



Simulasi Monitoring Arus, Tegangan, dan Daya Panel Surya

Mohammad Yasin*, Esa Apriaskar, Djuniadi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Negeri Semarang
Semarang, Indonesia

*myasin@students.unnes.ac.id

Abstract— Real-time monitoring of solar panel performance is crucial to ensure its efficient utilization. In this study, we designed a monitoring system that measures three key parameters: current, voltage, and power. Utilizing the ACS712 30A current sensor, the system guarantees accurate measurements. Researcher conducted a simulation using the Proteus 8.11 software to validate the system's performance. The measured data was directly displayed on an LCD during testing, simplifying the monitoring process. As a result, the system measures with precision and presents information intuitively, aiding users in understanding solar panel's performance. Another advantage of this system is its flexibility and scalability, allowing integration with other technologies, such as IoT, for remote monitoring. With the advancement of renewable energy technologies, solutions like this have become pivotal in supporting the transition to more sustainable energy. This research lays the groundwork for further innovation in solar energy monitoring.

Abstrak— Pemantauan kinerja panel surya secara real-time menjadi penting untuk memastikan efisiensi penggunaannya. Dalam penelitian ini, kami merancang sebuah sistem pemantau yang mengukur tiga parameter kunci: arus, tegangan, dan daya. Menggunakan sensor arus ACS712 30A, sistem ini menjamin akurasi pengukuran. Untuk memverifikasi kinerja sistem, peneliti melakukan simulasi dengan software Proteus 8.11. Selama pengujian, data yang diukur ditampilkan secara langsung pada LCD, memudahkan proses pemantauan. Hasilnya, sistem ini tidak hanya mengukur dengan presisi, tetapi juga menyajikan informasi dengan cara yang intuitif, memudahkan pengguna dalam memahami kinerja panel surya. Keunggulan lain sistem ini adalah fleksibilitas dan skalabilitasnya, memungkinkan integrasi dengan teknologi lain seperti IoT untuk pemantauan jarak jauh. Perkembangan teknologi energi terbarukan, solusi seperti ini menjadi krusial dalam mendukung transisi ke energi yang lebih berkelanjutan. Penelitian ini memberikan landasan bagi inovasi lebih lanjut dalam bidang pemantauan energi surya.

Kata Kunci— Monitoring panel surya; Sensor arus ACS712 30A; Simulasi Proteus 8.11; Tampilan LCD; Integrasi IoT.

I. PENDAHULUAN

PADA zaman yang modern ini, energi terbarukan menjadi fokus utama dalam upaya mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak berkelanjutan. Energi terbarukan seperti udara, air, matahari, dan angin menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Di antara semua sumber energi terbarukan, energi matahari menonjol sebagai salah satu yang paling menjanjikan, terutama karena efisiensi dan efektivitasnya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan listrik [1]. Prinsip kerjanya sederhana: *solar cell* atau panel surya menangkap foton dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Indonesia, dengan posisinya sebagai negara tropis, memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi matahari. Paparan sinar matahari yang konsisten sepanjang tahun, penerapan PLTS di Indonesia dapat memberikan kon-

tribusi signifikan dalam memenuhi kebutuhan energi nasional [2].

