

**ANALISIS RISIKO DAN PENANGANAN INSIDEN PADA GARDU INDUK
(STUDI KASUS LEDAKAN GARDU INDUK SERANG)**Ryan Adam Hidayatullah¹, Silvia Oktaviani², Ratna Sari³, Endra Setiawan⁴, Didik Aribowo⁵^{1,2,3,4,5}Universitas Sultan Ageng TirtayasaEmail: 2283210030@untirta.ac.id¹, 2283220029@untirta.ac.id², 2283220043@untirta.ac.id³,
283210030@untirta.ac.id⁴, 283210030@untirta.ac.id⁵

Abstrak: Listrik merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari, dan keandalan sistem kelistrikan sangat bergantung pada peralatan yang ada dalam gardu induk. Penelitian ini mengkaji insiden ledakan yang terjadi di Gardu Induk Serang pada 23 Desember 2017. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab teknis dan nonteknis dari insiden tersebut, menganalisis dampaknya terhadap pasokan listrik, serta memberikan rekomendasi mengenai pengelolaan risiko dan prosedur mitigasi untuk mencegah terulangnya kejadian serupa. Berdasarkan hasil analisis, penyebab teknis yang ditemukan mencakup kegagalan transformator daya, gangguan petir, dan kesalahan operasional peralatan. Dampak dari insiden ini meliputi gangguan pasokan listrik yang mempengaruhi sektor rumah tangga, industri, serta layanan publik. Penelitian ini menyarankan perlunya peningkatan pemeliharaan dan penguatan sistem proteksi untuk meningkatkan keandalan dan keselamatan operasional gardu induk di masa depan.

Kata Kunci: Gardu Induk, Ledakan, Risiko Kelistrikan.

***Abstract:** Electricity is an essential need in daily life, and the reliability of the electrical system highly depends on the equipment in the substations. This study examines an explosion incident that occurred at the Serang Substation on December 23, 2017. The research aims to identify the technical and non-technical causes of the incident, analyze its impact on the power supply, and provide recommendations on risk management and mitigation procedures to prevent similar incidents in the future. Based on the analysis, technical causes include transformer failure, lightning disturbances, and equipment operational errors. The impact of the incident includes power supply disruptions affecting households, industries, and public services. This study suggests the need for improved maintenance and strengthening of protection systems to enhance the reliability and safety of substation operations in the future.*

Keywords: Substation, Explosion, Electrical Risk.

PENDAHULUAN

Saat ini, listrik telah menjadi kebutuhan pokok yang tak terpisahkan dalam kehidupan manusia. Setiap hari, hampir semua orang bergantung pada energi listrik, baik untuk keperluan pribadi maupun kebutuhan publik, seperti lampu penerangan jalan dan lampu lalu lintas. Dengan berkembangnya infrastruktur di berbagai daerah, kebutuhan listrik di Indonesia terus meningkat (Johan & Ginting, 2022). Oleh karena itu, suplai energi listrik harus dioptimalkan agar mampu memenuhi permintaan yang terus bertambah. Keandalan peralatan dalam sistem transmisi dan distribusi listrik menjadi faktor kunci dalam menjaga kualitas pelayanan energi listrik yang optimal (Setiawan & Murdiantoro, 2021).

Gardu induk merupakan salah satu komponen utama dalam sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit hingga ke konsumen. Gardu induk terdiri dari berbagai peralatan listrik yang saling terhubung dan memiliki fungsi masing-masing untuk memastikan proses penyaluran energi listrik berjalan dengan optimal (Gani et al., 2020). Secara umum, gardu induk berperan untuk mengatur aliran daya listrik antara saluran transmisi, berfungsi sebagai pusat kontrol, memberikan perlindungan terhadap operasi sistem, serta menurunkan tegangan dari level transmisi ke level distribusi (Satriani et al., 2023).

Kasus ledakan Gardu Induk Serang pada Desember 2017 menjadi salah satu contoh nyata dari risiko operasional yang dapat mengganggu sistem kelistrikan secara luas. Insiden ini menyebabkan pemadaman listrik di beberapa wilayah di Banten, termasuk Kota Serang, Cilegon, dan Pandeglang, sehingga memengaruhi aktivitas masyarakat dan ekonomi lokal. Meskipun insiden ini telah memicu perhatian terhadap pentingnya pengelolaan risiko pada gardu induk, analisis mendalam mengenai penyebab teknis maupun nonteknis, dampaknya terhadap jaringan, serta langkah mitigasi yang dapat diterapkan masih belum banyak dibahas secara komprehensif.

