



Sistem Proteksi Generator Menggunakan Relai Differensial Unit 5-7 di PT. Indonesia Power PGU Suralaya

Dafiq Bimasakti¹, Bagus Dwicahyono^{2*}

Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, Indonesia
Email: dafiqbms@gmail.com¹, bagusdwicahyono@untirta.ac.id²

Abstrak

Generator merupakan komponen penting dalam sistem pembangkitan listrik yang memerlukan sistem proteksi untuk mengamankan peralatan dari gangguan internal. Salah satu sistem proteksi yang digunakan pada generator Unit 5-7 PT Indonesia Power PGU Suralaya adalah relai differensial sebagai proteksi utama (main protection). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi parameter pengaturan relai differensial pada sistem proteksi generator Unit 5-7 PT Indonesia Power PGU Suralaya. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus. Data penelitian diperoleh selama pelaksanaan Kerja Praktik melalui observasi, dokumentasi, wawancara, serta studi literatur. Data yang dianalisis meliputi data komisioning, rasio Current Transformer (CT), dan parameter pengaturan relai differensial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter pengaturan relai differensial pada PLTU 5, PLTU 6, dan PLTU 7 tidak mengalami perubahan dibandingkan data komisioning. Pada relay 87G digunakan CT line dan CT netral sebesar 24000/5 A, nilai arus differensial (ΔI) sebesar 125 mA, dan *slope* sebesar 10%. Sedangkan pada relay 87GT digunakan CT UST A, CT USB B, dan CT GEN sebesar 24000/5 A serta CT GSU sebesar 1900/5 A dengan *slope* sebesar 30%. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa konfigurasi sistem proteksi masih sesuai dengan pengaturan awal yang digunakan pada saat komisioning. Dengan demikian, relai differensial masih memenuhi parameter pengaturan yang ditetapkan sebagai sistem proteksi generator pada Unit 5-7 PT Indonesia Power PGU Suralaya.

Kata Kunci: Generator; PLTU; Proteksi; Relai Differensial

ABSTRACT

Generators are important components in power generation systems and require protection systems to safeguard equipment from internal faults. One of the protection systems applied to Units 5-7 generators at PT Indonesia Power PGU Suralaya is the differential relay as the main protection system. This study aims to evaluate the setting parameters of the differential relay used in the generator protection system of Units 5-7 at PT Indonesia Power PGU Suralaya. The research employed a quantitative descriptive method with a case study approach. Data were collected during an industrial internship through observation, documentation, interviews, and literature review. The analyzed data included commissioning records, Current Transformer (CT) ratios, and differential relay setting parameters. The results indicate that the differential relay settings at Units 5, 6, and 7 have not changed from the original commissioning data. For relay 87G, the line CT and neutral CT ratios were 24000/5 A, with a differential current pickup (ΔI) of 125 mA and a slope setting of 10%. For relay 87GT, the UST A CT, USB B CT, and GEN CT ratios were 24000/5 A, while the GSU CT ratio was 1900/5 A, with a slope setting of 30%. The evaluation results show that the protection system configuration remains consistent with the initial commissioning settings. Therefore, the differential relay settings continue to meet the established protection parameters for generator protection in Units 5-7 at PT Indonesia Power PGU Suralaya.

Keywords: Generator; Power Plant; Protection; Differential Relay

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) bekerja berdasarkan prinsip Siklus Rankine. Siklus rankine adalah siklus termodinamika yang mengubah kalor menjadi kerja. Pada siklus rankine dengan kerja dua fase fluida, yaitu cair (*liquid*) dan uap (*vapor*), pemanfaatan air yang dipanaskan menjadi uap panas (*steam*) untuk digunakan sebagai energi penggerak turbin (Yunitasari, 2020).