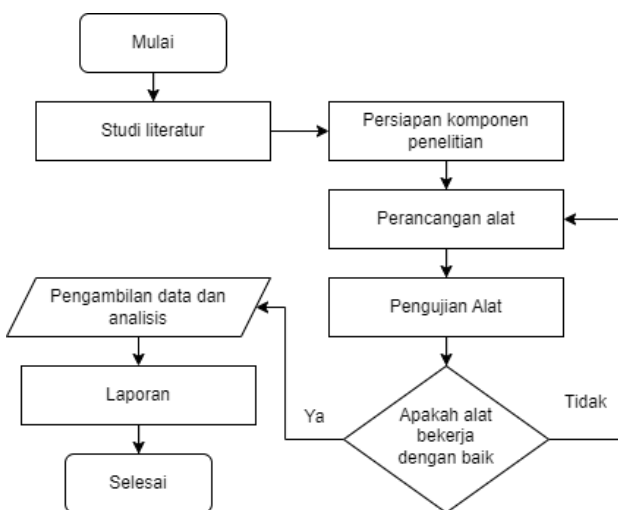
Namun, pemanfaatan panel surya bukan tanpa tantangan. Untuk memastikan efisiensi dan optimalisasi penggunaan panel surya, diperlukan sistem monitoring atau pemantauan yang canggih. Sistem ini tidak hanya mengukur output energi, tetapi juga memberikan wawasan tentang kinerja keseluruhan panel. Dengan memantau parameter seperti arus, tegangan, dan daya, pemilik panel surya dapat memastikan bahwa peralatan mereka berfungsi pada kapasitas maksimal. Selain itu, sistem monitoring juga memungkinkan deteksi dini masalah atau kerusakan, memungkinkan perbaikan tepat waktu, dan menghindari kerugian yang lebih besar [3]. Dalam konteks yang lebih luas, pengembangan dan implementasi sistem monitoring untuk panel surya mencerminkan komitmen global terhadap energi terbarukan. Dengan teknologi ini, dapat dipastikan bahwa transisi ke sumber energi yang lebih berkelanjutan dilakukan dengan cara yang efisien dan efektif. Ini bukan hanya tentang menghemat biaya, tetapi juga tentang melindungi planet bumi untuk generasi mendatang.

Naskah diterima 26-12-2022, revisi 5-5-2023, terbit online 29-9-2023. Emitter merupakan Jurnal Teknik Elektro – Universitas Muhammadiyah Surakarta yang terakreditasi dengan Sinta 3 beralamat di <https://journals2.ums.ac.id/index.php/emitor/index>.

Seiring dengan perkembangan teknologi, integrasi antara panel surya dengan teknologi informasi semakin meningkat. *Internet of Things* (IoT), sebagai contoh, memungkinkan panel surya untuk terhubung ke jaringan dan mengirimkan data secara *real-time* ke pusat data atau ke platform *cloud*. Dengan demikian, pemantauan dan analisis data dapat dilakukan dari mana saja, memungkinkan pemilik panel surya, baik skala rumah tangga maupun industri, untuk mengakses informasi kinerja panel mereka melalui perangkat *mobile* atau komputer. Selain itu, dengan adanya analisis data yang canggih, potensi masalah dapat diidentifikasi bahkan sebelum mereka benar-benar mempengaruhi kinerja, memungkinkan tindakan pencegahan yang proaktif. Selain itu, adopsi energi matahari dan teknologi pemantauan yang canggih juga memiliki dampak sosial dan ekonomi yang signifikan. Dengan biaya operasional yang lebih rendah dan ketergantungan yang berkurang pada sumber energi fosil, konsumen dapat menikmati tagihan listrik yang lebih rendah. Di sisi lain, industri energi matahari dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru, mendorong inovasi, dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Dalam jangka panjang, kombinasi antara energi terbarukan dan teknologi pemantauan dapat membantu masyarakat global mencapai tujuan keberlanjutan, mengurangi emisi karbon, dan memerangi perubahan iklim.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dimulai dari studi literatur, persiapan komponen penelitian, perancangan alat (simulasi), dan tahap terakhir adalah penyusunan laporan.



Gambar 1: Diagram alir penelitian

Dalam tahap awal pengumpulan informasi yang relevan untuk penelitian, langkah pertama yang diambil adalah melakukan studi literatur untuk mendapatkan

wawasan mendalam tentang topik yang akan diteliti. Setelah memahami dasar-dasar teoretis, fokus beralih ke persiapan praktis dengan mengumpulkan alat dan bahan yang diperlukan. Beberapa peralatan utama yang digunakan meliputi komputer atau laptop, yang dilengkapi dengan software Arduino Uno IDE dan Proteus 8.11. Selain itu, peralatan lain yang disiapkan meliputi *solar panel*, Arduino UNO, sensor arus ACS712 30A, motor DC, potensiometer, serta *Liquid-Crystal Display* (LCD) 16×2 untuk mendukung proses penelitian.

