560	560	17,98	0,032	13:03:07	194388,00
5	100	330	0	430	17,97	0,041	13:04:07	254460,00
6	0	330	0	330	17,74	0,053	13:05:08	314532,00
7	100	0	0	100	16,5	0,165	13:06:08	374605,00
8	0	0	0	0	0,19	0,24	13:07:08	434677,00

Pembahasan

Jika dilihat dari data tabel maka sistem yang dikembangkan memiliki kemampuan pencatatan waktu real time pengambilan data. Hal ini menjadi kelebihan dari sistem ini karena data yang diperoleh menjadi lebih kaya informasi. Sehingga dapat dimanfaatkan lebih banyak daripada data manual menggunakan *multimeter*.

Jika dibandingkan antara tabel 1 dan tabel 2 perbedaan data tidak terlalu signifikan. Hal ini dapat dilihat dengan rangkuman perbandingan yang ada pada grafik di gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan kurva I-V dari data real time dan data multimeter

Secara umum terbukti bahwa sistem akuisisi data real time dengan memanfaatkan Arduino nano dan PLX-DAQ dapat digunakan untuk mencatat data secara digital dan memamilkannya Kembali. Hal ini dikuatkan dengan perbandingan pengambilan data manual yang dilakukan dengan multimeter. Hal ini menambah pembuktian bahwa sistem Arduino yang terkenal murah dapat dimanfaatkan secara maksimal seperti yang telah diungkapkan oleh beberapa peneliti sebelumnya [17]-[20].

KESIMPULAN

Simpulan

Dari hasil pengujian sistem monitoring mampu memperoleh, memantau dan menyimpan data dari sistem PV secara *real time*. Dengan demikian, ini alat dapat menggantikan intervensi manusia untuk menghindari kemungkinan kesalahan yang terkait dengan pembacaan data dari multimeter. Kelebihan dari sistem pemantauan ini adalah hasil pengukuran dari sensor dapat diproses secara langsung dan ditampilkan dalam bentuk data dan grafik pada kondisi *real time*. Informasi mengenai tegangan dan arus dari panel surya yang dikumpulkan pada kondisi *real time* dapat diperoleh langsung melalui *Spreadsheet Excel* tanpa memerlukan program ulang terhadap Arduino, hal ini memberikan kemudahan untuk pengolahan data.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Ozdemir, S., Altin, N., & Sefa, I. (2014). Single stage three level grid interactive MPPT inverter for PV systems. *Energy Conversion and Management*, 80,561–572.
- [2] Jean, J., Brown, P. R., Jafe, R. L., Buonassisi, T., & Bulović, V. (2015). Pathways for solar photovoltaics. *Energy & Environmental Science*, 8(4), 1200–1219.
- [3] Singh, G. (2013). Solar power generation by PV (photovoltaic) technology: A review. *Energy*, 53,1–13.
- [4] Motahhir, S., El Ghzizal, A., Sebti, S., & Derouich, A. (2015). Proposal and Implementation of a novel perturb and observe algorithm using embedded software. In *IEEE international renewable and sustainable energy conference* (pp. 1–5).
- [5] Eltawil, M. A., & Zhao, Z. (2010). Grid-connected photovoltaic power systems: Technical and potential problems—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 112–129
- [6] Hohm, D. P., & Ropp, M. E. (2003). Comparative study of maximum power point tracking algorithms. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 11(1), 47–62
- [7] Mahrane, A., Guenounou, A., Smara, Z., Chikh, M., & Lakehal, M. (2010). Test bench for photovoltaic modules. In *International Symposium on Environment Friendly Energies in Electrical Applications*.
- [8] Santos, D., & Setiaji, F. D. (2013). Data Logger Parameter Panel Surya. *Thèse de doctorat, Program Studi Teknik Elektro FTEK-UKSW*.
- [9] Fuentes, M., Vivar, M., Burgos, J., Aguilera, J., & Vacas, J. (2014). Design of an accurate, low-cost autonomous data logger for PV system monitoring using Arduino™ that complies with IEC standards. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 130,529–543
- [10] Alonsogarcia, M., Ruiz, J., & Ghenlo, F. (2006). Experimental study of mismatch and shading effects in the I–V characteristic of a photovoltaic module. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 90(3), 329–340.
- [11] Koutroulis, E., & Kalaitzakis, K. (2003). Development of an integrated dataacquisition system for renewable energy sources systems monitoring.
- [12] *Renewable Energy*, 28(1), 139–152.

-
- [13] Ulieru, V. D., Cepisca, C., & Ivanovici, T. R. (2010). Measurement and analysis in PV systems. In Proceedings of the international conference on circuits, ICC (pp. 22–24).
- [14] Chouder, A., Silvestre, S., Sadaoui, N., & Rahmani, L. (2012). Modeling and simulation of a grid connected PV system based on the evaluation of main PV module parameters. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 20(1), 46–58.
- [15] Silvestre, S. (2003). Review of system design and sizing tools. *Practical handbook of photovoltaics: fundamentals and applications*. Oxford: Elsevier
- [16] Motahhir, S., Chalh, A., El Ghzizal, A., Sebti, S., & Derouich, A. (2017a). Modeling of photovoltaic panel by using proteus. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 10(2), 8–13.
- [17] W. Putra and W. Purwanto, “Arduino-based Automatic Control System for Turn Signal and Brake Lights on Motorcycle”, *MOTIVECTION*, vol. 2, no. 1, pp. 43-55, Jan. 2020.
- [18] R. Risfendra, G. Ananda, and A. Stephanus, “Internet of Things on Electrical Energy Monitoring Using Multi-Electrical Parameter Sensors”, *MOTIVECTION*, vol. 3, no. 1, pp. 1-10, Jan. 2021.
- [19] A. Iqbal and R. Risfendra, “Ideal Distance of Commands on EASYVR for Smart House Control”, *MOTIVECTION*, vol. 1, no. 2, pp. 29-36, May 2019.
- [20] R. Hidayat, D. Putra, and I. Basri, “Design of Microcontroller Based Injector Test Kit”, *MOTIVECTION*, vol. 1, no. 1, pp. 35-44, Jan. 2019.