

Analisis Hasil Pengujian dan Kinerja Relay Proteksi NEP-998A pada Motor 6 kV CCCW di PLTU Banten 1 Suralaya

Naufal Muhyiddin Arifin¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

¹Jalan HS Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

¹2210631160060@student.unsika.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 14-04-2026
revisi : 09-05-2026
diterima : 17-05-2026
dipublish : 30-06-2026

ABSTRAK

Motor listrik tegangan menengah pada sistem Closed Cycle Cooling Water (CCCW) di pembangkit listrik memiliki peran penting dalam menjaga kontinuitas operasi, sehingga diperlukan sistem proteksi yang andal untuk mencegah gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja relay proteksi NEP-998A pada motor 6 kV berdasarkan hasil pengujian aktual di lapangan. Metode yang digunakan adalah secondary injection test untuk mensimulasikan kondisi gangguan dan memperoleh parameter arus pickup sebagai indikator respon relay. Data hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan nilai setting untuk menghitung deviasi sebagai ukuran akurasi relay. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai arus pickup pada seluruh fungsi proteksi berada sangat dekat dengan nilai setting, dengan deviasi pada rentang 0% hingga $\pm 0,35\%$. Nilai ini berada jauh di bawah batas toleransi relay digital sebesar $\pm 5\%$, yang menunjukkan bahwa relay memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Selain itu, karakteristik deviasi yang relatif stabil pada berbagai fungsi proteksi menunjukkan bahwa relay mampu merespon kondisi operasi dan gangguan secara konsisten. Dengan demikian, relay proteksi NEP-998A masih memenuhi standar kinerja yang dipersyaratkan dan layak untuk dioperasikan. Pendekatan evaluasi berbasis data pengujian aktual ini dapat digunakan sebagai acuan dalam menilai keandalan sistem proteksi serta mendukung kegiatan pemeliharaan peralatan secara berkelanjutan.

Kata kunci : PLTU; relay proteksi; ; Sistem Proteksi; NEP-998A; Closed Cycle Cooling Water; motor 6 kV; deviasi;

PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan salah satu sistem pembangkit yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di Indonesia (Nugroho, 2022). Dalam operasionalnya, PLTU mengandalkan berbagai peralatan listrik berkapasitas besar (RAFLI, 2021), terutama motor listrik tegangan menengah yang digunakan untuk mendukung proses produksi dan sistem pendukung pembangkit. Motor-motor tersebut, seperti pada sistem *Closed Cycle Cooling Water* (CCCW) (Romadhoni & Jamaaluddin, 2018), bekerja secara kontinu dan memiliki peran vital dalam menjaga kestabilan temperatur peralatan pembangkit. Oleh karena itu, keandalan operasi motor listrik menjadi aspek yang sangat krusial dalam menjamin kontinuitas dan efisiensi pembangkitan energi listrik (Gesing Jati Mahendra & Umar, 2025).

Dalam sistem tenaga listrik industri, keberadaan sistem proteksi menjadi komponen penting untuk melindungi peralatan dari gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan maupun penghentian operasi (Obaid & Ahmed, 2023). Sistem proteksi berfungsi untuk mendeteksi kondisi abnormal seperti arus lebih, hubung singkat, ketidakseimbangan fasa, serta gangguan termal, kemudian memberikan respon berupa pemutusan sistem secara cepat dan selektif. Salah satu perangkat utama dalam sistem proteksi adalah relay, yang berperan sebagai elemen penginderaan dan pengambilan keputusan dalam mendeteksi gangguan pada sistem tenaga listrik.

Seiring dengan perkembangan teknologi, relay proteksi telah berkembang dari sistem elektromekanik menjadi relay digital yang memiliki tingkat akurasi dan fleksibilitas yang lebih tinggi. Relay digital, seperti NEP-998A, mampu mengintegrasikan berbagai fungsi proteksi dalam satu perangkat, termasuk proteksi arus lebih, *negative sequence*, *overload*, hingga proteksi thermal (Huang & Yao, 2021). Namun demikian, kinerja relay tetap harus diuji dan dievaluasi secara berkala untuk memastikan bahwa sistem proteksi bekerja sesuai dengan standar yang ditetapkan dan mampu merespons gangguan secara tepat.

