

SISTEM MONITORING DISCHARGE BATTERY PADA PLTS BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)

Yustinus Emanuel Wibisono Rahail, Augustinus Bayu Primawan, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta 55281
e-mail: yustinusrahaill123@gmail.com, bayu@usd.ac.id

Abstract — The use of Solar Power Plants (PLTS) as a renewable energy source to replace fossil fuels is a positive step towards reducing environmental impact. However, a common issue in PLTS usage is battery over-discharge, which is attributed to the manual battery monitoring system. To address this issue, the Internet of Things (IoT) emerges as a solution that enables remote monitoring when batteries are in a discharged state. By utilizing the INA219 sensor to detect battery current and voltage sensors to measure battery voltage, this monitoring system can accurately measure power, capacity, and battery usage status. This data is transmitted and stored in a real-time Firebase database and can be accessed through an Android application created using MIT App Inventor. The testing results of this system have successfully demonstrated its ability to read, transmit, and display sensor data in accordance with the design. However, system performance may be affected by network speed during data transmission, and the value of battery capacity used during the discharge process is highly dependent on the calculation formulas and sensor types used. Overall, a well-designed application can efficiently display data from Firebase. Thus, this system can be considered a fairly effective solution to address the issue of battery over-discharge in PLTS.

Keywords — NodeMCU, battery discharge monitoring, internet of things, Firebase.

Abstrak — Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi terbarukan untuk menggantikan bahan bakar fosil merupakan langkah yang positif dalam mengurangi dampak lingkungan. Namun, salah satu masalah yang sering terjadi dalam penggunaan PLTS adalah *over discharge* baterai, yang disebabkan oleh sistem pemantauan baterai yang masih manual. Untuk mengatasi masalah ini, *Internet of Things (IoT)* muncul sebagai solusi yang memungkinkan pemantauan jarak jauh saat baterai dalam kondisi *discharge*. Dengan memanfaatkan sensor INA219 untuk mendeteksi arus baterai dan sensor tegangan untuk mendeteksi tegangan baterai, sistem pemantauan ini dapat mengukur daya, kapasitas, dan status penggunaan baterai dengan cukup akurat. Data ini dikirim dan disimpan dalam *database real-time* Firebase, dan dapat diakses melalui aplikasi Android yang dibuat menggunakan MIT App Inventor. Hasil pengujian sistem ini telah berhasil dalam membaca, mengirimkan, dan menampilkan data sensor sesuai dengan perancangan. Namun, performa sistem dapat dipengaruhi oleh kecepatan jaringan selama pengiriman data, dan nilai kapasitas baterai yang terpakai saat proses *discharge* sangat dipengaruhi oleh rumus perhitungan dan jenis sensor yang digunakan. Secara keseluruhan, aplikasi yang dirancang dengan baik mampu menampilkan data dengan efisien dari Firebase. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi yang cukup efektif untuk mengatasi masalah *over discharge* pada PLTS.

Kata Kunci — NodeMCU, pemantauan pengosongan baterai, internet of things, Firebase.

I. PENDAHULUAN

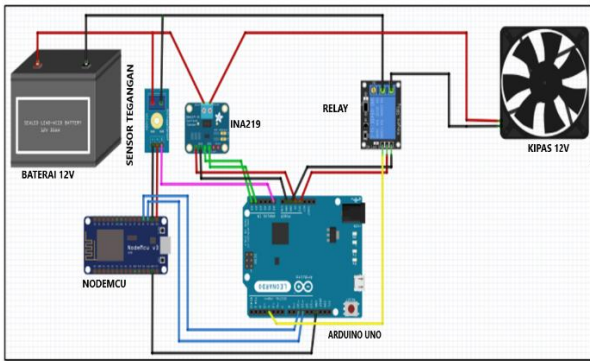
PLTS merupakan energi terbarukan yang memiliki beberapa kekurangan, salah satunya yaitu energi yang dihasilkan tidak konstan karena faktor cuaca dan suhu. Kurangnya intensitas cahaya mempengaruhi kinerja fotovoltaiik dan berpengaruh pada energi listrik yang dihasilkan, sehingga tidak bisa memenuhi kebutuhan energi listrik yang dibutuhkan dalam jumlah tertentu, untuk itu diperlukan discharge battery pada PLTS untuk memenuhi kebutuhan energi listrik agar tetap konstan [2]. Penggunaan energi pada baterai yang melebihi kapasitas (*Overdischarge*) dapat merusak dan mengurangi masa pakai baterai [3], [4]. sehingga diperlukan pemantauan saat pengosongan baterai berlangsung agar dapat mengetahui kapasitas pada baterai yang digunakan sehingga masa pakai baterai dapat bertahan lama. Perkembangan teknologi yang pesat menghasilkan sebuah sistem pemantauan dengan memanfaatkan konektivitas jaringan internet yang dapat di akses setiap saat, yang dikenal dengan *internet of things*, dan menjadi solusi pemantauan pengosongan baterai pada PLTS yang fleksibel dan dapat diakses jarak jauh oleh pengguna. Tugas akhir ini akan merancang sistem pemantauan baterai pada PLTS berbasis *IoT* untuk memantau kinerja pada baterai dengan beban yang bervariasi. Hasil pemantauan adalah tegangan, arus, dan daya pemakaian baterai yang dikirimkan ke Firebase dengan bantuan konektivitas internet dari NodeMCU ESP8266 dan ditampilkan pada aplikasi di *smartphone*.

