

# RANCANG BANGUN SISTEM OPTIMALISASI SOLAR *CHARGING STATION* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) Untuk PERANGKAT ELEKTRONIK DENGAN MEKANISME PEMBAYARAN *CASHLESS*

**Luki Fajar Rahmatullah**  
Program Studi Teknik  
Elektro,  
Fakultas Teknik dan Sains,  
Universitas Ibn Khaldun  
Bogor  
Jl.KH Soleh Iskandar Km 2,  
Bogor, Kode Pos 16164  
[ferdihasan1608@gmail.com](mailto:ferdihasan1608@gmail.com)

**Muhidin**  
Program Studi Teknik  
Elektro,  
Fakultas Teknik dan Sains,  
Universitas Ibn Khaldun  
Bogor  
Jl.KH Soleh Iskandar Km 2,  
Bogor, Kode Pos 16164  
[muhidin362@gmail.com](mailto:muhidin362@gmail.com)

**Sarah Chairul Annisa**  
Program Studi Teknik  
Elektro,  
Fakultas Teknik dan Sains,  
Universitas Ibn Khaldun  
Bogor  
Jl.KH Soleh Iskandar Km 2,  
Bogor, Kode Pos 16164  
[sarah.annisa@uika-bogor.ac.id](mailto:sarah.annisa@uika-bogor.ac.id)

## ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik sudah menjadi bagian penting kehidupan manusia. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan energi listrik juga meningkat terutama penggunaan listrik untuk perangkat elektronik seperti smartphone dan laptop. Pengisian daya listrik pada smartphone dan laptop normalnya menggunakan kabel dan non kabel. Namun tidak semua tempat publik ada sumber listrik yang dapat digunakan oleh khalayak umum untuk pengisian baterai. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini merancang solar charger station berbasis Internet of Things dengan mekanisme pembayaran digital atau *cashless* menggunakan ESP32, sensor INA219, panel surya, solar charge controller, baterai 12V/20Ah, boost converter, dan modul fast charging QC 4.0. Sistem mampu memonitor tegangan, arus, daya, dan energi secara *real time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan kabel 24W, 33W, dan 45W menghasilkan energi pengisian 18,50 Wh, dengan waktu 90 menit, 66 menit, dan 48 menit. Sistem terbukti efisien dan ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** *Charging station*, Internet of Things (IoT), pembayaran digital, *cashless*.

## ABSTRACT

*The need for electrical energy has become an important part of human life. As the population increases, the need for electrical energy also increases, especially the use of electricity for electronic devices such as smartphones and laptops. Charging electricity on smartphones and laptops normally uses cables and wirelessly. However, not all public places have electricity sources that can be used by the general public for battery charging. Based on this, this study designed an*

***Internet of Things-based solar charger station with a digital or cashless payment mechanism using ESP32, INA219 sensor, solar panel, solar charge controller, 12V/20Ah battery, boost converter, and QC 4.0 fast charging module. The system is able to monitor voltage, current, power, and energy in real time. Test results show that the use of 24W, 33W, and 45W cables produces 18.50 Wh of charging energy, with a time of 90 minutes, 66 minutes, and 48 minutes, respectively. The system is proven to be efficient and environmentally friendly.***

