

DESAIN SISTEM SOLAR CHARGER CONTROLLER UNTUK BATERAI LI-ION PADA MOBIL LISTRIK

Rafiuddin Syam¹, Iqbal Nurpauzi², Vina Oktaviani³, Efri Sandi⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

E-Mail: iqbalnurpauzi87@gmail.com

Abstract

The objective of the present research is to manufacture a battery charging control system device with a 72-volt photovoltaic power source for Li-Ion batteries in microcontroller-based electric vehicles. In this system, an electric car with a 72V battery using a solar cell as its power source, the electrical energy generated from the solar cell cannot be channeled directly to the battery but requires a device that functions to adjust the electricity from photovoltaic or solar cells so that it can be used in batteries. Namely, the battery charging control system, a device design built using ESP32 as a microcontroller using a mosfet and an inductor to control electricity so that electricity from the solar cell can be received by a 72V battery.

Keywords: solar cell, SCC, battery charger, electric vehicle

Abstrak

Tujuan penelitian ini ini untuk merancang dan membuat suatu alat sistem kendali pengisian battery dengan sumber daya photovoltaik 72 volt untuk baterai Li-Ion pada Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler. Pada sistem ini mobil listrik dengan baterai 72V dengan menggunakan solar cell sebagai sumber listriknya, maka energi listrik yang dihasilkan dari solar cell tidak bisa dialirkan langsung ke baterai, tetapi membutuhkan suatu alat yang berfungsi untuk menyesuaikan listrik dari photovoltaic atau solar cell sehingga dapat digunakan pada baterai yaitu Sistem Kendali Pengisian Baterai, rancangan alat yang dibangun menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dengan menggunakan mosfet dan inductor untuk mengontrol listrik sehingga listrik dari solar cell dapat diterima oleh baterai 72V.

Kata kunci: Solar cell, Solar Cell Controller, pengisian baterai, kendaraan listrik

1. PENDAHULUAN (*Introduction*)

Kendaraan listrik umumnya menggunakan stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU) yang tersedia di beberapa tempat. Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan (2020) membahas mengenai SPKLU yang mempunyai beberapa model konektor untuk pengisian, yaitu Type 2 AC Charging, DC Charging CHAdeMO dan DC Charging Combo type CCS2. ketiga jenis konektor tersebut yang akan diajukan untuk digunakan pada SPKLU. Dari penjelasan di atas, umumnya kendaraan listrik membutuhkan tempat pengisian ulang yang terhubung dengan jaringan listrik utama, seperti PLN. Sehingga penggunaan listrik pada kendaraan listrik belum dapat secara mandiri. Dengan memasang solar cell di atap kendaraan mobil listrik, maka kendaraan mobil listrik dapat menghasilkan energi listrik secara mandiri tanpa terhubung ke sambungan listrik utama seperti PLN.

Solar cell merupakan alat yang dapat merubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Untuk dapat menghubungkan solar cell dengan baterai pada sistem kelistrikan mobil listrik, maka dibutuhkan alat yaitu SCC (*Solar Charger Controller*), dengan menggunakan SCC listrik yang dihasilkan dari solar cell dapat disesuaikan dengan kelistrikan yang ada di dalam kendaraan mobil listrik.

Terdapat penelitian sebelumnya untuk melakukan pengisian daya ulang baterai yaitu oleh (Ankit, 2020) berjudul "A Multifunctional Solar PV and Grid Based On-Board Converter for Electric Vehicles". Dalam penelitian, Ankit membuat alat pengisian daya pada kendaraan

listrik dengan menggunakan dua sumber pengisian yaitu sumber listrik yang terhubung ke jaringan listrik utama seperti PLN dan solar cell dengan menggunakan kontroler Dspace-1104. Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu system yang dibuat belum memiliki system monitoring dan Analisa data dan belum terhubung dalam jaringan IoT.

Lalu penelitian lainnya oleh (Joshua, 2012), berjudul "Mitigation of Solar Irradiance Intermittency in Photovoltaic Power Systems with Integrated Electric-Vehicle Charging Functionality". Dalam penelitian, Joshua membuat system pengisian baterai pada mobil listrik dengan menggunakan dua sumber listrik yaitu PLN dan solar cell. System pengisian sudah menggunakan *dc to dc step down* dengan jenis *synchronous* sehingga pengisian memiliki efisiensi hingga 98%. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan yaitu system yang digunakan belum terhubung dengan jaringan IoT dan belum memiliki sistem monitoring sehingga untuk pengambilan data harus ditambahkan alat ukur tambahan.

