

Monitoring System Automatic Solar Cell sebagai Sumber PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) Berbasis Microcontroller

Abdul Basit^{*1}, Rizqi Khoeruzzaman², Rais³, Ahmad Maulana⁴

¹)Program Studi DIII Teknik Komputer, Politeknik Harapan Bersama

²)Program Studi DIV Teknik Informatika, Politeknik Harapan Bersama

Email: ^{*1}elangputih286@gmail.com, ²zamanrizqi244@gmail.com, ³rais.hojawa@gmail.com,

⁴iana_ooh@ymail.com

(Naskah masuk: 27 Oktober 2023, diterima untuk diterbitkan: 27 Desember 2023)

Abstrak: Indonesia merupakan negara tropis yang terletak diantara garis khatulistiwa, yang dimana negara Indonesia mendapatkan lebih banyak pencahayaan sinar matahari. Sinar matahari digunakan sebagai sumber energi alternatif karena sangat melimpah di iklim Indonesia yang terletak di garis katulistiwa. Yang di mana metode pemanfaatan yang dilakukan adalah penyerapan fotoan dengan solar panel sebagai media pengubah sinar matahari menjadi energi listrik atau proses photovoltaic. Serta pemanfaatan teknologi yang kian hari semakin berkembang pesat, pemanfaatan sinar matahari sebagai sumber energy alternatif pun harus mulai berkembang dengan metode kendali rotasi otomatis solar panel dapat menyerap foton dari sinar matahari dan menghasilkan 0.0006 wat per detik serta dengan monitoring system yang dapat menampilkan jumlah daya, tegangan, dan kuat arus dengan aplikasi android dari penggunaan solar cell sebagai sumber PLTS, dari hasil pengujian, sistem berhasil dan mampu bekerja sesuai kondisi, servo dapat bergerak dengan dipengaruhi dari perolehan nilai masing-masing sensor LDR yang sudah di-mapping dan menampilkan monitoring tegangan, kuat arus, dan daya yang dihasilkan.

Kata Kunci – Sinar Matahari; Pembangkit Listrik Tenaga Solar; Solar Cell; Automatic, Android

Automatic Solar Cell Monitoring System as a Microcontroller Based PLTS (Solar Power Plant) Source

Abstract: Indonesia is a tropical country located between the equator, where Indonesia gets more sunlight. Sunlight is used as an alternative energy source because it is very abundant in Indonesia's climate which is located on the equator. The method of utilization used is photo absorption using solar panels as a medium for converting sunlight into electrical energy or the photovoltaic process. As well as the use of technology which is increasingly developing rapidly, the use of sunlight as an alternative energy source must also begin to develop with the automatic rotation control method of solar panels that can absorb photons from sunlight and produce 0.0006 watts per second as well as with a monitoring system that can display the amount of power, voltage, and current strength with the Android application from the use of solar cells as a PLTS source, from the test results, the system is successful and able to work according to conditions, the servo can move influenced by the value obtained for each LDR sensor which has been mapped and displays voltage monitoring , current strength, and power produced.

Keywords – Sunlight; Solar Power Plant; Solar Cell; Automatic; Android

1. PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi energi di Indonesia mengalami peningkatan terutama dalam sektor industri maupun sektor rumah tangga[1]. Konsumsi energi yang dimaksud adalah energi listrik. Kebutuhan akan listrik baik dalam kalangan industri, perkantoran, ataupun masyarakat umum dan perorangan sangat meningkat konsumsi listrik per kapita 92,2 persen karena target yang di tuju adalah 1.203 kWh per kapita, akan tetapi saat ini baru mencapai 1.109 kWh per kapita di lihat dari data statistic PLN[2] .

Di Indonesia listrik menjadi kebutuhan sehari-hari atau yang biasa disebut dengan kebutuhan rumah tangga. Sehingga listrik dapat digolongkan menjadi kebutuhan primer. Upaya pemanfaatan

energi terbarukan sebagai sumber energi alternatif di Indonesia saat ini telah menjadi prioritas dalam kebijakan energi nasional menurut Peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional[3].

Energi matahari dianggap sebagai salah satu sumber energi yang cukup menjanjikan untuk mengatasi krisis energi dunia. Indonesia menjadi negara yang potensial menghasilkan energi surya yang cukup banyak karena terletak pada iklim khatulistiwa, sehingga Indonesia mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² perhari diseluruh wilayah[4].

