

## ANALISIS PENGUJIAN KAPASITAS BATERAI 220 VDC UNTUK KEANDALAN PLTGU UNIT PEMBANGKITAN (UP) BELAWAN

Wahyu Desmandra<sup>1</sup>, Dino Erivianto<sup>2</sup>, Rahmaniar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi  
<sup>1</sup>wahyukotodesmandra@gmail.com, <sup>2</sup>derivianto@gmail.com\*, <sup>3</sup>rahmaniar@dosen.pancabudi.ac.id

Corresponding Author: Dino Erivianto

### ABSTRACT

This study aims to analyze the capacity of a 220 VDC battery used in the acoustic system of the Gas and Steam Power Plant (PLTGU) at the Belawan Generating Unit (UP). Batteries have an important role as a backup energy source in maintaining the continuity of the electrical operational system, especially in emergency conditions. The research method includes testing the battery capacity by measuring current, voltage, and discharge time under various load conditions. The test results show that battery capacity can vary depending on temperature, age, and previous charging conditions. The data obtained are explained to rotate the battery performance in supporting the PLTGU system. This conclusion provides recommendations for routine maintenance and battery replacement, to ensure the electrical system at the Belawan UP continues to function optimally. This research is expected to be a reference for PLTGU managers in improving the efficiency of the power plant system.

**Keywords:** Battery Capacity, PLTGU, Electrical System, Testing

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas baterai 220 VDC yang digunakan dalam sistem keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) di Unit Pembangkit (UP) Belawan. Baterai memiliki peran penting sebagai sumber cadangan energi dalam menjaga kontinuitas operasional sistem kelistrikan, terutama dalam kondisi darurat. Metode penelitian meliputi pengujian kapasitas baterai melalui pengukuran arus, tegangan, dan waktu discharge pada berbagai kondisi beban. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas baterai dapat bervariasi tergantung pada suhu, umur, dan kondisi pengisian sebelumnya. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengevaluasi kinerja baterai dalam mendukung keandalan sistem PLTGU. Temuan ini memberikan rekomendasi untuk pemeliharaan rutin dan penggantian baterai, guna memastikan sistem kelistrikan di UP Belawan tetap berfungsi secara optimal. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengelola PLTGU dalam meningkatkan sistem keandalan pembangkit listrik.

**Kata Kunci:** Kapasitas Baterai, PLTGU, Sistem Kelistrikan, Pengujian.

## 1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting dan vital yang tidak dapat dilepaskan dari keperluan sehari-hari. Kekurangan energi listrik dapat mengganggu aktivitas manusia [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Oleh sebab itu, kesinambungan dan ketersediaan energi listrik harus dipertahankan. Pada suatu sistem tenaga listrik tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut [6], [8], [9]. Ukuran keandalan dapat dinyatakan seberapa sering sistem mengalami pemadaman, berapa lama pemadaman terjadi dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi dari pemadaman yang terjadi [10], [11], [12]. Permasalahan yang paling



mendasar pada penyaluran daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada beban. Gangguan yang terjadi pada unit-unit pembangkitan akan menyebabkan terganggunya penyediaan tenaga listrik dengan segala akibatnya bagi perusahaan listrik maupun konsumen [13], [14], [15].

Saat ini kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi serta informasi, maka dibangunlah pembangkit-pembangkit energi listrik salah satunya PLTGU. PLTGU adalah teknologi yang menggunakan uap serta gas untuk menghasilkan listrik. PLTGU menggunakan siklus termodinamika, yaitu siklus brayton untuk turbin gas dan siklus rankine untuk turbin uap. Siklus brayton memanfaatkan gas sebagai bahan bakar untuk memutar turbin yang kemudian akan menggerakkan generator. Sedangkan siklus rankine memanfaatkan panas uap (steam) sebagai fluida kerja untuk memutar turbin. Penggunaan 2 siklus ini untuk menghasilkan daya listrik PLTGU dikenal dengan istilah *combined cycle power plant* [16], [17], [18].