Adapun penelitian lainnya oleh (Hafelzan, dkk. 2020). Di penelitian tersebut Hafelzan dkk melakukan pengisian dengan menggunakan solar cell 24V dan menggunakan satu baterai lead acid 12V. system pengisian menggunakan sistem *dc to dc step down* yang dapat menurunkan tegangan listrik solar cell sehingga dapat melakukan pengisian pada baterai lead acid dan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu listrik yang diturunkan menggunakan *dc to dc step down* model *asynchronous* yang memiliki efisiensi yang kurang baik, kemudian untuk tegangan kerja masih terbatas pada tegangan kerja 12V. Sedangkan, untuk mobil listrik yang digunakan memiliki tegangan kerja yang cukup tinggi diatas 12V seperti 72V sehingga untuk penerapannya kurang luas dan sistemnya belum berbasis IoT, maka pengambilan data hanya bisa dilakukan dengan melihat LCD yang tersedia.

Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, peneliti mengambil kesimpulan bahwa system yang dibuat sebelumnya memiliki beberapa kekurangan yaitu tegangan listrik pada baterai yang masih rendah yaitu 12V, kemudian untuk pengisian baterai menggunakan *dc to dc step down* model *asynchronous* yang memiliki efisiensi yang kurang baik sehingga saat monitoring diperlukan jaringan IoT dan perangkat tambahan sehingga dapat melakukan monitoring secara *real time*.

Dari keterbatasan yang ada, peneliti ingin mengembangkan dan menambahkan kekurangan dari sistem yang ada yaitu menjadikan tegangan baterai yang mampu digunakan pada tegangan yang lebih tinggi yaitu 72V dengan tipe baterai Li-Ion, kemudian untuk meningkatkan efisiensi pengisian digunakan sistem *dc to dc step down* model *synchronous* sehingga memiliki efisiensi yang lebih tinggi. Dan untuk mempermudah melakukan monitoring dan pengambilan data, sistem ditambahkan *IoT* sehingga monitoring dapat dilakukan secara *real time*. Untuk itu peneliti ingin mengajukan penelitian yang berjudul "Sistem Solar Charger Controller Dengan Baterai Li-Ion pada mobil listrik Berbasis Mikrokontroler dan IoT".

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu merancang pengisian baterai pada mobil listrik dengan menggunakan solar cell yang mempunyai tegangan kerja baterai yang lebih tinggi yaitu 72V, menghasilkan pengisian baterai yang memiliki efisiensi yang lebih tinggi diatas

80% hingga mendekati 100% serta membuat sistem pengisian yang dapat dipantau secara real time dengan menggunakan IoT.

2. TINJAUAN LITERATUR (*Literature Review*)

Solar Charger Controller

Menurut (M. Junaldy dkk, 2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem solar cell Berbasis Arduino Uno”. Solar Charger Controller yaitu alat yang memiliki fungsi untuk mengatur listrik ke baterai, mengetahui dan memonitoring kapasitas baterai sehingga tidak terjadi overcharging atau overvoltage saat baterai sudah penuh.

Energi Listrik

Menurut (Ahmad Wahid, dkk, 2014) Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat dan sebagai sumber daya yang ekonomis dan paling utama dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Di era industry 4.0 hampir semua lini kehidupan manusia tak lepas dari peranan teknologi dan membutuhkan peran energy listrik sebagai sumber energinya. Energy listrik tak lepas dari pengukuran utama yaitu daya listrik atau bisa disebut watt yang umumnya digunakan dirumah pada KWh meter atau beban yang digunakan seperti setrika dan lainnya, untuk mengukur daya listrik dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

keterangan P : daya Listrik

V : Tegangan Listrik

I : Arus Listrik

Untuk dapat mengukur daya yang sudah digunakan, maka menggunakan tambahan waktu sebagai data pengukurannya, untuk menghitung dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Wh = P \times t$$

Keterangan Wh : Daya yang digunakan dalam satuan waktu (jam)

P : Daya Listrik

t : satuan waktu dengan menggunakan jam.