Sistem kelistrikan Jawa-Bali sangat bergantung pada kontinuitas dan keandalan pasokan energi kelistrikan dari pembangkit-pembangkit besar, salah satunya adalah PT Indonesia Power PGU Suralaya (Fauziyah, 2022). Di dalam pusat pembangkit listrik, generator adalah komponen penting dalam sistem pembangkit listrik bertenaga uap (PLTU). Menghasilkan energi listrik, proses pertukaran energi kimia pada bahan bakar berasal dari kayu, batu bara, dan energi lainnya (Nashirin, 2020). Adapun generator prinsip kerja energi suatu mesin listrik bergantung pada tiga elemen dasar, yakni kumparan medan sebagai sumber medan magnet, kumparan jangkar untuk mendistribusikan GGL pada konduktor, serta celah udara yang memfasilitasi rotasi jangkar di dalam medan magnet tersebut (Fadilla, 2024). Mengingat kapasitas daya yang dibangkitkan sangat besar, khususnya pada Unit 5-7 yang memiliki kapasitas hingga 471 MVA dengan tegangan output 23 kV, maka potensi timbulnya gangguan listrik maupun mekanis menjadi risiko yang tidak dapat diabaikan. Gangguan pada generator dapat menyebabkan kerusakan yang fatal pada peralatan listrik khususnya adalah hubung singkat antar fasa, hubung singkat antar lilitan, hubung singkat dengan tanah pada belitan rotor dan hubung singkat antar lilitan pada belitan rotor (Yolanda, dkk, 2025)

Karena sangat berperan dalam penyaluran listrik terhadap konsumen, dimana pembangkit harus tetap dalam keadaan kontinyu dan dalam keadaan handal. Sehingga diperlukan proteksi dalam mencegah terjadinya gangguan-gangguan di pembangkit (Christi, dkk, 2024). Relai proteksi generator merupakan peralatan pengaman yang berfungsi untuk mendeteksi adanya gangguan atau kondisi tidak normal pada sistem tenaga listrik melalui pengukuran besaran listrik tertentu. Apabila terdeteksi gangguan, relai akan memisahkan bagian sistem yang terganggu dengan melakukan trip atau memberikan sinyal alarm. Perawatan sangat penting untuk generator, tergantung pada waktu berjalan dan penggunaannya. Secara alami, semakin sering digunakan, semakin sering di lakukan perawatannya agar dapat menghindari terjadinya kerusakan (Fadilla, 2024). Salah satu peralatan yang digunakan adalah rele pengaman. Dalam pengoperasian peralatan rele pengaman harus memenuhi beberapa syarat yaitu sensitifitas, selektivitas, kecepatan, keandalan, ekonomis (Farrel, Margo, 2021). Gangguan internal seperti

hubung singkat fasa-ke-fasa atau fasa-ke-tanah pada belitan stator generator dapat memicu kerusakan fisik yang fatal pada isolasi kumparan dan inti besi generator, serta kerugian finansial yang masif akibat terhentinya produksi listrik (*forced outtage*).

Contoh masalah yang terjadi pada generator ini adalah hubung singkat antar fasa, hubung singkat dengan tanah pada belitan rotor, dan hubung singkat pada belitan rotor, arus berlebih, penguatan hilang, suhu yang tinggi, tegangan berlebih dan gangguan lainnya (Saputra, 2023). Gangguan satu fasa ke tanah pada stator juga sangat berbahaya karena dapat merusak isolasi dan inti besi generator akibat timbulnya bunga api. Selain itu, rotor hubung tanah dapat menyebabkan ketidak seimbangan fluksi yang memicu vibrasi berlebih dan kerusakan fatal pada rotor. Dengan itu, ketika generator dibebani resistansi, tegangan terminal dan putaran penggerak starter akan turun. Sambil menjaga tegangan keluaran generator tetap konstan pada tegangan jaringan interkoneksi, maka rele differensial berfungsi sebagai sistem proteksi primer pada transformator untuk memberikan respons gangguan yang secepat mungkin (Palit dkk, 2024). Kendati demikian, keterbatasan titik pasangannya yang hanya mencakup transformator arus sisi masukan (*incoming*) dan keluaran (*outgoing*) membuatnya tidak dapat diaplikasikan sebagai proteksi cadangan (Sujiwo dkk, 2025). Fungsinya meliputi perlindungan peralatan seperti generator, transformator daya, busbar, dan saluran transmisi. Relai ini memiliki responsivitas tinggi dan selektivitas karena membandingkan arus pada kedua sisi saluran melalui transformator arus sebagai perantara (Ilma dkk, 2024).