Pendekatan evaluasi kinerja peralatan berbasis data pengukuran aktual di lapangan menjadi metode yang umum digunakan dalam penelitian teknik, sebagaimana ditunjukkan pada penelitian sebelumnya yang melakukan analisis kinerja energi mesin industri berdasarkan parameter operasional dan data pengukuran langsung. Pendekatan ini memungkinkan penilaian performa sistem secara objektif serta memberikan gambaran kondisi nyata dari peralatan yang dianalisis. Dalam konteks sistem proteksi, metode serupa dapat diterapkan untuk mengevaluasi keakuratan dan keandalan relay melalui pengujian langsung menggunakan alat injeksi.

Meskipun sistem proteksi telah banyak diterapkan pada motor listrik di industri pembangkit, evaluasi kinerja relay proteksi berbasis hasil pengujian aktual masih menjadi hal yang penting untuk memastikan kesesuaian antara setting, respon relay, dan standar operasional. Kurangnya evaluasi

yang terukur dapat menyebabkan relay bekerja tidak optimal, baik terlalu sensitif maupun tidak responsif terhadap gangguan, yang berpotensi menimbulkan kerusakan peralatan atau gangguan sistem yang lebih luas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja relay proteksi NEP-998A pada motor 6 kV sistem CCCW di PLTU Banten 1 Suralaya (Romadhoni & Jamaaluddin, 2018). Analisis dilakukan berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode injeksi sekunder untuk memperoleh parameter seperti nilai *pickup*, *dropout*, waktu operasi, serta deviasi terhadap setting. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat keandalan relay proteksi serta menjadi referensi dalam evaluasi dan pemeliharaan sistem proteksi motor listrik di lingkungan pembangkit.

TEORI

Sistem Proteksi Tenaga

Sistem proteksi tenaga listrik merupakan bagian penting dalam sistem tenaga yang berfungsi untuk mengamankan peralatan dan menjaga kontinuitas operasi. Dalam praktiknya, sistem proteksi bekerja dengan cara mendeteksi kondisi tidak normal, seperti arus lebih atau gangguan hubung singkat, kemudian memberikan perintah pemutusan melalui *circuit breaker* agar gangguan tidak meluas ke bagian sistem lainnya.

Kinerja sistem proteksi sangat ditentukan oleh beberapa karakteristik utama, yaitu selektivitas, kecepatan, sensitivitas, dan keandalan. Selektivitas memastikan hanya bagian yang terganggu yang diputus, sedangkan kecepatan

berkaitan dengan seberapa cepat sistem merespons gangguan. Sensitivitas menunjukkan kemampuan mendeteksi gangguan kecil, dan keandalan berkaitan dengan konsistensi kerja sistem dalam berbagai kondisi operasi.

Relay Proteksi Digital

Relay proteksi merupakan perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya gangguan pada sistem tenaga listrik dan memberikan perintah kepada pemutus tenaga (*circuit breaker*) untuk memutus bagian yang terganggu. Perkembangan teknologi telah mengubah relay dari tipe elektromekanik menjadi relay digital yang berbasis mikroprosesor (Arifin et al., 2017). Relay digital memiliki keunggulan berupa akurasi yang tinggi, fleksibilitas dalam pengaturan parameter, serta kemampuan integrasi berbagai fungsi proteksi dalam satu perangkat. Salah satu relay digital yang banyak digunakan dalam sistem proteksi motor adalah relay tipe NEP-998A, yang memiliki berbagai fitur proteksi seperti *overcurrent*, *overload*, *negative sequence*, serta proteksi termal.