***Keywords:*** Charging station, solar energy, IoT, digital payment, fast charging

## I. LATAR BELAKANG

Kebutuhan energi listrik sudah menjadi bagian penting kehidupan manusia, dari rumah tangga hingga industri. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan energi listrik juga meningkat. Perkembangan teknologi mendorong manusia menciptakan inovasi untuk mempermudah kehidupan sehari-hari [1-3]. Salah satunya adalah penggunaan gadget yang semakin meningkat dimana, manusia hampir seluruhnya saat ini bergantung pada gadjed seperti smartphone, tablet dan laptop. Namun penggunaan teknologi tersebut harus didampingi oleh sistem *charging* [2]. Normalnya sistem charging yang digunakan adalah kabel dengan adaptornya yang dimana melakukan aktifitas pengisian ulang baterai gadget harus berada di tempat tertentu yang ada sumber listriknya. Seperti yang diketahui tidak semua tempat publik ada sumber listrik yang digunakan oleh khalayak umum. Kemudian ada produk inovasi yang di sebut powerbank yang di mana perangkat penyimpan energi listrik portabel. Hal ini membuat orang sering membawa *powerbank* ke mana mereka pergi. Powerbank juga menggunakan baterai dalam pengoperasiannya, yang bisa mengisi alat lain yang membutuhkan daya isi baterai, akan tetapi powerbank pun tidak memiliki daya yang tidak pernah habis, dalam artian saat daya baterai yang ada dalam powerbank habis, maka kita perlu mengisinya dan bisa menggunakannya lagi [3-5].

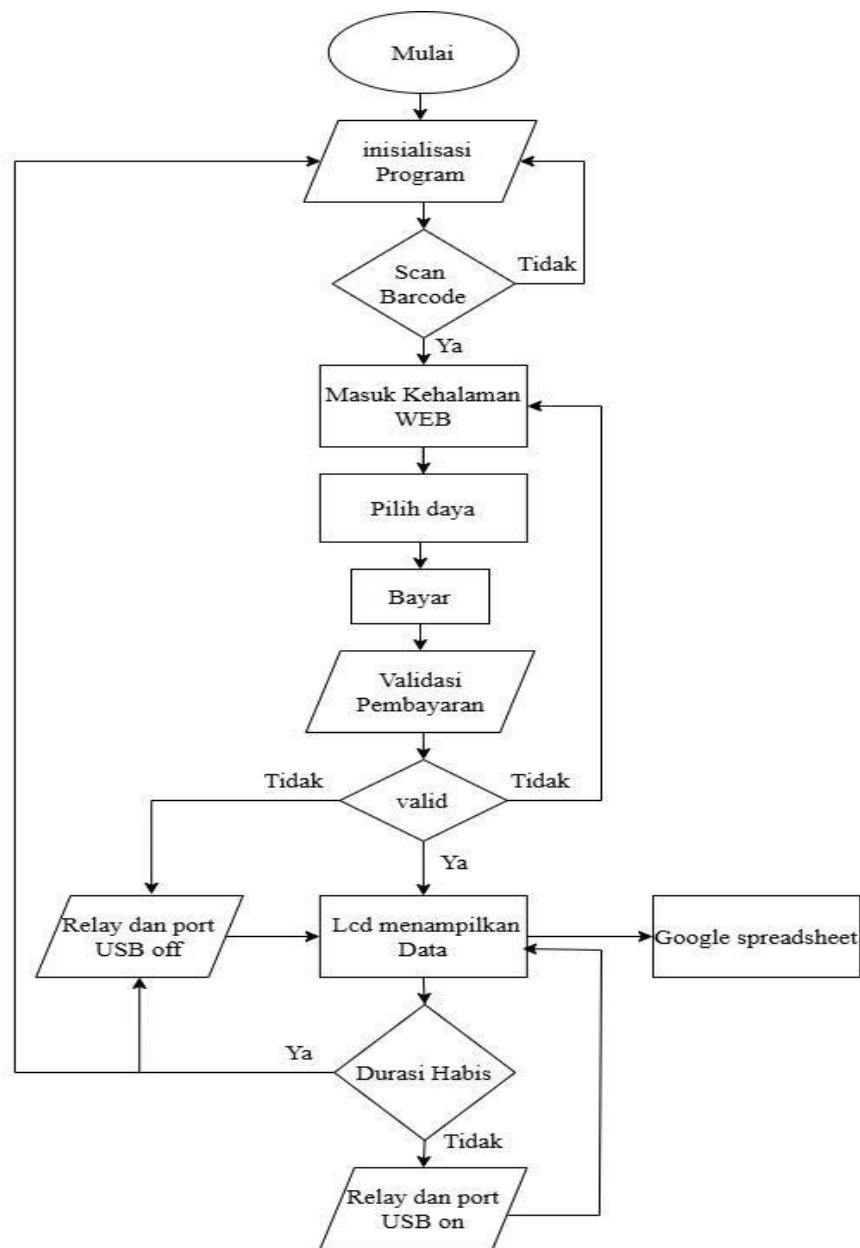
Berdasarkan hal tersebut penelitian ini ingin membuat rancang bangun sistem optimalisasi solar charger station dengan mekanisme pembayaran secara cashless. Hal ini dikarenakan station pengisian daya dilokasi publik belum terlalu banyak dan semakin menjadi penting untuk memenuhi kebutuhan aktivitas manusia contohnya di berbagai tempat seperti tempat wisata, terminal dan lokasi out door lainnya. [4 - 6].

