

Optimasi Keandalan Proteksi melalui Pengujian Fungsi dan Karakteristik *Overcurrent Relay* dan *Ground Fault Relay*

Ruth Stevani Br Padang¹, Siti Anisah²

¹ Fakultas Sains dan Teknologi, Prodi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

email1padangruth@gmail.com*, 2sitianisah@dosen.pancabudi.ac.id

Corresponding Author: Ruth Stevani Br Padang

ABSTRACT

The reliability of an electrical protection system plays a highly crucial role in maintaining the continuity and stability of power distribution to consumers. One of the main factors determining this reliability is the performance of protection devices, particularly the Overcurrent Relay (OCR) and Ground Fault Relay (GFR). These relays act as the first line of defense in detecting and interrupting fault currents that occur within the electrical power system. Any inaccuracy in function, improper settings, or deviations in relay operating characteristics can lead to serious consequences, such as delays in fault clearing, expansion of the affected area, or even a complete failure of the protection system. This study aims to optimize the reliability of the protection system through functional and characteristic testing of the OCR and GFR installed at the Muara Teweh Substation, which operates under the jurisdiction of UP2D South and Central Kalimantan. The research methodology includes a series of tests on key parameters such as operating time, pickup current, time coordination between relays, and selectivity level in response to short-circuit and ground fault disturbances. The test data were analyzed to evaluate the conformity between actual performance and the predetermined relay settings. The results indicate that the relays at the Muara Teweh Substation are in good working condition and perform according to their expected characteristics. Recommendations for relay setting adjustments were also proposed to further improve protection system effectiveness. Through regular testing and proper calibration, the reliability of the protection system can be consistently maintained. Overall, this study emphasizes the importance of implementing preventive maintenance strategies to ensure equipment safety and the continuity of power supply in the South and Central Kalimantan regions.

Keywords: *Overcurrent Relay (OCR), Ground Fault Relay (GFR), Functional Testing, T Characteristic Testing, Power Protection*

ABSTRAK

Keandalan sistem proteksi tenaga listrik memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kontinuitas dan stabilitas penyaluran energi listrik kepada konsumen. Salah satu faktor utama yang menentukan tingkat keandalan tersebut adalah kinerja perangkat proteksi, khususnya *Overcurrent Relay (OCR)* dan *Ground Fault Relay (GFR)*. Kedua jenis relai ini berfungsi sebagai garda terdepan dalam mendeteksi serta memutuskan arus gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik. Ketidaktepatan fungsi, kesalahan pengaturan, ataupun penyimpangan karakteristik kerja relai dapat menimbulkan konsekuensi serius, seperti keterlambatan pemutusan arus gangguan, meluasnya area terdampak, hingga terjadinya kegagalan sistem proteksi secara keseluruhan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengoptimalkan keandalan sistem proteksi melalui pengujian fungsi dan karakteristik OCR serta GFR yang terpasang pada Gardu Induk Muara Teweh, di bawah wilayah kerja UP2D Kalimantan Selatan dan Tengah. Metode penelitian mencakup serangkaian pengujian terhadap parameter penting seperti waktu operasi, arus pickup, koordinasi waktu antarrelai, serta tingkat selektivitas terhadap gangguan hubung singkat dan gangguan tanah. Data hasil pengujian dianalisis untuk menilai kesesuaian antara karakteristik aktual dengan pengaturan yang telah ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja relai pada Gardu Induk Muara Teweh berada dalam kondisi baik dan berfungsi sesuai karakteristik yang diharapkan. Diperoleh pula rekomendasi penyesuaian setting relai guna meningkatkan efektivitas sistem proteksi. Dengan pelaksanaan pengujian berkala dan kalibrasi yang tepat, keandalan sistem proteksi dapat terus dipertahankan. Secara



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya strategi pemeliharaan preventif untuk menjamin keamanan peralatan dan kontinuitas pasokan listrik di wilayah Kalimantan Selatan dan Tengah.

Kata Kunci: *Ground Fault Relay (GFR); Overcurrent Relay (OCR); Pengujian Fungsi; Pengujian Karakteristik; Sistem Proteksi.*

1. Pendahuluan

Sistem distribusi tenaga listrik memegang peranan penting dalam menjamin penyaluran energi listrik secara andal dan berkesinambungan kepada konsumen. Sebagai bagian sistem tenaga yang berinteraksi langsung dengan pelanggan, gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi akan berdampak langsung terhadap kualitas pelayanan dan tingkat keandalan pasokan listrik. Oleh sebab itu, sistem proteksi pada jaringan distribusi harus dirancang dan dioperasikan secara optimal agar mampu mendeteksi serta mengisolasi gangguan secara cepat, selektif, dan tepat. Perangkat proteksi seperti circuit breaker dan fuse dipasang dengan koordinasi tertentu untuk memastikan bahwa hanya bagian sistem yang mengalami gangguan yang terlepas, sementara bagian lain tetap beroperasi normal. Namun demikian, memilih destinasi wisata edukasi ramah anak yang tepat sering kali menimbulkan tantangan bagi masyarakat. Faktor-faktor seperti keselamatan, fasilitas pendukung, aksesibilitas, dan nilai pendidikan harus dipertimbangkan secara komprehensif. Minimnya informasi yang terintegrasi dan sulitnya membandingkan berbagai pilihan wisata menyulitkan pengguna untuk menentukan destinasi yang sesuai dengan kebutuhan dan usia anak-anak [1].