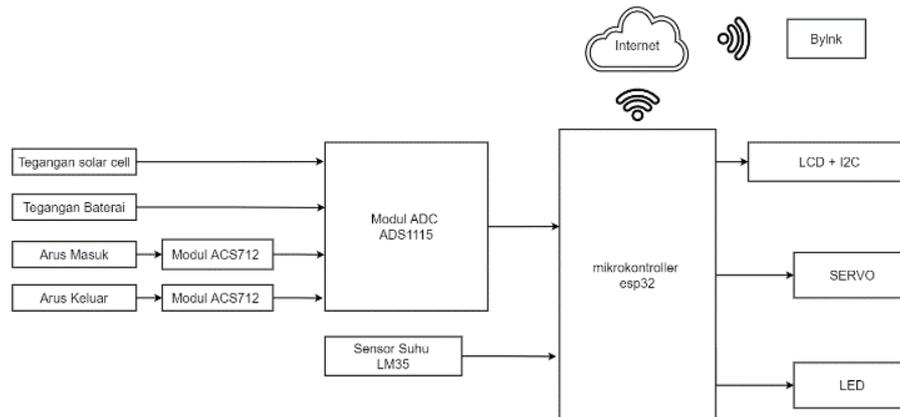
Baterai

Untuk mobil listrik UNJ menggunakan baterai dengan jenis Li-Ion konfigurasi 20 Seri dengan konfigurasi 72V dikarenakan digunakan untuk beban besar yaitu 10KWh.

Efisiensi Pengisian Baterai

Menurut (Dodi, 2018) Efisiensi listrik merupakan perbandingan antara daya yang keluar dan daya yang masuk, efisiensi merupakan faktor penting dalam kinerja dan menentukan tingkat konsumsi energi pada suatu peralatan listrik. Semakin tinggi nilai efisiensi listriknya, maka daya yang bisa dimanfaatkan akan semakin banyak dan tidak terbuang secara sia-sia. Untuk persamaan efisiensi konversi daya dapat dilihat sebagai berikut:

BLOK DIAGRAM SISTEM

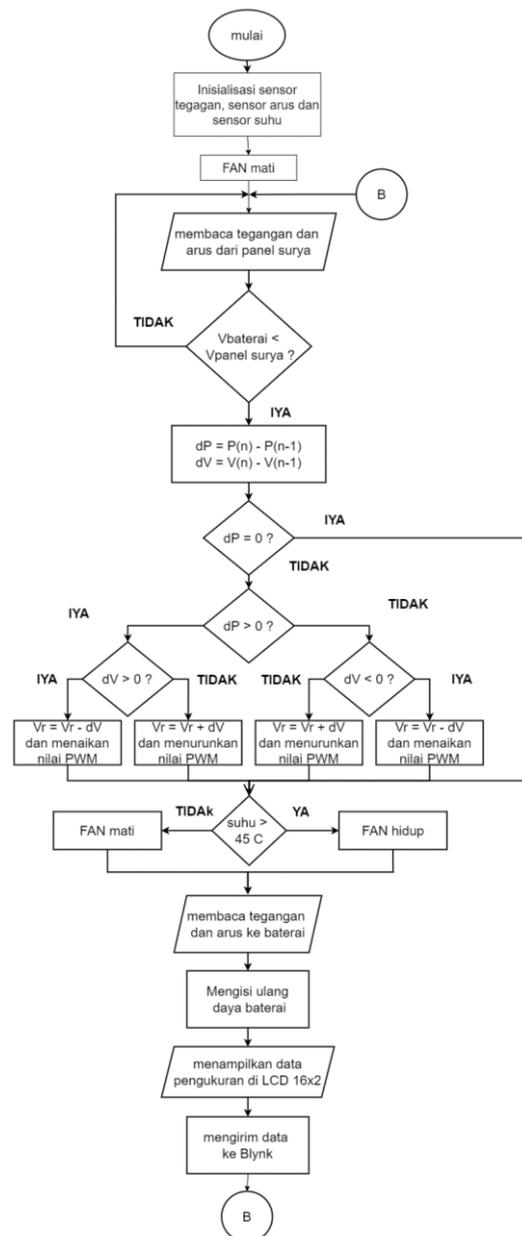


Gambar 3. Blok Diagram Sistem

FLOWCHART

Berdasarkan gambar 4. flowchart yaitu dimulai dari inisialisasi semua sensor yaitu sensor tegangan, sensor arus dan sensor suhu. Jika ada sensor yang tidak aktif atau bermasalah maka lcd akan menampilkan sensor yang tidak aktif atau bermasalah. Jika semua sensor sudah siap digunakan, ESP32 akan menginisialisasikan untuk terhubung ke wifi, jika tidak terhubung, maka lcd akan menampilkan wifi tidak terhubung, jika sudah sudah terkoneksi maka sistem sudah aktif dan siap untuk digunakan.