Proteksi Motor Induksi Tegangan Menengah

Motor induksi tegangan menengah merupakan salah satu komponen penting dalam sistem industri dan pembangkit listrik, khususnya pada sistem pendukung seperti pompa dan pendingin (Maulana et al., 2025). Motor ini beroperasi secara kontinu sehingga rentan terhadap berbagai jenis gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan maupun penurunan performa. Beberapa jenis gangguan yang umum terjadi pada motor induksi antara lain arus lebih (*overcurrent*), beban lebih (*overload*),

ketidakseimbangan arus (*unbalance*), gangguan hubung tanah (*ground fault*), serta kondisi rotor terkunci (*locked rotor*). Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi yang mampu mendeteksi gangguan tersebut secara cepat dan akurat untuk mencegah kerusakan yang lebih serius (Ivan Aditya Pasaribu et al., 2025).

Parameter Pengujian Relay Proteksi

Pengujian relay dilakukan untuk memastikan bahwa relay bekerja sesuai dengan setting yang telah ditentukan. Pickup merupakan nilai arus minimum yang menyebabkan relay mulai bekerja. Secara sederhana, kondisi pickup dapat dinyatakan sebagai:

$$I_{uji} \geq I_{setting}$$

Relay akan aktif ketika arus pengujian telah mencapai atau melebihi nilai setting.

Deviasi digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi relay dengan membandingkan nilai setting dan hasil pengujian aktual. Perhitungan deviasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Deviasi = \frac{I_{setting} - I_{uji}}{I_{setting}} \times 100\%$$

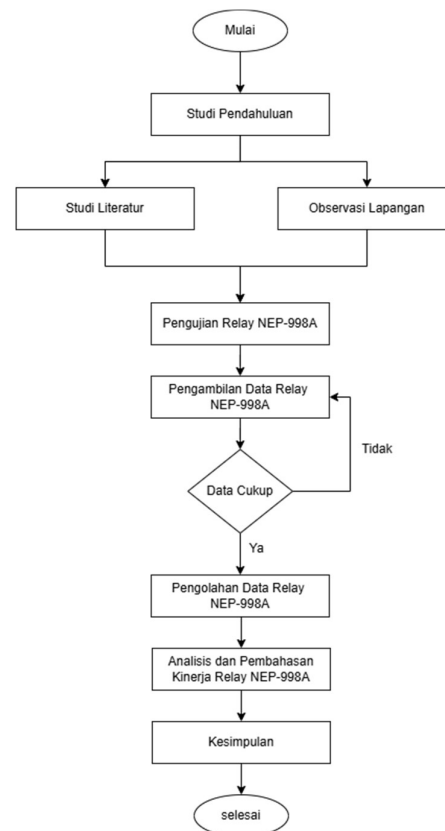
Nilai deviasi ini digunakan untuk menentukan tingkat akurasi relay, di mana relay dinyatakan masih layak apabila deviasi berada dalam batas toleransi.

Standar Evaluasi Kinerja Relay Proteksi

Evaluasi kinerja relay proteksi dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap nilai setting serta standar yang berlaku. Dalam praktik industri,

relay digital umumnya memiliki batas toleransi deviasi sekitar $\pm 5\%$ dari nilai setting. Apabila hasil pengujian masih berada dalam batas toleransi tersebut, maka relay dinyatakan bekerja dengan baik dan masih layak digunakan. Sebaliknya, jika deviasi melebihi batas yang diizinkan, maka diperlukan kalibrasi ulang atau penggantian perangkat untuk menjaga keandalan sistem proteksi.

METODOLOGI



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian Pengujian Relay Proteksi NEP-998A pada Motor CCCW

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji referensi yang berkaitan dengan sistem proteksi tenaga listrik, relay proteksi digital, metode pengujian relay, serta standar evaluasi kinerja relay. Tahap ini bertujuan untuk memperkuat dasar teori dan menjadi acuan dalam proses analisis hasil pengujian.

Observasi Lapangan

Observasi dilakukan secara langsung di lokasi untuk mengetahui kondisi nyata sistem proteksi motor CCCW. Pada tahap ini dilakukan pengamatan terhadap instalasi relay, konfigurasi sistem, serta cara kerja proteksi yang diterapkan pada peralatan.