Overcurrent Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) merupakan komponen utama dalam sistem proteksi distribusi tenaga listrik. OCR berfungsi untuk mendeteksi arus lebih yang umumnya diakibatkan oleh gangguan hubung singkat antar fasa, sedangkan GFR digunakan untuk mendeteksi gangguan arus bocor ke tanah. Kinerja kedua relai tersebut sangat menentukan efektivitas sistem proteksi, khususnya dalam hal kecepatan pemutusan gangguan dan ketepatan isolasi area yang terdampak. Relai yang bekerja sesuai karakteristik jaringan akan mampu mencegah kerusakan peralatan, memperkecil luas pemadaman, serta menjaga stabilitas dan keandalan sistem distribusi secara keseluruhan.

Dalam praktik operasional, permasalahan sering muncul akibat ketidaksesuaian antara setting relai dengan kondisi aktual jaringan. Perubahan konfigurasi sistem, peningkatan beban, penambahan penyulang, serta penuaan peralatan dapat menyebabkan setting relai yang awalnya dirancang optimal menjadi tidak lagi sesuai. Kondisi ini berpotensi menimbulkan berbagai gangguan operasional, seperti keterlambatan pemutusan arus gangguan, hilangnya selektivitas antar perangkat proteksi, maupun terjadinya trip yang tidak diperlukan (false trip). Dampak dari permasalahan tersebut tidak hanya menurunkan tingkat keandalan sistem distribusi, tetapi juga dapat mengganggu kontinuitas penyaluran listrik kepada pelanggan.

Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut, diperlukan upaya evaluasi dan pengujian sistem proteksi secara berkala. Pengujian terhadap relai OCR dan GFR dilakukan untuk memastikan bahwa relai masih bekerja sesuai dengan karakteristik yang direncanakan dan memenuhi standar teknis yang berlaku. Melalui pengujian ini, parameter seperti waktu kerja relai, sensitivitas terhadap arus gangguan, serta koordinasi antar relai dapat dianalisis secara menyeluruh. Hasil pengujian tersebut dapat dijadikan dasar dalam melakukan penyesuaian setting relai agar lebih sesuai dengan kondisi aktual jaringan distribusi, sehingga kinerja sistem proteksi dapat dioptimalkan.



Dalam kurun waktu lima tahun terakhir, berbagai penelitian telah membahas analisis kinerja dan koordinasi relai OCR dan GFR pada sistem distribusi tenaga listrik. Sejumlah penelitian berfokus pada evaluasi koordinasi proteksi antara relai OCR dan fuse untuk meningkatkan selektivitas serta mengurangi dampak pemadaman akibat gangguan. Penelitian lainnya mengkaji pengaruh perubahan beban dan konfigurasi jaringan terhadap setting relai OCR dan GFR melalui simulasi gangguan hubung singkat. Selain itu, terdapat studi yang menganalisis keandalan sistem proteksi dengan membandingkan waktu kerja relai terhadap berbagai jenis gangguan, baik gangguan antar fasa maupun gangguan ke tanah.

Perkembangan penelitian terbaru juga menunjukkan adanya pemanfaatan perangkat lunak analisis sistem tenaga dalam menentukan setting relai yang lebih optimal. Pendekatan ini memungkinkan simulasi berbagai skenario gangguan dilakukan secara lebih komprehensif sebelum diterapkan pada sistem nyata. Di sisi lain, beberapa penelitian menekankan pentingnya pengujian relai secara langsung menggunakan metode secondary injection test untuk memverifikasi hasil perhitungan dan simulasi. Metode pengujian ini dinilai mampu memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai performa relai dalam kondisi operasional sebenarnya.

Meskipun telah banyak penelitian yang membahas sistem proteksi distribusi, sebagian besar studi terdahulu masih memiliki keterbatasan. Banyak penelitian yang hanya menitikberatkan pada analisis teoritis dan simulasi tanpa disertai validasi melalui pengujian relai di lapangan. Sebaliknya, terdapat pula penelitian yang melaporkan hasil pengujian relai secara langsung, namun belum mengaitkannya secara mendalam dengan analisis kesesuaian setting terhadap karakteristik jaringan distribusi. Selain itu, kajian yang mengintegrasikan hasil pengujian OCR dan GFR secara bersamaan untuk mengevaluasi kinerja dan keandalan sistem proteksi distribusi masih relatif terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja relai Overcurrent Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) pada sistem distribusi tenaga listrik melalui pengujian fungsi dan karakteristik relay. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian setting relai terhadap kondisi aktual jaringan serta mengidentifikasi potensi perbaikan dalam koordinasi proteksi. Diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan rekomendasi setting relai yang lebih optimal, sehingga sistem proteksi mampu beroperasi secara cepat, selektif, dan andal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan keandalan dan keamanan penyaluran tenaga listrik, serta menjadi referensi bagi pengelola sistem distribusi dalam melakukan evaluasi dan pengembangan sistem proteksi di masa mendatang.

