

SKRIPSI
ANALISIS HASIL PENGUJIAN KESEREMPAKAN
CIRCUIT BREAKER BAY TRAF0 GARDU
INDUK ULUMBU 70 KV



Oleh:
MARIO CELESTINO WEA DJEMU
5103018023
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK
WIDYA MANDALA SURABAYA
2024

SKRIPSI
ANALISIS HASIL PENGUJIAN KESEREMPAKAN
CIRCUIT BREAKER BAY TRAF0 GARDU
INDUK ULUMBU 70 KV

Diajukan kepada Fakultas Teknik
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh sebagian gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro



Oleh:
MARIO CELESTINO WEA DJEMU
5103018023
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK
WIDYA MANDALA SURABAYA
2024

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan skripsi ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 25 Januari 2024

Mahasiswa yang bersangkutan



Mario Celestino Wea Djemu

5103018023

LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah skripsi berjudul “ANALISIS HASIL PENGUJIAN KESEREMPAKAN CIRCUIT BREAKER BAY TRAFO GARDU INDUK ULUMBU 70 KV” yang ditulis oleh **Mario Celestino Wea Djemu / 5103018023** telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke tim penguji

Pembimbing I:



Andre Suryaputra

Pembimbing II:



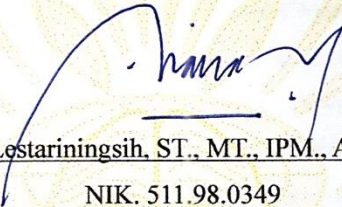
Ir. Hartono Prajonto, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIK. 511.94.0218

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah skripsi berjudul **“ANALISIS HASIL PENGUJIAN KESEREMPAKAN CIRCUIT BREAKER BAY TRAFU GARDU INDUK ULUMBU 70 KV”** yang ditulis oleh **Mario Celestino Wea Djemu / 5103018023** telah diseminarkan dan disetujui di Surabaya, pada tanggal 26 Januari 2024.

Ketua Dewan Penguji



Ir. Diana Lestariningsih, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.
NIK. 511.98.0349

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



NIK. 521.99.0391

Ketua Jurusan



NIK. 511.94.0209

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Mario Celestino Wea Djemu

NRP : 5103018023

Menyetujui Skripsi/karya ilmiah saya, dengan judul **“ANALISIS HASIL PENGUJIAN KESEREMPAKAN CIRCUIT BREAKER BAY TRAFU GARDU INDUK ULUMBU 70 KV”** untuk dipublikasikan/ditampilkan di Internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya

Surabaya, 24 Juli 2024

Mahasiswa yang bersangkutan



Mario Celestino Wea Djemu

5103018023

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpah rahmat-Nya sehingga dapat diselesaikannya laporan skripsi dengan judul “Analisis Hasil Pengujian Keserempakan *Circuit Breaker Bay* Trafo Gardu Induk Ulumbu 70 kV” sebagai bagian dari kegiatan magang MBKM di PT PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Flores Timur dengan tepat waktu.

Laporan skripsi dapat diselesaikan berkat banyak bantuan dari berbagai pihak. Mulai dari awal proses perencanaan kegiatan magang, pelaksanaan kegiatan magang, serta penulisan laporan skripsi ini. Untuk itu disampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. I Putu Gede Windu Sukadinata selaku pimpinan PT PLN (Persero) ULTG Flores yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan kegiatan magang MBKM.
2. Taruna Miftah Isnain, selaku pimpinan PT PLN (Persero) ULTG Flores sebelumnya.
3. Andre Suryaputra, Sofyan Hardiansyah, Isman, Fadlan, Adi selaku pembimbing dan seluruh karyawan PT PLN (Persero) ULTG Flores Timur yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan kegiatan magang ini.
4. Ir. Hartono Prajonto, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing kegiatan magang MBKM di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

5. Ir. Yuliati, S.Si, M.T. IPU., ASEAN Eng. selaku Penasehat Akademik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas katolik Widya Mandala Surabaya.
6. Ir. Albert Gunadhi., ST., MT., IPU., ASEAN Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas katolik Widya Mandala Surabaya.
7. Orang tua dan keluarga yang banyak memberikan dukungan baik dalam bentuk moril maupun material.
8. Teman-teman mahasiswa dan seluruh pihak yang turut serta membantu penulisan laporan skripsi.

Ende, 29 Desember 2023



Mario Celestino Wea Djemu

ABSTRAK

Circuit Breaker (CB) berfungsi sebagai sakelar elektrik otomatis yang dirancang untuk melindungi suatu sirkuit listrik dari kerusakan yang dapat terjadi akibat beban berlebih atau hubungan singkat. Pemeliharaan *Circuit Breaker* dilakukan untuk mengetahui kondisi *Circuit Breaker* dan memastikannya siap dan layak untuk beroperasi berdasarkan hasil pengujian keserempakan *Circuit Breaker*. Pengujian keserempakan menggunakan alat uji CT-7000 *Digital Circuit Breaker Analyzer*. Pengujian yang dilakukan meliputi Pengujian Kontak Terbuka (*Open/Trip*), Pengujian Kontak Tertutup (*Close*), Pengujian Kontak *Reclose*, Pengujian Kontak *Close-Open*, dan Pengujian kontak *Open-Close-Open* (O-C-O). Hasil pengujian keserempakan menunjukan bahwa CB dalam kondisi baik dan layak dioperasikan dengan hasil pengukuran menunjukan nilai di bawah batas standar maksimal yang diberikan.

