

Sistem Manajemen Baterai Pada Peralatan Catu Daya di *Equipment Room* Stasiun Manggarai Dengan Aplikasi Blynk Berbasis Esp8266

Tito Ahmad Fauzan¹, Rahman Arifuddin², Resi Dwi Jayanti Kartika Sari³

¹⁻³ Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang, Indonesia

Email: titoahmadfauzan@gmail.com¹, rahman.arifuddin@unmer.ac.id², resi.dwi.jayanti@unmer.ac.id³

Alamat: Jalan Terusan Dieng. 62-64 Klojen, Pisang Candi, Kec. Sukun, Kota Malang, Jawa Timur 65146

Korespondensi Penulis: titoahmadfauzan@gmail.com

Abstract. This research aims to develop an efficient battery monitoring system using the ESP8266 module and INA219 sensor. Monitoring the battery condition effectively is crucial in various applications, especially in portable systems or isolated systems where real-time supervision is required. The method used in this research is the utilization of the ESP8266 module as the main microcontroller connected to the INA219 sensor to monitor the battery voltage, current, and power in real-time. The data obtained by the INA219 sensor is transmitted through the WiFi network managed by ESP8266 to a server or monitoring platform accessible to users via Blynk a web-based application or mobile application. The test results show that the system is capable of providing accurate information about the battery condition, including the charge level, usage current, and potential issues such as overcharge or undercharge. The implementation of this system is expected to be applicable in various applications, including renewable energy systems, portable devices, and electric vehicles, to improve battery performance and safety. The INA219 module as a voltage and current sensor found a voltage reading error percentage with a range of 0%-0.66% and an average of 0.18%. For readings at current with an error range of 0.91%-7.57%. For internal resistance readings which are calculated based on dividing the clamp voltage value by the circuit current, an error range of 0.04% -30.36% is found.

Keywords: Battery Monitoring, ESP8266, INA219 Sensor.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring baterai yang efisien menggunakan modul ESP8266 dan sensor INA219. Kondisi baterai yang termonitor dengan baik menjadi krusial dalam berbagai aplikasi, terutama dalam sistem portabel atau sistem terisolasi di mana pengawasan secara real-time diperlukan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan modul ESP8266 sebagai mikrokontroler utama yang terhubung dengan sensor INA219 untuk memantau tegangan, arus, dan daya baterai secara real-time. Data yang diperoleh oleh sensor INA219 dikirimkan melalui jaringan WiFi yang dikelola oleh ESP8266 ke server atau platform pemantauan yang dapat diakses pengguna melalui aplikasi Blynk berbasis web atau aplikasi seluler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan informasi yang akurat tentang kondisi baterai, termasuk tingkat pengisian, dan arus penggunaan. Implementasi sistem ini diharapkan dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem energi terbarukan, perangkat portabel, dan kendaraan listrik untuk meningkatkan kinerja dan keamanan baterai. Modul INA219 sebagai sensor tegangan dan arus didapati persentase kesalahan pembacaan tegangan dengan rentang 0%-0,66% dan rata-rata 0,18%. Untuk pembacaan pada arus dengan rentang kesalahan 0,91%-7,57%. Untuk pembacaan tahanan dalam yang dihitung berdasarkan membagi nilai tegangan jepit dengan arus rangkaian, didapati rentang kesalahan 0,04%-30,36%.

Kata Kunci: Baterai monitoring; ESP8266; Sensor INA219.

1. PENDAHULUAN

Peralatan *Equipment Room* berisi peralatan sistem interlocking yang mendukung perngoperasian persinyalan disuatu stasiun. Persinyalan adalah prasarana yang berfungsi memberi petunjuk atau isyarat berupa warna, cahaya atau informasi lainnya dengan arti tertentu. Peralatan persinyalan diantaranya wesel, peraga sinyal, pendeteksi kereta, yang saling

berkaitan sehingga disebut sistem interlocking. Sistem interlocking berfungsi agar perjalanan kereta berlangsung aman, menghindari tabrakan akibat kesalahan pembentukan rute oleh operator.

Peralatan persinyalan pendukung operasional Kereta Api memerlukan dukungan Catu Daya utama berupa sumber tegangan dari PLN langsung, dan ada Catu Daya darurat berupa baterai yang terhubung ke UPS sebagai sumber tegangan cadangan jika sumber tegangan dari PLN padam.

Baterai merupakan salah satu perangkat penyimpanan energi listrik yang memungkinkan untuk melakukan pengawasan dan mengontrol penggunaannya secara efektif. Baterai memiliki peran vital sebagai cadangan suplai listrik, terutama ketika sumber listrik utama mengalami gangguan atau tidak tersedia. Dengan adanya baterai, alat-alat elektronik masih dapat beroperasi dan mempertahankan fungsinya bahkan saat terjadi pemadaman listrik atau gangguan pada sumber daya utama.

Pengoperasian dan pemantauan baterai dapat dilakukan dengan baik melalui sistem monitoring yang berbasis NodeMCU ESP8266 yang bisa mengetahui informasi mengenai tegangan, arus, dan tahanan dalam secara realtime dan dapat mendeteksi lebih dini kelainan yang terjadi pada baterai. Hasil pemantauan akan ditampilkan pada aplikasi Blynk yang mendukung koneksi Wifi dengan alat yang akan dirancang. Misalnya, ketika tahanan dalam baterai meningkat, maka perlu adanya tindakan pencegahan sebelum baterai rusak, atau tidak dapat mencapai tegangan optimal.