Pengujian Relay NEP-998A

Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan kondisi gangguan melalui metode *secondary injection test*. Arus diberikan secara bertahap hingga relay menunjukkan respon kerja. Proses ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik respon relay terhadap perubahan arus sesuai dengan setting yang telah ditentukan.

Pengambilan Data Relay NEP-998A

Selama proses pengujian berlangsung, data yang berkaitan dengan respon relay dicatat secara sistematis. Data tersebut meliputi nilai arus saat relay mulai bekerja, waktu respon, serta perilaku relay pada kondisi tertentu. Data inilah yang nantinya menjadi dasar dalam proses evaluasi.

Pengolahan Data Relay NEP-998A

Data yang telah terkumpul kemudian disusun dan dikelompokkan sesuai jenis

pengujian yang dilakukan. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara nilai hasil pengujian dan nilai setting relay untuk melihat adanya perbedaan atau penyimpangan.

Analisis dan Pembahasan Kinerja Relay NEP-998A

Tahap ini menjadi inti dari penelitian, di mana dilakukan evaluasi terhadap kinerja relay berdasarkan hasil pengujian. Analisis dilakukan dengan melihat tingkat kesesuaian antara nilai aktual dan setting, serta menghitung besarnya deviasi. Hasil tersebut kemudian diinterpretasikan untuk menilai apakah relay masih bekerja dalam batas yang diizinkan.

Kesimpulan

Hasil analisis yang diperoleh kemudian dirangkum untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi relay. Pada bagian ini juga disampaikan hasil evaluasi terhadap tingkat akurasi relay serta kemungkinan tindakan yang diperlukan untuk menjaga keandalan sistem proteksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Data Pengujian Relay Proteksi NEP-998A Motor 6kV CCCW PLTU Banten 1 Suralaya

Pengujian relay proteksi NEP-998A dilakukan menggunakan metode *secondary injection test* untuk memperoleh karakteristik kerja relay terhadap variasi arus yang diberikan. Parameter utama yang diamati meliputi arus pickup, waktu operasi, serta kesesuaian respon relay terhadap nilai setting yang telah ditentukan. Hasil pengujian relay diperoleh melalui metode

secondary injection test dengan variasi arus injeksi untuk mengetahui nilai pickup dan waktu operasi relay. Data hasil pengujian ditampilkan pada Tabel berikut.

Berisi data informasi yang telah diolah, dapat disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 1. Data Proteksi Motor 6 kV CCCW PLTU Banten 1 Suralaya

Proteksi	Phase	Current (A)	
		Setting	Pickup
Starting	R	39.90	39.89
Starting	T	39.90	39.90
Running	R	22.8	22.80
Running	T	22.8	22.79
Overcurrent	R	5.70	5.71
Overcurrent	T	5.70	5.69
Overload	R	4.18	4.18
Overload	T	4.18	4.17
Locked Rotor	R	28.88	28.78
Locked Rotor	T	28.88	28.79
Overheat	R	3.99	4
Overheat	T	3.99	4.02

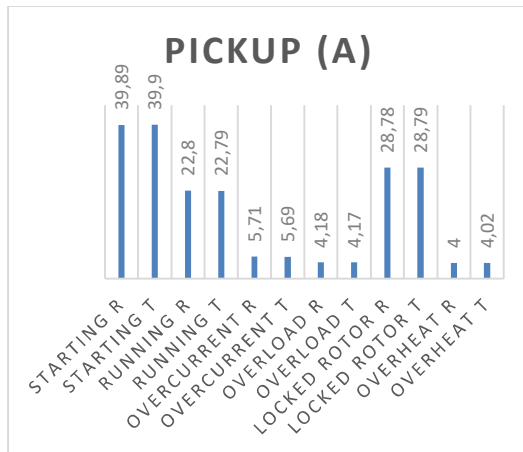
Dari data terlihat bahwa nilai arus pickup pada seluruh jenis proteksi memiliki kesesuaian yang sangat tinggi terhadap nilai setting. Pada kondisi starting, nilai pickup hampir identik dengan setting, yaitu 39,89 A dan 39,90 A, yang menunjukkan bahwa relay mampu merespon arus awal motor dengan sangat akurat.

