

KONFIGURASI *SETTING RELAY TEGANGAN NOL (RTN)* PADA GARDU INDUK (GI) MASAMBA

Muhdalifah Muhtar¹, Nurul Amalia Amri², Annisa Nurfadhilah³, Muhammad Ridhwan⁴,
Didik Rahbini Sadikin⁵

^{1,3,4,5} Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ujung Pandang

² Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi, Politeknik Negeri Ujung Pandang

¹ korespondensi: muhdalifahmuhtar@poliupg.ac.id

ABSTRACT

Masamba Substation (GI), located at the endpoint of the Sulselrabar electrical system, often experiences disruptions due to high lightning activity. These disruptions can lead to transformer energization under load conditions, posing risks of significant transformer damage and destabilizing the electrical system. To address this, an effective protection scheme is needed. The Zero Voltage Relay (RTN) is designed to prevent transformer energization under load, making it crucial to configure and test RTN at Masamba GI. This study aims to implement the RTN protection scheme and determine the optimal configuration to protect the transformer and maintain electrical system stability at Masamba GI. Given the frequent disruptions and associated risks, a quantitative method was employed. This included collecting technical data from GI equipment, testing the RTN configuration using the MiCOM P143 relay, and analyzing undervoltage and undercurrent parameters as RTN trigger inputs. The results demonstrated that the RTN operated effectively, automatically releasing the load during disturbances, thereby preventing transformer energization under load. The applied RTN settings increased the selectivity and reliability of the protection system, ensuring the RTN only activated during critical situations. This not only prevented potential transformer damage but also contributed to extending its lifespan and improving overall system stability. The RTN setting configuration improves protection reliability and enables selective operation with a relay working speed of 4,056 s with a voltage ratio of 95%, which ultimately helps extend the life of the transformer and maintain the stability of the electrical system at the Masamba Substation.

Keywords: ZeroVoltage Relay, Masamba Substation, Power System Protection, Undervoltage, Undercurrent.

ABSTRAK

Gardu Induk (GI) Masamba merupakan salah satu gardu di ujung sistem kelistrikan Sulselrabar yang sering mengalami gangguan akibat tingginya aktivitas petir di wilayah tersebut. Gangguan ini dapat menyebabkan terjadinya energisasi transformator dalam kondisi berbeban, yang berpotensi merusak transformator dan mengganggu kestabilan sistem tenaga listrik. Oleh karena itu, diperlukan penerapan skema proteksi yang efektif untuk mencegah kondisi tersebut. Relay Tegangan Nol (RTN) menjadi solusi yang diharapkan mampu menjaga sistem agar tidak terjadi energisasi transformator dalam kondisi berbeban, sehingga penting untuk dilakukan konfigurasi dan pengujian terhadap RTN di GI Masamba. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan skema proteksi RTN serta menentukan konfigurasi setting yang optimal untuk mencegah kerusakan transformator dan menjaga stabilitas sistem kelistrikan di GI Masamba. Penelitian ini didasari oleh tingginya frekuensi gangguan dan risiko yang dapat ditimbulkan apabila tidak ada skema proteksi yang sesuai. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni metode kuantitatif yang meliputi pengumpulan data teknis dari peralatan di GI Masamba, pengujian konfigurasi RTN menggunakan relay Micom P143, serta analisis parameter undervoltage dan undercurrent sebagai input trigger RTN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa RTN yang dikonfigurasi berhasil bekerja sesuai harapan dengan melepas beban secara otomatis ketika kondisi gangguan terjadi, sehingga energisasi transformator dalam kondisi berbeban dapat dicegah. Konfigurasi setting RTN yang diterapkan mampu meningkatkan keandalan proteksi serta bekerja secara selektif dengan kecepatan kerja relay selama 4.056 s dengan ratio tegangan sebesar 95%, yang pada akhirnya membantu memperpanjang usia transformator dan menjaga kestabilan sistem kelistrikan di GI Masamba.

Kata Kunci: Relay Tegangan Nol, Gardu Induk Masamba, Proteksi Sistem Tenaga, Undervoltage, Undercurrent.

PENDAHULUAN

Gardu Induk (GI) sebagai salah satu komponen pada sistem penyaluran tenaga

listrik yang memegang peranan sangat penting karena merupakan penghubung pelayanan tenaga listrik ke konsumen (1).