Diperlukan sistem monitoring pengisian daya pada baterai di Equipment Room (ER) berbasis Internet of Things (IoT) dengan tujuan meningkatkan efisiensi pengelolaan energi. Melalui penerapan teknologi ini, diharapkan dapat memantau dan mengoptimalkan arus serta tegangan pada baterai secara lebih efektif. Penggunaan ESP8266 Wi-Fi sebagai media koneksi memungkinkan sistem untuk terhubung dengan internet, memungkinkan pemantauan arus dan tegangan pada baterai secara real-time dari berbagai lokasi. Dengan menggunakan aplikasi Blynk, pengguna dapat memantau semua baterai yang dilengkapi dengan sistem monitoring ini dengan lebih mudah dan efisien.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian yang akan membahas dan mengimplementasikan sistem monitoring baterai pada peralatan catu daya di Equipment Room (ER) Stasiun Manggarai. Sistem ini akan memanfaatkan teknologi ESP8266 Wi-Fi dan memanfaatkan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan energi pada baterai, memastikan ketersediaan daya yang optimal, dan meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sumber daya. Dengan judul

"Baterai Management Sistem pada Peralatan Catu Daya di *Equipment Room* (ER) Stasiun Manggarai dengan Aplikasi Blynk berbasis ESP8266" diharapkan penelitian ini akan memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan teknologi untuk mendukung keberlangsungan dan efisiensi penggunaan energi pada peralatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Manajemen Baterai

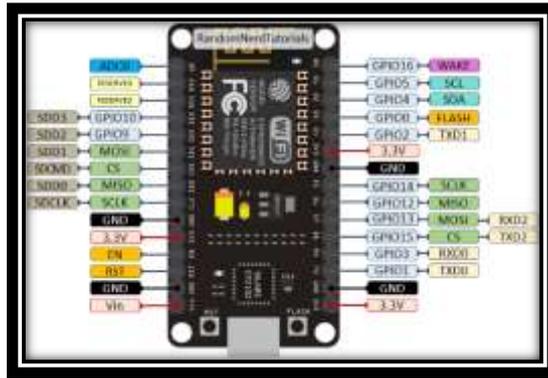
Battery management system (BMS) adalah sistem yang mengontrol dan mengawasi kinerja baterai dalam kendaraan listrik atau aplikasi lain yang menggunakan baterai sebagai sumber daya. BMS bertujuan untuk memastikan bahwa baterai beroperasi dengan aman dan efisien, serta memperpanjang umur paket baterai. Sistem ini dapat memonitor beberapa indikator dari baterai, diantaranya voltase, arus, dan persentase baterai.

B. Baterai

Baterai adalah suatu perangkat elektrokimia yang didesain untuk menyediakan suplai listrik ke berbagai sistem elektronik, termasuk starter mesin, sistem pengapian, lampu-lampu, dan komponen kelistrikan lainnya. Fungsinya adalah menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia dan melepaskannya saat diperlukan, menyuplai ke masing-masing sistem kelistrikan atau perangkat yang membutuhkannya.

C. NodeMCU (ESP8266)

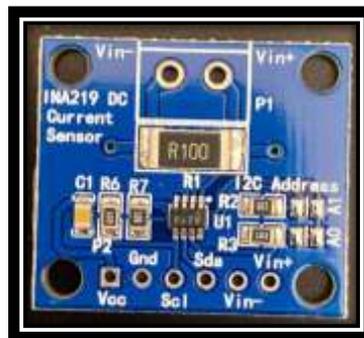
NodeMCU adalah sebuah board elektronik yang berbasis pada chip ESP8266, sebuah perangkat yang memiliki kemampuan untuk menjalankan fungsi mikrokontroler dan menghubungkan ke internet (Wi-Fi) pada frekuensi 2.4 GHz. Board ini dirancang dengan sejumlah pin I/O yang memungkinkan pengembangan menjadi berbagai aplikasi monitoring atau kontrol pada proyek Internet of Things (IoT). Salah satu ciri khas dari NodeMCU adalah sifatnya yang bersifat opensource, mengemas ESP8266 ke dalam sebuah board terintegrasi dengan berbagai fitur yang mirip dengan mikrokontroler, termasuk kapasitas akses Wi-Fi dan chip komunikasi USB to serial.



Gambar 2.1 ESP8266

D. Modul INA219

INA219 adalah modul sensor yang berperan penting dalam pemantauan dan pengukuran tegangan serta arus dalam suatu rangkaian listrik. Modul ini dapat diintegrasikan dengan berbagai perangkat melalui antarmuka I2C atau SMBUS-COMPATIBLE, memberikan fleksibilitas dalam aplikasi elektronik. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuan mengukur arus hingga ± 3.2 A dengan bantuan amplifier input yang memiliki rentang tegangan maksimum sebesar ± 320 mV. Shunt resistor yang digunakan pada modul ini memungkinkan pengukuran tegangan jatuh yang sebanding dengan arus yang mengalir, dan hal ini memainkan peran sentral dalam akurasi pengukuran arus. Selain itu, INA219 mampu mengidentifikasi tegangan shunt pada rentang busvoltage dari 0 hingga 26 Vdc, memperluas cakupan pengukuran.



Gambar 2. 2 INA219

E. Modul MP1584

MP1584 adalah modul step down DC – DC yang menggunakan chip MP1584EN sebagai komponen utamanya. MP1584 mampu menggerakkan beban dengan arus mencapai 3 A, selain itu dapat mengubah tegangan input sebesar 4.5 – 28 V menjadi tegangan lebih rendah yang dapat diregulasi sesuai dengan keinginan antara 0.8 - 25 V. Sehingga sangat efisien dalam aplikasi yang memerlukan konverter daya.



Gambar 2.3 Modul *Step Down DC – DC MP1584*

F. Baterai Tester

Battery tester adalah alat yang dirancang khusus untuk mengukur dan menganalisis kesehatan serta kinerja baterai mobil. Alat ini memberikan informasi penting tentang kapasitas baterai, tingkat tegangan, dan potensi masalah yang mungkin timbul dalam baterai.

Dengan menggunakan *battery tester*, dapat melakukan pengujian baterai dengan cepat dan mudah, memungkinkan anda untuk mengambil tindakan preventif atau memperbaiki baterai yang rusak sebelum masalah menjadi lebih parah.

G. Blynk

Blynk adalah sebuah platform inovatif yang dirancang khusus untuk aplikasi sistem operasi mobile, seperti iOS dan Android. Tujuannya adalah memberikan kemampuan untuk mengendalikan berbagai modul elektronik seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan modul sejenis melalui Internet. Aplikasi Blynk berperan sebagai wadah kreativitas bagi para pengguna untuk membuat antarmuka grafis yang mempermudah pengendalian proyek yang akan diimplementasikan. Pengguna dapat dengan mudah menempatkan dan mengatur berbagai elemen antarmuka dengan metode drag and drop, memungkinkan mereka mengakses kendali proyek secara efisien.

H. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang memiliki peran krusial dalam pengembangan proyek elektronik dengan Arduino. Fungsinya mencakup pembuatan dan penyuntingan "sketch" atau kode pemrograman untuk board Arduino yang akan diprogram. Dengan kata lain, Arduino IDE berperan sebagai wadah atau platform untuk melakukan pemrograman pada board yang ditentukan. Kelebihan utama dari Arduino IDE adalah kemampuannya untuk mengedit, membuat, mengunggah (upload), dan mengkode program khusus ke board mikrokontroler.

I. Data Logger

Data Logger berbasis PC (*PC-based data logger*) menggunakan komputer, biasanya PC, untuk mengumpulkan data melalui sensor dalam rangka menganalisis dan menampilkan hasilnya. Sistem data logger juga dapat menyediakan fitur tambahan seperti perhitungan proses pemantauan alarm dan kontrol.

J. Rumus

Dalam penentuan hasil pengujian berikut rumus-rumus relevan yang penulis gunakan dalam penentuan hasil keakuratan alat monitoring baterai.

K. Voltase, Arus, dan Hambatan

Hambatan/Resistansi internal pada sebuah baterai adalah salah satu parameter penting yang mencerminkan kapasitas baterai untuk mengalirkan arus. Ketika resistansi internal rendah, baterai mampu mengalirkan arus dalam jumlah yang besar, menandakan kinerja yang optimal. Di sisi lain, baterai dengan resistansi internal tinggi hanya dapat mengalirkan arus dalam jumlah yang terbatas, menunjukkan keterbatasan kinerja. Mengukur resistansi internal baterai memiliki dua alasan utama yang signifikan. Pertama, pengukuran ini kritis untuk memastikan kontrol kualitas selama proses produksi baterai. Dengan mengukur resistansi internal, produsen dapat mengevaluasi dan memastikan kualitas baterai yang dihasilkan, memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Kedua, mengukur resistansi internal baterai juga penting dalam pemeliharaan. Resistansi internal baterai cenderung meningkat seiring penggunaan. Daya pada baterai berasal dari reaksi kimia antara elektrolit dan elektroda. Namun, seiring berjalannya waktu, reaksi kimia melambat karena karat dan korosi yang terjadi di dalam elektroda. Akibatnya, resistansi internal baterai meningkat seiring dengan usia dan pemakaian baterai.

$$V = I \times R \quad (2.1)$$

V = Beda potensial (V)

I = Kuat arus (A)

R = Resistansi (Ω)

L. Persentase Kapasitas Baterai

Baterai merupakan alat yang terdapat 2 sel elektrokimia yang bisa mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Tiap baterai memiliki kutub positif dan kutub negatif. Kutub positif artinya memiliki energi potensial yang lebih tinggi dibandingkan kutub negatif. Kutub negatif artinya sumber elektron pada saat disambungkan dengan rangkaian eksternal akan mengalir dan memberikan energi listrik ke peralatan eksternal. Untuk mengetahui apakah baterai masih penuh atau belum bisa dilihat dari besar tegangan yang ada di baterai. Dari besar tegangan yang dibaca dapat kita ubah menjadi persentase kapasitas baterai dengan rumus dibawah ini.[14]

$$\text{Persentase Kapasitas Baterai} = \frac{V_{read} - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \times 100\% \quad (2.2)$$

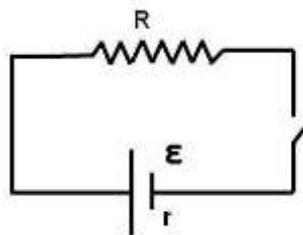
V_{read} = Tegangan baterai yang terbaca

V_{min} = Tegangan minimum baterai

V_{max} = Tegangan maksimal baterai

M. Tahanan Dalam

Tahanan Dalam dirumuskan dengan Arus berbanding lurus dengan GGL baterai, dan berbanding terbalik dengan hambatan luar baterai dan hambatan dalam baterai. Dalam penerapannya tahanan dalam baterai tergantung dari spesifikasi baterai masing-masing, semakin tinggi nilai tahanan dalam dari spesifikasi baterai maka arus yang mengalir juga akan sedikit, dan mengakibatkan penurunan efektifitas baterai.



Gambar 2. 4 Rangkaian Rumus Tahanan Dalam

I = Arus listrik (A)

\mathcal{E} = GGL Baterai (V)

R = Tahanan luar (Ω)

r = Tahanan dalam baterai (Ω)

V = Tegangan Jepit (V)

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \quad (2.3)$$

$$I \cdot R = \mathcal{E} - (I \cdot r) \quad (2.4)$$

$$V = \mathcal{E} - (I \cdot r) \quad (2.5)$$

3. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan penting yang dikerjakan dengan berorientasi kepada indikator keberhasilan dalam menghubungkan modul NodeMCU ESP8266 dan device lainnya sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan multiobjektif. Untuk mencapai indikator tersebut, maka tahapan-tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut. Tahap pertama adalah analisis masalah, di mana dilakukan penganalisaan mendalam terkait permasalahan yang akan diteliti, khususnya terkait dengan Baterai Monitoring. Selanjutnya, pada tahap kedua, dilakukan analisis kebutuhan, yang mencakup identifikasi segala kebutuhan yang diperlukan dalam meneliti, baik dari literatur, alat, dan bahan yang mendukung penelitian ini. Pada tahap ketiga, dilakukan desain perancangan sistem, yang meliputi perancangan alat yang akan dibangun dengan menggunakan modul NodeMCU ESP8266, serta sensor-sensor yang akan digunakan untuk mendukung fungsi alat. Kemudian, pada tahap keempat, dilakukan pemrograman sistem, di mana dibuat program-program menggunakan Arduino IDE dan aplikasi android Blynk untuk mengontrol dan memantau alat dengan efektif. Pada tahap kelima, dilakukan pengujian alat dengan menggunakan kode program yang telah dibuat serta memastikan koneksi internet berjalan dengan baik. Pada tahap keenam, dilakukan pembuatan laporan dan penyimpulan hasil percobaan, yang mencakup dokumentasi hasil penelitian serta kesimpulan yang diperoleh dari percobaan yang telah dilakukan.