Setelah semua komponen lengkap, kemudian masuk ke tahap selanjutnya, yaitu perancangan alat. Perancangan alat dilakukan dengan simulasi. Setelah itu melakukan pengujian alat. Jika alat berhasil bekerja dengan baik, maka perancangan alat berhasil dilakukan. Namun jika alat tidak berhasil bekerja dengan baik, maka harus dilakukan pengecekan dan perbaikan pada proses perancangan alat.

i. Arduino Uno

Arduino uno merupakan sebuah *board microcontroller* berbasis ATmega328. Arduino uno mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat dimanfaatkan sebagai output dari PWM), 6 input analog, *clock speed* 16 MHz, *ceramic resonator*, *port USB*, *power jack*, *ICSP header*, dan memiliki tombol reset (*reset button*) [4].



Gambar 2: Arduino uno

Arduino merupakan platform *open-source* (tanpa hak cipta) yang dirancang untuk memudahkan pembelajaran bagi pengguna. Arduino awalnya dikembangkan di Italia oleh tim yang dipimpin oleh Massimo Banzi [5]. Dalam mengoperasikan arduino, dibutuhkan sebuah software yaitu arduino IDE. *Integrated Development Environment* (IDE) merupakan sebuah software yang diperuntukkan untuk menulis program untuk arduino, meng-compile menjadi kode biner dan mengunggahnya ke dalam memori microcontroller arduino [6].

ii. Panel Surya

Panel surya atau dikenal sebagai panel photovoltaic adalah perangkat yang memiliki kemampuan dapat mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik [7]. Referensi [8] menunjukkan bahwa energi listrik dapat dihasilkan dari sinar matahari menggunakan modul surya dengan bahan semikonduktor. Gelombang elektromagnetik atau energi foton yang terkandung dalam sinar matahari dapat diserap oleh panel surya [9]. Arus listrik tercipta ketika energi foton dari sinar matahari berubah menjadi energi kinetik dan melepaskan elektron ke pita konduksi. Sel PV atau dikenal juga sebagai sel surya, mengandalkan efek photovoltaic untuk menangkap energi dari matahari kemudian menghasilkan arus yang mengalir antara dua lapisan dengan muatan yang saling berlawanan [10].



Gambar 3: Panel surya

Panel surya tersusun dari sejumlah sel surya yang disusun secara paralel maupun seri. Sekitar 0,5 Volt dihasilkan oleh sebuah sel surya. Jadi dapat dikatakan bahwa panel surya dengan tegangan 12 Volt tersusun sekitar 36 sel surya [7].

iii. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan jenis layar panel datar atau perangkat optik termodulasi elektronik lainnya yang menggunakan sifat modulasi cahaya dari kristal cair yang dikombinasikan dengan polarizer. Ada berbagai macam ukuran LCD seperti 16×1 , 16×2 , dan 20×4 . Penelitian ini menggunakan LCD 16×2 yang sudah terhubung dengan I2C. LCD 16×2 mengacu pada kemampuan LCD untuk menampilkan 32 karakter (2 baris dan 16 kolom) [6].

I2C merupakan protokol komunikasi yang terintegrasi. I2C sering digunakan untuk berkomunikasi antara one master dan multiple slaves. Manfaat penggunaan I2C yaitu dapat mengurangi kebutuhan untuk menggunakan banyak pin digital di papan Arduino. I2C adalah protokol komunikasi serial, sehingga data

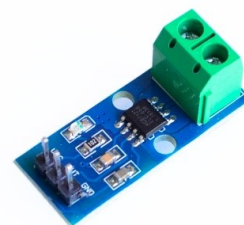


Gambar 4: Liquid Crystal Display (LCD) 16×2

ditransfer sedikit demi sedikit melalui satu kabel (jalur SDA). I2C mendukung kecepatan data 100 Kbps (mode standar), 400 Kbps (mode Cepat) dan maksimum hingga 3,4 Mbps (mode kecepatan tinggi) [11–13].

iv. Sensor Arus ACS712 30A

Arus listrik diklasifikasikan menjadi dua jenis arus yaitu arus bolak-balik (AC) dan arus searah (DC). Sensor arus listrik berguna untuk mengukur arus listrik karena dapat memantau berapa banyak listrik yang digunakan dan dapat memberikan nilai analog, sehingga penggunaan listrik dapat diatur dan dikontrol. ACS712 salah satu sensor arus yang dapat digunakan dalam proses mendeteksi arus listrik dengan prinsip efek hall [14–17].