2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka mengenai optimasi keandalan proteksi sistem tenaga listrik menekankan pentingnya pengujian fungsi dan karakteristik overcurrent relay (OCR) serta ground fault relay (GFR) sebagai perangkat utama dalam mendeteksi dan mengisolasi gangguan. OCR bekerja berdasarkan besaran arus lebih dengan karakteristik waktu tertentu (inverse, very inverse, atau definite time), sehingga koordinasi antar relay menjadi krusial untuk menjamin selektivitas dan kecepatan pemutusan. Sementara itu, GFR berperan dalam mendeteksi arus gangguan ke tanah yang seringkali bernilai kecil namun berpotensi merusak peralatan dan membahayakan keselamatan. Berbagai studi menunjukkan bahwa pengujian berkala melalui metode secondary injection maupun primary injection diperlukan untuk memverifikasi kesesuaian setting relay dengan kurva karakteristik yang diharapkan. Selain itu, analisis kurva koordinasi proteksi dan



Lisensi

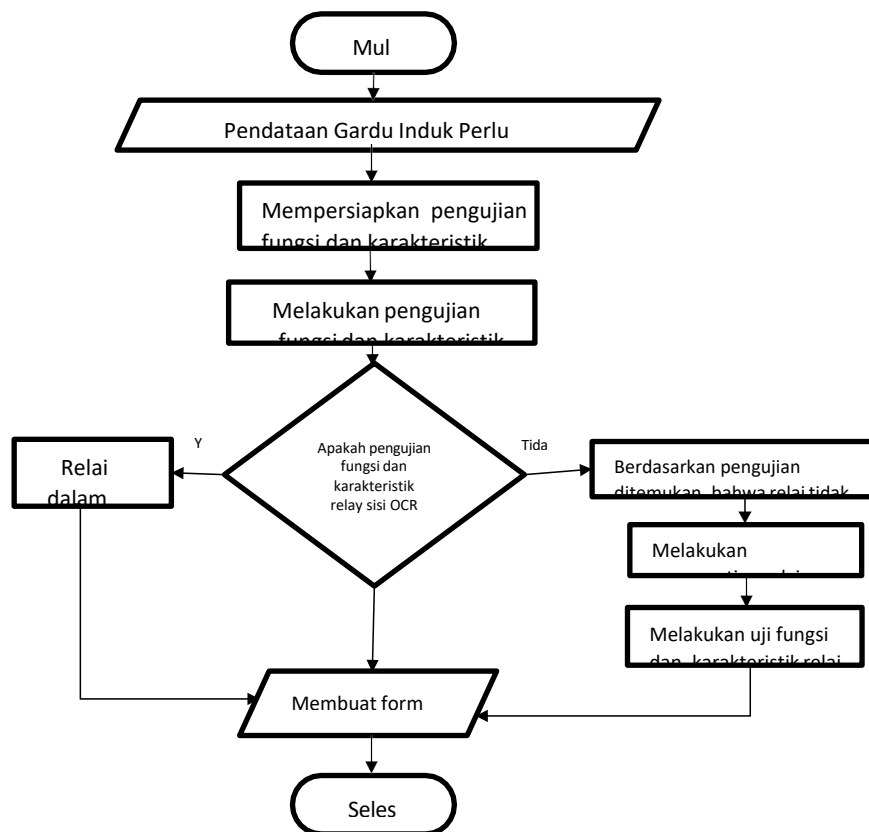
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

evaluasi sensitivitas relay terhadap variasi kondisi sistem menjadi bagian penting dalam meningkatkan keandalan. Dengan demikian, optimasi proteksi tidak hanya bergantung pada pemilihan perangkat, tetapi juga pada akurasi pengujian dan penyesuaian parameter agar sistem mampu merespons gangguan secara tepat, selektif, dan andal.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

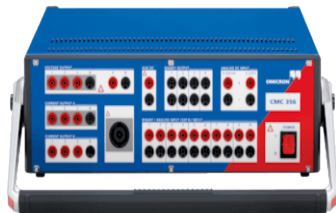
Prosedur penelitian diawali dengan pendataan gardu induk yang memerlukan kegiatan pemeliharaan sebagai objek penelitian. Selanjutnya dilakukan persiapan pengujian fungsi dan karakteristik relay Overcurrent Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR), yang mencakup penyiapan peralatan serta penentuan parameter pengujian. Pengujian fungsi dan karakteristik relay kemudian dilaksanakan untuk mengevaluasi kinerja relay dalam mendeteksi arus gangguan serta kesesuaiannya dengan standar teknis yang berlaku. Hasil pengujian dianalisis untuk menentukan tingkat keandalan relay. Apabila relay dinyatakan masih memenuhi standar, maka relay tetap dioperasikan. Sebaliknya, jika relay tidak memenuhi kriteria, dilakukan penggantian relay yang selanjutnya kembali diuji untuk memastikan kinerjanya telah sesuai. Seluruh hasil pengujian didokumentasikan dalam formulir uji relay sebagai bagian dari pelaporan penelitian.



Gambar 1. Flowchart Prosedur Penelitian

3.2. Metode Pengujian Fungsi dan Karakteristik OCR & GFR

Untuk melakukan pengujian pada *relay overcurrent*, digunakan peralatan bernama OMICRON CMC 356. Alat ini berfungsi untuk menghasilkan arus dan tegangan sesuai kebutuhan pengujian, dengan variasi tegangan yang dapat disesuaikan.