Pada kondisi running, nilai pickup sebesar 22,80 A dan 22,79 A juga menunjukkan kestabilan relay dalam kondisi operasi normal. Selisih yang sangat kecil mengindikasikan bahwa relay bekerja konsisten tanpa adanya penyimpangan signifikan. Untuk proteksi overcurrent, nilai pickup sedikit lebih tinggi dan lebih rendah dari setting, yaitu 5,71 A dan 5,69 A. Hal ini masih dalam batas toleransi dan menunjukkan bahwa relay memiliki sensitivitas yang baik terhadap perubahan arus.

Pada proteksi overload, nilai pickup hampir sama dengan setting, yaitu 4,18 A dan 4,17 A, yang menandakan bahwa relay mampu mendeteksi kondisi beban lebih secara baik. Sedangkan pada proteksi locked rotor, nilai pickup sebesar 28,78 A dan 28,79 A sedikit lebih rendah dari setting, namun masih menunjukkan respon yang baik. Pada proteksi overheat, nilai pickup sedikit lebih tinggi dari setting, yaitu 4 A dan 4,02 A, yang mengindikasikan respon relay tetap akurat dalam mendeteksi kondisi termal.



Gambar 2. Grafik Arus Setting pada Motor 6 kV CCCW PLTU Banten 1 Suralaya



Gambar 3. Grafik Arus Pickup pada Motor 6 kV CCCW PLTU Banten 1 Suralaya

Grafik menunjukkan bahwa setiap titik nilai pickup berada sangat dekat dengan nilai setting, sehingga membentuk kurva yang hampir berimpit. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat penyimpangan signifikan antara nilai referensi dan hasil pengujian. Selain itu, tidak terlihat adanya fluktuasi ekstrem atau anomali pada grafik.

Analisis Deviasi Relay Proteksi NEP-998A Motor 6kV CCCW PLTU Banten 1 Suralaya

Untuk mengevaluasi tingkat akurasi relay, dilakukan analisis deviasi antara nilai setting dan hasil pengujian. Deviasi dihitung menggunakan perbandingan antara selisih nilai setting dan nilai aktual terhadap nilai setting.

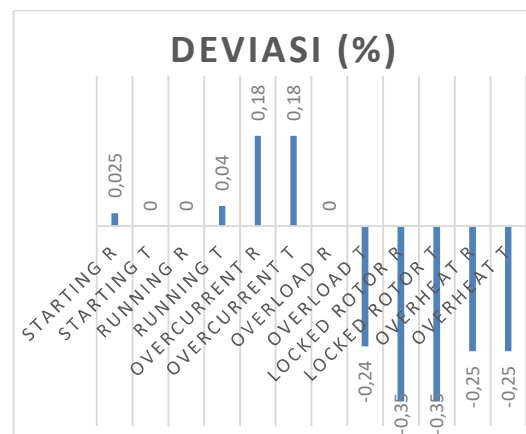
$$\text{Deviasi} = \frac{|I_{\text{setting}} - I_{\text{uji}}|}{I_{\text{setting}}} \times 100\%$$

Tabel 2. Deviasi Proteksi Motor 6 kV CCCW PLTU Banten 1 Suralaya

Proteksi	Phase	Deviasi (%)
Starting	R	0.025

Starting	T	0
Running	R	0
Running	T	0.04
Overcurrent	R	0.18
Overcurrent	T	0.18
Overload	R	0
Overload	T	-0.24
Locked Rotor	R	-0.35
Locked Rotor	T	-0.35
Overheat	R	-0.25
Overheat	T	-0.25

Hasil yang pada tabel menunjukkan bahwa seluruh nilai deviasi berada pada rentang yang sangat kecil, yaitu di bawah $\pm 1\%$. Pada kondisi starting dan running, nilai deviasi mendekati nol, yang menunjukkan bahwa relay mampu merespon arus sesuai dengan nilai setting tanpa adanya penyimpangan berarti.