Solusi atas permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan sistem proteksi utama (*main protection*) berupa relai differensial. Proteksi differensial mempunyai bentuk yang bermacam-macam tergantung dari peralatan yang diamankan. Proteksi differensial bekerja dengan membandingkan besaran arus dan sudut fasa pada dua titik dalam daerah pengamanan. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi gangguan seperti hubung singkat antar fasa maupun hubung singkat ke tanah yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan. Ketika relai proteksi bekerja, hal tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi gangguan internal yang menimbulkan arus hubung singkat sehingga perlu segera diisolasi agar kerusakan tidak meluas. Oleh karena itu, proteksi differensial harus memiliki respon yang cepat tanpa waktu tunda.

Apabila terjadi gangguan pada peralatan yang diamankan, maka akan muncul perbedaan nilai arus maupun perubahan sudut fasa antara arus pada kedua sisi sehingga relai differensial akan bekerja. Proses pendeteksian dilakukan dengan membandingkan besar arus dan sudut fasa pada sisi sekunder transformator arus (CT). Kelayakan dari pengaturan rele differensial dengan menghitung parameter rasio CT, menentukan *error mismatch*, menghitung arus rele differensial

dan menentukan persen *slope* yang hasilnya akan dijadikan parameter untuk simulasi proteksi arus hubung singkat (Laksono, 2022).

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas penerapan relai differensial pada sistem tenaga listrik. Penelitian yang dilakukan oleh Laksono (2022) mengevaluasi pengaturan relai differensial pada generator Unit 2 PLTP Kamojang menggunakan simulasi ETAP untuk menganalisis kesesuaian parameter proteksi terhadap kondisi gangguan. Christi et.al (2024) melakukan penelitian tentang penyetelan relai differensial pada generator PLTMG Kupang dengan fokus pada koordinasi pengaturan proteksi generator. Sementara itu Ilma et.al (2024) mengkaji penggunaan relai differensial sebagai sistem proteksi pada gardu induk. Sedangkan Sujiwo et.al (2025) membahas penerapan relai differensial pada proteksi transformator daya 260 MVA di PLTU Pangkalan Susu. Penelitian Nashirin (2020) juga membahas kajian pengaturan relai differensial hanya pada generator Unit 6 PLTU Suralaya.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah menunjukkan pentingnya relai differensial dalam menjaga keandalan sistem tenaga listrik, sebagian besar penelitian masih berfokus pada simulasi, perhitungan pengaturan proteksi, atau penerapan relai differensial pada peralatan tertentu tanpa melakukan evaluasi kondisi aktual relai berdasarkan data komisioning dan hasil pemeliharaan selama operasi. Selain itu, belum banyak penelitian yang membahas evaluasi keandalan relai differensial pada generator berkapasitas besar dengan membandingkan kesesuaian parameter Current Transformer (CT), arus differensial, dan karakteristik *slope* terhadap kondisi aktual di lapangan.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi keandalan relai differensial pada generator Unit 5–7 PT Indonesia Power PGU Suralaya melalui analisis data komisioning, parameter CT, serta pengaturan relai aktual hasil pemeliharaan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi aktual sistem proteksi generator serta menjadi referensi dalam evaluasi dan pemeliharaan relai differensial pada pembangkit listrik skala besar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi keandalan kerja relai differensial sebagai proteksi utama (*main protection*) pada generator Unit 5-7 di PLTU Suralaya. Evaluasi ini dilakukan dengan membandingkan parameter pengaturan komisioning awal terhadap pengaturan aktual di lapangan, serta memvalidasi kemampuannya dalam membedakan gangguan internal di zona proteksi dengan kondisi transien atau gangguan luar zona

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus di PT Indonesia Power PGU Suralaya. Data penelitian diperoleh selama pelaksanaan Kerja Praktik pada periode Juni hingga Juli 2021 melalui studi literatur, observasi, dokumentasi, dan wawancara. Data yang digunakan meliputi data komisioning, rasio Current Transformer (CT), spesifikasi generator, serta pengaturan relai differensial pada generator Unit 5–7. Data tersebut dianalisis melalui evaluasi parameter proteksi untuk menilai kesesuaian pengaturan relai differensial pada sistem proteksi generator.