Pengujian fungsi dan karakteristik relai OCR dan GFR dilaksanakan dengan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Persiapan (*Safety Briefing* dan Berdoa)
2. Pengecekan Peralatan
3. Pengecekan Kesiapan Personel
4. Pengecekan Dokumen (Working Permit, IK, SOP)
5. Review SOP IK dari Pengawas Pekerjaan kepada Pelaksana Pekerjaan
6. Komunikasi dengan DCC melalui radio bahwa personel siap bekerja.
7. Sebelum memulai pekerjaan pastikan PMT sudah posisi rack out dan grounding (apabila diperlukan).
8. Pasang LOTO pada pintu PMT.
9. Hubungkan Laptop ke relai yang akan diuji menggunakan software Easergy Studio.
10. Download data Setting dan beri nama dengan format tanggal saat ambil data.
11. Download data Event Relay dan Logic Relay
12. Sinkronkan jam relai dengan laptop
13. Input data setting pada form uji yang sudah disediakan.
14. Apabila setting existing pada relai melebihi nilai inject sekunder 32 Ampere pada form, maka dilakukan perubahan setting pada relai.
15. Setting fungsi Breaker Failure posisi Disable atau Non Aktif pada. Setelah mengubah setting relai yang disesuaikan form, lakukan Save As dan beri nama berbeda (contoh : 30-12-2023 PENGUJIAN).
16. Kirim data setting relai yang akan digunakan sebagai pengujian.
17. Cek pada relai secara manual apakah data sudah terkirim.
18. Persiapkan alat uji dan rangkai
19. Cek kabel jumper dengan kontinyu menggunakan AVO Meter setiap kabel jumper yang terdapat sambungan
20. Pastikan alat uji sudah tergrounding sebelum dinyalakan.
21. Hubungkan alat uji dengan laptop yang sudah terinstal Omicron Universe

22. Lakukan pengujian dengan inject arus dengan nilai dibawah setting GFR, per phasa untuk memastikan rangkaian alat sudah benar
23. Lakukan pengujian karakteristik sesuai form
24. Lakukan Pengujian Fungsi, Pengujian Fungsi Meliputi :
 - PMT trip autoreclose Single Shoot
 - PMT trip autreclose Double Shoot
 - PMT trip autoreclose Double Shoot Permanen
 - PMT trip Permanen
25. Setelah selesai dilakukan pengujian download event relai dari hasil uji.
26. Kembalikan setting existing awal relai.
27. Cek kembali secara manual pada relai, pastikan data sudah terkirim seperti setting awal.
28. Laporkan kepada DCC jika pekerjaan sudah selesai dan pastikan kondisi aman.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

UP2D Kalselteng memiliki total asset Gardu Induk sebanyak 55 Gardu Induk yang tersebar di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. Pemeliharaan preventif pada setiap GI dilakukan secara berkala untuk memaksimalkan peralatan agar selalu bekerja secara optimal dan melakukan inspeksi terhadap kelayakan setiap peralatan. Pengujian fungsi dan karakteristik relai OCR dan GFR ini dilakukan di Gardu Induk Muara Teweh, dimana pada Gardu Induk tersebut terdapat empat Outgoing Feeder. Pada setiap Outgoing Feeder menggunakan relai dengan tipe Micom P123.

a. TWH01

1. Over Current Relay (OCR)

Tabel 1. *Setting TWH01*

<u>SETTING</u>		<u>I prim.</u>	<u>I sek.</u>
I >	0,67	402	3,35
t >	0,21		
I >>	3,45	2.070	17,25
t >>	0,15		
I >>>	5,00	3.000	42,50
t >>>	=		

Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa TWH01 menggunakan *Current Transformator* sebesar 600/5 Ampere dengan setting nilai relai OCR yang diatur pada TWH01 melalui 3 tahap yaitu *lowset*, *highset* tahap 1 dan *highset* tahap 2.

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik OCR TWH01

I Set	I (Amp.) Primer	Sekunder	t (detik) Diuji			
			Dihitung	R	S	T
1,00	402	3,35				
1,50	603	5,03	3,61	3,565	3,565	3,565



2,00	804	6,70	2,11	2,115	2,115	2,115
5,00	2.010	16,75	0,90	0,916	0,916	0,916
5,50	2.211	18,43	0,15	0,198	0,198	0,198
6,00	2.412	20,10	0,10	0,194	0,194	0,194
7,00	2.814	23,45	0,1	0,182	0,182	0,182
8,00	3.216	26,80	0,01	0,01	0,01	0,01

Berdasarkan tabel berikut, dapat diketahui bahwa melalui pengujian karakteristik OCR yang menggunakan alat Omicron CMC 356 dengan memasukkan arus sekunder sesuai nilai yang telah ditetapkan pada tabel tersebut. Pada relai TWH01 didapatkan bahwa hasil pengujian karakteristik OCR yang dimulai dari *lowset*, *highset* tahap 1 dan *highset* tahap 2 sudah sesuai standar. Hal ini dikarenakan selisih antara t (detik) diuji dan t (detik) dihitung tidak terlalu jauh.

Pada TWH01 *Auto Reclose (AR)* di *setting* dengan dua kali AR dengan AR pertama di *setting* pada waktu 15 s dan AR kedua pada waktu 180 s. *Auto Reclose* ini di *setting* hanya untuk tahapan *lowset* dan *highset* tahap 1. Berdasarkan pengujian fungsi pada TWH01 didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal, dikarenakan saat pengujian dilakukan dimana arus pertama di *inject*, PMT pada TWH01 berhasil *open* dan pada detik ke 15 PMT berhasil *close*, sehingga disimpulkan bahwa AR pertama bekerja. Selanjutnya saat arus kedua kembali di *inject*, PMT berhasil *open* dan pada detik ke 180 PMT berhasil *close*, hal ini berarti AR ke dua berhasil bekerja dan saat arus ketiga kembali di *inject*, PMT kembali *open* dan relai terindikasi *lockout*. Kemudian pengujian dilakukan juga pada arus yang melebihi nilai *setting highset* tahap 2 dan saat arus di *inject*, maka relai terindikasi *lockout* dan PMT berhasil *open*. Melalui hasil pengujian yang telah dilaksanakan didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal.