Alat ini akan menggunakan panel surya sebagai masukan daya yang energinya akan disimpan dibaterai. Dari baterai tersebut barulah energi yang tersimpan dapat digunakan mencharge banyak device. Skema ini dipilih dikarenakan energi surya dapat dimanfaatkan sebagai sumber cadangan listrik, terutama di Indonesia yang memiliki potensi besar sebagai negara tropis dengan paparan sinar matahari sepanjang tahun. Selain itu, energi surya sangat cocok untuk menjangkau daerah tertinggal atau terpencil. [5-10].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian merupakan langkah-langkah untuk pencapaian tujuan penelitian dengan batasan masalah berbentuk *flow chart*. Diagram alir metode penelitian, seperti ditunjukkan gambar 1.

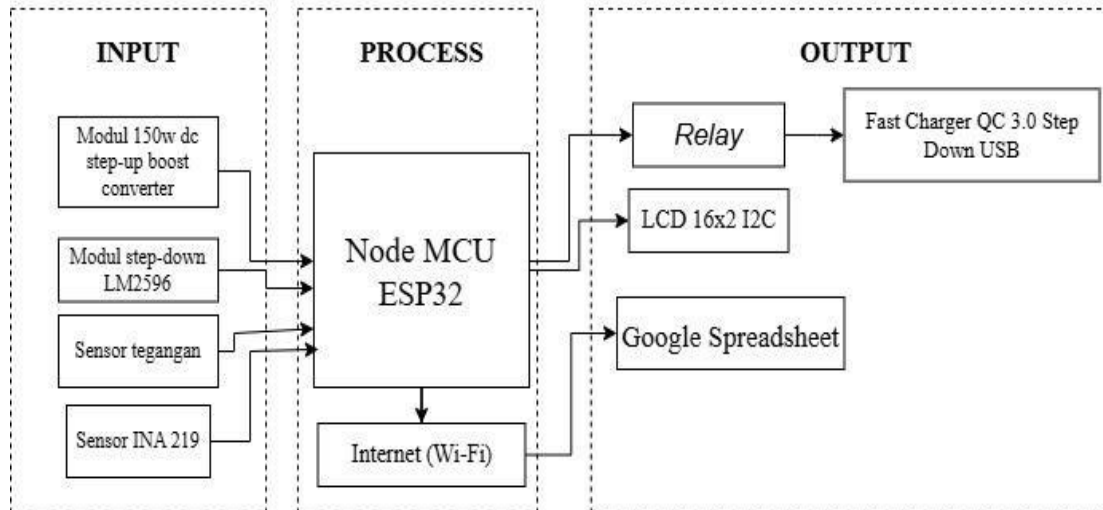


Gambar 1. Diagram alir penelitian

## B. Pemrograman Sistem Mikrokontroler

Pemrograman sistem menunjukkan alur dari keseluruhan pada alat yang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Pada bagian input, sistem menerima data berbagai modul termasuk modul 150w dc step-up boost converter, modul step-down LM2596 serta sensor INA 219, sensor tegangan. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh NodeMCU ESP32 dan dihubungkan ke internet melalui *Wi-Fi* untuk pemantauan manajemen keuangan menggunakan *google spreadsheet*. Pada bagian output, hasil pemrosesan mengontrol berbagai perangkat seperti Fast Charger QC 4.0 Step Down USB dan layar LCD, yang diatur melalui relay untuk