B. Wiring Diagram



Gambar 3. 1 Desain Rangkaian

Gambar 3.1 Merupakan wiring diagram untuk pengujian sensor arus INA219 untuk mengetahui hasil pembacaan dari sensor ini.

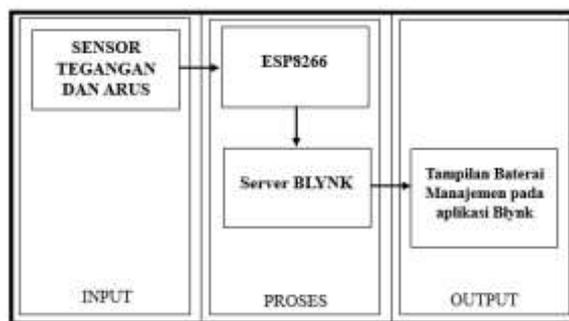
ESP8266: Sebagai mikrokontroller yang akan memroses inputan Vdc dan inputan dari sensor berupa arus dan tegangan melalui sensor INA219

Modul INA219: Modul sensor yang bisa memonitoring tegangan dan arus DC pada suatu rangkaian. Data dikirim melalui pin SCL dan SDA pada ESP8266

Baterai: inputan dengan tegangan DC yang akan digunakan untuk menentukan range pengukuran dari sensor INA219

C. Blok Diagram

Blok diagram ini merupakan gambaran dasar tentang sistem yang hendak dirancang. Setiap bagian blok sistem mempunyai fungsi masing-masing, dengan memahami gambar blok diagram, maka sistem yang dirancang sudah dapat dibangun dengan baik.



Gambar 3. 2 Blok Diagram

Berdasarkan Blok Diagram diatas, dapat dijelaskan sistem kerja alat sebagai berikut:

1. Modul INA219 sebagai sensor arus dan tegangan menerima input dari baterai sebagai input yang kemudian diproses ESP8266 untuk dikirim ke BLYNK
2. Modul MP1584 berfungsi untuk mengubah input baterai 12V untuk distep down menjadi 3.3V sebagai tegangan input ESP8266
3. Setelah ESP8266 menerima data melalui pin SCL dan SDA, data dikirim ke server BLYNK.
4. BLYNK akan menerima data dan kemudian ditampilkan dalam bentuk diagram untuk indikasi tiap parameter

D. Cara Kerja Baterai Monitoring

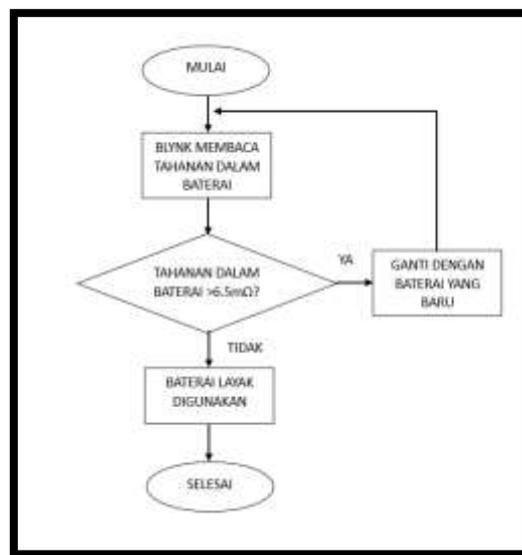
Alat monitoring baterai ini mengoperasikan rangkaian langkah-langkah yang terstruktur dengan cermat. Pertama, baterai dengan tegangan 12 Vdc yang berada di ruangan catu daya mengalami penurunan tegangan menjadi 3.3 Vdc melalui modul DC-DC Converter. Hasil tegangan 3.3 Vdc yang dihasilkan kemudian dijadikan sebagai input untuk NodeMCU, suatu perangkat yang akan mengeksekusi program yang

sebelumnya telah diprogram melalui perangkat lunak Arduino IDE. Setelah menerima input 3.3 Vdc, NodeMCU aktif dan terhubung dengan modul INA219.

Modul INA219 memiliki fungsi sebagai alat pendeteksi tegangan dan arus DC yang berasal dari baterai. Data hasil deteksi yang diperoleh dari modul INA219 akan dimanfaatkan untuk keperluan pemantauan dan pengukuran performa baterai. Selanjutnya, teknologi Wi-Fi 2.4 GHz pada NodeMCU berfungsi untuk menangkap sinyal Wi-Fi dari Hot Spot yang diberikan oleh Router, Access Point, atau PC yang bertindak sebagai Hot Spot. Inilah yang memungkinkan alat pemantau baterai terkoneksi ke jaringan.

Jaringan yang berhasil terbentuk ini diinisiasi oleh PC yang berfungsi sebagai Hot Spot dan berlokasi di kantor. Melalui PC ini, dapat diakses aplikasi Blynk, di mana akan muncul dashboard yang sebelumnya telah dirancang. Dashboard ini akan menampilkan informasi terkait tegangan, arus, dan tahanan dalam baterai, memungkinkan pengawasan yang efektif dan efisien terhadap kinerja baterai.

Secara prinsip, alat ini bekerja dengan cara mengambil data hasil pengukuran, seperti tegangan, arus, dan tahanan dalam, dari baterai. Melalui virtual pin dan datastream pada aplikasi Blynk, data ini kemudian dikirimkan ke server menggunakan teknologi Wi-Fi 2,4 GHz. Dengan demikian, pemantauan baterai dapat dilakukan secara real-time melalui jaringan, memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu mengenai kondisi baterai yang sedang diamati. Teknologi ini memungkinkan pemantauan baterai yang lebih efisien dan terpusat, mendukung pengambilan keputusan yang tepat dalam manajemen daya dan pemeliharaan baterai.