Setiap komponen PLTGU perlu dilakukan pemeliharaan secara rutin, dan salah satu komponen penting untuk penunjang PLTGU adalah baterai. Baterai ini digunakan untuk menyuplai beban-beban DC essential seperti halnya motor DC yang berfungsi memompa oli bertekanan ke poros turbin yang dimana jika pada kondisi tertentu motor tersebut berhenti secara tiba-tiba maka dapat menyebabkan kerusakan fatal pada turbin. Oleh karena itu pada kesempatan ini, akan dilakukan penelitian dengan analisis terhadap kapasitas baterai yang digunakan di PLTGU khususnya untuk menyuplai beban-beban DC. Umumnya baterai yang digunakan pada PLTGU jarang dilakukan pemantauan secara berkala atau pengecekan untuk memastikan apakah baterai masih dalam keadaan normal atau sudah tidak standar [19], [20]. Sebagai komponen penting tentunya suatu pembangkit seperti PLTGU perlu memastikan kalau baterai yang digunakan masih sesuai standar dan masih bisa dipastikan fungsinya tidak menurun baik dari proses *charge in* (pengisian) maupun proses *discharge* (pembebanan). Dengan melakukan analisis secara menyeluruh terhadap baterai ini tentu diharapkan dapat membantu untuk menganalisa keadaan baterai baik dari sisi kenormalan, kapasitas maupun penurunan tegangannya, apakah masih sesuai dan berfungsi secara baik saat terjadi masalah seperti black out. Untuk pemenuhan data terkait rencana penelitian tersebut dan dalam mencoba memahami lebih dalam lagi terkait penggunaan baterai di PLTGU dan pemahaman tentang peranan komponen-komponen DC yang disuplai, maka penelitian akan dilakukan di salah satu pembangkit yang memanfaatkan energi gas dan uap sebagai sumber penggerak yaitu PLTGU Belawan, Sumatera Utara.

## 2. Metode

### 2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara-cara Teknik/penjabaran suatu Analisa/perhitungan yang dilakukan untuk mencapai tujuan dalam penelitian. Adapun langkah-langkah metode penelitian ini, yaitu :

#### 1. Studi Literatur



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Meliputi studi defenisi PLTGU, baterai, sistem DC dan yang berkaitan dengan penelitian ini.

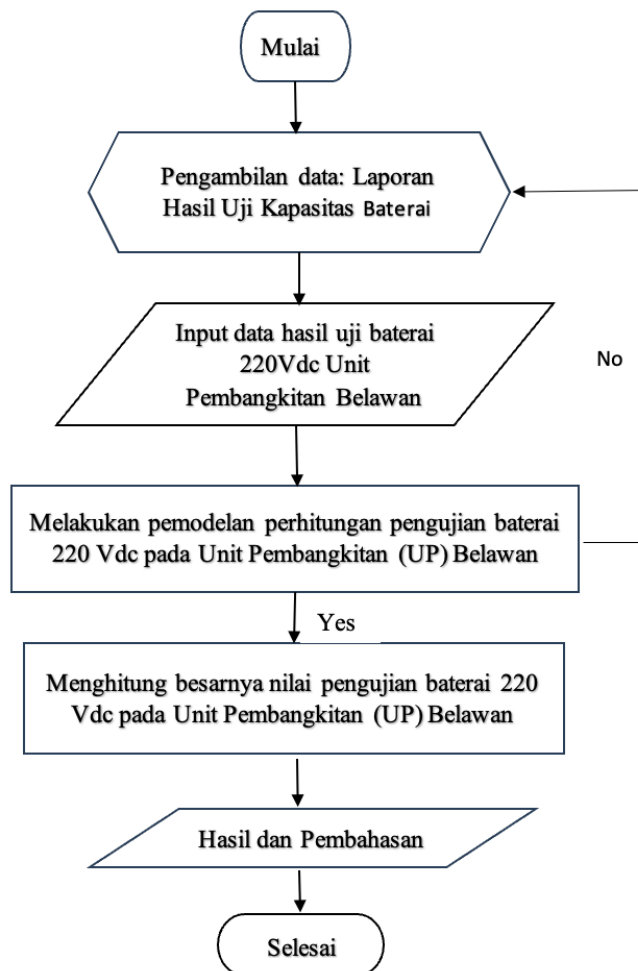
2. Pengumpulan Data

Meliputi pengambilan dan pengumpulan data yang didapat pada PLTGU Unit Pembangkitan (UP) Belawan.

3. Pengolahan Data dan Analisa

Menganalisa pengujian kapasitas baterai 220 Vdc pada PLTGU Unit Pembangkitan (UP) Belawan. Mengetahui kapasitas baterai 220 Vdc pada PLTGU Unit Pembangkitan (UP) Belawan.