Gardu Induk (GI) merupakan komponen esensial dalam sistem penyaluran tenaga listrik, berperan sebagai titik penghubung antara pembangkit dan pengguna akhir. Salah satu aspek penting dalam menjaga stabilitas dan kontinuitas sistem kelistrikan adalah penggunaan perangkat proteksi seperti *Circuit Breaker* (CB) atau Pemutus Tenaga (PMT), yang bertugas mengamankan jaringan listrik dari potensi gangguan yang dapat merusak peralatan dan membahayakan keselamatan sistem. PMT berfungsi untuk memutuskan aliran arus saat terjadi gangguan dan secara otomatis dapat melakukan *reclose* jika kondisi gangguan telah teratasi. PMT biasanya ditempatkan pada titik strategis, termasuk pada kubikel *incoming* yang mengatur masuknya arus ke GI (2).

Tegangan busbar di GI juga perlu dipantau dan dipertahankan stabil, karena fluktuasi tegangan dapat memengaruhi kinerja perangkat dan daya yang disalurkan. Sistem proteksi tegangan yang terpasang pada busbar bertujuan mendeteksi kondisi *undervoltage* yang bisa berpengaruh pada sistem, khususnya dalam skenario pemadaman mendadak atau *blackout*. Selain PMT, pemisah (PMS) berfungsi sebagai saklar isolasi yang memastikan bagian-bagian tertentu dari jaringan dapat diputuskan tanpa beban, memberikan fleksibilitas dalam pemeliharaan atau kondisi gangguan.

Pada sistem kelistrikan Sulselrabar, GI Masamba merupakan salah satu GI yang berada pada ujung sistem. GI yang dikategorikan GI ujung sistem ialah GI yang

hanya memiliki dua Saluran dan terhubung oleh 1 GI lainnya. Pada GI Masamba saluran yang dimaksud ialah saluran Masamba-Wotu #1 dan Masamba-Wotu #2 dan hanya terhubung oleh GI Wotu (2).

Saluran Masamba – Wotu #1 dan #2, berada pada daerah dengan curah kerapatan petir yang tergolong tinggi. Hal ini menyebabkan seringnya terjadi gangguan petir. Fenomena petir dapat menyebabkan gangguan 3 Fasa 1 saluran bahkan 2 saluran secara bersamaan. Apabila terjadi gangguan petir 3 Fasa 2 saluran bersamaan pada GI ujung, akan mengakibatkan terjadinya GI-GI ujung padam sesaat (2).

Kondisi tersebut mengakibatkan CB pada trafo kerja *reclose* secara tidak langsung yang dimana hal tersebut tidak diingankan dan tidak didesain untuk terjadi. *Reclose* pada CB trafo akan mengakibatkan trafo *energize* dengan kondisi berbeban dimana tanpa skema proteksi dan skema pelepasan beban, hal tersebut mampu menimbulkan fluktuasi pada frekuensi sistem serta menambah resiko pengurangan lifetime trafo (3).

Maka dari itu penelitian ini disusun untuk membuat skema yang mampu mengurangi potensi ketidakstabilan sistem serta mengurangi resiko pengurangan *lifetime* trafo dengan menentukan dan mengaplikasikan konfigurasi setting *Relay* Tegangan Nol (RTN) pada GI Masamba.

Relay Tegangan Nol merupakan peralatan kontrol yang bekerja apabila terjadi hilang tegangan (*blackout*) pada suatu gardu induk.

Peralatan ini berfungsi untuk membuka PMT jika tegangan busbar turun hingga 20% dari tegangan nominal (V_n) dengan tujuan memudahkan proses pemulihan pasca *blackout* (4,5).

Pengujian *relay* tegangan nol dilakukan untuk memastikan unjuk kerja *relay* apabila semua input tegangan tidak mendapatkan *supply*. Pengujian *relay* tegangan nol dilakukan dengan cara menginjeksikan tegangan pengukuran ke terminal masukkan *relay* dari nilai tegangan pengenalan, kemudian tegangan dihilangkan. Pengujian individu *relay-relay* tegangan nol dilakukan setiap (5,6):

1. Secara rutin 6 tahun sekali.
2. Setiap dilakukan perubahan *setting* *relay*, *logic relay* atau rekonfigurasi tripping ke PMT.