II. METODE PENELITIAN

Tahap pertama yang dilakukan adalah merancang perangkat keras keseluruhan sistem pemantauan pengosongan baterai. Tahap kedua membuat rancangan perangkat lunak dengan menggunakan *software* Arduino IDE sebagai media pemrograman sistem yang sudah dirancang serta membuat aplikasi penampil data sensor yang tersimpan di Firebase dan ditampilkan pada layar *smartphone*.

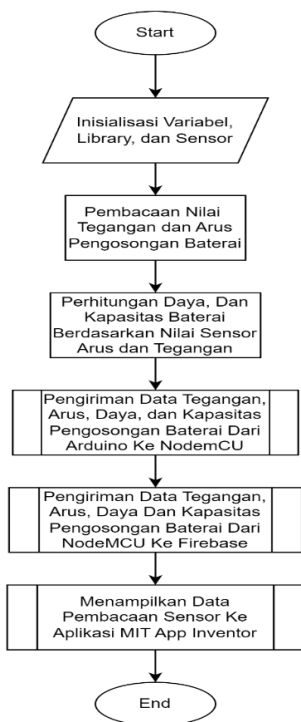
2.1. Perancangan Perangkat Keras

Arduino UNO dan NodeMCU mendapat *power supply* melalui eksternal *power* atau adaptor, Sensor INA219 mendapat tegangan masukan 5 volt dari Arduino dan 3,3 volt untuk tegangan masukan ke modul relay, sedangkan sensor tegangan mendapat *power supply* dari NodeMCU sebesar 3,3 volt. Jalur negatif baterai dihubungkan ke kaki pin COM dan kaki pin N.O untuk mendapatkan kondisi awal relay terhubung ke beban. Modul relay akan berfungsi menyambung dan memutuskan beban saat pengosongan baterai tergantung nilai pembacaan sensor tegangan yang masuk ke Arduino UNO selama proses penggunaan kapasitas baterai.



Gambar 1. Perancangan keseluruhan sistem

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

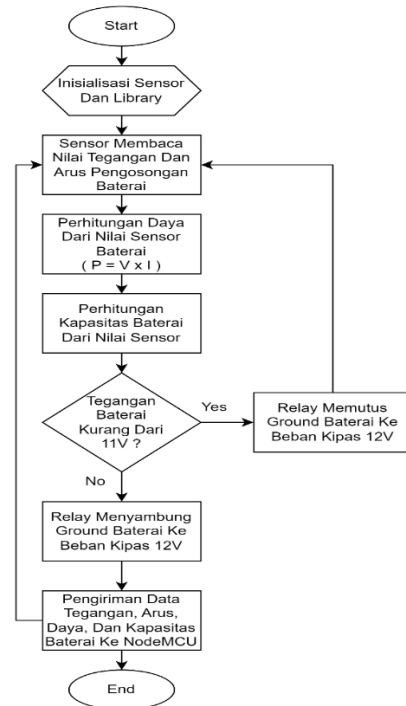


Gambar 2. Diagram alir Keseluruhan sistem

Diagram alir Keseluruhan sistem terdiri dari alur kerja Arduino UNO, NodeMCU ESP8266, dan aplikasi yang dirancang menggunakan MIT APP Inventor.