2. Ground Fault Relay (GFR)

Tabel 3. Setting GFR TWH01

SETTING		I prim.	I sek.
Io >	0,080	48	0,40
to >	0,33		
Io >>	0,50	300	2,50
to >>	0,15		
Io >>>		-	-
to >>>			

Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa TWH01 menggunakan Current Transformator sebesar 600/5 Ampere dengan setting nilai relai OCR yang diatur pada TWH01 melalui 2 tahap yaitu *lowset* dan *highset* tahap 1.

Tabel 4. Hasil Uji Karakteristik GFR TWH01

I Set	I (Amp.)		t (detik)	t (detik)
	Primer	Sekunder	Dihitung	Diuji
1,00	48	0,40		
2,00	96	0,80	3,31	3,378
5,00	240	2,00	1,41	1,442



5,50	264	2,20	1,33	1,354
6,00	288	2,40	1,27	1,295
7,00	336	2,80	0,15	0,2
-	-	-	-	
-	-	-	-	

Berdasarkan tabel berikut, dapat diketahui bahwa melalui pengujian karakteristik GFR yang menggunakan alat Omicron CMC 356 dengan memasukan arus sekunder sesuai nilai yang telah ditetapkan pada tabel tersebut. Pada relai TWH01 didapatkan bahwa hasil pengujian karakteristik OCR yang dimulai dari lowset dan highset tahap 1 sudah sesuai standar. Hal ini dikarenakan selisih antara t (detik) diuji dan t (detik) dihitung tidak terlalu jauh.

Pada TWH01 Auto Reclose (AR) di setting dengan dua kali AR dengan AR pertama di setting pada waktu 15 s dan AR kedua pada waktu 180 s. Auto Reclose ini di setting hanya untuk tahapan lowset. Berdasarkan pengujian fungsi pada TWH01 didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal, dikarenakan saat pengujian dilakukan dimana arus pertama di inject, PMT pada TWH01 berhasil open dan pada detik ke 15 PMT berhasil close, sehingga disimpulkan bahwa AR pertama bekerja. Selanjutnya saat arus kedua kembali di inject, PMT berhasil open dan pada detik ke 180 PMT berhasil close, hal ini berarti AR ke dua berhasil bekerja dan saat arus ketiga kembali di inject, PMT kembali open dan relai terindikasi lockout. Kemudian pengujian dilakukan juga pada arus yang melebihi nilai setting highset tahap 1 dan saat arus di inject, maka relai terindikasi lockout dan PMT berhasil open. Melalui hasil pengujian yang telah dilaksanakan didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal.

b. TWH02

a. Over Current Relay (OCR)

Tabel 5. *Setting* OCR TWH02

SETTING		I prim.	I sek.
I >	0,50	300	2,50
t >	0,16		
I >>	3,45	2.070	17,25
t >>	0,10		
I >>>	5,00	3.000	42,50

Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa TWH02 menggunakan *Current Transformator* sebesar 600/5 Ampere dengan setting nilai relai OCR yang diatur pada TWH02 melalui 3 tahap yaitu *lowset*, *highset* tahap 1 dan *highset* tahap 2.

Tabel 6. Hasil Uji Karakteristik OCR TWH02

I Set	I (Amp.) Primer	Sekunder	t (detik) Dihitung	t (detik) Diuji R	S	T
1,00	300	2,50				
1,50	450	3,75	2,75	2,779	2,779	2,779
2,00	600	5,00	1,60	1,629	1,629	1,629
5,00	1.500	12,50	0,68	0.702	0.703	0.704
7,00	2.100	17,50	0,10	0,103	0,103	0,103
8,00	2.400	20,00	0,10	0,127	0,127	0,127



9,00	2.700	22,50	0,1	0,124	0,124	0,124
11,00	3.300	27,50	0,01	0,03	0,03	0,03

Berdasarkan tabel berikut, dapat diketahui bahwa melalui pengujian karakteristik OCR yang menggunakan alat Omicron CMC 356 dengan memasukan arus sekunder sesuai nilai yang telah ditetapkan pada tabel tersebut. Pada relai TWH02 didapatkan bahwa hasil pengujian karakteristik OCR yang dimulai dari lowset, highset tahap 1 dan highset tahap 2 sudah sesuai standar. Hal ini dikarenakan selisih antara t (detik) diuji dan t (detik) dihitung tidak terlalu jauh.