Pengujian ini bertujuan untuk menguji sistem *tripping* dan alarm dari *relay* tegangan nol beserta alarm dan annunciator. Pengujian fungsi *relay* tegangan nol dilakukan setiap (4,5):

1. Secara rutin setiap 6 tahun sekali untuk menguji sistem *tripping* setiap bay/PMT yang ditripping oleh *relay* tegangan nol.
2. Setiap dilakukan penggantian *relay* atau penggantian PMT.

METODE

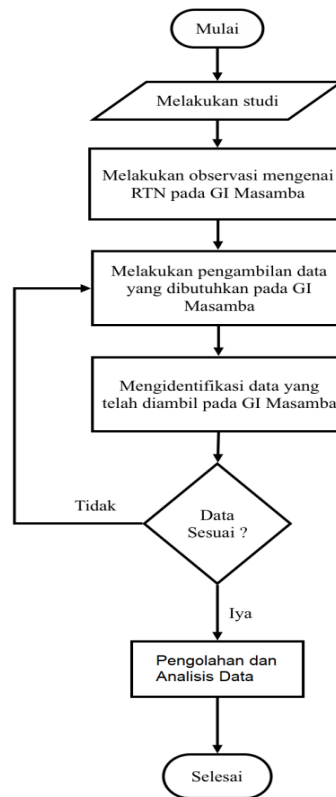
Pada penelitian ini, menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan desain deskriptif. Di mana melakukan pengumpulan data teknis dari peralatan di Gardu Induk (GI) Masamba seperti data *wiring*, data kontak-kontak,

termasuk spesifikasi peralatan yang digunakan seperti data trafo arus dan trafo tegangan serta pengaturan parameter *relay* yang ada. Langkah ini melibatkan observasi fisik dan dokumentasi terhadap peralatan yang akan dianalisis. Melakukan wawancara dengan pihak yang memahami sistem kelistrikan dan skema proteksi yang diterapkan di GI Masamba. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang mendalam mengenai operasional dan penyesuaian yang mungkin diperlukan pada konfigurasi sistem proteksi, khususnya *relay* tegangan nol (RTN), selanjutnya melakukan pengujian terhadap sistem RTN dan parameter yang mempengaruhi seperti tegangan, arus, PMT dan PMS. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *relay* MiCOM P143. Dalam pengujian ini, parameter *undervoltage* (tegangan rendah) dan *undercurrent* (arus rendah) disimulasikan untuk mengaktifkan RTN dan memastikan bahwa *relay* bekerja sesuai harapan. (5–7). Langkah terakhir yakni, setelah konfigurasi diatur, dilakukan evaluasi untuk menilai performa RTN, termasuk tingkat keberhasilan dalam memutuskan beban pada gangguan sistem. Hasil evaluasi ini kemudian digunakan untuk menilai apakah pengaturan yang diterapkan pada RTN dapat menjaga stabilitas sistem dan melindungi peralatan dari kerusakan .

Dengan pendekatan yang sistematis dan komprehensif, penelitian ini dirancang untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai implementasi RTN di GI Masamba dan dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi

pengembangan sistem proteksi di gardu induk serta meningkatkan kualitas pelayanan dalam penyaluran tenaga listrik.

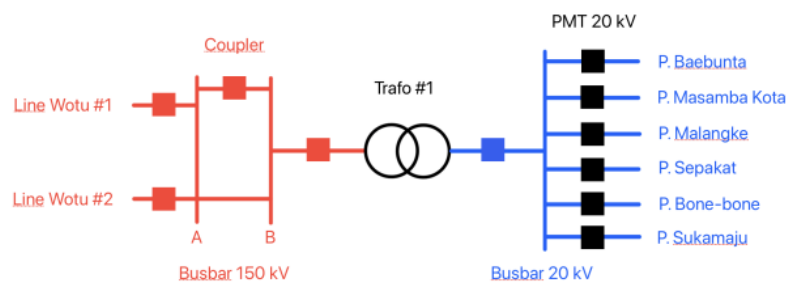
Adapun diagram alir penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Single Line Diagram GI Masamba



Gambar 2: Single Line Diagram GI Masamba

Berdasarkan gambar 2, GI Masamba memiliki 2 Bay Line yakni Bay Line Wotu #1 dan Bay Line Wotu #2, 1 Bay Trafo, dan 1 Bay Coupler. Konfigurasi GI dengan hanya 2 Bay Line atau dengan kata lain hanya terhubung

oleh 1 GI lainnya dapat didefinisikan sebagai GI ujung sistem.