Gambar 4 Grafik Deviasi pada Motor 6 kV CCCW PLTU Banten 1 Suralaya

Pada fungsi proteksi overcurrent dan overload, nilai deviasi yang diperoleh masih berada pada kisaran yang sangat rendah. Meskipun terdapat sedikit perbedaan antara nilai setting dan pickup, perbedaan tersebut menunjukkan bahwa relay tetap sensitif terhadap perubahan arus tanpa menimbulkan kesalahan operasi.

Sementara itu, pada proteksi locked rotor dan overheat, nilai deviasi cenderung bernilai negatif, yang mengindikasikan bahwa relay bekerja sedikit lebih cepat atau lebih sensitif dibandingkan nilai setting. Kondisi ini masih dapat diterima karena berada dalam batas toleransi yang diizinkan serta justru meningkatkan kemampuan proteksi terhadap gangguan yang bersifat kritis.

Analisis Standar dan Kinerja Relay Proteksi NEP-998A Motor 6kV CCCW PLTU Banten 1 Suralaya

Pengujian individual terhadap relay proteksi dilakukan dengan mengacu pada standar evaluasi kinerja yang berlaku. Meskipun pada manual book relay NEP-998A tidak dicantumkan secara spesifik nilai akurasi, penilaian kinerja dalam penelitian ini mengacu pada Kepdir No. 0520-3/DIR/2014 tentang Himpunan Buku Pedoman Pemeliharaan Peralatan Sekunder Gardu Induk yang diterbitkan oleh PT PLN (Persero) (PT PLN (PERSERO), 2010). Dalam pedoman tersebut dijelaskan bahwa akurasi relay dapat ditentukan melalui perhitungan deviasi antara nilai setting dan hasil pengujian.

Berdasarkan standar tersebut, batas toleransi deviasi untuk relay digital ditetapkan sebesar $\pm 5\%$. Hal ini menjadi acuan dalam mengevaluasi apakah relay

masih bekerja sesuai dengan kriteria yang diizinkan. Perhitungan deviasi dilakukan dengan membandingkan selisih antara nilai setting dan nilai hasil pengujian terhadap nilai setting, sehingga diperoleh nilai penyimpangan dalam bentuk persentase.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, seluruh nilai deviasi pada setiap fungsi proteksi berada jauh di bawah batas toleransi $\pm 5\%$. Hal ini menunjukkan bahwa relay proteksi NEP-998A memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dalam merespon kondisi arus, baik pada kondisi normal maupun saat terjadi gangguan. Kesesuaian antara nilai setting dan hasil pengujian juga menunjukkan bahwa relay bekerja secara konsisten tanpa adanya penyimpangan yang signifikan.

Dengan demikian, berdasarkan acuan standar yang digunakan dan hasil perhitungan deviasi yang diperoleh, relay proteksi NEP-998A pada motor 6 kV CCCW di PLTU Banten 1 Suralaya dapat dinyatakan masih dalam kondisi layak operasi dan mampu memberikan kinerja proteksi yang andal dalam sistem tenaga listrik.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja relay proteksi NEP-998A pada motor 6 kV sistem CCCW di PLTU Banten 1 Suralaya berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode secondary injection test. Parameter yang dianalisis meliputi nilai arus pickup serta deviasi terhadap nilai setting sebagai indikator akurasi relay.

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa nilai arus pickup pada seluruh fungsi proteksi memiliki kesesuaian

yang sangat tinggi terhadap nilai setting. Nilai deviasi yang dihasilkan berada pada rentang 0% hingga $\pm 0,35\%$, yang menunjukkan bahwa penyimpangan antara nilai setting dan hasil pengujian relatif sangat kecil. Kesesuaian antara nilai setting dan hasil pengujian menunjukkan bahwa relay mampu bekerja secara akurat dan konsisten dalam mendeteksi kondisi operasi maupun gangguan. Nilai deviasi yang sangat kecil mengindikasikan bahwa karakteristik relay masih sesuai dengan parameter desainnya, sehingga tidak terjadi penyimpangan yang dapat mempengaruhi kinerja proteksi.