2.2.1. Diagram Alir Arduino UNO

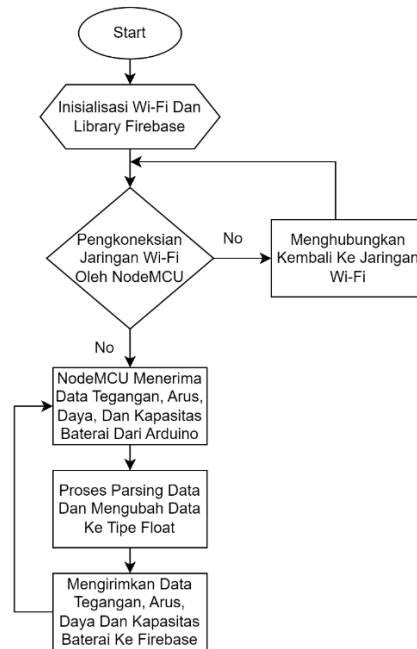
Perancangan sistem pada Arduino diawali dengan inisialisasi pin dari semua modul yang digunakan, dan library yang akan diimplementasikan ke dalam program. Saat kondisi discharging, sensor INA219 mengukur arus, dan sensor tegangan akan membaca tegangan baterai 12 volt yang terhubung ke beban 12 volt dan dilakukan perhitungan daya. Nilai tegangan dari sensor akan digunakan sebagai parameter untuk pengambilan keputusan *on* atau *off* pada relay. Nilai arus, tegangan, daya dan kapasitas baterai akan dikirimkan ke NodeMCU melalui komunikasi serial.



Gambar 3. Diagram Alir Arduino UNO

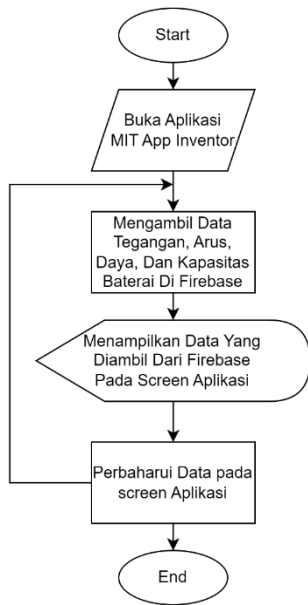
2.2.2. Diagram Alir NodeMCU

Diagram alir NodeMCU dimulai dengan inisialisasi pin yang terhubung ke Arduino, dan library yang digunakan. NodeMCU akan mengkoneksikan modul ke jaringan yang sudah di konfigurasi, setelah itu NodeMCU akan mengirimkan data yang dikirimkan oleh Arduino UNO ke Firebase.



Gambar 4. Diagram Alir NodeMCU

2.2.3. Diagram Alir Aplikasi



Gambar 5. Diagram alir aplikasi

Diagram alir aplikasi dirancang untuk menampilkan data yang tersimpan di Firebase pada *smartphone* sebagai media untuk pemantauan pengosongan baterai. Saat membuka aplikasi, data yang tersimpan pada Firebase *Database* akan ditampilkan pada layar aplikasi yaitu nilai arus, nilai tegangan, dan nilai daya, serta kapasitas baterai secara *realtime*. Aplikasi akan menampilkan setiap pembaharuan data sesuai data yang ada di Firebase.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian sensor INA219 dan sensor tegangan

Pengujian sensor INA219 dan sensor tegangan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Nilai Error} = \left| \frac{\text{Nilai Multimeter} - \text{Nilai Output Sensor}}{\text{Nilai Multimeter}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Nilai Error rata - rata} = \frac{\text{Hasil Penjumlahan Nilai Error}}{\text{Jumlah Data}}$$

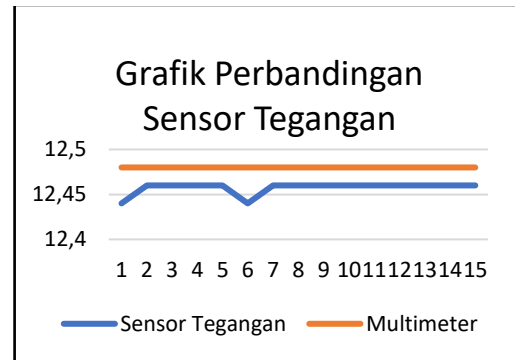
Nilai hasil perhitungan yang didapatkan akan menunjukkan tingkat rata-rata nilai *error* dari sensor INA219 dan sensor tegangan, serta tingkat rata-rata nilai akurasi dari masing-masing sensor dengan mengambil 15 data pada setiap sensor saat proses pengosongan baterai berlangsung. Tabel 1 menunjukkan rata-rata nilai *error* dan akurasi dari sensor tegangan.