Gambar 3. 3 Flowchart kelayakan baterai

Proses dimulai dengan pembacaan nilai tahanan dalam, data dari BLYNK. Hasilnya mengacu pada datasheet baterai pada Gambar 2.2 maka akan dibagi dua keputusan, ada yang dibawah range 6.5mOhm dan diatas range. Untuk nilai atas range dan akan ditandai dengan warna berbeda pada tampilan display baterai manajemen dengan warna merah, maka baterai dilakukan penggantian unit terlebih dahulu, baru kemudian diproses pembacaan lagi oleh BLYNK. untuk baterai yang masih layak, maka sistem akan menyatakan masih layak pakai, dengan indikasi warna hijau pada tampilan display baterai manajemen



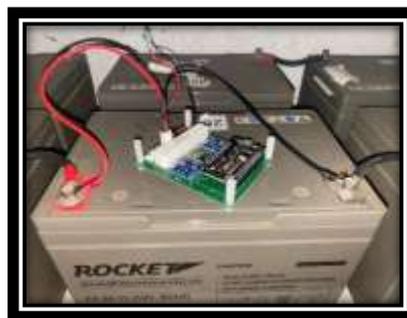
Gambar 3. 4 Rancangan tampilan antarmuka aplikasi

Pada tampilan BLYNK akan ditampilkan data tegangan, tahanan dalam dan arus pada baterai. Untuk nilai yang masih dalam range, akan ditandai dengan warna hijau. Untuk nilai yang sudah melewati range akan ditandai dengan warna merah. Untuk data logger akan menampilkan akan menampilkan catatan tiap data pengukuran dalam satu hari, data yang didapatkan akan digunakan sebagai rekap pemantauan tiap baterai perbulannya.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian INA219

Pengujian pada Sensor INA219 dilakukan pada dua pembacaan, yaitu tegangan dan arus. Rangkaian dihubungkan secara paralel pada baterai dalam kondisi *charging* dan terhubung ke UPS.



Gambar 4. 1 Pengujian Sensor INA219

a. Pengujian Pembacaan Tegangan

Pengujian pertama pada komponen modul INA219 sebagai sensor arus dan tegangan. Sensor INA219 memiliki range pembacaan dari 0-26 Vdc. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan Power Supply Variabel dengan input tegangan yang bisa diubah dengan skala 5,5-15,5 Vdc.

Pengujian sensor dilakukan dengan merangkaikan sensor INA219 dan ESP8266 sebagai penghubung antara sensor dan Blynk. Selanjutnya pada aplikasi Arduino IDE, diperlukan pengkodean dan menambahkan virtual pin dengan kode “Blynk.virtualWrite(V0, vbat);” dimana V0 berarti untuk pembacaan arus dilakukan dengan Virtual Pin

Tabel 4.1 Pengujian Pembacaan Tegangan

No	Tegangan Input (V)	Tegangan pada Multimeter (V)	Tegangan (V) Terbaca di Blynk	Selisih	Error
1	15,5	15,57	15,57	0	0,00%
2	14,3	14,38	14,38	0	0,00%
3	14	14,07	14,08	0,01	0,07%
4	13,5	13,58	13,6	0,02	0,15%
5	13	13,08	13,08	0	0,00%
6	12	12,06	12,08	0,02	0,17%
7	11	11,07	11,08	0,01	0,09%
8	10	10,06	10,08	0,02	0,20%
9	9,5	9,55	9,57	0,02	0,21%
10	9	9,05	9,07	0,02	0,22%
11	8	8,12	8,14	0,02	0,25%
12	7	7,04	7,06	0,02	0,28%
13	6	6,08	6,04	0,04	0,66%
14	5,5	5,59	5,58	0,01	0,18%
Rata-rata					0,18%

Dari Tabel diatas bisa disimpulkan bahwa dari beberapa pengujian dengan nilai sumber tegangan yang berbeda, didapati rentang selisih pembacaan tegangan 0-0,04 V sehingga didapati rata-rata kesalahan pembacaan 0,18%.

b. Pengujian Pembacaan Arus

Pengujian pembacaan arus pada modul INA219, diperlukan input virtual pin untuk sensor arus pada aplikasi Arduino IDE dengan kode “Blynk.virtualWrite(V3, arus_rangkaian);”.

Kemudian data dicompile dan mengunggah data.

Arduino IDE ke ESP8266 sebagai pembaca data digital dari SCL dan SDA modul INA219 dan mengirimkan data ke Blynk, untuk kemudian dilakukan pengujian pembacaan arus dengan sensor INA219.

Pengujian pembacaan arus pada sensor INA219, dari 10 percobaan dengan tegangan input tetap dan nilai resistor yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor INA219

Tabel 4.2 Pengujian Pembacaan Arus

No	V Input	Resistor	Arus (mA) multimeter	Arus (mA) APK	Selisih	Error (%)
1	12	4700	2,51	2,7	0,19	7,57%
2	12	150	75,5	80,6	5,1	6,75%
3	12	820	15,1	15,4	0,3	1,99%
4	12	47	247	251	4	1,62%
5	12	390	30,7	31,8	1,1	3,58%
6	12	470	25,9	26,4	0,5	1,93%
7	12	1000	12	12,2	0,2	1,67%
8	12	1500	7,8	8,2	0,4	5,13%
9	12	220	55,1	55,6	0,5	0,91%
10	12	2200	5,3	5,6	0,3	5,66%
11	12	3900	3,05	3,2	0,15	4,92%
Rata-rata Error						3,79%

Dari tabel diatas menunjukkan nilai dari hasil pengujian. Perbandingan keakuratan nilai arus pada multimeter dan aplikasi Blynk. Error tertinggi dengan persentase 7,57% dan terendah dengan 0,91%. Dengan rata-rata nilai error 3,79%

c. Pengujian Nilai Tahanan dalam

Pengujian hambatan dalam baterai dilakukan untuk mengevaluasi resistansi internal baterai. Pengujian ini penting untuk mengetahui kualitas dan kesehatan baterai, karena resistansi internal baterai dapat memberikan indikasi tentang efisiensi energi, kemampuan baterai untuk menangani beban arus tinggi, dan kemungkinan masalah seperti kapasitas berkurang atau keausan baterai. Pengujian dilakukan berdasarkan rumus tahanan dalam pada Bab 2. Pengujian ini dilakukan dengan perhitungan dari hasil pembacaan nilai sensor INA219.