Selain itu, pola deviasi yang cenderung stabil pada seluruh fungsi proteksi menunjukkan bahwa relay memiliki tingkat keandalan yang baik dalam berbagai kondisi pengujian. Deviasi negatif yang ditemukan pada beberapa proteksi juga menunjukkan kecenderungan relay bekerja lebih sensitif, yang secara teknis masih dapat diterima dan bahkan mendukung respon proteksi yang lebih cepat terhadap gangguan.

Dengan demikian, berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, relay proteksi NEP-998A dapat dinyatakan memenuhi standar kinerja yang dipersyaratkan dan masih layak untuk dioperasikan. Temuan ini menegaskan bahwa evaluasi berbasis data pengujian aktual merupakan pendekatan yang efektif dalam menilai kinerja relay, serta penting untuk dilakukan secara berkala guna menjaga keandalan sistem proteksi pada instalasi tenaga listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang

telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rizky Muhammad Arbi selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta bantuan selama proses pengambilan data hingga penyelesaian penelitian ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak PT PLN Indonesia Power UBP Banten 1 Suralaya yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, serta dukungan selama pelaksanaan kerja praktik. Selain itu, apresiasi turut disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., Januwarsono, S., & Farieztya, R. (2017). *STUDI METODE PENGANTIAN RELAI MEKANIS MENJADI ELEKTRIS PANEL TEGANGAN MENENGAH PLTU UNIT 4 MUARA KARANG* (Vol. 9, Number 2).
- Gesing Jati Mahendra, & Umar. (2025). *ANALISIS RISIKO KERUSAKAN MOTOR INDUKSI 3 FASA AKIBAT KEGAGALAN ISOLASI DENGAN METODE FMEA DI PLTU TANJUNG JATI B*.
- Huang, X., & Yao, S. (2021). Solidification performance of new trapezoidal longitudinal fins in latent heat thermal energy storage. *Case Studies in Thermal Engineering*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101110>

- Ivan Aditya Pasaribu, Desman Jonto Sinaga, Faiz Ibnu Habib, & Masitoh Nur Pertiwi. (2025). *ANALISIS HASIL PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI (IR) DAN POLARIZATION INDEX (PI) PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA 6 KV SISTEM CIRCULATING WATER PUMP (CWP) DI PLTGU PT PLN NUSANTARA POWER UNIT PEMBANGKITAN*.
- Maulana, R., Elektro, T., dan Teknologi, S., & Pembangunan Panca Budi, U. (2025). Analisis Gangguan Rotor Pada Motor Filter Open Circulating Cooling Water (OCCW) Di Sistem Pendingin PLTU Pangkalan Susu Unit 1 Dan 2. *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, 5(3).
- Nugroho, S. D. (2022). Evaluasi Distributed Control System pada PLTU dengan Failure Mode, Effect and Criticaly Analysis (FMECA). *KILAT*, 11(1), 88–102.
<https://doi.org/10.33322/kilat.v11i1.1531>
- Obaid, M. M., & Ahmed, Q. (2023). A STRUCTURED RELIABILITY AND MAINTAINABILITY ASSESSMENT MODEL: AN APPLICATION TO HIGH VOLTAGE MOTORS. *Journal of Engineering Research*, 19(2), 152–162.
<https://doi.org/10.53540/TJER.VOL19I SS2PP152-162>
- PT PLN (PERSERO). (2010). *Buku Pedoman Proteksi dan Kontrol Transformator*. (0520), 3–4.
- RAFLI. (2021). *ANALISIS KEANDALAN GOVERNOR PADA TURBIN HIGH PRESSURE SECTION PLTU BANTEN*
- 1 SURALAYA DALAM MENJAGA NILAI FREKUENSI.
- Romadhoni, M. A., & Jamaaluddin, J. (2018). Analisa Gangguan Motor Close Cycle Cooling Water Pump (Cccwp) #A Steam Turbin Menggunakan Vib Xpert Di Pltgu Grati. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 2(2), 92–98.
<https://doi.org/10.21070/jeee-u.v2i2.1698>