Table 1 rata-rata nilai *error* dan akurasi sensor tegangan

No.	Sensor	Multimeter	Error	Akurasi
1	12,44V	12,48V	3,20%	96,8%
2	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%

3	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
4	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
5	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
6	12,44V	12,48V	3,20%	96,8%
7	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
8	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
9	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
10	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
11	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
12	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
13	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
14	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
15	12,46V	12,48V	1,60%	98,4%
Rerata Error (%)			1,85%	98,4%

Dari nilai yang ditampilkan pada tabel 1, maka didapatkan grafik pengujian sensor tegangan sebagai berikut :



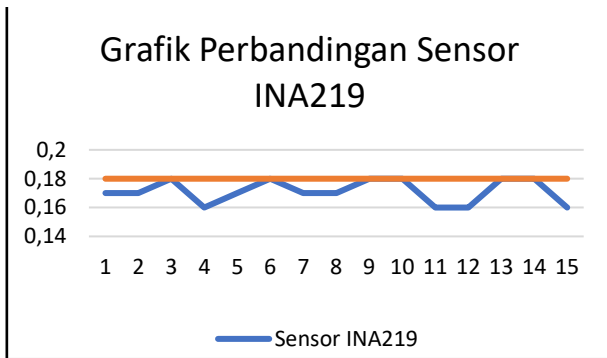
Gambar 6. Grafik pengujian sensor tegangan

Hasil pengujian sensor tegangan berdasarkan tabel dan grafik, menunjukkan bahwa modul sensor tegangan yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang tinggi yaitu 98,4 % dan nilai *error* sebesar 1,85 %, sehingga dapat dinyatakan layak digunakan sebagai alat pengukuran tegangan baterai 12 volt. Tabel 2 menunjukkan rata-rata nilai *error* dan akurasi sensor INA219.

Tabel 2 Rata-rata nilai *error* dan akurasi sensor INA219

No.	Sensor	Multimeter	Error	Akurasi
1	0,17A	0,18A	5,55%	94,4%
2	0,17A	0,18A	5,55%	94,4%
3	0,18A	0,18A	0%	100%
4	0,16A	0,18A	11,11%	88,8%
5	0,17A	0,18A	5,55%	94,4%
6	0,18A	0,18A	0%	100%
7	0,17A	0,18A	5,55%	94,4%
8	0,17A	0,18A	5,55%	94,4%
9	0,18A	0,18A	0%	100%
10	0,18A	0,18A	0%	100%
11	0,16A	0,18A	11,11%	88,8%
12	0,16A	0,18A	11,11%	88,8%
13	0,18A	0,18A	0%	100%
14	0,18A	0,18A	0%	100%
15	0,16A	0,18A	11,11%	88,8%
Rerata Error (%)			5,26%	96,1%

Dari nilai yang ditampilkan pada tabel 2, maka didapatkan grafik pengujian sensor INA219 sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik pengujian sensor INA219

Hasil pengujian sensor INA219 berdasarkan tabel dan grafik, menunjukkan bahwa sensor INA219 yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang tinggi yaitu 96,1 % dan nilai error sebesar 5,26 %, sehingga dapat dinyatakan layak digunakan sebagai alat pengukuran arus baterai 12 volt.

3.2. Pengujian Sistem Discharge Battery

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan baterai 12V/1,2Ah ke beban kipas 12 volt dengan total arus 0,26 ampere. Pengujian data *discharge* ini akan mendapatkan nilai tegangan, arus, daya, dan nilai penggunaan kapasitas baterai yang terus meningkat selama waktu *discharge* berlangsung.

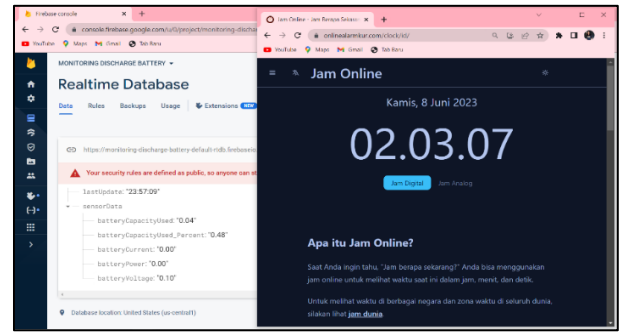
Tabel 3 Pengujian data pengosongan baterai

Jam	Volt	Amper	Watt	Amper Hour	%
12:01:16	12,98	0,21	2,77	0	0,02
14:38:30	11,49	0,22	2,51	0,55	46,02

Tabel 3 menunjukkan awal tegangan baterai dalam keadaan penuh adalah 12,98 volt saat kondisi mulai *discharge* dan 11,49 volt saat kondisi berhenti *discharge*. Penggunaan kapasitas baterai pada program menunjukkan nilai 0,55Ah dari total kapasitas baterai 1,2Ah dengan persentase pemakaian baterai selama waktu *discharge* mencapai 46,02 % sehingga tidak menggunakan 100 % dari kapasitas baterai sehingga dapat memperpanjang masa pakai baterai.