menjalankan fungsinya sesuai dengan data yang diterima. Adapun gambar dapat di lihat pada Gambar 2 sebagai berikut:

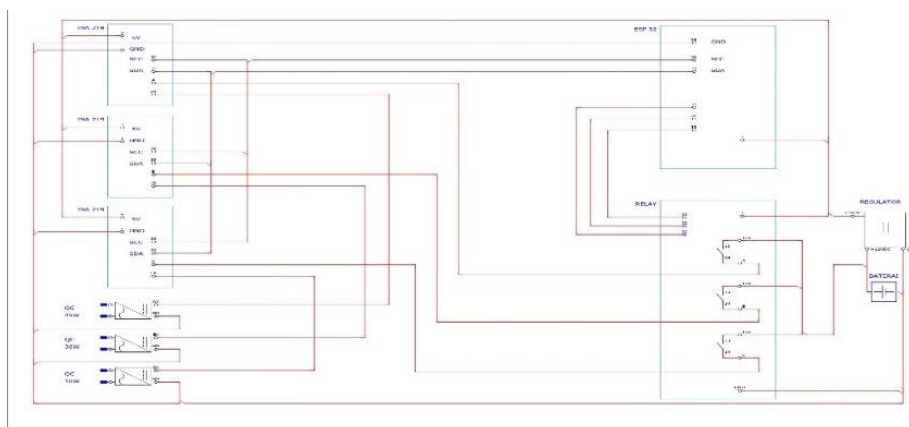


Gambar 2. Algoritma pemrograman system

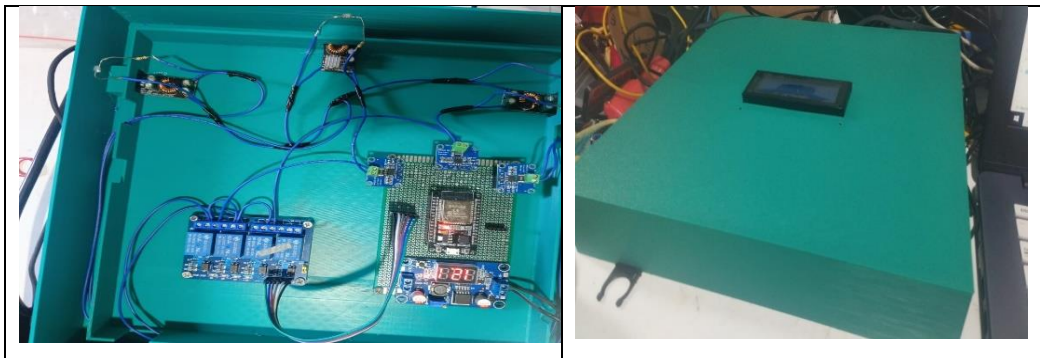
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Bentuk Fisis

Sistem optimalisasi charger station ini memiliki komponen seperti ESP32 Chip IC, Modul INA 219, Modul LM2596, dan PCB yang terpasang di dalam satu kotak panel. Pada tampilan bagian depan terdapat komponen LCD (liquid crystal display) ukuran 20 x 4, 16x 2 dan sumber listrik dari AKI 12V 70Ah di bagian luar. Hasil pembuatan bentuk fisis rancang bangun sistem optimalisasi solar charger station seperti perakitan komponen-komponen. Alur cara menggunakan alat ini yaitu : (i) scan QR yg ada pada meja, (ii) masukan nama pengguna, (iii) pilih durasi yang di inginkan, (iv) selesaikan pembayaran. Pada gambar 1 memperlihatkan pengawatan alat dan pada gambar 2 memperlihatkan bentuk fisis alat.