Tabel 4.3 Pengujian Pembacaan Tahanan Dalam

No	V Input	V R luar	R luar	V Jepit	Arus (mA)	R dalam (APK)	R dalam (Rumus) VJepit/Arus	Error
1	12.04	12.06	990	0.02	31	0.65	0.645	0,75%
2	12.05	12.07	820	0.02	15,3	1,36	1,307	4,04%
3	12.06	12.09	150	0.03	80	0,35	0,375	7,14%
4	12.07	12.09	1500	0.02	8,2	2,41	2,439	1,20%
5	12.08	12.1	2200	0.02	5,5	3,5	3,636	3,90%
6	12.09	12.11	470	0.01	26,4	0,81	0,379	6,92%
7	12.10	12.12	1000	0.02	12,2	1,31	1,639	25,14%
8	12.11	12.15	47	0.04	248,3	0,21	0,161	30,36%
9	12.12	12.15	220	0.03	55,3	0,51	0,542	6,37%
10	12.13	12.15	4,7k	0.02	2,7	7,41	7,407	0,04%
Rata-rata								9%

$R \text{ dalam} = \frac{V \text{ jepit (V)}}{\text{Arus (mA)}}$	$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Selisih nilai R}}{\text{Nilai R pada rumus}}$
$R \text{ dalam 7} = \frac{0,02}{12,2}$	$\text{Error 7 (\%)} = \frac{0,329}{1,639}$
$R \text{ dalam 7} = 1,63 \text{ m}\Omega$	$\text{Error 7 (\%)} = 2,14$

Dari hasil pengujian data tahanan dalam diatas, terdapat beberapa kesimpulan, Terdapat kesalahan yang dihitung, yang berkisar dari 0,04% hingga 30,36%. Kesalahan ini mengindikasikan seberapa dekat nilai yang diukur dengan nilai yang sebenarnya, dan bisa disebabkan oleh faktor-faktor seperti ketidak telitian sensor, kesalahan dalam perhitungan pada aplikasi Arduino IDE karena tegangan jepit yang nilainya kecil, sehingga berpengaruh pada ketelitian penghitungan dengan rumus, dan kesalahan dalam proses pengukuran.

d. Pengujian Komunikasi Alat dan Perangkat

Sebelum perangkat dapat membaca ESP8266 diperlukan mengunduh driver port untuk ESP8266. Driver yang harus diunduh yaitu CH340G driver. Setelah proses install selesai, hubungkan ESP8266 dengan PC (personal computer) dengan kabel USB A to B Sesuai dengan Gambar 4.1. Dengan port B terhubung ke ESP8266 dan port A terhubung ke PC. Maka port akan terbaca seperti pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4. 2 ESP8266 terbaca di USB Port (COM3)

Selanjutnya untuk dapat terhubung ke aplikasi Blynk diperlukan registrasi dari awal, pemilihan Hardware/board device, copy BLYNK_AUTH_TOKEN, input SSID dan PASSWORD Wifi yang akan digunakan untuk konektivitas ESP8266 Setelah semua proses diatas device dapat terbaca, dan dapat melakukan pengiriman data secara nirkabel.

Dan untuk tampilan di Arduino IDE akan membaca Perangkat sudah terbaca di USB Port (COM3) dengan menghubungkan kabel USB to B. Pemilihan port, juga disertakan dengan pemilihan jenis board yang akan terhubung pada menu "Tools"

yaitu board NodeMCU ESP8266

e. Pengujian Rangkaian

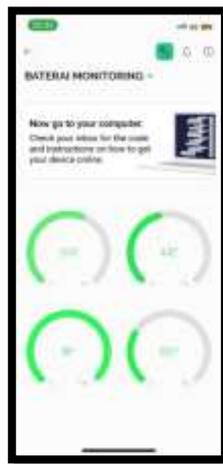
Pengujian Rangkaian secara keseluruhan dilakukan pada satu baterai tipe Rocket ES 80-12 (12V,80AH) dapat dilihat pada gambar 4.3 dengan kondisi *charging*. Dan data dapat dengan dimonitor dengan tampilan pada gambar 4.4 dan gambar 4.5. Untuk data indikasi berwarna hijau yang tampil dari *website* Blynk menandakan bahwa, pembacaan dalam rentang normal, sedangkan untuk indikasi berwarna merah, menandakan pembacaan diluar rentang standar.



Gambar 4. 3 Baterai dan Spesifikasi Baterai ES 80-12



Gambar 4. 4 Tampilan Dashboard Website *Baterai ES 80-12*



Gambar 4. 5 Tampilan *Dashboard* pada *smartphone* *Baterai ES 80-12*



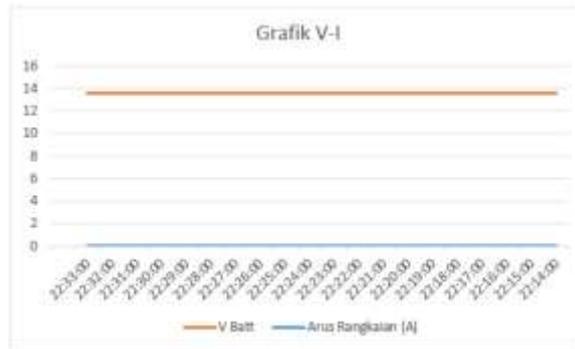
Gambar 4. 6 Hasil pengukuran dengan *Battery Tester* Baterai ES 80-12