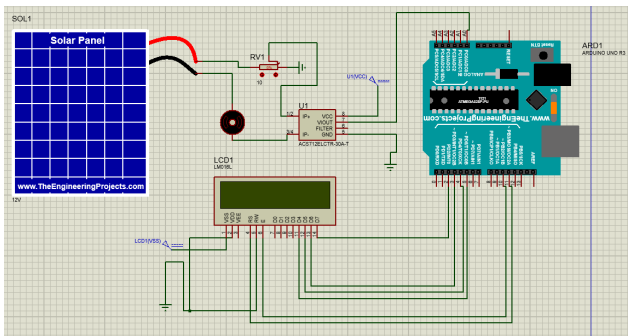
Gambar 5: Sensor arus ACS712 30A

Efek hall yaitu Arus tersebut kemudian diubah menjadi tegangan linier dengan perubahan arus dengan memanfaatkan medan magnet yang mengelilinginya

[18]. Sensor arus ACS712 30A dapat mengukur arus positif dan arus negatif dengan rentang -30A sampai 30A. Sensor ini juga membutuhkan *supply* tegangan sebesar 5V [19].

v. Desain Simulasi

Pada tahap ini dilakukan desain simulasi pada software Proteus 8.11. Desain alat yang baik yang memperhatikan sifat dan karakteristik dari setiap komponen yang digunakan diperlukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal [20].



Gambar 6: Rangkaian keseluruhan alat pada

Sensor arus ACS712 menerima arus dari panel surya 12 V melalui potensiometer, nilai arus ditangkap oleh sensor arus antara 0 dan 1024 (nilai analog). DC 5V tambahan dihubungkan ke sensor arus ACS712. IP-pin pada sensor ACS712 kemudian mentransfer arus tersebut ke Motor DC, dan terminal pada motor DC lainnya disambungkan ke ujung negatif panel surya.

III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Hasil penelitian simulasi monitoring arus, tegangan, dan daya pada panel surya menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi matahari. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan panel surya 12v, dan potensiometer digunakan sebagai alat pengujian untuk mendapatkan output yang bervariasi. Pengujian pertama dilakukan dengan potensiometer 100% sampai dengan 0%. Motor DC pada alat ini digunakan sebagai acuan tinggi rendahnya tegangan pada panel surya. Data hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 1.

Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa ada korelasi langsung antara posisi potensiometer dan output daya yang dihasilkan oleh panel surya. Sebagai contoh, ketika potensiometer pada posisi yang lebih tinggi, output daya juga meningkat, yang ditunjukkan dengan putaran motor yang lebih cepat. Ini menunjukkan bahwa potensiometer memainkan peran penting dalam mengatur output dari panel surya. Selain itu, hasil pengujian

juga menunjukkan bahwa sistem monitoring ini dapat memberikan pembacaan yang akurat tentang kinerja panel surya. Ini sangat penting karena dengan informasi yang tepat, pengguna dapat membuat keputusan yang lebih baik tentang bagaimana mengoptimalkan penggunaan panel surya mereka. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan manual daya yang dihasilkan oleh panel surya. Dapat dilihat bahwa hasil perhitungan manual sangat mendekati dengan yang ditampilkan pada LCD. Ini menunjukkan bahwa sistem monitoring ini sangat akurat dan dapat diandalkan.

Salah satu keuntungan lain dari sistem ini adalah kemampuannya untuk menampilkan data secara *real-time*. Ini memungkinkan pengguna untuk segera mengetahui jika ada masalah dengan panel surya mereka dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk memperbaikinya. Dalam konteks yang lebih luas, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi monitoring panel surya memiliki potensi besar dalam mendukung transisi ke energi terbarukan. Dengan informasi yang tepat tentang kinerja panel surya, kita dapat memastikan bahwa sumber energi ini digunakan dengan cara yang paling efisien dan efektif. Selain itu, dengan kemajuan teknologi IoT dan web, ada potensi untuk mengintegrasikan sistem monitoring ini dengan platform lain. Ini akan memungkinkan pengguna untuk memantau kinerja panel surya mereka dari mana saja, kapan saja, memberikan fleksibilitas yang belum pernah ada sebelumnya. Namun, meskipun ada banyak keuntungan dari sistem ini, juga ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah bagaimana memastikan bahwa data yang dikumpulkan oleh sistem ini aman dan tidak dapat diakses oleh pihak yang tidak berwenang.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring panel surya memiliki potensi besar dalam mendukung upaya global untuk beralih ke energi terbarukan. Dengan informasi yang tepat dan teknologi yang tepat, kita dapat memastikan bahwa transisi ini dilakukan dengan cara yang paling efisien dan efektif. Penggunaan teknologi monitoring ini juga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya energi terbarukan. Dengan data yang mudah diakses dan dimengerti, masyarakat dapat lebih memahami manfaat dan keuntungan dari penggunaan panel surya. Selain itu, dengan data yang akurat, pihak-pihak yang berkepentingan, seperti pemerintah dan perusahaan energi, dapat membuat keputusan yang lebih tepat tentang investasi dan pengembangan infrastruktur energi terbarukan.