Gambar 1. Pengawatan alat



Gambar 2. Bentuk fisis alat

Tabel 1. Fungsi pada system piranti elektronika

Komponen	Fungsi pada sistem piranti elektronika
Aki 12V 20Ah	Sebagai sumber daya utama untuk ESP32, modul <i>charger</i> , dan perangkat yang ada di dalam kotak panel.  <i>Bentuk Fisis Sistem Optilalisasi</i>
Modul LM2596	Menurunkan tegangan aki <b>12V</b> → <b>5V</b> , untuk memberi suplai stabil ke ESP32, LCD, dan modul lain yang butuh tegangan rendah.
ESP 32	Ssebagai otaknya sistem, untuk mengendalikan relay, Modul INA 219, dan LCD
Lampu LED	Indikasi visual, jika menyala berarti on dan sebaliknya jika mati berarti off
Relay	Sebagai saklar elektronik untuk menghubungkan/memutuskan arus dari aki ke Modul QC4.0
Modul QC 4.0 Type-C	Modul <i>Charger</i> yang mendukung <i>fast charging</i> berbagai perangkat ( <i>smartphone</i> , tablet, laptop tertentu)
Modul INA 219	Mengukur tegangan(v) dan arus(A) pada jalur relay menuju QC 4.0 dan untuk mengirim data ke LCD dengan di kontrol melalui ESP 32
LCD 20 x 4	Tampilan informasi sistem secara realtime : - Status meja - Durasi waktu - Daya yang di keluarkan  Total energi yang di keluarkan

LCD 16 x 2	Tampilan informasi sistem secara realtime : - Total energi(Wh) dalam AKI - Sisa energi (Wh) dalam Aki - Voltage (V)  Arus (A)
Indikator Baterai	Untuk Menampilkan berapa Persen Baterai AKI

**B. Kriteria Pengambilan Data**

Dalam proses pengambilan data, terdapat sensor penting yaitu modul INA 219 yang memiliki pin SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*). Pin SDA berfungsi untuk mengirimkan data digital berupa angka 1 dan 0, sedangkan pin SCL berperan sebagai pengatur sinyal kapan data tersebut harus dikirim dan kapan harus dihentikan. Data monitoring pengeluaran volt, arus, watt baterai aki dan data hasil nilai perbandingan yang sudah diambil uji coba langsung dari *smartphone* 24W, 33W, dan 45W. Data hasil pengujian untuk mengkategorikan menggunakan kabel data 24W, 33W dan 45W ditunjukkan pada tabel di bawah.

**Tabel 2 Pengisian Smartphone Menggunakan Kabel Data 24W**

Fase (%)	Energi HP (Wh)	Daya ke HP (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Energi dari AKI (Wh)	Rugi – rugi (Wh)	Durasi (menit)
0 – 40 %	7,40	24,00	12	1,95	9.67	2.27	19
40 – 70 %	5,55	18,25	12	1,98	7.25	1.70	14
70 – 85 %	2,78	12,50	11,9	1,54	4.83	1.13	9
85 – 100 %	2,78	7,75	11,9	1,54	2.41	0.56	9
Total	18,50	-	-	-	24.18	5.68	90

**Tabel 3 Pengisian Smartphone Menggunakan Kabel Data 33 W**

Fase (%)	Energi HP (Wh)	Daya ke HP (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Energi dari AKI (Wh)	Rugi – rugi (Wh)	Durasi (menit)
0 – 40 %	7,40	33,00	12	2,85	9.67	2.27	13
40 – 70 %	5,55	24,75	11,9	2,78	7.25	1.70	10
70 – 85 %	2,78	16,50	12	2,78	4.83	1.13	5
85 – 100 %	2,78	8,25	12	2,78	2.41	0.56	5
Total	18,50	-	-	-	24.18	5.68	66