Faktor-faktor yang memengaruhi insiden di gardu induk meliputi kegagalan komponen seperti transformator daya, pemutus sirkuit (*circuit breaker*), hingga ketidaksesuaian dalam prosedur operasional. Selain itu, risiko eksternal seperti cuaca ekstrem, surja petir, atau kerusakan lingkungan juga menjadi tantangan yang memerlukan perhatian khusus (Suryomukti & Saragih, 2024). Dalam konteks GI Serang, minimnya informasi yang tersedia tentang penyebab ledakan serta pendekatan mitigasi menunjukkan perlunya evaluasi risiko yang lebih terarah untuk meningkatkan keandalan dan keselamatan operasi gardu induk di masa depan.

Penelitian ini berjudul “Analisis Risiko dan Penanganan Insiden pada Gardu Induk: Studi Kasus Ledakan Gardu Induk Serang”, bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab teknis maupun nonteknis insiden, mengevaluasi dampaknya terhadap jaringan listrik di wilayah terdampak, serta memberikan rekomendasi perbaikan sistem dan prosedur pengelolaan risiko gardu induk. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan strategi mitigasi risiko yang efektif dan langkah-langkah pemulihan yang lebih cepat untuk meminimalkan dampak insiden serupa di masa depan.

KAJIAN TEORITIS

a. Gardu Induk

Gardu induk adalah salah satu elemen penting dalam sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik. Komponen ini, bersama dengan sistem transmisi dan distribusi, berfungsi sebagai satu kesatuan yang saling terhubung saat digunakan. Gardu induk memungkinkan penyaluran listrik pada berbagai tingkat tegangan, yang memungkinkan perubahan dari tegangan rendah ke tegangan tinggi sesuai kebutuhan. Di Indonesia, terdapat beberapa jenis gardu induk dengan berbagai macam peralatan utama. Agar gardu induk dapat berfungsi dengan optimal dan terhindar dari kerusakan serius, diperlukan pemeliharaan pada peralatan utama di setiap terminal atau teluk, seperti trafo daya, trafo arus, trafo tegangan, pemutus tegangan (PMT), serta perangkat penangkal petir (LA) (Agustian et al., 2024).

Gardu induk berperan penting dalam penyaluran energi listrik dengan menerima tenaga listrik dari sumber pembangkit dan mendistribusikannya ke jaringan distribusi (Istiyono, 2020). Fungsi utamanya melibatkan pengaturan tegangan, memastikan energi listrik yang disalurkan sesuai dengan kebutuhan konsumen, baik dari segi kapasitas maupun kualitas. Proses ini bertujuan untuk menjaga stabilitas pasokan listrik, mengurangi kehilangan energi selama transmisi, dan mendukung efisiensi operasional jaringan listrik secara keseluruhan. Gardu induk menjadi penghubung strategis antara pembangkit listrik dan pengguna akhir, menjamin ketersediaan energi yang handal dan berkesinambungan.

b. Peralatan dalam Gardu Induk

1) Transformator Daya

Transformator daya berfungsi untuk mentransfer daya listrik dengan mengubah besaran tegangan tanpa mengubah frekuensi. Selain itu, transformator daya juga berperan sebagai

pengatur tegangan. Transformator ini dilengkapi dengan transformator pentanahan, yang berfungsi untuk menyediakan titik netral pada transformator daya (Irwanto & Prabustya, 2020).

2) *Neutral Grounding Resistance (NGR)*

Neutral Grounding Resistance (NGR) adalah komponen yang ditempatkan di antara titik netral transformator dan sistem pentanahan. Fungsi utama NGR adalah mengurangi arus gangguan yang mungkin terjadi (Jannah & Mirza, 2021).

3) *Current Transformer*

Transformator Arus (CT) berfungsi untuk mengubah arus listrik dari nilai yang besar menjadi lebih kecil. Komponen ini digunakan untuk menurunkan besaran arus dalam sistem tenaga listrik sehingga dapat digunakan pada sistem pengukuran dan perlindungan (Fadhilah et al., 2022).