3.3. Pengujian Delay

Pengujian *delay* dari NodeMCU ke Firebase dilakukan dengan mengamati waktu pada program NTP yang ditampilkan pada Firebase sebagai waktu terkirimnya data sensor ke Firebase, dan mengamati waktu terima Firebase menggunakan jam online di internet pada tiga waktu yang berbeda yaitu pagi, siang dan malam hari, setelah itu membandingkan selisih waktu yang terjadi saat proses pengiriman dan penerimaan data sehingga mendapatkan waktu tunda yang terjadi.



Gambar 8. Pengamatan delay

Tabel 4 merupakan hasil pengamatan *delay* NodeMCU ke Firebase pada tiga waktu yang berbeda.

Tabel 4 Pengamatan *delay* NodeMCU ke Firebase

Waktu Pengiriman Data	Delay (ms)
Pagi	530
Siang	300
Malam	100

Tabel 5 merupakan hasil pengamatan *delay* Firebase ke Aplikasi pada tiga waktu yang berbeda.

Tabel 5 Pengamatan *delay* Firebase ke Aplikasi

Waktu Pengiriman Data	Delay (ms)
Pagi	400
Siang	400
Malam	60

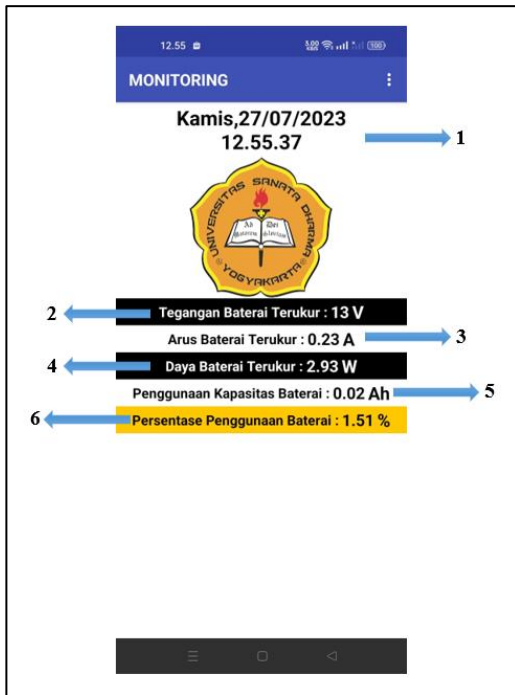
Tabel 6 merupakan standarisasi TIPHON yang digunakan sebagai acuan kualitas jaringan.

Tabel 6 Standarisasi TIPHON

Kategori	Delay	Indeks
Sangat Baik	<150 ms	4
Baik	150 ms - 300 ms	3
Cukup	300 ms - 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

Pengujian *Delay* menurut standarisasi TIPHON, pengiriman data NodeMCU ke Firebase di pagi hari buruk, di siang hari cukup, dan di malam hari sangat baik dan penerimaan data sensor dari Firebase ke aplikasi yaitu di pagi hari cukup, di siang hari cukup, dan di malam hari sangat baik. *Delay* yang terjadi dipengaruhi oleh jarak perangkat dengan *access point* yang digunakan sehingga mempengaruhi kecepatan pengiriman dan penerimaan data sensor.

3.4. Implementasi Aplikasi



Gambar 9. Tampilan aplikasi

Berikut merupakan fitur-fitur hasil perancangan yang ada pada tampilan aplikasi seperti pada gambar diatas :

1. Keterangan jam dan tanggal.
2. Keterangan tegangan baterai.
3. Keterangan arus baterai.
4. Keterangan daya baterai.
5. Keterangan penggunaan kapasitas baterai.
6. Keterangan persentase penggunaan kapasitas baterai.