2.2. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.3. Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Survey Lokasi, lokasi sebagai pengumpulan data informasi serta sebagai pembuatan tugas akhir
2. Pengukuran, pengukuran ini merupakan salah satu metode untuk melihat hasil dari baterai 220 Vdc pada PLTGU Unit Pembangkit (UP) Belawan



3. Perhitungan hasil pengujian kapasitas baterai 220Vdc, dengan mengaplikasikan perhitungan manual berikut ini :
- a) Untuk menghitung kapasitas baterai dapat melalui persamaan berikut ini :  
 $C = I \text{ (Ampere)} \times t \text{ (Hour)}$   
 Keterangan :  
 C = Kapasitas  
 I = Arus (A)  
 t = Waktu (*hour/second*)
- b) Untuk mengetahui besar efisiensi dapat ditentukan melalui persamaan berikut :  
 $\eta = \frac{cd}{cc} \times 100\%$   
 Keterangan :  
 $\eta$  = Efisiensi (%)  
 Cd = Kapasitas discharge/Uji (Ampere)  
 Cc = Kapasitas charger baterai (Ampere Hour) Hasil >60%

### 2.3. Spesifikasi Objek Penelitian

PLTGU Unit Pembangkitan Belawan dalam hal ini unit PLTG 1.1 memiliki 1 bank baterai 220 VDC :

Tabel 1. Spesifikasi Baterai PLTGU UP Belawan

Merk	BAE
type	VRLA (Valve Regulated Lead Acid)
Nominal voltage	2V
Capacity	110Ah
Jumlah Sel	108 sel
Tahun Operasi	2024



Gambar 2. Baterai eksisting PLTGU Belawan

Peralatan yang digunakan pada saat pengerjaan sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel peralatan yang digunakan

No	Peralatan	Gambar
----	-----------	--------



---

1. APD Standar



---

2. *Clamp Ampere*



---

3. *Dummy Load Test 250V-300A*



---

### 3. Hasil

#### 3.1 Pengujian Kapasitas Baterai

PT PLN Nusantara Power UP belawan memiliki 4 unit pembangkit gas, masing-masing unit memiliki 36 pcs baterai berkapasitas total 220Vdc. Total keseluruhan jika dikalikan dengan 4 unit adalah 144 pcs.

Dalam penelitian ini, penulis akan menghitung berapa kapasitas baterai dan efisiensi baterai. Baterai yang akan di uji adalah baterai baru yang di pesan oleh PT PLN Nusantara UP Belawan kepada PT Anexco Mitra Abadi selaku sub kontraktor penyedia baterai. Pengujian dilakukan pada tanggal 26 – 31 Desember 2023. Dengan ruang lingkup pekerjaan diantaranya :

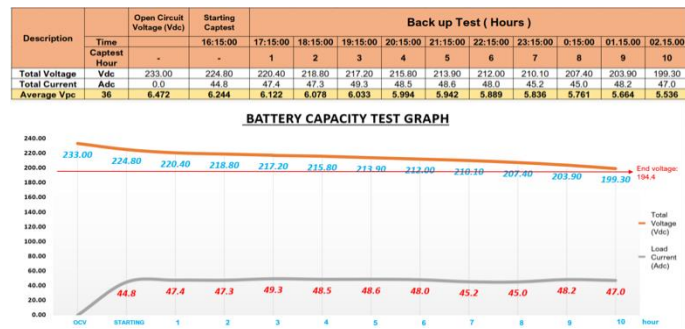
1. Setting dan install batteries
2. Recharge batteries before capacity test
3. Capacity test
4. Recharge batteries after capacity test

#### 3.2 Pengukuran Tegangan Per Sel Pada Saat Pengosongan Baterai

Pengukuran tegangan per sel baterai adalah proses memeriksa tegangan listik pada sebuah sel individual sebuah baterai. Ini penting untuk mengavaluasi kondisi baterai, terutama dalam baterai yang terdiri dari beberapa sel yang dihubungkan secara seri atau paralel. Jika baterai dalam kondisi normal, penurunan tegangan tiap-tiap sel rata – rata hampir sama pada saat pengujian kapasitas baterai.

Dari hasil pengukuran tegangan Per Sel saat pengosongan baterai diketahui laju penurunan tegangan perjamnya mengalami penurunan secara merata, ini mengindikasikan bahwa penurunan tegangan baterai dalam kategori normal.





Gambar 3. Grafik Pengetesan Kapasitas Baterai



Gambar 4. Proses Pengujian Kapasitas Baterai

Berikut adalah perhitungan kapasitas dan efisiensi baterai dari data pengujian diatas :

1. Kapasitas Baterai ( Ah)

Rumus kapasitas baterai

$$\text{Kapasitas (Ah)} = \text{Arus (A)} \times \text{Waktu (h)}$$

Diketahui :

Arus = 44,4 (konstan)

Waktu = 10 jam (dari table : pengujian selama 10 jam)

$$\text{Kapasitas} = 44,4 \text{ A} \times 10 \text{ jam} = 444 \text{ Ah}$$

2. Efisiensi Baterai

Efisiensi energi dihitung dari perbandingan energi listrik yang dikeluarkan selama pengujian terhadap energi teoritis maksimum dari baterai.