Suplai energi yang digunakan pada solar cell berasal dari foton yang dihasilkan oleh matahari. Besarnya energi listrik yang dihasilkan tergantung pada jumlah foton yang diterima[5]. Pemasangan solar panel yang statis menjadi kendala penyerapan foton pada Panel surya karena energi yang dihasilkan bergantung dari jumlah foton yang terserap oleh solar panel. Apalagi pancaran sinar matahari yang tidak konstan mempengaruhi penyerapan yang tidak maksimal dan berpengaruh besar pada energi yang dihasilkan.

Untuk memanfaatkan energi cahaya matahari dengan maksimal maka panel surya ini harus terus diarahkan sesuai dengan arah pancaran cahaya matahari. Arus listrik merupakan besaran penting untuk mengetahui produktivitas panel surya menghasilkan daya listrik. Selain itu arus juga sangat penting untuk diamati karena panel surya hanya bekerja pada siang hari atau saat ada cahaya. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh panel surya, semakin besar daya listrik yang dihasilkan[6].

Adapun pembangkit yang banyak dipasang sebagai Concentrated Standalone System, monitoring umumnya dilakukan secara lokal dan tersentral pada pusat pembangkit baik secara manual atau lokal otomatis . keterbatasan waktu dan efisiensi menjadi hal yang fundamental dikarenakan Monitoring secara manual yang memiliki kelemahan diantaranya, sistem kendali akses parameter, serta data monitoring yang sangat terbatas, tidak lengkap dan tidak berkelanjutan karena keterbatasan operator.

Dalam kendali rotasi dan monitoring jumlah daya dan tegangan perlu beberapa komponen untuk mendukung proses rotasi otomatis yaitu :

1.1. ESP 32

ESP32 merupakan nama dari mikrokontroler yang dirancang oleh Espressif Systems. ESP32 menawarkan solusi jaringan WiFi yang mandiri sebagai jembatan dari mikrokontroler yang ada ke jaringan WiFi. ESP32 menggunakan prosesor dual core yang berjalan di instruksi Xtensa LX16[7]. Dalam hal ini modul ESP 32 digunakan sebagai microcontroller untuk mengontrol sensor yang digunakan agar bisa terintegrasi dengan aplikasi monitoring gambaran dari ESP 32 tersaji di Gambar 1.



Gambar 1. ESP32

1.2. LDR Sensor

Light Dependent Resistor (LDR) ialah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil. LDR adalah jenis resistor

yang biasa digunakan sebagai detector cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. LDR terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya[8]. Sensor LDR difungsikan sebagai pemberi data terhadap rotasi yang terjadi pada motor servo dengan mendeteksi dari sinar matahari, gambaran Sensor LDR Tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor LDR

1.3. Motor Servo

Motor servo merupakan motor yang dirancang untuk pengendalian loop tertutup dimana motor akan bergerak mengikuti perintah sudut atau kecepatan PWM yang diberikan. Motor servo terdiri dari motor DC, rangkaian driver serta gear. Motor servo TowerPro MG995 memiliki torsi 4,8 hingga 9,8 kg/cm. Motor servo ini memerlukan catu tegangan sebesar 4,6 hingga 5,8 V. [9]. Motor servo diperlukan untuk membuat rotasi pada sola panel dengan rotasi putaran mencapai 180 derajat. Motor servo yang dimaksudkan tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Motor servo

1.4. Sensor INA2019

INA219 merupakan modul sensor yang dapat memonitoring tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. INA 219 didukung dengan interface I2C atau SMBUS-COMPATIBLE dimana peralatan ini mampu memonitoring tegangan shunt dan suplai tegangan bus, dengan konversi program times dan filtering. INA 219 memiliki sebuah amplifier input maksimum adalah $\pm 320\text{mV}$ ini berarti dapat mengukur arus hingga $\pm 3,2\text{A}$. Dengan internal data 12 bit ADC, resolusi pada kisaran 3.2A adalah 0,8 mA. Dengan gain internal yang ditetapkan pada minimum div8, maks saat ini adalah $\pm 400\text{mA}$ dan resolusi 0,1 mA. INA 219 mengidentifikasi tegangan shunt pada bus 0 – 26 V [10]. Sensor INA 219 digunakan untuk mengukur parameter daya yang dihasilkan gambaran sensor tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Sensor INA 2019

1.5. Monitoring

Monitoring merupakan suatu aktivitas yang bertujuan untuk memantau atau mengamati hilirasi sebuah data[11]. Aplikasi android diguakan untuk interface dan controlling perangkat elektronik[12]. Dalam penelitian ini digunakan mobile aplikasi untuk interface monitoring monitoring jumlah daya dan tegangan seperti yang tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Monitoring mobile aplikasi