4) *Potential Transformer (PT)*

Transformator Tegangan (PT) berperan dalam mengubah tegangan dari nilai tinggi ke nilai yang lebih rendah. Komponen ini digunakan untuk menurunkan tegangan listrik dalam sistem tenaga sehingga sesuai untuk keperluan pengukuran dan perlindungan (Fadhilah et al., 2022).

5) Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus tenaga listrik memiliki fungsi untuk memutus aliran tenaga listrik, baik dalam kondisi gangguan maupun berbeban, dengan kecepatan yang tinggi. Ketika terjadi gangguan, arus yang timbul biasanya sangat besar, sehingga pemutus beban bekerja di bawah tekanan yang berat. Jika kondisi alat pemutus tenaga mengalami penurunan akibat kurangnya pemeliharaan, kemampuannya untuk memutus daya sesuai spesifikasinya dapat terganggu, yang berpotensi menyebabkan kerusakan atau bahkan ledakan pada pemutus tersebut (Fadhli & Syukri, 2024).

6) Pemisah (PMS)

Pemilihan jenis pemisah (*disconnect switch*) bergantung pada lokasi pemasangan, struktur luar ruangan (*outdoor structure*), dan faktor lainnya. Secara umum, pemisah tidak dirancang untuk memutuskan arus. Meskipun dapat memutuskan arus kecil, seperti arus pada pembangkit tenaga, proses pembukaan atau penutupannya harus dilakukan

setelah pemutus tenaga terlebih dahulu dinonaktifkan. Untuk memastikan urutan operasi yang benar dan menghindari kesalahan, diperlukan mekanisme penguncian antar perangkat (*interlock*) antara pemisah dan pemutus beban (Fadhli & Syukri, 2024).

7) Panel Hubung

Panelahubung (meja atau *switchboard*) berfungsi sebagai pusat kendali utama di sebuah Gardu Induk (GI). Melalui panel ini, operator dapat memantau kondisi peralatan, mengoperasikan perangkat, serta melakukan pengukuran tegangan, arus, daya, dan parameter lainnya. Jika terjadi gangguan, panelahubung secara otomatis akan memutus pemutus beban melalui mekanisme rele pengaman, sehingga bagian yang terganggu dapat terpisah dari sistem. Karena tegangan dan arus pada sisi tegangan tinggi tidak dapat diukur secara langsung, transformator ukur (*instrument transformer*) digunakan untuk mengubahnya menjadi tegangan dan arus yang lebih rendah, sekaligus melindungi perangkat dari tegangan tinggi. Transformator ukur ini terdiri dari tiga jenis utama: transformator tegangan, transformator arus, dan transformator kombinasi tegangan serta arus.

8) Busbar

Rel (busbar) berfungsi sebagai titik penghubung (*connecting point*) antara transformator daya, SUTT/SKTT, dan berbagai komponen listrik lainnya. Komponen ini berperan dalam menerima dan menyalurkan tenaga listrik dalam sistem (Fauzi et al., 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif analitis, yang bertujuan untuk menganalisis insiden ledakan yang terjadi di Gardu Induk Serang pada 23 Desember 2017. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk memperoleh informasi mendalam mengenai penyebab, dampak, serta penanganan insiden yang terjadi. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari berita online terkait peristiwa tersebut dan tinjauan literatur mengenai pengelolaan risiko serta penanganan insiden di gardu induk.

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pengumpulan data dari berbagai sumber berita online yang melaporkan kejadian ledakan di Gardu Induk Serang. Sumber berita ini memberikan

gambaran tentang kronologi kejadian, dampak yang ditimbulkan, serta upaya penanganan yang dilakukan oleh pihak berwenang, seperti PLN dan petugas pemadam kebakaran. Berita yang dikumpulkan berasal dari portal media lokal yang melaporkan insiden tersebut secara langsung seperti pada gambar 1. Dari berita ini, peneliti dapat mengetahui waktu kejadian, kondisi di lokasi, serta reaksi masyarakat dan aparat terhadap peristiwa tersebut.