Pada TWH02 Auto Reclose (AR) di setting dengan dua kali AR dengan AR pertama di setting pada waktu 15 s dan AR kedua pada waktu 180 s. Auto Reclose ini di setting hanya untuk tahapan lowset dan highset tahap 1. Berdasarkan pengujian fungsi pada TWH02 didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal, dikarenakan saat pengujian dilakukan dimana arus pertama di inject, PMT pada TWH02 berhasil open dan pada detik ke 15 PMT berhasil close, sehingga disimpulkan bahwa AR pertama bekerja. Selanjutnya saat arus kedua kembali di inject, PMT berhasil open dan pada detik ke 180 PMT berhasil close, hal ini berarti AR ke dua berhasil bekerja dan saat arus ketiga kembali di inject, PMT kembali open dan relai terindikasi lockout. Kemudian pengujian dilakukan juga pada arus yang melebihi nilai setting highset tahap 2 dan saat arus di inject, maka relai terindikasi lockout dan PMT berhasil open. Melalui hasil pengujian yang telah dilaksanakan didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal.

b. Ground Fault Relay (GFR)

Tabel 7. Setting GFR TWH02

SETTING		I prim.	I sek.
Io >	0,050	30	0,25
to >	0,25		
Io >>	0,50	300	2,50
to >>	0,10		
Io >>>		-	-
to >>>			

Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa TWH02 menggunakan Current Transformator sebesar 600/5 Ampere dengan setting nilai relai OCR yang diatur pada TWH02 melalui 2 tahap yaitu lowset dan highset tahap 1.

Tabel 8. Hasil Uji Karakteristik GFR TWH02

I Set	I (Amp.)		t (detik)	
	Primer	Sekunder	Dihitung	t (detik) Diuji N
1,00	30	0,25		
2,00	60	0,50	2,51	2,523
5,00	150	1,25	1,07	1,086
7,50	225	1,88	0,85	0,868
8,00	240	2,00	0,82	0,837
11,00	330	2,75	0,10	0,132
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Berdasarkan tabel berikut, dapat diketahui bahwa melalui pengujian karakteristik GFR yang



menggunakan alat Omicron CMC 356 dengan memasukan arus sekunder sesuai nilai yang telah ditetapkan pada tabel tersebut. Pada relai TWH02 didapatkan bahwa hasil pengujian karakteristik OCR yang dimulai dari lowset dan highset tahap 1 sudah sesuai standar. Hal ini dikarenakan selisih antara t (detik) diuji dan t (detik) dihitung tidak terlalu jauh.

Pada TWH02 Auto Reclose (AR) di setting dengan dua kali AR dengan AR pertama di setting pada waktu 15 s dan AR kedua pada waktu 180 s. Auto Reclose ini di setting hanya untuk tahapan lowset. Berdasarkan pengujian fungsi pada TWH02 didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal, dikarenakan saat pengujian dilakukan dimana arus pertama di inject, PMT pada TWH02 berhasil open dan pada detik ke 15 PMT berhasil close, sehingga disimpulkan bahwa AR pertama bekerja. Selanjutnya saat arus kedua kembali di inject, PMT berhasil open dan pada detik ke 180 PMT berhasil close, hal ini berarti AR ke dua berhasil bekerja dan saat arus ketiga kembali di inject, PMT kembali open dan relai terindikasi lockout. Kemudian pengujian dilakukan juga pada arus yang melebihi nilai setting highset tahap 1 dan saat arus di inject, maka relai terindikasi lockout dan PMT berhasil open. Melalui hasil pengujian yang telah dilaksanakan didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal.

c. TWH04

a. Over Current Relay (OCR)

Tabel 9. Setting OCR TWH04

SETTING		I prim.	I sek.
I >	0,50	400	2,50
t >	0,21		
I >>	2,65	2.120	13,25
t >>	0,15		
I >>>	3,75	3.000	42,50
t >>>	-		

Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa TWH04 menggunakan *Current Transformator* sebesar 800/5 Ampere dengan setting nilai relai OCR yang diatur pada TWH04 melalui 3 tahap yaitu *lowset*, *highset* tahap 1 dan *highset* tahap 2.

Tabel 10. Hasil Uji Karakteristik OCR TWH4

I Set	I (Amp.)		t (detik)		t (detik) Diuji		
	Primer	Sekunder	Dihitung	R	S	T	
1,00	400	2,50					
1,50	600	3,75	3,61	3,645	3,645	3,645	
2,00	800	5,00	2,11	2,133	2,133	2,133	
5,00	2.000	12,50	0,90	0,917	0,917	0,917	
6,00	2.400	15,00	0,15	0,179	0,179	0,179	
6,50	2.600	16,25	0,10	0,177	0,177	0,177	
7,00	2.800	17,50	0,1	0,176	0,176	0,176	
8,50	3.400	21,25	0,01	0,035	0,035	0,035	

Berdasarkan tabel berikut, dapat diketahui bahwa melalui pengujian karakteristik OCR yang menggunakan alat Omicron CMC 356 dengan memasukan arus sekunder sesuai nilai yang telah ditetapkan pada tabel tersebut. Pada relai TWH04 didapatkan bahwa hasil pengujian karakteristik OCR yang dimulai dari lowset, highset tahap 1 dan highset tahap 2 sudah sesuai standar. Hal ini dikarenakan selisih antara t (detik) diuji dan t (detik) dihitung tidak terlalu jauh.