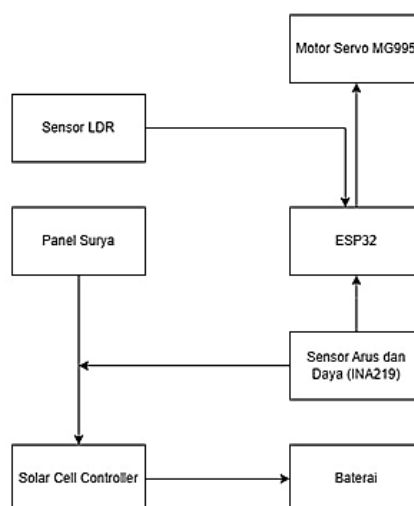
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan terstruktur dan sistematis dimulai dari proses pembuatan alat automatic tracking solar cell yang dilengkapi dengan sensor cahaya (Light Dependent Resistor). Proyek dirancang dengan penggunaan kendali otomatis antara lain ESP32, dan Arduino IDE sebagai software pengolahan algoritma, penggerak rotasi panel surya digunakan Motor Servo agar efektifitas rotasi lebih fleksible dengan pemanfaatan sensor LDR sebagai pendeteksi sumber cahaya. Sensor INA219 sebagai modul untuk membaca jumlah tegangan, kuat arus, serta daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya.

Penelitian ini menggunakan otamtisasi sitem tertuju pada sistem tracking atau pencarian sumber cahaya dari sensor cahaya menggunakan motor servo untuk bergerak vertikal up maupun down.

2.1. Diagram Blok

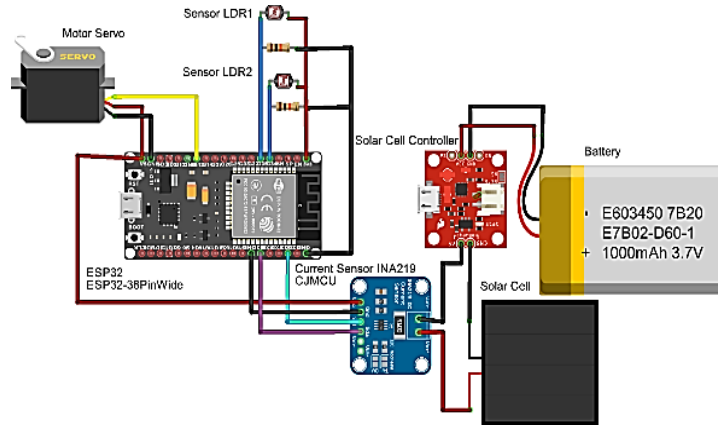
Blok diagram menjelaskan fungsi dari beberapa komponen dan alur data yang dihasilkan dengan integrase dari beberapa sensor dengan pengontrol serta interface seperti yang disajikan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Blok Diagram Sistem

2.2. Rancangan Skema Rangkaian

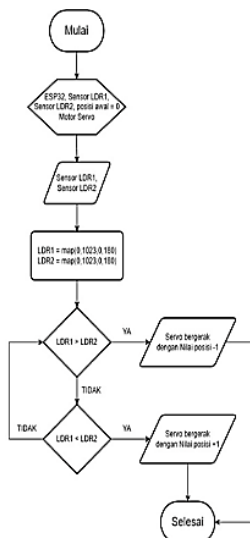
Analisi permasalahan serta analisis kebutuhan perangkat untuk membangun robot Keranjang hidroponik dan selanjutnya adalah tahap Rancangan Skema Rangkaian, Suatu proses instalasi alat atau perakitan alat dengan bentuk prototyoe. Alat yang digunakan dalam implelementasi perangkat keras meliputi menyiapkan komponen yang digunakan seperti yang tersajipada Gambar 7.



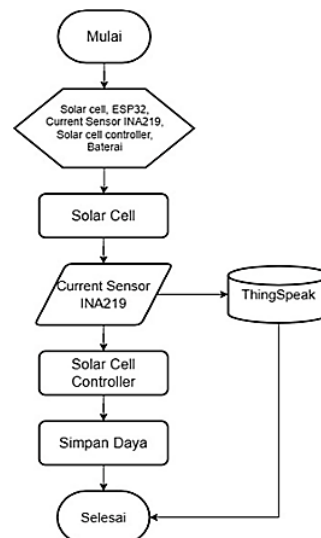
Gambar 7. Rangkaian Komponen Solar Cell

2.3. Flowchart Diagram

Pada gambar yang disajikan oleh Gambar 8 menjelaskan bagaimana susunan dan alur rangkaian keseluruhan dari sistem automatic solar cell ini. Pada Gambar 9, menunjukan diagram alur dari sensor cahaya (Light Dependent Resistor) yang diterapkan pada code di Arduino IDE seperti Gambar 10.