Gambar 1. Berita Online Gardu Induk Serang Meledak

(sumber: <https://faktabanten.co.id/serang/gardu-induk-serang-meledak-listrik-padam-di-sebagian-wilayah-di-banten/>)

Selain berita online, penelitian ini juga melibatkan tinjauan literatur yang relevan dengan topik pengelolaan risiko dan penanganan insiden pada gardu induk. Literatur yang dikaji mencakup buku, jurnal, serta artikel ilmiah yang membahas sistem kelistrikan, manajemen risiko, serta prosedur penanganan kebakaran dan ledakan pada fasilitas kelistrikan. Tinjauan literatur ini penting untuk memberikan dasar teori yang kuat dalam menganalisis penyebab dan dampak dari ledakan serta untuk membandingkan penanganan insiden di Gardu Induk Serang dengan prosedur yang seharusnya diterapkan sistematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyebab Teknis Insiden Ledakan Gardu Induk

Berdasarkan analisis terhadap insiden ledakan Gardu Induk Serang pada 23 Desember 2017, terdapat beberapa temuan utama yang dapat disarikan. Berikut merupakan beberapa Penyebab Teknis Insiden ledakan pada Gardu Induk.

- 1) Kegagalan Transformator Daya: Transformator daya dapat mengalami kerusakan akibat overheating, gangguan isolasi, atau kelebihan beban.
- 2) Gangguan Petir atau Lonjakan Tegangan: Gardu Induk sangat rentan terhadap gangguan eksternal seperti surja petir, terutama jika sistem grounding atau proteksi petir tidak berfungsi optimal.
- 3) Ketidaksiesuaian Operasi Peralatan: Kesalahan manusia (human error) atau pengabaian prosedur perawatan dapat menyebabkan kegagalan pada komponen seperti circuit breaker atau relay proteksi.

Dampak Insiden Ledakan Gardu Induk

Insiden ledakan yang terjadi di Gardu Induk Serang pada 23 Desember 2017 memberikan dampak yang signifikan, baik dari sisi operasional kelistrikan, sosial, maupun ekonomi. Dampak tersebut dapat dilihat dari berbagai aspek yang meliputi gangguan pasokan listrik, kerugian material, reaksi masyarakat, serta respons dari pihak berwenang. Berikut adalah uraian mengenai dampak dari insiden tersebut:

1) Gangguan Pasokan Listrik

Salah satu dampak utama dari ledakan di Gardu Induk Serang adalah pemadaman listrik yang meluas di wilayah sekitar, termasuk Kota Serang, Cilegon, dan Pandeglang. Ledakan tersebut menyebabkan terganggunya distribusi listrik di sejumlah daerah, yang mengakibatkan pemadaman selama beberapa jam. Hal ini memengaruhi aktivitas masyarakat, baik di sektor rumah tangga maupun industri. Pasokan listrik yang terputus juga mengganggu operasional bisnis dan layanan penting, seperti rumah sakit, kantor pemerintahan, dan fasilitas umum lainnya. Akibatnya, masyarakat harus menghadapi ketidaknyamanan dan kerugian akibat tidak tersedianya listrik untuk kegiatan sehari-hari.

2) Kerusakan Infrastruktur dan Peralatan

Selain gangguan pasokan listrik, ledakan tersebut menyebabkan kerusakan pada fasilitas Gardu Induk itu sendiri. Kebakaran yang terjadi akibat ledakan menyebabkan kerusakan fisik pada peralatan kelistrikan yang ada di gardu tersebut, seperti transformator, panel distribusi, dan perangkat pendukung lainnya. Kerusakan ini membutuhkan waktu dan biaya yang cukup besar untuk perbaikan dan penggantian alat yang rusak. Hal ini juga mempengaruhi pemulihan distribusi listrik yang membutuhkan proses yang cukup lama agar kembali normal.

3) Kehilangan Ekonomi

Akibat pemadaman listrik yang berlangsung cukup lama, banyak sektor ekonomi yang terdampak. Industri manufaktur, perdagangan, serta sektor komersial lainnya mengalami kerugian karena proses produksi atau aktivitas usaha terhambat. Di daerah seperti Cilegon yang memiliki kawasan industri besar, pemadaman ini bisa menyebabkan kerugian finansial yang signifikan, baik berupa kerusakan produk, keterlambatan pengiriman, atau penurunan pendapatan. Kerugian yang ditimbulkan tidak hanya mencakup biaya perbaikan fasilitas kelistrikan, tetapi juga biaya ganti rugi akibat gangguan terhadap operasional bisnis.