Pada TWH04 Auto Reclose (AR) di setting dengan dua kali AR dengan AR pertama di setting pada waktu 15 s dan AR kedua pada waktu 180 s. Auto Reclose ini di setting hanya untuk tahapan lowset dan highset tahap 1. Berdasarkan pengujian fungsi pada TWH04 didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal, dikarenakan saat pengujian dilakukan dimana arus pertama di inject, PMT pada TWH04 berhasil open dan pada detik ke 15 PMT berhasil close, sehingga disimpulkan bahwa AR pertama bekerja. Selanjutnya saat arus kedua kembali di inject, PMT berhasil open dan pada detik ke 180 PMT berhasil close, hal ini berarti AR ke dua berhasil bekerja dan saat arus ketiga kembali di inject, PMT kembali open dan relai terindikasi lockout. Kemudian pengujian dilakukan juga pada arus yang melebihi nilai setting highset tahap 2 dan saat arus di inject, maka relai terindikasi lockout dan PMT berhasil open. Melalui hasil pengujian yang telah dilaksanakan didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal.

b. Ground Fault Relay (GFR)

Tabel 11. *Setting* GFR TWH04

SETTING		I prim.	I sek.
Io >	0,060	48	0,30
to >	0,30		
Io >>	0,38	304	1,90
to >>	0,15		
Io >>>		-	-
to >>>			

Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa TWH04 menggunakan Current Transformator sebesar 800/5 Ampere dengan setting nilai relai OCR yang diatur pada TWH04 melalui 2 tahap yaitu lowset dan highset tahap 1.

Tabel 12. Hasil Uji Karakteristik GFR TWH04

I Set	I (Amp.)		t (detik)	t (detik)
	Primer	Sekunder	Dihitung	Diuji
1,00	48	0,30		
2,00	96	0,60	3,01	3,037
4,00	192	1,20	1,49	1,513
5,00	240	1,50	1,28	1,306
10,20	490	3,06	0,15	0,172
11,00	528	3,30	0,15	0,177
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Berdasarkan tabel berikut, dapat diketahui bahwa melalui pengujian karakteristik GFR yang menggunakan alat Omicron CMC 356 dengan memasukan arus sekunder sesuai nilai yang telah ditetapkan pada tabel tersebut. Pada relai TWH04 didapatkan bahwa hasil pengujian karakteristik OCR yang dimulai dari lowset dan highset tahap 1 sudah sesuai standar. Hal ini dikarenakan selisih antara t (detik) diuji dan t (detik) dihitung tidak terlalu jauh.

Pada TWH04 Auto Reclose (AR) di setting dengan dua kali AR dengan AR pertama di setting pada waktu 15 s dan AR kedua pada waktu 180 s. Auto Reclose ini di setting hanya untuk tahapan lowset. Berdasarkan pengujian fungsi pada TWH04 didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal, dikarenakan saat pengujian dilakukan dimana arus pertama di inject, PMT pada TWH04 berhasil open dan pada detik ke 15 PMT berhasil close, sehingga



disimpulkan bahwa AR pertama bekerja. Selanjutnya saat arus kedua kembali di inject, PMT berhasil open dan pada detik ke 180 PMT berhasil close, hal ini berarti AR ke dua berhasil bekerja dan saat arus ketiga kembali di inject, PMT kembali open dan relai terindikasi lockout. Kemudian pengujian dilakukan juga pada arus yang melebihi nilai setting highset tahap 1 dan saat arus di inject, maka relai terindikasi lockout dan PMT berhasil open. Melalui hasil pengujian yang telah dilaksanakan didapatkan bahwa relai masih bekerja secara optimal.

5. Kesimpulan

Hasil pengujian fungsi dan karakteristik relai Overcurrent (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) di Gardu Induk Muara Teweh menunjukkan bahwa kegiatan pengujian ini memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga dan meningkatkan keandalan sistem proteksi tenaga listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja relai proteksi sangat dipengaruhi oleh ketepatan pengaturan nilai setting, kesesuaian simulasi koordinasi antar perangkat proteksi, serta kondisi lingkungan dan peralatan pendukung yang beroperasi di gardu induk. Faktor-faktor tersebut secara langsung menentukan kemampuan relai dalam mendeteksi dan merespons gangguan secara optimal.

Pengujian yang dilakukan menggunakan relay test set, seperti OMICRON CMC, menunjukkan bahwa nilai setpoint arus dan karakteristik waktu–arus relai OCR dan GFR telah sesuai dengan kurva operasi yang direncanakan, baik pada karakteristik Inverse Definite Minimum Time (IDMT) maupun definite time. Kesesuaian ini membuktikan bahwa relai mampu bekerja secara cepat, tepat, dan selektif dalam mengamankan sistem dari gangguan hubung singkat maupun gangguan ke tanah. Dengan kinerja relai yang optimal, potensi kerusakan peralatan dapat diminimalkan, luas area pemadaman dapat ditekan, serta kontinuitas penyaluran tenaga listrik kepada konsumen dapat terjaga dengan baik. Selain itu, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pengujian dan evaluasi relai proteksi secara berkala merupakan bagian penting dari strategi pemeliharaan preventif. Kegiatan ini tidak hanya berfungsi untuk memastikan keandalan relai secara individual, tetapi juga mendukung optimalisasi koordinasi sistem proteksi secara keseluruhan. Dengan demikian, penerapan pemeliharaan preventif berbasis pengujian fungsi dan karakteristik relai OCR dan GFR menjadi langkah yang efektif dalam meningkatkan keandalan dan keamanan sistem proteksi di Gardu Induk Muara Teweh.