Gambar 8. Flowchart System Tracking



Gambar 9. Flowchart Sensor Sensor INA219

```

Tracking_2LDR | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

Tracking_2LDR $

void loop() {
  int nilai1 = analogRead(ldr1);
  int nilai2 = analogRead(ldr2);
  nilai1 = map(nilai1, 0, 1023, 0, 180);
  nilai2 = map(nilai2, 0, 1023, 0, 180);

  if (pos > 180) {
    pos = 180;
  } else if (pos < 0) {
    pos = 0;
  }

  if (nilai1 < nilai2) {
    pos--;
  } else if (nilai1 > nilai2) {
    pos++;
  }
  myservo.write(pos); //Jalankan servo
  delay(50);
}
    
```

```

Tracking_2LDR | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

Tracking_2LDR $

Sensor();
if (client.connect(server,80)) {
  String postStr = apiKey;
  postStr += "sfid1=";
  postStr += String(bussvoltage);
  postStr += "sfid2=";
  postStr += String(current_ma);
  postStr += "sfid3=";
  postStr += String(power_mw);
  postStr += "\n\n";

  client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
  client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
  client.print("Connection: close\n");
  client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+apiKey+"\n");
  client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
  client.print("Content-Length: ");
  client.print(postStr.length());
  client.print("\n\n");
  client.print(postStr);
  Serial.println("Send to Thingspeak.");
  delay(1000);
}
client.stop();
Serial.println("Waiting...");
delay(1000);
}
    
```

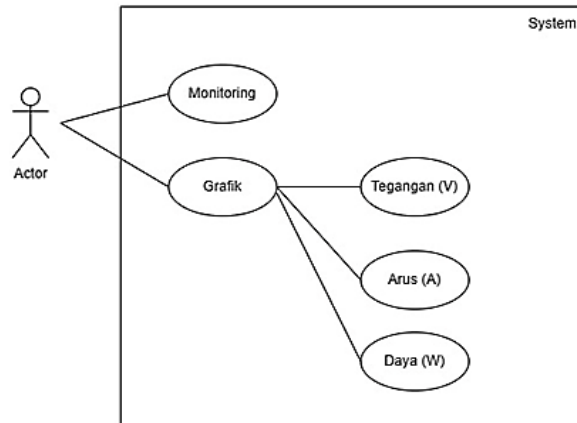
Gambar 10. Code Sensor Cahaya

Gambar 11. Code Sensor INA219

Pada Gambar 10 menunjukan diagram alur dari sensor INA219 (Current Sensor) yang diterapkan pada code di Arduino IDE seperti Gambar 11.

2.4. Monitoring System

Monitoring system data dari sensor INA219 selama sistem aktif akan disimpan ke dalam database ThingSpeak, yang kemudian akan ditampilkan pada aplikasi android. Gambar 12 menyajikan skemaa perancangan diterapkan oleh Usecase Diagram.



Gambar 12. Use Case Diagram

Use case diagram ini menjabarkan mengenai proses penggunaan software atau aplikasi mobile yang digunakan untuk memonitoring nilai dari pembacaan sensor INA219 current sensor yang dikirim ke ThingSpeak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembahasan

Pengujian rotasi motor servo, dilakukan untuk mengetahui seberapa baiknya dalam menerima respon atau perintah dari ESP32 yang sebelumnya ESP32 menerima nilai masukan dari sensor cahaya, dengan menyamakan nilai sensor cahaya 1 dengan sensor cahaya 2 yang sudah diubah satuannya dari satuan nilai analog menjadi derajat. jika salah satu nilai sensor cahaya berbeda maka motor servo akan bergerak up atau down sehingga nilai kedua sensor cahaya sama.