Gambar 1. Alur Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara sistematis mengikuti alur kerja pada Gambar 1, dengan rincian tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur: Mengkaji landasan teori mengenai generator sinkron, sistem proteksi, dan prinsip kerja relai diferensial (*differential relay*) melalui referensi buku, standar teknis kelistrikan, serta jurnal ilmiah yang relevan.
2. Pengumpulan Data: Mengumpulkan parameter teknis lapangan yang mencakup data nameplate generator Unit 5–7 di PT Indonesia Power PGU Suralaya, rasio Current Transformer (CT), serta riwayat data komisioning dan pengaturan relai differensial.
3. Wawancara & Diskusi: Melakukan koordinasi sbersama pembimbing industri untuk memvalidasi kondisi aktual sistem proteksi serta rekam jejak pemeliharaan.
4. Evaluasi Karakteristik *Slope*: Melakukan analisis terhadap parameter *slope* yang digunakan pada relai 87G dan 87GT untuk menilai sensitivitas, selektivitas, dan keandalan relai terhadap gangguan internal maupun kondisi transien.
5. Penyusunan Kesimpulan: Memformulasikan tingkat keandalan dan kelayakan operasi sistem proteksi relai diferensial berdasarkan sintesis dari keseluruhan analisis data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

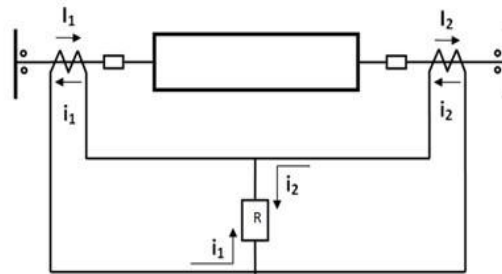
Pengamanan utama (*main protection*) terhadap gangguan internal pada stator generator Unit 5-7 di PT Indonesia Power PGU Suralaya diimplementasikan menggunakan relai differensial. Berdasarkan observasi lapangan dan data *nameplate* dapat dilihat pada gambar 4, relai ini beroperasi dengan tingkat sensitivitas tinggi dalam membaca rasio arus differensial. Keunggulan utama dari proteksi ini adalah kemampuannya merespons gangguan secara instan (*instantaneous*) tanpa waktu tunda, sekaligus dilengkapi dengan fitur persentase *slope* yang dapat disesuaikan untuk membedakan antara gangguan hubung singkat internal dengan kondisi ketidakseimbangan arus sementara (transien) akibat kejenuhan CT (*Current Transformer*).

Analisis terhadap data pengaturan aktual Tabel 1 menunjukkan bahwa sistem proteksi pada unit ini mengadopsi konfigurasi *slope* ganda: 10% untuk relai 87G (Generator) dan 30% untuk relai 87GT (Generator-Transformator). Nilai *slope* 10% pada 87G membuktikan bahwa relai disetel dengan tingkat kepekaan yang sangat tajam guna mengamankan zona murni generator secara maksimal. Sementara itu, penerapan *slope* 30% pada 87GT merupakan langkah adaptif yang krusial untuk meredam potensi salah operasi (*maloperation*) akibat lonjakan arus (*inrush current*) pada saat transformator dioperasikan.

Temuan operasional ini menunjukkan tingkat keandalan sistem yang sangat baik apabila dikomparasikan dengan studi-studi sebelumnya. Sebagai perbandingan, penelitian yang dilakukan oleh Christi dkk. (2024) pada PLTMG Kupang juga menyoroti pentingnya penyetelan presisi pada relai differensial. Sejalan dengan hal tersebut, evaluasi pada penelitian ini membuktikan bahwa relai differensial di Unit 5-7 Suralaya mampu mempertahankan kestabilan parameter pengaturan tidak mengalami pergeseran sedikit pun dari data komisioning awal meskipun dioperasikan pada kapasitas pembangkitan yang sangat masif, yakni 471 MVA. Lebih lanjut, temuan ini juga memvalidasi hasil studi Laksono (2022) yang mengevaluasi relai differensial berbasis simulasi; di mana validasi empiris di lapangan pada penelitian ini secara nyata mengonfirmasi bahwa penentuan persentase *slope* yang adaptif (10% dan 30%) terbukti tangguh dalam mengatasi persoalan *error mismatch* tanpa mengorbankan kecepatan respon proteksi.