REFERENSI

- [1] Abdul, A., & Irine, K.F. (2019). Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang (hal. 332-344). Palembang: Universitas PGRI Palembang. <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i2.3468>
- [2] Abdul Multi & Thufail Addaus (2022). Analisa Proteksi Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) pada Transformator Daya Gardu Induk. SAINSTECH: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi, 32(1). DOI:10.37277/stch.v32i1.1215.
- [3] Afrizal, M., Anisah, S., & Wibowo, P. (2025). Over Current Relay Protection System Coordination Analysis and Ground Fault Relay on 20 KV Feeder Substation at Muara Tebo Substation. International Conference of Digital Sciences and Engineering Technology (pp. 131-147). Universitas Pembangunan Panca Budi.
- [4] Agustina, G., Anisah, S., & Tarigan, A. S. (2025). Analisa Hasil Pemeliharaan Shutdown Testing Dengan Alat Uji Omicron CMC 356 Pada Relay Distance Bay Line 150kV Jantho di GI Sigli. JESCE: Journal of Electrical and System Control Engineering, 8(2), 271-279. <https://doi.org/10.31289/jesce.v8i2.14168>



- [5] Engla, H. A., Ermawati., Machdalena., & John, H. (2024). Analisa Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) pada Jaringan Distribusi 20 kV (hal.755-764). Pekanbaru: Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru.
- [6] Hairi, M. H.; Kamarudin, M. N.; Isira, A. S. M.; Mohamed, M. F. P.; Sobri, S. A. "Modeling an Overcurrent Relay Protection and Coordination in a Power System Network Using PSCAD Software." *International Journal of Electrical Engineering and Applied Sciences (IJEEAS)*, Vol. 4, No. 1, April 2021
- [7] Iskandar, H. R., Mulyono, H., Charisma, A., & Hidayat, M. R. (2023). Overcurrent and ground fault relay protection settings at transformer-1 150 kV/20 kV Braga substation. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*.
- [8] Kauhaniemi, K. (2023). Protection and Communication Techniques in Modern Power Systems. *Energies*, 16(5), 2304. <https://doi.org/10.3390/en16052304>
- [9] Mohamad Idris, Rasyidah; Mohamed, Siti Zulaikha. "Coordination of Overcurrent Relay In Distribution System." *Elektrika: Journal of Electrical Engineering*, Vol. 21, No. 2, September 2022.
- [10] Nugroho, A., & Suryanegara, M. (2020). Impact of Periodic Relay Testing on the Reliability of Distribution Protection. *International Journal of Power and Energy Systems Engineering*, 8(4), 322–330.
- [11] Putra, D. A., & Prasetyo, R. (2023). Evaluation of Protection Reliability in Distribution Networks with Digital Relays. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (JTEK)*, 12(2), 187–196.
- [12] PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Kalimantan Selatan Tengah. (2023). Instruksi Kerja Pengujian Relay Micom P142 P142 OCR/GFR Menggunakan Omicron CMC 356. Banjarbaru: Unit Pelaksana Pengatur Distribusi KalSel dan KalTeng.
- [13] Rahman, M. A., Hasan, S., & Chowdhury, M. M. (2022). Optimizing Reliability of Power Distribution Protection Systems Using Relay Coordination. *IEEE Access*, 10, 23415–23428. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3171415>
- [14] Sadeghi, S., Naghshbandy, A. H., Moradi, P., & Bagheri, A. 2024. Optimal Adaptive Coordination of Overcurrent Relays in Power System Protection Using a New Hybrid Metaheuristic Algorithm. *IET Renewable Power Generation*. 18(1), 1948-1971. <https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2023.0499>
- [15] Sarma Thaha, A. W. Indrawan, Y. J. Pongkiding (2022). Analisis Sistem Koordinasi Proteksi Over Current Relay (OCR) Dan Ground Fault Relay (GFR) Tegangan 20 kV Bay Trafo Pada Gardu Induk Sanga-Sanga, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Elekterika (Elekterika)*, 6(2): Vol. 19 No. 2 (2022).
- [16] Saputro, M. S. A., Prasetyono, S., & Ghozali, R. B. M. (2021). Analisa Koordinasi Setting Ground Fault Relay terhadap Hubung Singkat 1 Fasa Tanah. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 1(2). DOI:10.57152/malcom.v1i2.109.
- [17] Shahnaz, A., (2019). Analisis Setting Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) pada Recloser Hangtuh Feeder Kulim PT. PLN (persero) Area Pekanbaru. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- [18] Singh, J., & Verma, A. (2021). Reliability Assessment of Distribution Protection Systems Considering Relay and Breaker Failures. *Electric Power Systems Research*, 197, 107309. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2021.107309>
- [19] Tirza, N., & Syahrial. (2013). Perhitungan Setting Rele OCR dan GFR pada sistem Interkoneksi Diesel Generator di Perusahaan "X" (hal.76-85). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [20] Wahyu, S. N., (2016). *Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Depok: Garamond.
- [21] Wardani, D. P., Rahmaniar, & Anisah, S. 2020. Analisa Over Current Relay (OCR) Pada Transformator Saya 60 MVA dengan Simulasi Matlab di Gardu Induk Paya Geli. *Seminar of Social Engineering and Humaniora*. E-ISSN 2775-4049, 262-270.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

[22] Zakri, A. A., Ramadhan, R. A., & Sunanda, W. (2024). Performance Evaluation of Overcurrent Relay and Ground Fault Relay Coordination in Distribution Feeder. *Jurnal Ecotipe: Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering*, 11(1), 66-76.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.