Pada setiap gardu induk, bay trafo tidak didesain untuk *reclose*. Hal ini untuk menghindari *energize trafo* dengan berbeban. Gardu induk ujung memiliki probabilitas lebih

tinggi untuk mengalami kejadian tersebut dikarenakan hanya terhubung oleh satu gardu induk. Salah satu contoh kondisi ialah ketika kedua bay saluran *reclose* secara bersamaan, otomatis secara tidak disengaja bay trafo akan ikut mengalami *reclose*.

Kejadian tersebut tentunya akan membuat trafo energize dengan keadaan berbeban.

Gangguan Saluran pada GI Masamba

Berdasarkan tabel, frekuensi terjadinya gangguan dua saluran secara bersamaan pada GI Masamba terhitung sebanyak lima kali dalam periode April 2023 - Januari 2024 atau dalam bentuk persentase sebesar 62,5 % dari keseluruhan gangguan yang terjadi pada GI Masamba. Berikut data kejadian gangguan saluran pada GI Masamba, seperti pada tabel 1.

Tabel 1: Gangguan Saluran pada GI Masamba

Tanggal	Gangguan	Penyebab
23 April 2023	Gangguan 2 Saluran Secara Bersamaan	Petir
02 Mei 2023	Gangguan Line Wotu #1	Petir
04 Juni 2023	Gangguan Line Wotu #1	Petir
17 Juni 2023	Gangguan 2 Saluran Secara Bersamaan	Petir
01 November 2023	Gangguan 2 Saluran Secara Bersamaan	Petir
11 November 2023	Gangguan 2 Saluran Secara Bersamaan	Petir
28 November 2023	Gangguan 2 Saluran Secara Bersamaan	Petir
04 Januari 2024	Gangguan Line Wotu #1	Petir

Skema RTN GI Masamba

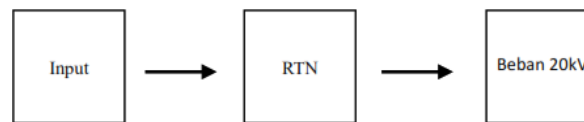
Relay tegangan nol pada GI Masamba hanya didesain untuk menghindari trafo *energize* atau bertegangan dalam keadaan berbeban. Selain dari kondisi yang dapat menyebabkan hal tersebut maka RTN tidak akan bekerja, semisal pemeliharaan bay trafo, gangguan internal trafo, gangguan 1 fasa dan lain sebagainya.

Ketika RTN pada GI Masamba bekerja maka RTN akan mengirim perintah untuk melepas seluruh beban yang terhubung ke GI Masamba dengan rata-rata besar beban yang dilepas ialah 13,96. Selama kondisi syarat atau inputan RTN terpenuhi maka selama itu pula RTN akan bekerja. Untuk bentuk fisik RTN pada GI Masamba dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3: RTN GI Masamba

Adapun skema RTN pada GI Masamba dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4: Skema RTN GI Masamba

Dengan skema seperti ini, diharapkan RTN mampu mencegah dan mengurangi resiko-resiko anomali pada trafo GI Masamba akibat trafo *energize* dalam keadaan bertegangan.

Berdasarkan definisi dan fungsi RTN pada GI Masamba maka *relay* tersebut diharapkan mampu bekerja se-selektivitas mungkin, hal ini diperlukan guna mengurangi probabilitas

terjadinya malfungsi proteksi. Untuk memaksimalkan hal tersebut, perlu dilakukan pengklasifikasian wilayah kerja dari RTN itu sendiri.

Hal tersebut akan menjadi acuan untuk menentukan konfigurasi setting RTN. Berikut pengklasifikasian wilayah kerja RTN sesuai pada tabel 2.