Penanganan Insiden dan Respon dari Ledakan Gardu Induk

Setelah insiden ledakan, berbagai pihak terkait langsung terlibat dalam penanganan insiden, namun beberapa aspek terkait penanganan masih perlu diperbaiki:

- 1) **Respons Keamanan dan Pemadaman:** Berdasarkan laporan di lokasi kejadian, sejumlah petugas pemadam kebakaran dan aparat kepolisian diterjunkan untuk menangani kebakaran dan menjaga keamanan. Keberadaan petugas keamanan dan pemadam kebakaran ini sangat penting untuk mencegah meluasnya dampak kebakaran dan menjaga ketertiban di sekitar lokasi.
- 2) **Kurangnya Transparansi dan Komunikasi:** Salah satu masalah yang muncul setelah ledakan ini adalah kurangnya komunikasi antara pihak PLN dan media serta masyarakat. Awak media yang mencoba meliput kejadian ini dilarang masuk dan tidak diberikan informasi mengenai penyebab atau kronologi insiden. Padahal, transparansi sangat penting untuk

memberikan pemahaman kepada publik mengenai situasi yang sedang terjadi dan upaya pemulihan yang sedang dilakukan. Ini menunjukkan adanya kelemahan dalam komunikasi krisis yang perlu diperbaiki untuk mengurangi kebingungan dan kecemasan masyarakat.

- 3) **Penyelidikan dan Pengidentifikasian Penyebab:** Meskipun insiden tersebut cukup besar, hingga saat ini belum ada penjelasan resmi mengenai penyebab pasti dari ledakan. Penyelesaian masalah ini membutuhkan investigasi yang mendalam oleh pihak berwenang untuk memastikan bahwa peralatan dan prosedur operasional telah dijalankan dengan benar dan tidak ada kelalaian yang berpotensi menyebabkan kecelakaan serupa di masa depan.

Analisis Risiko dan Strategi Mitigasi agar tidak terjadi Ledakan pada Gardu Induk

Dalam rangka meningkatkan pengelolaan risiko dan penanganan insiden di masa mendatang, beberapa langkah mitigasi dapat diterapkan:

- 1) **Peningkatan Pemeliharaan dan Pengawasan:** Untuk menghindari terjadinya ledakan atau kebakaran, pemeliharaan berkala dan pemeriksaan menyeluruh pada peralatan di gardu induk harus dilakukan secara rutin. Pengawasan yang lebih ketat terhadap komponen yang rentan terhadap kerusakan atau kelebihan beban juga perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya insiden.
- 2) **Pelatihan dan Penguatan Prosedur Operasional:** Menyusun prosedur operasional standar (SOP) yang lebih ketat dan memberikan pelatihan lebih lanjut bagi tenaga kerja yang bertugas di gardu induk akan mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan manusia yang dapat menyebabkan insiden. Pelatihan terkait dengan penanganan keadaan darurat dan penggunaan alat pelindung diri (APD) sangat penting.
- 3) **Perencanaan Kontinjensi dan Komunikasi Krisis:** Dalam menghadapi insiden yang tidak terduga, sistem perencanaan kontinjensi yang melibatkan komunikasi yang cepat dan efektif antara PLN, aparat keamanan, serta media massa sangat dibutuhkan. Komunikasi yang jelas mengenai penyebab, langkah penanganan, dan estimasi pemulihan akan memberikan kepastian kepada masyarakat dan mengurangi keresahan.
- 4) **Investasi dalam Teknologi Deteksi dan Pemantauan:** Penggunaan teknologi canggih seperti sistem deteksi kebakaran otomatis, pemantauan suhu, dan sistem pemadaman kebakaran

yang terintegrasi dapat membantu mendeteksi tanda-tanda kerusakan atau overheating lebih dini, sehingga mencegah terjadinya kerusakan parah atau kebakaran.

KESIMPULAN

Insiden ledakan yang terjadi di Gardu Induk Serang pada 23 Desember 2017 mengungkap pentingnya manajemen risiko yang lebih baik dalam pengelolaan fasilitas kelistrikan. Penyebab teknis seperti kegagalan transformator daya, gangguan petir, dan ketidaksesuaian operasi peralatan menjadi faktor utama yang menyebabkan terjadinya ledakan. Dampaknya sangat signifikan, baik dari sisi operasional kelistrikan, sosial, maupun ekonomi, termasuk gangguan pasokan listrik yang meluas, kerusakan infrastruktur, dan kerugian ekonomi yang besar di sektor industri.