Tabel 4. 1 Pembacaan Pengujian Rangkaian

Waktu	V Batt	V Batt (Batt Tester)	Rdalam	Rdalam (Batt Tester)	Persentase Batt (%)	Arus Rangkaian (A)
22:33:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:32:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:31:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:30:00	13,58	13,57	4,48	4,14	98	0,01358
22:29:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:28:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:27:00	13,58	13,57	4,41	4,14	98	0,01358
22:26:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:25:00	13,58	13,57	4,3	4,14	98	0,01358
22:24:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:23:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:22:00	13,58	13,57	4,43	4,14	98	0,01358
22:21:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:20:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:19:00	13,58	13,57	4,43	4,14	98	0,01358
22:18:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:17:00	13,58	13,57	4,38	4,14	98	0,01358
22:16:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:15:00	13,58	13,57	4,4	4,14	98	0,01358
22:14:00	13,58	13,57	4,37	4,14	98	0,01358

Tabel 4.4 diatas memberikan data hasil pembacaan rangkaian secara keseluruhan dengan rentang waktu 20 menit dan membandingkan pembacaan di Blynk dengan alat ukur baterai *tester*. Didapati nilai baterai dengan pembacaan 13,58V, Tahanan dalam dengan rentang 4,3-4,48 mΩ, Persentase baterai 98% dengan membandingkan nilai baterai terbaca dengan nilai maksimal baterai dalam kondisi *charging* 13,8V.

Dari tampilan gambar 4.4 dan gambar 4.5 bisa disimpulkan bahwa dalam kondisi baik dan masih layak digunakan. Hal ini dibuktikan dengan indikasi warna hijau dan nilai tahanan dalam rentang referensi standar sesuai spesifikasi dan pembacaan tegangan baterai pada gambar 4.6 menunjukkan nilai saat *charge* 13,57V.



Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan nilai V dan I

Gambar 4.7 Grafik Perbandingan nilai V dan I pada grafik tersebut, nilai tegangan (V) dan nilai arus (I) menunjukkan hubungan yang tetap atau konstan. Ini berarti bahwa perubahan nilai tegangan (V), nilai arus (I) tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Perbandingan pembacaan dilakukan dengan tipe baterai yang berbeda Rocket ESP65-12 (12V, 65AH) dengan kondisi pengujian yang sama dengan baterai sebelumnya, didapati hasil seperti pada gambar 4.8, gambar 4.9.



Gambar 4. 8 Baterai dan Spesifikasi Baterai ES 65-12



Gambar 4. 9 Tampilan Website Monitoring Baterai ES 65-12



Gambar 4. 10 Tampilan *Dashboard* pada *smartphone* Baterai ES 65-12

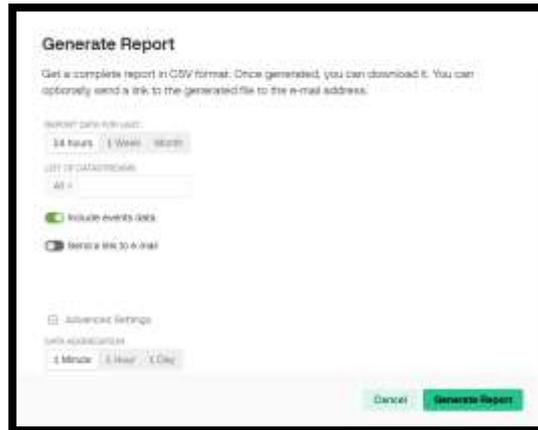


Gambar 4. 11 Hasil pengukuran dengan *Battery Tester*

Baterai dengan tipe kedua Rocket ESP65-12 (12V, 65AH) menunjukkan kondisi tidak baterai diluar referensi standar sesuai dengan Gambar 4.15 Hasil pengukuran dengan Battery Tester. Hal ini dibuktikan dengan nilai tegangan yang sudah *drop*, ditandai dengan resistansi internal yang yang meningkat dan indikasi warna merah pada tahanan dalam, serta kapasitas tegangan maksimal hanya di 13,08V. Sehingga sesuai dengan flowchart kelayakan Gambar 3.3, dengan data yang didapat dapat disimpulkan baterai tidak layak digunakan dan harus dilakukan penggantian.

f. Pembacaan Data logger

Data pembacaan dari Blynk data diunduh melalui tab “Download Report”, Pada Gambar 4.16 dapat dilihat bahwa data bisa diambil dengan rentang waktu yang bervariasi untuk setiap 24 jam, 1 minggu, dan 1 bulan. Data yang diunduh bisa dipilih untuk semua data atau tiap datastream dari virtual pin, disertai dengan tanggal dan jam yang tercatat.



Gambar 4. 3 Proses unduh Data Logger

Dalam penambahan daftar *Datastream* diperlukan beberapa kode Virtual Pin sebagai berikut:

1. `Blynk.virtualWrite(V0, vbat);` Virtual Pin 0 untuk informasi Tegangan pada Baterai
2. `Blynk.virtualWrite(V1, rd);` Virtual Pin 1 untuk informasi Tahana dalam pada Baterai
3. `Blynk.virtualWrite(V2, bat_persen);` Virtual Pin 2 untuk informasi Persentase Kapasitas Baterai Untuk nilai persentase kapasitas baterai ditentukan dengan rumus pada bab 2.2.10.2

$$\text{Persentase Kapasitas Baterai} = \frac{V_{read} - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \times 100\%$$

Dengan nilai tegangan maksimal 13.8V sesuai dengan datasheet, nilai maksimal baterai pada saat kondisi *charging*, nilai terbaca sesuai dengan penunjukan dari sensor, dan nilai minimal 0V atau tegangan pada baterai habis.

4. `Blynk.virtualWrite(V3, arus_rangkaian);` Virtual Pin 3 untuk informasi Arus yang mengalir pada rangkaian.