Tabel 2: Klasifikasi Wilayah Kerja RTN Berdasarkan Jenis Kejadian

Kejadian	Busbar	CB Trafo	Kerja RTN
Gangguan 1 fasa line wotu #1	bertegangan	Close	Tidak kerja
Gangguan 1 fasa line wotu #2	bertegangan	Close	Tidak kerja
Gangguan 2 fasa line wotu #1	bertegangan	Close	Tidak kerja
gangguan 2 fasa line wotu #2	bertegangan	Close	Tidak kerja
gangguan 3 fasa line wotu #1	bertegangan	Close	Tidak kerja
gangguan 3 fasa line wotu #1	bertegangan	Close	Tidak kerja
gangguan bay coupler	bertegangan	Close	Tidak kerja
gangguan internal trafo	bertegangan	Close	Tidak kerja
gangguan 1 fasa secara bersamaan line wotu #1 dan #2	bertegangan	Close	Tidak kerja
Pemeliharaan Bay Trafo	Bertegangan	Open	Tidak kerja
gangguan 2 fasa secara bersamaan line wotu #1 dan #2	tidak bertegangan selama 6 detik masa <i>dead time</i>	Reclose secara tidak langsung	Kerja

Kejadian	Busbar	CB Trafo	Kerja RTN
gangguan 3 fasa secara bersamaan line wotu #1 dan #2	tidak bertegangan selama 6 detik masa <i>dead time</i>	Reclose secara tidak langsung	Kerja

Berdasarkan tabel 2, RTN hanya akan bekerja ketika terjadi gangguan 2 atau 3 fasa secara bersamaan yang mengakibatkan trafo merasakan reclose secara tidak langsung. *Reclose* secara tidak langsung yang dimaksud ialah kejadian hilang tegangan sesaat pada kedua busbar GI Masamba akibat terputusnya suplai tegangan dari GI lain sehingga trafo yang hanya disuplai dari busbar tersebut turut merasakan *reclose* atau padam sesaat dengan kondisi PMT trafo dalam keadaan ON.

Berdasarkan klasifikasi kejadian pada GI Masamba, ada beberapa parameter-parameter yang dapat dijadikan sebagai referensi konfigurasi setting agar RTN bekerja sesuai

dengan yang kita inginkan. Berikut parameter-parameter konfigurasi setting RTN GI Masamba :

1. Tegangan pada Busbar
2. Arus pada Kubikel Incoming
3. Status PMT Trafo
4. Status PMS Bay Trafo

Konfigurasi RTN

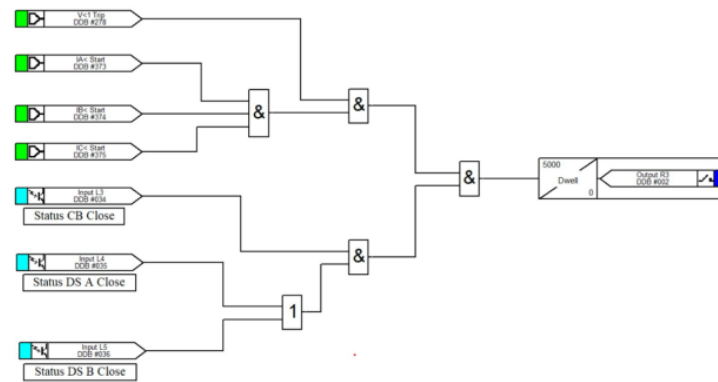
Setelah mengetahui parameter-parameter yang digunakan sebagai input atau trigger RTN. Parameter tersebut nantinya akan diubah menjadi inputan bilangan sesuai tabel 3, sebagai berikut :

Tabel 3: Parameter dalam Biner

Parameter	Biner
$V < V_{set} (0)$	1
$V > V_{set} (0)$	0
$I < I_{set} (0)$	1
$I > I_{set} (0)$	0
PMT ON	1
PMT OFF	0
PMS ON	1
PMS OFF	0

Selanjutnya dapat dilakukan konfigurasi *setting* berdasarkan hal tersebut. Untuk lebih mudah memahami konfigurasi, parameter-

parameter tersebut diterjemahkan ke dalam bentuk gerbang logika sesuai pada gambar 4.