ESP32, jika tegangan baterai lebih besar dari tegangan solar cell, alat akan mematikan sistem pengisian baterai dan apabila tegangan solar cell lebih besar dari tegangan baterai, jika maka pengisian akan dilakukan dengan cara mengirimkan pulsa PWM (*pulse width modulation*), untuk memantau pengisian digunakan sensor arus dan sensor tegangan sehingga saat efisiensi dari penurunan tegangan kurang dari 90%, maka nilai PWM yang digunakan untuk sistem *dc to dc stepdown* akan dinaikan atau dikurangi sehingga mendapatkan efisiensi pengisian yang tinggi, kemudian jika suhu yang terdapat di mosfet lebih dari 45 derajat Celcius, maka FAN akan hidup sehingga dapat mendinginkan suhu dalam sistem, kemudian data hasil pengukuran dihitung dan akan ditampilkan dalam LCD dan pada aplikasi Blnynk, untuk sistem kerja sistem dijelaskan pada gambar 4 sebagai berikut:



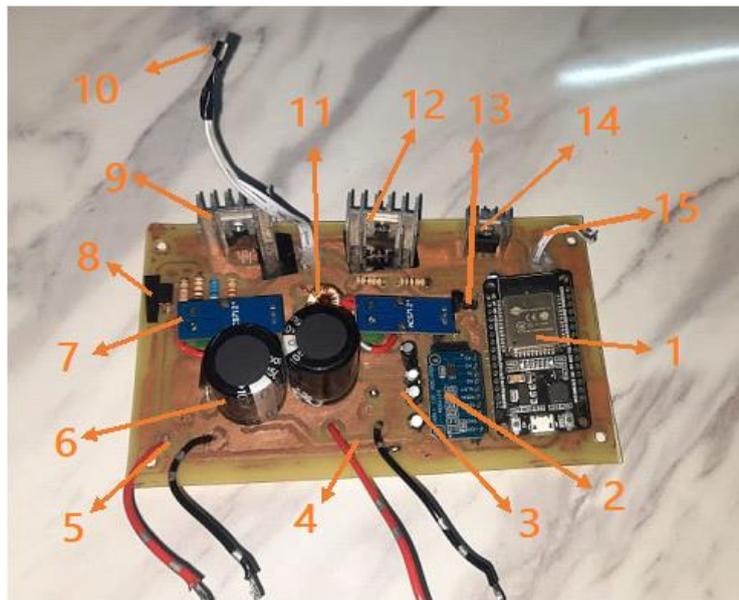
Gambar 4. Flowchart

BAGIAN-BAGIAN ALAT

Gambar 5. merupakan rangkaian kontrol sistem secara menyeluruh, untuk mengetahui subsistem dari setiap komponen dijelaskan sebagai berikut:

1. ESP32 sebagai pusat kontrol dari alat
2. ADS1115 sebagai sensor tegangan
3. Elco 10uF / 10V sebagai filter
4. Blok output sebagai keluaran listrik ke baterai
5. Blok input sebagai masukan listrik dari *solar cell*
6. Elco 470uF / 250V sebagai filter
7. Acs712-5b sebagai sensor arus
8. PC817 sebagai driver mosfet

9. MOSFET IRF9630 sebagai kontrol listrik dari panel surya ke baterai.
10. LM35 sebagai sensor suhu
11. Inductor sebagai penyimpan listrik sementara.
12. MOSFET IRF740 sebagai kontrol listrik dari panel surya ke baterai
13. Kontrol fan sebagai pengatur hidup atau matinya Fan
14. LM7805 regulator tegangan 5v
15. Input listrik untuk bekerja alat