Penanganan insiden yang melibatkan petugas keamanan dan pemadam kebakaran cukup efektif dalam mengatasi kebakaran, namun kurangnya transparansi dan komunikasi menjadi kendala dalam memberikan informasi yang jelas kepada masyarakat dan media. Oleh karena itu, penting bagi pihak berwenang, dalam hal ini PLN, untuk meningkatkan prosedur komunikasi krisis, melakukan investigasi yang mendalam, serta memberikan penjelasan yang transparan tentang penyebab insiden.

Berdasarkan analisis risiko, beberapa langkah mitigasi yang dapat diterapkan adalah peningkatan pemeliharaan dan pengawasan rutin terhadap peralatan, pelatihan intensif bagi tenaga kerja, penguatan prosedur operasional, serta investasi dalam teknologi deteksi dan pemantauan yang lebih canggih. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan dapat mencegah terjadinya insiden serupa di masa depan dan memastikan kelangsungan pasokan listrik yang aman dan andal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, D., Septiani, M., Romdoni, S., Anzhari, H., Bragi Muslim, A., & Aribowo, D. (2024). Analisis Prosedur Penggantian Arrester pada Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) UP3 Cikupa. *SURYA TEKNIKA*, 11(1), 477–481.
- Fadhilah, M. F., Ahmad, E., & Hamidi, Z. (2022). Analisis Hasil Pengukuran Current Transformer Menggunakan Metode Tegangan dan Arus. *SENTER 2022: Seminar Nasional Teknik Elektro 2022*, 7, 204–208.

- Fadhli, C., & Syukri, dan. (2024). Studi Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) Pada Gardu Induk PT. PLN (Persero) UPT Banda Aceh. *Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology*, 4.
- Fauzi, A., Arjana, I. G. D., & Partha, C. G. I. (2020). PERANCANGAN SISTEM PENGAMAN BUSBAR 150 KV MENGGUNAKAN RELE DIFERENSIAL DI GARDU INDUK SANUR. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(2).
- Gani, R. A., Facta, M., & Denis, D. (2020). STUDI TRANSFORMATOR 150/22 KV GARDU INDUK GULUK-GULUK PULAU MADURA PROVINSI JAWA TIMUR. *TRANSIENT*, 9(2), 2685–0206. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>
- Irwanto, & Prabustya, R. D. (2020). ANALISIS TRANSFORMATOR DAYA BERDASARKAN PENGUJIAN MINYAK TRAFU PADA RING MAIN UNIT(RMU) PSK 151 DI PT.PLN (PERSERO) UP3 CIKUPA. *Jurnal Instek*, 5(2).
- Istiyono, Y. P. (2020). ANALISA TEKNO EKONOMI PEMBANGUNAN GARDU INDUK 150kV TEROTOMASI UNTUK INDUSTRI. *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, 3(1), 97. <https://doi.org/10.32493/epic.v3i1.4902>
- Jannah, M., & Mirza, D. (2021). ANALISA PENGARUH NEUTRAL GROUNDING RESISTANCE (NGR) 40 OHM PAD TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA DIGARDU INDUK BIREUE TERHADAP ARUS GANGGUAN SATU FASA KE TANAH. *Jurnal Sistem Informasi*, 5.
- Johan, S., & Ginting, A. M. (2022). DETERMINASI KONSUMSI LISTRIK DI INDONESIA. *Media Ekonomi*, 30(1), 106–117. <https://doi.org/10.25105/me.v30i1.10662>
- Satriani, S., Akhmad, M. T., Fauziah, H., & Ali, M. F. (2023). Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV untuk Mengurangi Drop Voltage Pada Penyulang Asuhan GI Daya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*.
- Setiawan, W., & Murdiantoro, R. A. (2021). Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Akibat Gangguan pada Masa Pandemi COVID-19Di PT. PLN (Persero) ULP Sidareja. *Journal of Electronic and Electrical Power Application*.

Suryomukti, M., & Saragih, Y. (2024). Analisis Risiko di Area Switchyard PT.PLN Gardu Induk Kosambi Menggunakan Metode HIRARC. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(2), 1–11. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.22625>.