Gambar 5: Konfigurasi Setting RTN GI Masamba dalam bentuk Gerbang Logika

Berdasarkan gambar 5 ini, didapatkan hasil berupa tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4: Hasil Gerbang Logika

V=0	IA & IB & IC= 0	CB Close	DS Close	F (Output)	RTN
0	0	0	0	0	OFF
1	0	0	0	0	OFF
0	1	0	0	0	OFF
1	1	1	0	0	OFF
0	0	1	1	0	OFF
1	0	1	1	0	OFF
0	1	0	1	0	OFF
1	1	0	1	0	OFF
0	0	0	0	0	OFF
1	0	1	0	0	OFF
0	1	1	0	0	OFF
1	1	1	0	0	OFF
0	0	0	1	0	OFF
1	0	0	1	0	OFF
0	1	0	1	0	OFF
1	1	1	1	1	ON

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa konfigurasi setting RTN hanya akan bekerja ketika tidak ada tegangan pada trafo, tidak ada arus pada CT *Incoming*, CB pada bay trafo ON dan DS bay trafo ON. Ketika RTN kerja atau ON maka dengan waktu yang telah ditentukan RTN akan memerintahkan seluruh CB pada penyulang GI Masamba untuk OFF atau dengan kata lain melepas beban yang terhubung pada GI Masamba

Konfigurasi RTN tidak hanya dilakukan dari *software* tapi dilakukan juga konfigurasi wiring. *Desain Wiring* pada RTN GI Masamba selain berfungsi untuk implementasi skema RTN, wiring tersebut juga berfungsi memitigasi apabila terjadi kegagalan *binary* input dari status PMT ataupun PMS.

Pengujian RTN

Pengujian dilakukan berupa simulasi injeksi arus dalam keadaan *undercurrent* dan tegangan dalam keadaan *undervoltage* dengan hasil sebagai berikut :

Pengujian Karakteristik *Undercurrent*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari fitur *undercurrent* yang ada pada relay Alstom P143.

Fitur *undercurrent* ini digunakan untuk mengidentifikasi inputan arus dari CT

incoming. Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi respons *relay* terhadap kondisi arus rendah (*undercurrent*) pada ketiga fasa, yaitu R, S, dan T. Fasa R, S, dan T masing-masing mewakili saluran atau jalur yang mendistribusikan listrik pada sistem tiga fasa, dan pengujian terhadap setiap fasa memastikan bahwa proteksi berfungsi konsisten di seluruh jalur tersebut. Berikut hasil pengujian karakteristik *undercurrent* relay P143, sesuai pada tabel 5.

Tabel 5: Pengujian Karakteristik *Undercurrent*

Pick Up & Drop Off Undercurrent			
	R	S	T
Arus Setting : 0,1 A	0,1	0,1	0,1
Arus Kerja (Ir)	0,108	0,108	0,108
Arus Kembali (Ip)	0,115	0,115	0,115
Ratio Ir/Ip (%)	94 %	94 %	94 %

Berdasarkan tabel 5 didapatkan bahwa hasil ratio antara arus kerja dan arus kembali sebesar 94%. Hal ini menandakan kinerja dan karakteristik dari fitur *undercurrent relay* P143 masih dalam kondisi normal dan dapat diandalkan. Adapun standar untuk *ratio* yang digunakan ialah sebesar >90%.

Pengujian Karakteristik *Undervoltage*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari fitur *undervoltage* yang ada pada relay Alstom P143.

Fitur *undervoltage* ini digunakan untuk mengidentifikasi inputan tegangan dari CVT bus (tegangan trafo). Sama dengan pengujian sebelumnya pengujian dilakukan pada ke-tiga fasa yakni, R, S, dan T. Pengujian dilakukan untuk mendeteksi kondisi tegangan rendah pada fasa R, S, dan T

Berikut hasil pengujian karakteristik *undervoltage* pada relay P143, seperti pada tabel 6.

Tabel 6: Pengujian Karakteristik *Undervoltage*

Pick Up & Drop Off Undervoltage			
	R	S	T
Tegangan Setting : 10 V	10	10	10
Tegangan Kerja (Vr)	5,7	5,7	5,7
Tegangan Kembali (Vp)	6	6	6
Ratio Vr/Vp (%)	95 %	95 %	95 %

Berdasarkan tabel 6 didapatkan bahwa hasil ratio antara tegangan kerja dan tegangan kembali sebesar 95%. Hal ini menandakan kinerja dan karakteristik dari fitur *undervoltage Relay* P143 masih dalam kondisi normal dan dapat diandalkan. Adapun standar untuk *ratio* yang digunakan ialah sebesar >90%. Standar ini mengacu pada standar internasional seperti IEEE C37.102-2006 (16).