Energi Keluaran :

$$E_{keluar} = V_{rata-rata} \times I \times t$$

a. Tegangan rata-rata = rata-rata dari total voltase dari 1 s/d 10 jam :

$$\text{Rata-rata Vdc} = \frac{224,8+220,4+218,8+217,2+215,8+213,9+212+210,1+207,4+203,9+199,3}{11} = 213,8$$

$$E_{keluar} = 213,8 \text{ V} \times 44,4 \text{ A} \times 10 \text{ jam} = 94.927,2 \text{ Vah} = 94.927,2 \text{ Wh} = 94,93\text{kWh}$$

b. Energi Teoritis Maksimum

Jika kapasitas nominal baterai adalah 100 Ah per unit dan 4 string paralel (dengan total 144 sel atau 36 sel perstring) :

$$\text{Kapasitas total teoritis} = 100\text{Ah} \times 4 \text{ string} = 400\text{Ah}$$

$$\text{Tegangan total nominal} = 2 \text{ V} \times 144 \text{ sel} = 244\text{V} \text{ (namun sistem ini disusun 4 string ; 36 sel = 220)}$$

Maka gunakan tegangan kerja sistem = 220V

$$E_{maksimal} = 400 \text{ Ah} \times 220\text{V} = 80.000 \text{ Wh} = 88 \text{ kWh}$$

Namun karena yang diuji hanya 444 Ah (pada C10) = 444 Ah×220V = 97,68 kWh, maka energi actual outputnya mendekati kapasitas penuh.

c. Efisiensi Energi



Lisensi  
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

$$\text{Efisiensi} = \frac{E_{\text{Keluar}}}{E_{\text{Maks}}} \times 100\% = \frac{94,93}{97,68} \times 100\% = 97,2\%$$

Dari perhitungan dapat disimpulkan

- Kapasitas Baterai : 444 Ah (pada pengujian C10)
- Energi output = 94,93 kWh
- Efisiensi Energi baterai : 97,2 %
- Semua baterai lulus uji kapasitas di C10 karena voltase terakhir 199,3 Vdc > 194,4 Vdc

### 3.3 Kapasitas yang dibutuhkan dalam 1 unit pembangkit

Untuk menentukan jumlah baterai yang dibutuhkan berdasarkan tegangan yang terpasang. Maka kita perlu mengetahui total tegangan sistem yang dibutuhkan dan tegangan nominal baterai. Kemudian, bagilah total tegangan sistem dengan tegangan total nominal baterai untuk mendapatkan jumlah baterai yang dibutuhkan.

- Total tegangan yang terpasang disistem DC di PLTGU UP Belawan adalah 220 Vdc. Maka, dipilih baterai dengan tegangan nominal 6Vdc (menyesuaikan tempat pemasangan baterai)

$$\text{Maka : } \frac{220Vdc}{6Vdc} = 36,6 \text{ digenapkan } 36 \text{ pcs}$$

- Pastikan juga kapasitas (Ah) baterai, kerana ini akan menentukan berapa lama baterai dapat menyuplai daya.

Kapasitas di PLTGU UP belawan berjumlah total 27 A terdiri dari *emergency bearing oil pump* dan *feeder*.

PLTGU UP memilih 100 Ah untuk menjaga kehandalan unit pada saat *black out* terjadi.

$$\text{Maka : } \frac{100Ah}{27Ah} = 3,7 \text{ jam}$$

## 4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian :

- Berdasarkan pengujian tegangan per sel, diketahui laju penurunan tegangan tiap sel baterai 220 Vdc relatif sama dan stabil. Tegangan akhir pada saat pengujian tidak lebih kecil dari tegangan akhir sesuai dengan standar pabrikan. Dapat disimpulkan bahwa baterai 220 Vdc dikatakan layak dan handal sesuai dengan standar yang disarankan IEEE.
- Perhitungan efisiensi pada baterai 220 Vdc PLTGU UP belawan yaitu di 97,2 %. Kondisi baterai cukup untuk bisa mensupport kehandalan unit PLTGU UP Belawan.

Saran Penelitian:

- Lakukan *preventive maintenance* setidaknya sebulan sekali, memeriksa kondisi baterai, tegangan dan kondisi arus
- Jaga suhu ruangan antara 22°C s/d 25°C agar baterai awet dan handal.