Relai 87G merupakan relai differensial yang digunakan untuk mengamankan area generator terhadap gangguan internal. Prinsip kerja relai ini dilakukan dengan membandingkan arus yang masuk dan keluar dari daerah proteksi generator melalui Current Transformer (CT) yang terpasang pada sisi line dan sisi netral generator. Berdasarkan hasil pengecekan, diperoleh bahwa rasio CT line dan CT netral pada PLTU 5, PLTU 6, dan PLTU 7 memiliki nilai yang

sama yaitu 24000/5 A. Selain itu, nilai pickup arus differensial (ΔI) sebesar 125 mA dan *slope* sebesar 10% juga tidak mengalami perubahan dibandingkan data komisioning.

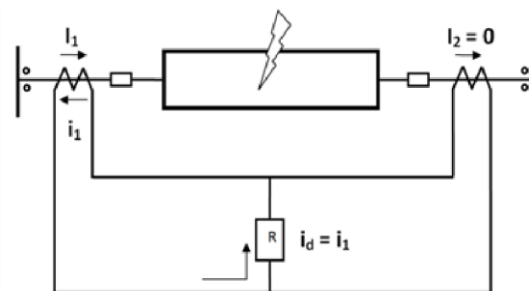


Gambar 2. Proteksi Differensial Dalam Keadaan Normal

Penggunaan *slope* 10% menunjukkan bahwa relai dirancang memiliki sensitivitas yang cukup untuk mendeteksi gangguan internal generator. Nilai tersebut memungkinkan relai merespons adanya perbedaan arus yang terjadi pada daerah proteksi tanpa mengurangi kemampuan deteksi terhadap gangguan yang sebenarnya terjadi di dalam generator.

Pada keadaan normal atau gangguan berada diluar daerah pengaman maka arus yang mengalir pada rele adalah $I_1 = I_2$ dimana :

- I_1 = arus sekunder yang mengalir pada trafo arus CT 1
- I_2 = arus sekunder yang mengalir pada trafo arus CT 2



Gambar 3. Proteksi Differensial Dengan Sumber Gangguan Satu Arah.

Relai 87GT digunakan untuk memberikan proteksi differensial pada area generator-transformator. Relai ini bekerja dengan membandingkan arus yang diperoleh dari beberapa Current Transformer (CT) yang berada pada sisi generator dan transformator. Hasil pengecekan menunjukkan bahwa seluruh rasio CT yang digunakan pada relai 87GT masih sesuai dengan data komisioning. Selain itu, nilai *slope* sebesar 30% juga tidak mengalami perubahan pada PLTU 5, PLTU 6, maupun PLTU 7.

Penggunaan *slope* yang lebih besar dibandingkan relai 87G bertujuan untuk meningkatkan kestabilan relai terhadap pengaruh *error* CT, arus inrush, maupun kondisi transien lainnya yang

Sedangkan pada relai differensial 87GT, parameter yang diperiksa meliputi CT UST A, CT USB B, CT GSU, dan CT GEN dengan rasio arus dominan sebesar 24000/5 A serta CT GSU sebesar 1900/5 A. Selain itu diperoleh nilai *slope* sebesar 30%. Berdasarkan hasil pengecekan diketahui bahwa seluruh nilai pengaturan pada ketiga unit PLTU juga berada dalam kondisi “tidak berubah” dibandingkan pengaturan awal saat komisioning. Kondisi ini menandakan bahwa sistem proteksi transformator-generator masih memiliki koordinasi proteksi yang baik dan mampu bekerja secara andal apabila terjadi gangguan internal.