Pengujian *Undercurrent + Undervoltage*

Pengujian ini dilakukan dengan cara menginjeksikan parameter arus dan tegangan tiga fasa, R, S, dan T pada relay. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi kerja *relay* ketika secara bersamaan *relay* mendeteksi parameter tegangan dan arus ketika telah mencapai settingan untuk men-*trigger* RTN.

Berikut hasil pengujian *undercurrent + undervoltage*, dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7: Pengujian *Undercurrent + Undervoltage*

	Waktu Kerja <i>Undercurrent + Undervoltage</i>		
	R	S	T
Arus Injek	95 mA	95 mA	95 mA
Tegangan Injek	5,7	5,7	5,7
Tms : 4 s	4,056	4,056	4,056

Berdasarkan tabel 7, waktu kerja RTN telah bekerja sesuai dengan settingan yaitu 4,056 s dengan waktu settingan 4 s. Waktu setting sesuai dengan standar ini mengacu pada standar internasional seperti IEEE C37.102-2006 (8). Selain dari itu RTN juga telah mengirim sinyal ke penyulang untuk melaksanakan perintah trip.

Uji Fungsi RTN

Pengujian ini dilakukan dengan menguji fungsi RTN secara aktual. RTN diuji dengan menghubungkan langsung ke *target trip* (penyulang 20 kV GI Masamba).

Berikut hasil pengujian fungsi RTN GI Masamba sesuai pada tabel 8.

Tabel 8 : Uji Fungsi RTN GI Masamba

	Uji Urutan Trip		
	R	S	T
PMT	Trip	Trip	Trip
Indikasi Rele	Ok	Ok	Ok
Annuonciator	Ok	Ok	Ok

Berdasarkan tabel di atas, RTN berhasil bekerja sesuai wilayah kerjanya dan sesuai dengan yang diharapkan.

Setelah implementasi konfigurasi setting RTN pada GI Masamba, telah terjadi beberapa

kejadian pada GI Masamba dan didapatkan bahwa RTN telah mampu bekerja secara selektif. Berikut *success history* RTN GI Masamba sesuai pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9: Success History

Tanggal	Kejadian	RTN (aktual)	RTN
30 Juli 2024	Gangguan Line Masamba #1 Fasa T	Tidak Kerja	Tidak Kerja
26 Juli 2024	Gangguan Line Masamba #1	Tidak Kerja	Tidak Kerja
15 Juli 2024	Gangguan Line Masamba #2	Tidak Kerja	Tidak Kerja
04 Juli 2024	Gangguan Line Masamba #1	Tidak Kerja	Tidak Kerja
02 Mei 2024	Gangguan Line Masamba #1 dan #2 1 Fasa Secara Bersamaan	Tidak Kerja	Tidak Kerja
25 Maret 2024	Gangguan 3 Fasa Secara Bersamaan 2 Saluran (Reclose)	Kerja	Kerja
08 Maret 2024	Gangguan Line Masamba #1	Tidak Kerja	Tidak Kerja
04 Maret 2024	Gangguan Line Masamba #1	Tidak Kerja	Tidak Kerja

Dari tabel 9, dapat disimpulkan bahwa dengan konfigurasi setting dan skema yang diterapkan pada GI Masamba, RTN mampu bekerja secara selektif dan sensitif. RTN mampu memisahkan dan memilih gangguan yang termasuk wilayah kerja dan bukan wilayah kerjanya. Beberapa kejadian di atas juga menunjukkan bahwa tidak terjadi adanya malfungsi dan *overlap* proteksi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Relay Tegangan Nol (RTN) pada Gardu Induk (GI) Masamba mampu bekerja sesuai skema yang dirancang untuk mencegah energisasi transformator dalam kondisi berbeban. Hasil pengujian menunjukkan bahwa RTN beroperasi secara selektif, melepaskan beban saat

terjadi kondisi gangguan seperti *undervoltage* dan *undercurrent* pada sistem. Konfigurasi RTN yang diterapkan memastikan bahwa relay hanya aktif ketika terjadi gangguan signifikan, sehingga meminimalkan risiko kerusakan transformator dan menjaga stabilitas sistem.