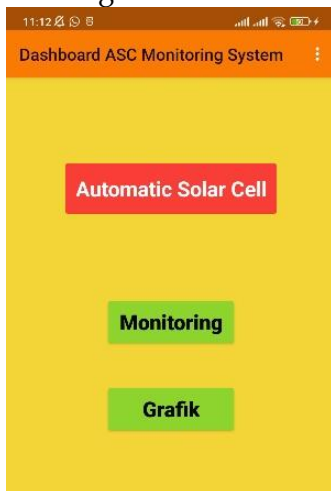
Tabel 1. Processing Data pada Sensor

SENSOR	DATA1	DATA2	OUTPUT
INA219	Bus Voltage (V)	Current (A)	Kirim data ke ThingSpeak
LDR 1	Nilai 0-1023	Nilai 0-180	Servo Bergerak
LDR 2	Nilai 0-1023	Nilai 0-180	Servo Bergerak

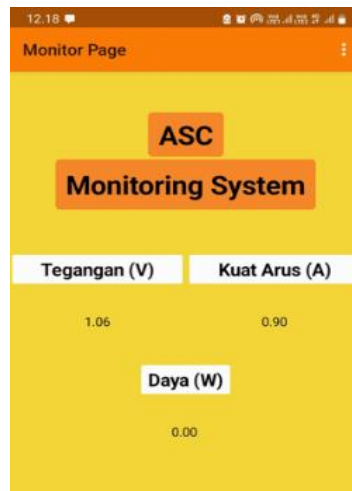
Pengujian sensor INA219, dilakukan untuk mengetahui berapa rata-rata nilai tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari proses penyerapan foton sinar matahari untuk dijadikan sebagai energi listrik pada panel surya. yang kemudian data dari pembacaan sensor INA219 diterima oleh ESP32 dan dikirimkan ke database ThingSpeak. Pengujian aplikasi mobile, dilakukan untuk mengetahui jika fitur-fitur yang disediakan sudah berfungsi dengan baik atau terjadi eror data. Berikut tampilan awal pada aplikasi mobile.

Pada interface awal aplikasi sudah disediakan tombol untuk dua menu yang berbeda. Tombol monitoring, hanya menampilkan data terakhir dari hasil pembacaan sensor INA219, dan tombol grafik menyediakan beberapa menu di dalamnya seperti Tegangan (V), Arus (A), dan Daya (W).

Gambar 14 menyajikan interface dari menu monitoring, sedangkan gambar 15 menyajikan interface dari menu grafik.



Gambar 13. Interface awal aplikasi

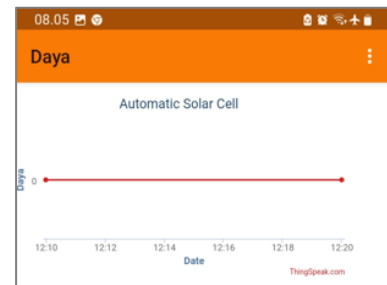
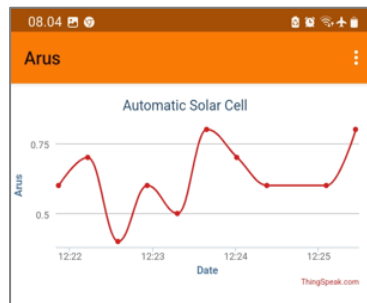
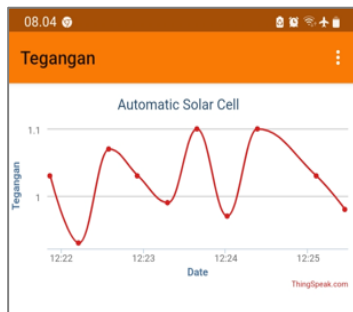


Gambar 14. Interface isi menu Monitoring



Gambar 15. Interface isi menu Grafik

Dari interface pada menu grafik diperlihatkan terdapat 3 menu yang masing-masing mempresentasikan nilai sensor INA219, seperti nilai tegangan, arus, dan daya. Berikut interface dari masing-masing menu yang disediakan.



Gambar 16. Interface grafik Tegangan, grafik arus, grafik daya

Dari data tegangan, arus dan daya yang ditampilkan pada menu grafik tegangan, arus, dan daya ditunjukkan nilai tegangan adalah 1.1volt, arus 1 ampere, dan daya yang dihasilkan 0 watt. Dengan penggunaan solar panel 5 Watt yang didukung kondisi cuaca mendung, dengan pengambilan data yang terbilang singkat ini maka jumlah tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan setiap harinya rata-rata sekitar 0.00063 perdetik . Berikut perhitungan jumlah daya yang dihasilkan per jamnya berdasarkan grafik diatas, diambil sampel data pertama dengan nilai tegangan dan arus 1.05 volt dan 0.60 milli ampere atau 0.0006 ampere.