Dengan meningkatnya kebutuhan energi di seluruh dunia, solusi seperti sistem monitoring ini menjadi semakin penting. Ini bukan hanya tentang menghe-

Tabel 1: Data hasil simulasi solar panel 12V

Solar Panel (V)	Potensiometer (%)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (Watt)	Putaran Motor
12	100	0,96	11	10	Cepat
12	75	0,81	9	7	Sedikit Cepat
12	50	0,74	8	5	Sedang
12	25	0,59	7	4,13	Sedikit Lambat
12	0	0,52	6	3,12	Lambat

Tabel 2: Nilai daya menggunakan perhitungan manual

Solar Panel (V)	Potensiometer (%)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (Watt)	Putaran Motor
12	100	0,96	11	10,56	Cepat
12	75	0,81	9	7,29	Sedikit Cepat
12	50	0,74	8	5,92	Sedang
12	25	0,59	7	4,13	Sedikit Lambat
12	0	0,52	6	3,12	Lambat

mat biaya, tetapi juga tentang memastikan bahwa kita menggunakan sumber daya kita dengan cara yang paling berkelanjutan. Adapun hal yang bisa dilakukan dalam proses pengembangan lebih lanjut untuk sistem ini, yaitu selain ditampilkan pada panel LCD, proses monitoring juga dapat ditampilkan dengan memanfaatkan modul IoT atau teknologi berbasis web, hal itu dapat memungkinkan monitoring online dan dari jarak jauh.

Pada Tabel 1 ketika potensiometer pada posisi 25%, nilai arus yang terbaca 0.59 A, nilai tegangan 7 V, dan daya 4 Watt. Hasil tersebut adalah nilai yang ditampilkan pada LCD. Daya diperoleh juga dengan menggunakan rumus daya yaitu:

$$P = V \times I \quad (1)$$

Dengan menggunakan rumus tersebut didapatkan daya ketika potensiometer pada posisi 25% yaitu 4,13 Watt. Hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan yang ditampilkan pada LCD.

Adapun hal yang bisa dilakukan dalam proses pengembangan lebih lanjut untuk sistem ini, yaitu selain ditampilkan pada panel LCD, proses monitoring juga dapat ditampilkan dengan memanfaatkan modul IoT atau teknologi berbasis web, hal itu dapat memungkinkan monitoring online dan dari jarak jauh.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan berikut diperoleh berdasarkan hasil pengujian dan analisis dari pemantauan arus, tegangan, dan daya pada panel surya. Penelitian ini berhasil mensimulasikan sistem monitoring panel surya dengan menggunakan mikrokontroler Arduino uno dan bisa digunakan

untuk membantu dalam pemantauan. Hasil pengukuran daya yang ditampilkan pada LCD tidak jauh berbeda dengan hasil menggunakan perhitungan secara manual. Sebagai contoh ketika potensiometer pada posisi 25% daya yang terbaca pada LCD 4 Watt, sedangkan perhitungan secara manual menggunakan persamaan 1 didapatkan hasil 4,13 Watt. Adapun hal yang bisa dilakukan dalam proses pengembangan lebih lanjut untuk sistem ini, yaitu Selain ditampilkan pada panel LCD, proses monitoring juga dapat ditampilkan dengan memanfaatkan modul IoT atau teknologi berbasis web, hal itu dapat memungkinkan monitoring online dan dari jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. B. Rarumangkay, V. C. Peokoel, and S. R. Sompie, "Sistem monitoring panel surya," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 16, no. 2, pp. 211–218, 2021.
- [2] F. Baskoro, L. A. Gunawan, A. I. Agung, M. Widyartono, and S. I. Haryudo, "Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya portable," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 65–71, 2021.
- [3] D. Pratama and A. Asnil, "Sistem monitoring panel surya secara realtime berbasis arduino uno," *MSI Transaction on Education*, vol. 2, no. 1, pp. 19–32, 2021.
- [4] S. A. Jumaat and M. H. Othman, "Solar energy measurement using arduino," in *MATEC web of conferences*, vol. 150. EDP Sciences, 2018, p. 01007.
- [5] G. Organtini, "Arduino as a tool for physics experiments," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1076, no. 1. IOP Publishing, 2018, p. 012026.
- [6] M. W. Kasrani and A. S. Putra, "Perancangan sistem pengendalian kecerahan lampu utama pada mobil berbasis arduino uno," *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 5, no. 1, pp. 104–108, 2020.