2. RTN (*Relay* Tegangan Nol) pada GI Masamba bekerja dengan skema melepas seluruh beban penyulang yang terhubung. Dengan hasil pengujian yang konsisten pada kondisi arus rendah dan tegangan rendah, RTN terbukti dapat merespon dalam waktu 4 detik, sesuai standar performa proteksi yang diinginkan. Skema ini terbukti efektif dalam meningkatkan masa pakai transformator dengan mengurangi frekuensi aktivasi berlebihan dan mencegah *overlap* proteksi

DAFTAR PUSTAKA

1. Syarifuddin FPP, Gaffar A, Sultan AR. Analisis Kinerja Proteksi Over Current Relay (Ocr) Pada Sisi 150/20 Kv Transformator 30 Mva Gardu Induk Sengkang. *J Power Energy Syst* [Internet]. 2023;01(01):1–14. Available From: <https://doi.org/xxx>
2. Materi 2-Dasar-Sistem-Proteksi-Tt | PDF [Internet]. [Cited 2024 Oct 24]. Available From: <https://www.slideshare.net/slideshow/materi-2dasarsistemproteksitt/167416797>
3. Tailong Wu, Yuan Yao ZL. Remaining Useful Life Prediction Of Circuit Breaker Operating Mechanisms Based On Wavelet-Enhanced Dual-Tree Residual Networks. *J Power Electron* [Internet]. 2023; Available From: https://www.researchgate.net/publication/374955891_Remaining_Useful_Life_Prediction_Of_Circuit_Breaker_Operating_Mechanisms_Based_On_Wavelet-Enhanced_Dual-Tree_Residual_Networks
4. Persero PP. Pedoman Pemeliharaan Peralatan penyaluran Tenaga Listrik PT PLN (Persero) Di Regional Jawa Madura Bali. 2022;1–130.
5. Anonim. Peraturan Perdir 0037.P.DIR.2022 – PERDIR TTG Organisasi Dan Tata Kerja PLN. 2020. P. 116.
6. Ummah MS. No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title. *Sustain* [Internet]. 2019;11(1):1–14. Available From: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isallowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
7. Ilide.Info-Kepdir-0520-3-K-Dir-2014-Pdf-Pr_Cc7e77a625100a2b88382a63e75b30a9.Pdf.
8. Kuliński K, Heyduk A. Ground Fault In Medium-Voltage Power Networks With An Isolated Neutral Point: Spectral And Wavelet Analysis Of Selected Cases In An Example Industrial Network Modeled In The ATP-EMTP Package. *Energies*. 2024;17(7).
9. Al Hanaineh W, Matas J, Guerrero JM. A Comparative Study Of Smart THD-Based Fault Protection Techniques For Distribution Networks. *Sensors*. 2023;23(10).
10. Madani M, Suheta T, Odinanto T. Analisa Setting Over Current Relay (Ocr) Dan Ground Fault Relay (GFR) Pada Trafo 60 MVA Di GIS 150 KV Simpang. *Semin Nas Sains Teknol Terap VII*. 2019;683–90.
11. Setiajie P, Juningtyastuti, Handoko S. Evaluasi Setting Relay Arus Lebih Dan Setting Relay Gangguan Tanah Pada Gardu Induk Sronдол. *Transient*. 2015;4, No.2:237.
12. Zhang Y, Liu W, Kou L, Liu YF, Keimel C. Design Of A High Power MEMS Relay With Zero Voltage Switching And Isolated Power And Signal Transfer. *Conf Proc - IEEE Appl Power Electron Conf Expo - APEC*. 2018;2018-March(C):1974–80.
13. Gu Z, Zeng Q, Xiao X, Huang M. Relay Switching At Zero-Crossing Point Of Grid Voltage To Eliminate The EFT Interference. *2018 IEEE Int Symp Electromagn Compat 2018 IEEE Asia-Pacific Symp Electromagn Compat EMC/APEMC 2018*. 2018;1248–50.
14. Peng M, Lin J, Yang X, Feng R. Study Of Directional Relay's Performances For Transmission Line's Multiple Faults. *Proc IEEE Power Eng Soc Transm Distrib Conf*. 2005;2005:1–5.
15. Schneider Electric. *Easergy Micom P24x*. 2019; Available From:

<https://www.se.com/ww/en/product-range/60753-easergy-micom-p24x/?parent-subcategory-id=4665#documents>

16. Karyana. A Guide And Instruction Of Java-Bali Transmission And Substation Protections System 1st Edition. Spln.2013;(September).