Gambar 9 merupakan tampilan hasil perancangan aplikasi menggunakan MIT APP Inventor yang sudah dikoneksikan dengan Firebase menggunakan kode unik yang ada pada web Firebase, sehingga perubahan data yang terjadi pada Firebase secara otomatis akan merubah data yang ditampilkan pada aplikasi yang sudah dirancang untuk melakukan pemantauan pengosongan baterai.

IV. KESIMPULAN

Keseluruhan sistem sudah mampu melakukan pembacaan, pengiriman, dan menampilkan data pengosongan baterai 12 volt dari Arduino UNO ke NodeMCU melalui komunikasi serial, setelah itu data dikirimkan dari NodeMCU ke Firebase *realtime database* yang ditampilkan pada aplikasi App Inventor. Hasil pengujian sensor yang digunakan menunjukkan bahwa sensor INA219 sebagai sensor arus dan modul sensor tegangan sebagai sensor tegangan layak digunakan sebagai alat pengukuran sistem pemantauan pengosongan baterai 12 volt dengan tingkat akurasi pada sensor INA219 sebesar 96,11% dan tingkat akurasi pada modul sensor tegangan sebesar 98,40%.

Penambahan grafik pada aplikasi dapat menjadi saran untuk pengembangan selanjutnya, sehingga data yang

ditampilkan pada aplikasi sistem pemantauan pengosongan baterai dapat lebih terekam dengan baik untuk pemantauan.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan hikmat yang lebih sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dan juga terima kasih diucapkan kepada orang-orang yang terlibat dalam penelitian ini, serta bapak ibu dosen dan teman-teman yang telah membantu penelitian ini.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendy, Muhammad Aslam Ridho. 2021. Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Berbasis IoT Menggunakan Arduino Uno pada PLTS Pematang Johar. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [2] Diantari, Retno Aita, Erlina, Christine Widyastuti. 2017. Studi Penyimpanan Energi pada Baterai PLTS. Jurnal Ilmiah Kelistrikan Vol. 9, No. 2.
- [3] Alfita, Riza, Koko Joni, dan Fajar Dwika Darmawan. 2021. Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Baterai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Kontrol Beban Berbasis Internet of Things. Jurnal Teknik 42(1) hal. 35-44
- [4] Fauzi, Arisfati, Ayong Hiendro, Syaifurrahman. 2019. Rancang Bangun Battery Control Unit Panel Surya Terhadap Efek Bayangan. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura.
- [5] Erwanto, Danang, Diah Arie Widhining, Tomi Sugiarto. 2020. Sistem Pemantauan Arus dan Tegangan Panel Surya Berbasis Internet of Things. Jurnal Multitek Indonesia Vol. 14 No.1, Hal. 1-12.
- [6] Sukmajati, Sigit, Mohammad Hafidz. 2015. Perancangan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW on Grid di Yogyakarta. Jurnal Energi & Kelistrikan Vol.7, No.1.
- [7] King, Borni Florus, Seno Darmawan Panjaitan, Aryanto Hartoyo. 2020. Sistem Kontrol Charging dan Disharging Serta Monitoring Kesehatan Baterai. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Vol. 1, No.1.
- [8] Imron, Ahmad, Trias Andromeda dan Budi Setiyono. 2018. Perancangan Akuisisi Data pada Panel RTU PT. PLN (PERSERO) Berplatform Android. Jurnal Transient Vol.7.
- [9] Monda, Hasbi Tri, Feriyonika, Paula Santi Rudati. 2018. Sistem Pengukuran Daya pada Sensor Node Wireless Sensor Network. Industrial Research Workshop and National seminar Vol.9.
- [10] Noviansyah, Mohammad, dan Hafdiarsya Saiyar. 2019. Perancangan Alat Kontrol Relay Lampu Rumah Via Mobile. Jurnal AKRAB JUARA Vol.4, No.4.
- [11] Sutono dan Fuad Al Anwar. 2019. Perancangan dan Implementasi Smartlamp berbasis Arduino Uno dengan menggunakan Smartphone Android. Jurnal Media Jurnal Informatika Vol. 11, no.2.
- [12] Gunadi, Roosevelt Joshua, Radius Tanone, Yos Richard Beeh. 2020. Penerapan Firebase Cloud Storage pada Aplikasi Mobile Android untuk Melakukan Penyimpanan Image Lahan Pertanian. Jurnal Teknologi Informasi Vol.4, No.2

VII. PENULIS



Ir. Augustinus Bayu Primawan D.Tech.Sc, Dosen Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi,
https://www.usd.ac.id/detail_dosen.php?id=00162



Yustinus Emanuel Wibisono Rahail, prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.