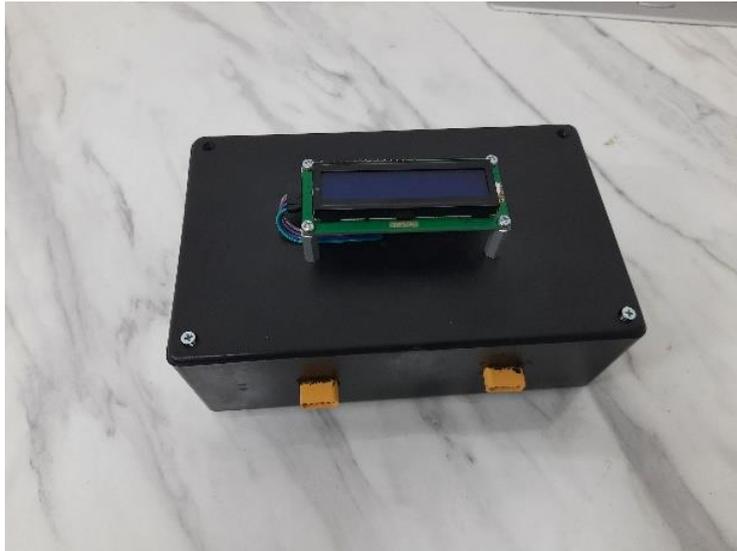


Gambar 5. Rangkaian Alat Menyeluruh

4. HASIL DAN PEMBAHASAN (*Results and Discussion*)



Gambar 6. Peletakan Alat



Gambar 7. Alat



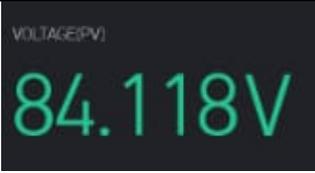
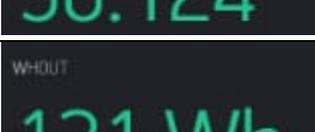
Gambar 8. Solar Cell yang Digunakan

HASIL PENGUJIAN

Aplikasi Blynk digunakan sebagai interface dan monitoring yang terhubung secara online untuk menampilkan data yang diukur dan dikelola oleh esp32, data hasil perhitungan dan pengukuran dikirimkan dengan menggunakan internet melalui wifi di esp32. Aplikasi Blynk akan menampilkan tegangan solar cell, daya yang masuk tegangan keluar, daya keluar, efisiensi, kapasitas baterai dan total daya yang dihasilkan. Data pengukuran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Aplikasi Blynk

Indikator	Tampilan Pada Blynk
------------------	----------------------------

Tegangan masuk	 <p>VOLTAGE(PV) 84.118V</p>
Daya masuk	 <p>WATT(PV) 118W</p>
Tegangan baterai	 <p>VOLTAGE(BATTERY) 81.9V</p>
Daya keluar	 <p>WATT(OUT) 114w</p>
Suhu	 <p>TEMP 49°C</p>
Effisiensi	 <p>EFFISIENSI 96.124</p>
Total daya yang dihasilkan	 <p>WH(OUT) 121 Wh</p>
Kapasitas Baterai	 <p>BATTERY 91.570</p>

Tampilan Keseluruhan Sistem



HASIL PENGUJIAN ALAT SAAT MELAKUKAN PENGISIAN

Tabel 2. Hasil Pengujian Perangkat Keras

No	Waktu (jam:menit)	Tegangan masuk (V)	Arus masuk (A)	Tegangan keluar (V)	Arus Keluar (A)	Daya keluar (W)	daya yang dihasilkan (Wh)
	09:52	84,2	1,4	82,9	1,3	116	122



Gambar 9. Tampilan Pengukuran pada LCD

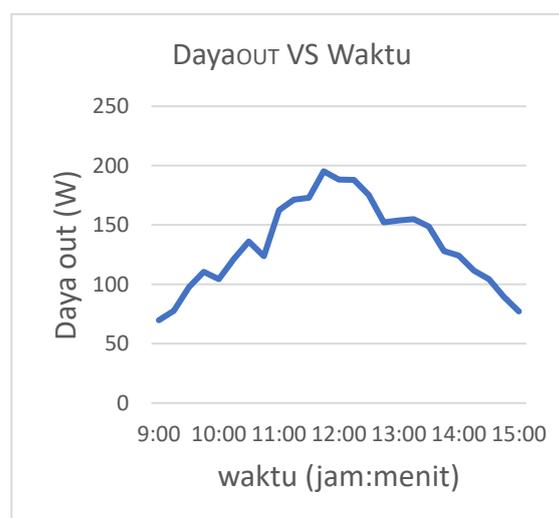
Gambar 9 menunjukkan tampilan dari parameter nilai tegangan, arus masuk, tegangan baterai, arus keluar, suhu, efisiensi, kapasitas baterai dan total daya yang diinginkan.