Nilai *slope* pada relai Differensial berfungsi untuk menghindari kesalahan operasi relai akibat adanya error CT (*Current Transformer*), arus inrush, maupun ketidakseimbangan arus sesaat. Penggunaan *slope* 10% pada 87G menunjukkan tingkat sensitivitas yang cukup tinggi untuk mendeteksi gangguan internal generator, sedangkan *slope* 30% pada 87GT digunakan untuk meningkatkan kestabilan proteksi pada area generator-transformator agar relai tidak mudah trip akibat gangguan eksternal atau transient. Dari hasil pengujian dan pengecekan tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem proteksi Differensial pada PLTU 5, PLTU 6, dan PLTU 7 masih dalam kondisi normal dan layak operasi.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengecekan relai differensial pada sistem proteksi generator di PLTU 5, PLTU 6, dan PLTU 7, diperoleh bahwa seluruh parameter pengaturan relai dengan kode ANSI 87G dan 87GT masih sesuai dengan data komisioning dan tidak mengalami perubahan. Pada relai 87G digunakan pengaturan CT line dan CT netral sebesar 24000/5 A, nilai arus differensial (ΔI) sebesar 125 mA, serta *slope* sebesar 10%. Sedangkan pada relai 87GT digunakan pengaturan CT UST A, CT USB B, dan CT GEN sebesar 24000/5 A serta CT GSU sebesar 1900/5 A dengan nilai *slope* sebesar 30%. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa konfigurasi sistem proteksi masih dipertahankan sesuai dengan pengaturan awal yang digunakan pada saat komisioning. Dengan demikian, parameter pengaturan relai differensial pada sistem proteksi generator Unit 5–7 PT Indonesia Power PGU Suralaya masih sesuai dengan desain proteksi yang diterapkan dan tetap digunakan sebagai acuan dalam pengamanan generator dan transformator generator. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian performa relai differensial menggunakan metode simulasi maupun pengujian langsung (*secondary injection test*) guna mengetahui respons relai terhadap berbagai kondisi gangguan. Selain itu, penelitian dapat dikembangkan dengan menganalisis karakteristik arus hubung singkat, *Error*

Current Transformer (CT), serta koordinasi proteksi antara relai differensial dan relai proteksi lainnya sehingga diperoleh evaluasi sistem proteksi generator yang lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- Arvan Yolanda, Chairul Nazalul Anshar, Y. R. (2025). Analisis Sistem Proteksi Generator Menggunakan Over Current Relay. *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil)*, 6(1), 78–89. <https://doi.org/https://doi.org/10.53695/jm.v6i1.1148>
- Aulia Vici Yunitasari, S. P. (2020). Sistem Proteksi Over Current Relay Motor Forced Draft Fan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 56. jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek
- Christi, T. N., Galla, W. F., & Sampeallo, A. (2024). Analisis Penyetelan Rele Diferensial Pada Generator Di PLTMG Kupang. *TekEL: Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 108–119.
- Evinur Fauziyah, I. (2022). Analisis Sistem Proteksi Generator Menggunakan Over Current Relay Di PT . Indosesia Power. *Jurnal Ilmiah Information Technology d'Computare* Volume, 12, 1–9.
- Farrel Grady Savio, Margo Pujiantara, dan N. K. A. (2021). Optimasi Koordinasi Sistem Proteksi Inverse-time Over Current Relay pada Sistem Distribusi Radial dengan Pertimbangan Distributed Generator. *JURNAL TEKNIK ITS*, 10(2), 152–157.
- Laksono, Y. T. (2022). Evaluasi Setting Rele Proteksi Differensial pada Generator Unit 2 PLTP Kamojang POMU menggunakan Simulasi ETAP. 2022-06-14 (1), 1–12. <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/view/938>
- Miftahul Ilma, Ezwarsyah, Salahuddin, Andik Bintoro, A. (2024). PENGGUNAAN RELE DIFERENSIAL SEBAGAI PROTEKSI DI GARDU INDUK LANGSA. *Jurnal Energi Elektrik*, 13, 53–59. <https://doi.org/https://doi.org/10.29103/jee.v13i1.18042>
- Nashirin, A. F. (2020). Kajian Setting Rele Differensial Pada Generator Unit 6 di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Suralaya. *INSTITUT TEKNOLOGI – PLN*, 10.
- Palit, A., Mangindaan, G., & Tulung, N. (2024). Analysis The Effect of Excitation Current on Generator Reactive Power. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 13(02), 63–72. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom>
- Ramadian Saputra, L. (2023). Analisis Penggunaan Proteksi Arus Lebih Pada Generator Studi Kasus PLTU Teluk Sirih. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy*, 3(December), 112–123. <https://journal.irpi.or.id/index.php/ijeere>
- Riyan Fadilla Ramadhan, R. W. (2024). Analisis Perawatan Lub Oil pada Generator di Kapal KM. Tirta Samudra XXVIII. *Jurnal Cakrawala Bahari*, 7(1), 1–8. <http://jurnal.poltekpelsumbar.id/index.php/jcb>
- Sujiwo, B., Meliala, S., & Multazam, T. (2025). Proteksi Transformator Daya 260 MVA

Menggunakan Rele Diferensial di PLTU Pangkalan Susu. Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology, 5(ISSN : 2827-9700 Proteksi), 18–24.