## REFERENSI

- [1] Z. Tharo and H. Hamdani, "Analisis biaya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap skala rumah tangga," *Journal of Electrical and System Control Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 65–71, 2020.
- [2] Z. Tharo, H. Hamdani, and M. Andriana, "Pembangkit listrik hybrid tenaga surya dan angin sebagai sumber alternatif menghadapi krisis energi fosil di sumatera," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASSTEK)*, 2019, pp. 141–144.
- [3] H. Hamdani, Z. Tharo, and S. Anisah, "Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASSTEK)*, 2019, pp. 190–195.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- [4] Z. Tharo, E. Syahputra, and R. Mulyadi, "Analysis of Saving Electrical Load Costs With a Hybrid Source of PLN-PLTS 500 Wp," *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, vol. 4, no. 1, pp. 235–243, 2022.
- [5] Z. Tharo, H. Hamdani, and M. Andriana, "Pembangkit listrik hybrid tenaga surya dan angin sebagai sumber alternatif menghadapi krisis energi fosil di sumatera," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)*, 2019, pp. 141–144.
- [6] P. Wibowo, S. A. Lubis, and Z. T. Hamdani, "Smart home security system design sensor based on pir and microcontroller," *International Journal of Global Sustainability*, vol. 1, no. 1, pp. 67–73, 2017.
- [7] P. Wibowo, S. A. Lubis, and Z. T. Hamdani, "Smart home security system design sensor based on pir and microcontroller," *International Journal of Global Sustainability*, vol. 1, no. 1, pp. 67–73, 2017.
- [8] Z. Tharo, H. Hamdani, M. Andriana, and P. Andhika, "Wastafel Pintar Berbasis Energi Terbarukan," *Intecom: Journal Of Information Technology And Computer Science*, vol. 6, no. 1, pp. 363–370, 2023.
- [9] Z. Tharo, H. Hamdani, M. Andriana, and P. Andhika, "Wastafel Pintar Berbasis Energi Terbarukan," *Intecom: Journal Of Information Technology And Computer Science*, vol. 6, no. 1, pp. 363–370, 2023.
- [10] R. Rahmaniar, A. Junaidi, A. S. P. Tarigan, and A. H. B. Butar, "Digital Simulation of Short Circuit Current Calculation Using Graphical User Interface for Learning Media Electric Power System Analysis," *International Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 6, no. 1.1, 2024.
- [11] E. Rajagukguk, A. S. P. Tarigan, and R. Rahmaniar, "Enhance Adjustment Mass Position Based On A Solar Panel Tracking System," *Jurnal Scientia*, vol. 12, no. 04, pp. 156–160, 2023.
- [12] M. Siregar, Zamriyetti, S. Wahyuni, and Rahmaniari, "Pelatihan Sistem Tanam Hidroponik Kepada Para Ibu Jalasenastri FASHARKAN Belawan," *Jurnal Abdimas Hawari, Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 9–17, 2021.
- [13] A. Dani and D. Erivianto, "STUDI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF GRID SKALA RUMAH TANGGA PADA DAERAH BAGAN DELI MENGGUNAKAN Pvsyst.," *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 3, no. 9, 2022.
- [14] D. Erivianto, A. Dani, and H. Gunawan, "Pengolahan Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap," *J. Indones. Sos. Teknol*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2022.
- [15] D. Erivianto and D. Notosudjono, "Penggunaan Limbah Padat Kelapa Sawit Untuk Menghasilkan Tenaga Listrik Pada Existing Boiler," *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, vol. 26, no. 2, 2016.
- [16] R. J. Efendi, S. Aryza, and D. Erivianto, "An Analysis Of Renewable Energy Improvement Using Hybrid Capacitor Solar Cell Method," *Jurnal Scientia*, vol. 13, no. 04, pp. 1514–1528, 2024.
- [17] A. W. Sihombing, D. Erivianto, and M. E. Dalimunthe, "Feasibility Analysis of Diesel Power Plant Operations (PLTD) in North Sumatra," *Holistic Science*, vol. 5, no. 1, pp. 83–91, 2025.
- [18] A. Dani and D. Erivianto, "Potential of rooftop solar electric energy on campus buildings high school of technology Sinar Husni using helioscope software," *Jurnal Info Sains: Informatika Dan Sains*, vol. 14, no. 01, pp. 219–231, 2024.
- [19] A. Dani and D. Erivianto, "STUDI PERBANDINGAN ARUS START MOTOR INDUKSI SISTEM PENGASUTAN DOL DAN STAR DELTA MENGGUNAKAN AUTOMATION STUDIO.," *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 4, no. 4, 2023.
- [20] A. D. Tarigan, P. Wibowo, and A. S. Tarigan, "Perancangan Otoped Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Media Transportasi," *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 62–65, 2022.

\*\*\*\*\*



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.