Tabel 4. 4 Data Logger

Waktu	V Batt (V)	Rdalam (mΩ)	Persentase Batt (%)	Arus Rangkaian (mA)
06/03/2024 22:33	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:32	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:31	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:30	13,58	4,48	98	13,58
06/03/2024 22:29	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:28	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:27	13,58	4,41	98	13,58
06/03/2024 22:26	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:25	13,58	4,3	98	13,58
06/03/2024 22:24	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:23	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:22	13,58	4,43	98	13,58
06/03/2024 22:21	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:20	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:19	13,58	4,43	98	13,58
06/03/2024 22:18	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:17	13,58	4,38	98	13,58
06/03/2024 22:16	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:15	13,58	4,4	98	13,58
06/03/2024 22:14	13,58	4,37	98	13,58

Data Logger menampilkan kondisi baterai untuk setiap satu menit, dengan memberikan data Tegangan pada Baterai, Tahanan dalam pada Baterai, Persentase Baterai, serta Arus pada rangkaian. Dari data diatas didapati tahanan dalam baterai dibawah $6.5m\Omega$, kondisi baterai dalam keadaan normal atau layak pakai.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian da yang telah dilakukan dengan pengujian yang telah dibahas maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pada pengujian alat baterai manajemen/monitoring dengan ESP8266 sebagai mikrokontroler dan Modul INA219 sebagai sensor tegangan dan arus didapati persentase kesalahan pembacaan tegangan dengan rentang 0%-0,66% dan rata-rata 0,18%. Untuk pembacaan pada arus dengan rentang kesalahan 0,91%-7,57%. Untuk pembacaan tahanan dalam yang dihitung berdasarkan membagi nilai tegangan jepit dengan arus rangkaian, didapati rentang kesalahan 0,04%-30,36%. Pembacaan faktor ketelitian alat berpengaruh pada ketelitian pembacaan dan penghitungan dengan rumus.
2. Pada pengujian komunikasi modul ESP8266 dengan Blynk dilakukan dengan menghubungkan modul dengan laptop, kemudian memberi data berupa kode untuk unggah dan disimpan di modul. Modul bisa berkomunikasi dengan server Blynk melalui Wifi untuk melakukan transfer data, data yang dikirim bisa diakses melalui *website* atau aplikasi pada *smartphone*.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dengan mengamati analisa data pada setiap pengujian yang telah dijelaskan maka dapat diberi beberapa saran pada penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Untuk perkembangan penelitian kedepannya bisa menggunakan aplikasi *open access* yang bisa diakses langsung tanpa perlu menggunakan akun yang sama ditiap perangkat.
2. Dalam penerapannya, diperlukan kondisi jaringan yang stabil, diperlukan pemantauan berkala hubungan antara alat dengan server Blynk.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustanti, S. P., Hartini, & Nugraha, D. A. (2023). Perancangan sistem keamanan sepeda motor berbasis RFID mikrokontroler ESP8266. *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musi Rawas*, 8(1), 19–29.
- Erwanto, D., Widhining, D. A., & Sugiarto, T. (2020). Sistem pemantauan arus dan tegangan panel surya berbasis Internet of Things. *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, 14(1), 1–12. <http://journal.umpo.ac.id/index.php/multitek>
- Faizal, M., & Octaviano, A. (2023). Pemanfaatan IoT pada sistem atap otomatis berdasarkan cuaca dan waktu terintegrasi aplikasi Telegram berbasis NodeMCU. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, 2(2), 429–439.
- Fauzan, S., & Firmansyah, B. (2023). Rancang bangun smart parking pada area kost putra berbasis Arduino menggunakan QR-Code. *JUNIFI: Jurnal Nasional Informatika*, 3(1), 27–32.
- Gillbert, H., & Hidayat, R. (2022). Design of a backup voltage supply in a medium-voltage cubicle control panel circuit when a blackout occurs from PLN. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v6i1.1414>
- Hardianto, S., Hariyadi, S., & Hariyanto, D. (2022). Rancangan prototype control dan monitoring pembangkit listrik tenaga bayu berbasis mikrokontroler. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP), 1–9.
- Ilhami, F., & Sokibi, P. (2019). Perancangan dan implementasi prototype kontrol peralatan elektronik berbasis Internet of Things menggunakan NodeMCU. *Jurnal Digit*, 9(2), 143–155.
- Manahara, S., Putri, S. K., & Kencana, I. S. (2023). Tantangan transisi energi terbarukan di Indonesia (Studi kasus PLTS di Kabupaten Cilacap). *JIMESE: Journal of Innovation Materials, Energy, and Sustainable Engineering*, 1(1), 78–90. <https://journal-iasssf.com/index.php/JIMESEJIMESE>
- Mulyana, A., Rahmawati, S., Rahman, R., & Permatasari, Z. N. (2022). Alat pengontrol perangkat elektronik berbasis IoT menggunakan Blynk dan Google Assistant. *Journal of Computer Science and Technology (JCS-TECH)*, 2(1), 30–35. <https://doi.org/10.54840/jcstech.v2i1.24>
- Revadias, E., Fatkhurrokhman, M., & Aribowo, D. (2022). Prototype automated manipulator robot menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 berbasis Internet of Things (IoT). *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 8(2), 439–450. <https://doi.org/10.24036/jtev.v8i2.117682>
- Setyawan, H., & Setiawan, A. N. K. (2021). Studi pengaruh salinitas air laut sintetis terhadap daya baterai sebagai energi alternatif terbarukan. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 3(1), 14–23. <https://doi.org/10.32528/elkom.v3i1.4163>

- Sistem, J., & Tgd, K. (2023). Rancang alat pengontrol lampu ruangan menggunakan Telegram berbasis NodeMCU. *Jurnal Sistem Komputer TGD*, 2(5), 246–255. <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jskom>
- Soedjarwanto, N., Forda, G., & Nugroho, R. A. (2021). Prototipe smart door lock menggunakan motor stepper berbasis IoT (Internet of Things). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 15(2), 73–82.
- Suwardi, S., Lidiawati, L., & Ayatullah, E. (2022). Rancang bangun data logger suhu dan kecepatan arus laut untuk praktikum oseanografi. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 4(2), 57–65.
- Syamsudin, R. H., & Rusdinar, A. (2021). Pemantauan posisi dan kapasitas daya baterai pada automated guided vehicle menggunakan encoder dan voltage sensor. *EProceedings of Engineering*, 8(5).
- Triyandi, E., Risma, P., Kusmanto, R. D., Dewi, T., & Oktarini, Y. (2021). Pembangkit energi listrik hybrid mini menggunakan turbin angin sumbu vertikal Savonius sebagai sumber energi alternatif. *Journal of Applied Smart Electrical Network and Systems (JASENS)*, 2(2), 49–56.