$$W = V \times A$$

$$W = 1.05 \times 0.0006$$

$$W = 0.00063 \text{ watt}$$

Didapatkan dari perhitungan mencari nilai daya dalam waktu 1 detik dengan nilai tegangan dan arus diatas adalah 0.00063 watt. Maka untuk mendapatkan daya lebih dari sama dengan 12 volt jika nilai tegangan dan arus konstan adalah 5 jam 30 menit, ditunjukkan dengan perhitungan berikut.

$$1 \text{ detik} = 0.00063 \text{ watt}$$

$$1 \text{ menit} = 0.00063 \times 60 \\ = 0.0378$$

$$1 \text{ jam} = 0.0378 \times 60 \\ = 2.268 \text{ watt}$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Dari hasil pengujian, sistem berhasil dan mampu bekerja sesuai kondisi, servo dapat bergerak dengan dipengaruhi dari perolehan nilai masing-masing sensor LDR yang sudah di-mapping.
2. Pembacaan daya dari monitoring berjalan dengan semestinya dengan menampilkan monitoring tegangan, kuat arus, dan daya yang dihasilkan.
3. Jumlah daya yang dihasilkan dengan kondisi cuaca tidak mendung dan jumlah tegangan serta arus yang didapatkan secara konstan atau naik, yaitu 0.000063 watt dalam perolehan rata-rata setiap detik dan 2.286 watt perolehan daya rata-rata dalam waktu satu jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Harahap, "Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, 2020, doi: [10.30596/rele.v2i2.4420](https://doi.org/10.30596/rele.v2i2.4420).
- [2] PLN, "Statistik-PLN-2021-Unaudited-21.2.22," Statistik-PLN-2021.
- [3] PP No. 79, "PP No. 79 Thn 2014.pdf." pp. 1–36, 2014.
- [4] S. Sudarmono, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Pembasmi Serangga Pada Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Brebes," *J. Appropriate Technol. Community Serv.*, vol. 1, no. 1, pp. 36–40, 2020, doi: [10.20885/jattec.vol1.iss1.art6](https://doi.org/10.20885/jattec.vol1.iss1.art6).
- [5] I. A. Akhinov and D. Handaya, "Sistem Kontrol Pengisian Baterai pada Penerangan Jalan Umum Berbasis Solar Cell," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 4, no. 1, p. 93, 2019, doi: [10.31544/jtera.v4.i1.2019.93-98](https://doi.org/10.31544/jtera.v4.i1.2019.93-98).
- [6] M. Nurdiansyah, E. C. Sinurat, M. Bakri, and I. Ahmad, "Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 7–12, 2020, doi: [10.33365/jtikom.v1i2.14](https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i2.14).
- [7] H. Kusumah and R. A. Pradana, "Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing," *J. CERITA*, vol. 5, no. 2, pp. 120–134, 2019, doi: [10.33050/cerita.v5i2.237](https://doi.org/10.33050/cerita.v5i2.237).
- [8] D. Desmira, "Aplikasi Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Jalan Umum," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–29, 2022, doi: [10.30656/prosisiko.v9i1.4465](https://doi.org/10.30656/prosisiko.v9i1.4465).
- [9] L. A. Sutawati, I. N. S. Kumara, and W. Widiadha, "Pengembangan Three Degree of Freedom Hexapod sebagai Robot Pemadam Api dengan Sensor UVTron Hamamatsu," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 417, 2018, doi: [10.24843/mite.2018.v17i03.p17](https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p17).
- [10] H. T. Monda, F. Feriyonika, and P. S. Rudati, "Sistem Pengukuran Daya pada Sensor Node Wireless Sensor Network," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 9, pp. 28–31, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/1037/841#:~:text=INA219> merupakan modul sensor yang,konversi program times dan filtering.
- [11] R. Aditya, V. Handrianus Pranatawijaya, and P. Bagus Adidyana Anugrah Putra, "Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Kegiatan Menggunakan Metode Prototype," *JOINTECOMS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.)*, vol. 1, no. 1, pp. 47–57, 2021.
- [12] A. Basit, A. Sya'bani Putra, G. Ayu Revira, and R. Nur Widia, "Smart Door Lock Berbasis QR Code," *Smart Comp Jurnalnya Orang Pint. Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 5–8, 2022, doi: [10.30591/smartcomp.v11i1.3179](https://doi.org/10.30591/smartcomp.v11i1.3179).