Tabel 3. Hasil Pengujian pada Perangkat Lunak

Waktu (jam:menit)	Tegangan masuk (V)	daya masuk (W)	Tegangan keluar (V)	daya Keluar (W)	suhu (°C)	Efisiensi pengisian (%)	Kapasita: baterai (%)
09:52	84,1181	118	81,9	114	49	96,124	91,57



Gambar 10. Tampilan pada Aplikasi Blynk



Gambar 11. Grafik Data Pengukuran Daya Output Selama 2 Hari

Peneliti melakukan uji coba penerapan alat Rancang Bangun Sistem Solar Charger Controller Dengan Baterai Li-Ion Pada Mobil Listrik UNJ Berbasis Mikrokontroler dan IoT dalam jangka waktu selama 2 hari di waktu dari jam 09:00 hingga jam 15:00, dapat dilihat di gambar 4.3 daya yang dihasilkan dari panel surya selaras dengan posisi matahari, saat matahari berada di puncaknya atau siang hari, maka daya yang dihasilkan akan semakin maksimal, dan saat awal hari dan akhir hari daya yang dihasilkan akan lebih kecil dibandingkan dengan saat siang hari, dapat dilihat pada grafik 4.3 daya yang dihasilkan tidak linier dengan waktu atau posisi matahari, ada faktor lainnya seperti awan yang menyebabkan cahaya matahari yang mengenai *solar cell* tidak maksimal sehingga daya yang dihasilkan dapat menurun.

5. KESIMPULAN (*Conclusions*)

Kesimpulan yang didapat dari penelitian Rancang Bangun Sistem Solar Charger Controller Dengan Baterai Li-Ion Pada Mobil Listrik UNJ Berbasis Mikrokontroler dan IoT dengan menggunakan metode penelitian R&D Borg & Gall dengan menggunakan 4 tahap penelitian yaitu pengumpulan data, perencanaan, pengembangan produk dan terakhir pengujian lapangan, maka didapatkan hasil penelitian yaitu didapatkan spesifikasi untuk melakukan pengisian baterai dengan menggunakan konfigurasi baterai 72V dengan baterai Li-Ion mendapatkan arus pengisian maksimal 4A dan menggunakan solar cell dengan kapasitas 250WP.

6. DAFTAR PUSTAKA (*References*)

- Afif, M. T., & Pratiwi, I. A. P. (2015) Analisis perbandingan baterai lithium-ion, lithium-polymer, lead acid dan nickel-metal hybride pada penggunaan mobil listrik-review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(2), 95-99.
- Edovidata, H. E., & Aswandi, A. (2020). Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik dengan Sumber Listrik Solar Cell Berbasis Mikrokontroler. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 6(1), 57-68.
- Fakultas Teknik. 2019. *Buku Panduan Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Junaldy, M., Sompie, S. R., & Patras, L.S. (2019). Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(1), 9-14.
- Rahmi, A., & Wildian, W. (2015). Rancang Bangun Alat Ukur Jarak Berbasis Mikrokontroler At89S51 Dengan Sensor Ultrasonik. *J. Ris. Fis. Edukasi dan Sains*, 1, 92-98.
- Republik Indonesia. 2020. PERATURAN MENTERI ESDM NOMOR 13 TAHUN 2020 TENTANG PENYEDIAAN INFRASTRUKTUR PENGISIAN LISTRIK UNTUK KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK BERBASIS BATERAI. Jakarta. Direktorat Jendral Ketenaga Listrik
- Ridlwan, H. M. (2022). IMPLEMENTASI PERANGKAT KERAS SISTEM MONITORING INTERNET OF THINGS (IOT) PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 11(1), 57-62.
- Rizal, C. (2017). *Jurnal Teknik Elektro PENGGUNAAN SOLAR SEL SEBAGAI PEMBANGKIT TENAGA SURYA*. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(2), 7-17.

- Singh, A. K., Badoni, M., & Tatte, Y. N. (2020). A multifunctional solar PV and grid based on-board converter for electric vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 69(4), 3717-3727.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian & Pengembangan (Research and Development/ R&D)*. Bandung: ALFABETA, CV.