- [7] M. H. Fadhilah, E. Kurniawan, and U. Sunarya, "Perancangan dan implementasi mppt charge controller pada panel surya menggunakan mikrokontroler untuk pengisian baterai sepeda listrik," *eProceedings of Engineering*, vol. 4, no. 3, 2017.
- [8] H. Hasan, "perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau saugi," *Jurnal riset dan teknologi kelautan*, vol. 10, no. 2, pp. 169–180, 2012.
- [9] M. M. Gabriel and K. P. Kuria, "Arduino uno, ultrasonic sensor hc-sr04 motion detector with display of distance in the lcd," *International Journal of Engineering Research and Technical Research*, vol. 9, 2020.
- [10] Asriningati, E. Apriaskar, and Djuniadi, "Prototipe sistem kendali otomatis pada smart," *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 4, no. 2, pp. 41–46, 2020.
- [11] D. Trivedi, A. Khade, K. Jain, and R. Jadhav, "Spi to i2c protocol conversion using verilog," in *2018 Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCCUBEA)*. IEEE, 2018, pp. 1–4.
- [12] V. Zhmud, N. Kondratiev, K. Kuznetsov, V. Trubin, and L. Dimitrov, "Application of ultrasonic sensor for measuring distances in robotics," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1015, no. 3. IOP Publishing, 2018, p. 032189.
- [13] K. A. Raza and W. Monnet, "Moving objects detection and direction-finding with hc-sr04 ultrasonic linear array," in *2019 International Engineering Conference (IEC)*. IEEE, 2019, pp. 153–158.
- [14] T. P. Satya, F. Puspasari, H. Prisyanti, and E. R. M. Saragih, "Perancangan dan analisis sistem alat ukur arus listrik menggunakan sensor acs712 berbasis arduino uno dengan standard clampmeter," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 39–44, 2020.
- [15] Đ. Lazarević, M. Živković, Đ. Kocić, and J. Ćirić, "The utilizing hall effect-based current sensor acs712 for true rms current measurement in power electronic systems," *Scientific Technical Review*, vol. 72, no. 1, pp. 27–32, 2022.
- [16] L. Li, Y. Chen, J. Liu *et al.*, "The application of hall sensors acs712 in the protection circuit of controller for humanoid robots," in *2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010)*, vol. 12. IEEE, 2010, pp. V12–101.
- [17] M. B. Sari, L. Yuliantini, H. Prihtiadi, and M. Djamal, "Easy monitoring and data record system of electric current detected by acs712 affordable non-destructive electrical current sensor," *PILLAR OF PHYSICS*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [18] M. Taif, M. Y. H. Abbas, and M. Jamil, "Penggunaan sensor acs712 dan sensor tegangan untuk pengukuran jatuh tegangan tiga fasa berbasis mikrokontroler dan modul gsm/gprs shield," *Jurnal PROtek Vol*, vol. 6, no. 1, 2019.
- [19] R. A. Dalimunthe, "Pemantau arus listrik berbasis alarm dengan sensor arus menggunakan mikrokontroler arduino uno," in *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, vol. 1, no. 1, 2018, pp. 333–338.
- [20] S. Samsugi and A. Burlian, "Sistem penjadwalan pompa air otomatis pada aquaponik menggunakan mikrokontrol arduino uno r3," in *Seminar Nasional Teknologi*, vol. 1, no. 2, 2019, pp. 187–187.