**Tabel 4 Pengisian Smartphone Menggunakan Kabel Data 45 W**

Fase (%)	Energi HP (Wh)	Daya ke HP (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Energi dari AKI (Wh)	Rugi – rugi (Wh)	Durasi (menit)
0 – 40 %	7,40	45,00	12	4,11	9.67	2.27	9
40 – 70 %	5,55	33,75	12	3,96	7.25	1.70	7
70 – 85 %	2,78	22,50	12	3,47	4.83	1.13	4
85 – 100 %	2,78	11,25	11,9	3,47	2.41	0.56	4

Total	18,50	-	-	-	24.18	5.68	48
-------	-------	---	---	---	-------	------	----

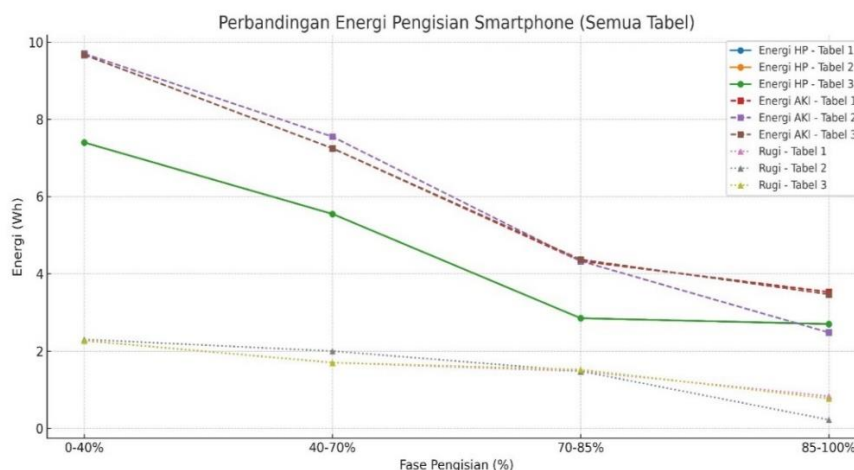
Berdasarkan Tabel 2,3, dan 4 dapat disimpulkan bahwa penggunaan kabel data dengan kapasitas daya yang lebih tinggi (24 W, 33 W, dan 45 W) mempengaruhi waktu pengisian smartphone secara signifikan, meskipun energi yang terserap oleh baterai tetap sama yaitu 18,50 Wh dengan energi dari aki sebesar 24,18 Wh dan rugi-rugi daya sekitar 5,68 Wh. Pada daya 24 W, waktu pengisian penuh membutuhkan 90 menit, sedangkan dengan kabel 33 W turun menjadi 66 menit, dan dengan kabel 45 W lebih singkat lagi yaitu hanya 48 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kapasitas daya charger maka semakin cepat proses pengisian, meskipun efisiensi sistem relatif sama karena rugi-rugi energi tidak mengalami perbedaan yang berarti.

C. *Perbandingan pengisian Smart Phone*

**Tabel 5 Perbandingan menggunakan Original Charger dan QC 4.0**

Charger	Durasi original charger	Durasi QC 4.0
24 W	100 menit	90 menit
33 W	70 menit	66 menit
45 W	55 menit	48 menit

Berdasarkan perbandingan durasi pengisian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi QC 4.0 mampu mempercepat waktu pengisian dibandingkan charger original pada semua kapasitas daya. Pada charger 24 W durasi berkurang dari 100 menit menjadi 90 menit, pada 33 W dari 70 menit menjadi 66 menit, dan pada 45 W dari 55 menit menjadi 48 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kapasitas daya charger, semakin besar pula efektivitas QC 4.0 dalam mengurangi waktu pengisian, meskipun selisih percepatan yang dihasilkan relatif kecil namun tetap memberikan peningkatan efisiensi pengisian baterai.



IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, sistem optimalisasi solar charger station berhasil dibuat dan berfungsi sesuai dengan tujuan. Perangkat yang dibangun dengan

komponen utama ESP32, modul INA219, LM2596, relay, modul QC 4.0, serta LCD 20x4 mampu bekerja secara terpadu dan didukung oleh sumber daya dari aki 12V 70Ah. Sistem ini mampu menampilkan informasi secara real time mengenai tegangan, arus, durasi, serta status penggunaan melalui tampilan LCD.

Pengujian pada baterai dengan kapasitas berbeda menunjukkan pola pengisian yang sesuai dengan karakteristik fast charging, perbedaan pengisiannya dengan menggunakan baterai hp berkapasitas 4000, 5000 dan 6000mAh dimana daya maksimal diberikan pada kapasitas rendah lalu menurun secara bertahap hingga mencapai kondisi penuh. Hal ini membuktikan bahwa sistem yang dirancang mampu mengendalikan proses pengisian dengan baik, sekaligus memberikan informasi yang jelas dan mudah dipantau pengguna. Secara keseluruhan, rancangan ini dapat menjadi alternatif solusi dalam pemanfaatan energi surya untuk pengisian perangkat elektronik secara lebih efisien.

## V. REFERENSI

- [1] N. Aryanto, "Dampak Inovasi Manajemen Industrialisasi Listrik Terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat Nelayan Labuhan Sumbawa," *J. Ekon. Bisnis, Manaj. dan Akunt.*, vol. 3, no. 3, pp. 713–722, 2023.
- [2] L. A. Gunawan, A. I. Agung, M. Widyartono, and S. I. Haryudo, "Rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya portable," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 65–71, 2021.
- [3] W. Latifah, M. Nuzuluddin, I. Komala, and D. Patwari, "Rancang Bangun Kontrol Charger Station Dengan Panel Surya Berbasis Mikrokontroler," *Juni*, vol. 2, no. 1, 2024.
- [4] H. Di, T. Umum, S. Haryadi, G. Rusydi, and F. Syahrillah, "Rancang Bangun Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Charger," *J. Tek. Mesin UNISKA*, vol. 02, no. 02, pp. 114–120, 2017.
- [5] Zaenurrohman1, Fadhillah Hazrina2, Ridho Ikhsan Mafaza Harris3, Agus Santoso4 "Rancang Bangun Sistem Solar Charging Station Berbasis Arduino Mega2560 Dilengkapi Batasan Daya Beban Terpasang" *E- Joint*, Vol. 05, No. 2, Desember 2024.
- [6] Falacchi, M. A., Wardani, A. L., Widiyartono, M., & Rahmadian, R. (2024, October). Design of Solar Panel Utilization as a Mobile Phone Charger Station Box in Online Ojek Places. In *Proceeding of International Joint Conference on UNESA (Vol. 2, No. 1)*.
- [7] Noer, Z., Fathurrahman, M., Siregar, A. N. P., Awanda, M., Agus, M. A. A., & Siahaan, L. F. (2023). Solar-Based Smartphone Charging Stations with Voltage, Current, and Power Monitoring. *Journal of Technomaterial Physics*, 5(2), 111-117.
- [8] Zuhair, A., Syukron, M., Rijadi, B. B., Prasetyaningtyas, A., Waryani, W., Wiguna, I. W. Y. M., ... & Yunus, M. (2025). *Buku Ajar Pengantar Teknik Elektro*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- [9] Bilal, M., & Andajani, E. (2023). Factors affecting the intention to use roof solar panel in households in indonesia. *ADI Journal on Recent Innovation*, 5(1), 25-33.
- [10] Dang, M. Q. (2017). Potential of solar energy in Indonesia. *Solar Energy in Indonesia*, 7, 0-26.