Kata kunci: *Circuit Breaker, Uji Keserempakan, Gardu Induk, CT-7000 Digital Circuit Breaker Analyzer*

ABSTRACT

The Circuit Breaker (CB) functions as an automatic electrical switch designed to protect an electrical circuit from damage that may occur due to excessive load or a short circuit. Maintenance of the Circuit Breaker is carried out to assess its condition and ensure it is ready and suitable for operation based on the results of the coincident testing of the Circuit Breaker. Coincident testing is performed using the CT-7000 Digital Circuit Breaker Analyzer. The tests conducted include Open/Trip Contact Testing, Close Contact Testing, Reclose Contact Testing, Close-Open Contact Testing, and Open-Close-Open Contact Testing (O-C-O). The coincident testing results indicate that the CB is in good condition and suitable for operation, as the measurements fall below the maximum standard limits provided.

Keywords: *Circuit Breaker, Coincident Testing, Substation, CT-7000 Digital Circuit Breaker Analyzer*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Relevansi	3
1.6 Metodologi Pelaksanaan	3
1.7 Sistematika Penulisan	4

BAB II TEORI PENUNJANG DAN TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Gardu Induk	6
2.2 Klasifikasi Gardu Induk	7
2.2.1 Berdasarkan Level Tegangan	7
2.2.2 Berdasarkan Pemasangan Peralatan	7
2.2.3 Berdasarkan Isolasi yang Digunakan	7
2.2.4 Berdasarkan Sistem Rel (<i>Busbar</i>)	9
2.3 Peralatan dan Fasilitas pada Gardu Induk	11
2.3.1 Trafo Tenaga	13
2.3.2 Trafo Instrumen	14
2.3.3 <i>Circuit Breaker</i> (CB)	16
2.3.4 <i>Disconnecting Switch</i> (DS)	17
2.3.5 <i>Busbar</i> (Rel Daya)	18
2.3.6 <i>Lighting Arrester</i>	19
2.3.7 Ruangan Kontrol	20
2.3.8 Ruangan PLC	21
2.3.9 Transformator Bantu	22
2.3.10 Ruangan <i>Rectifier</i>	23
2.3.11 Ruangan AC/DC	24
2.3.12 Ruangan Baterai	25

2.3.13 Ruang <i>Switchgear</i> 20kV	26
2.4 Klasifikasi <i>Circuit Breaker</i>	27
2.4.1 Berdasarkan Besar/Kelas Tegangan	27
2.4.2 Berdasarkan Jumlah Mekanik Penggerak/ <i>Tripping Coil</i>	28
2.4.3 Berdasarkan Media Isolasi	30
2.4.4 Berdasarkan Proses Pemadaman Busur Api di Ruang Pemutus	31
2.5 Prinsip Kerja <i>Circuit Breaker</i>	31
2.6 Pemeliharaan pada <i>Circuit Breaker</i>	33
2.6.1 <i>In Service/Visual Inspection</i>	33
2.6.2 <i>In Service Measurement</i>	34
2.6.3 <i>Shutdown Measurement</i>	34
2.7 CT-7000 <i>Digital Circuit Breaker Analyzer</i>	35
2.7.1 Spesifikasi Teknis	35
2.7.2 Panel Kontrol CT-7000	36
BAB III METODOLOGI PELAKSANAAN	39
3.1 Tujuan, Tempat dan Waktu Pelaksanaan	39
3.2 Metodologi Pelaksanaan	39
3.2.1 Diskusi	39
3.2.2 Studi Literatur	40
3.2.3 Tinjauan Langsung	40

3.2.4 Penggunaan Alat Uji.....	40
3.3 Rangkaian Pengujian.....	40
3.4 Prosedur Pengujian Keserempakan <i>Circuit Breaker</i>	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Pengujian Kontak Terbuka (<i>Open/Trip</i>).....	47
4.2 Pengujian Kontak Tertutup (<i>Close</i>).....	50
4.3 Pengujian Kontak <i>Reclose</i> (<i>Open-Close</i>).....	51
4.4 Pengujian Kontak <i>Close-Open</i>	53
4.5 Pengujian Kontak <i>Open-Close-Open</i> (<i>O-C-O</i>).....	56
4.6 Rekomendasi Pemeliharaan	59
BAB V KESIMPULAN.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN I BAY LINE	63
LAMPIRAN II BAY COUPLE	64
LAMPIRAN III BAY TRAFO.....	65
LAMPIRAN IV BUSBAR	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gardu Induk dengan Isolasi Udara.....	8
Gambar 2.2 Gardu Induk dengan Isolasi Gas SF ₆	9
Gambar 2.3 <i>Single line</i> diagram gardu induk <i>single busbar</i>	10
Gambar 2.4 <i>Single line</i> diagram GI sistem <i>double busbar</i>	10
Gambar 2.5 <i>Single line</i> diagram GI satu setengah <i>busbar</i>	11
Gambar 2.6 Transformator Tenaga	14
Gambar 2.7 <i>Current Transformer</i>	15
Gambar 2.8 <i>Potential Transformer</i>	16
Gambar 2.9 <i>Circuit Breaker</i>	17
Gambar 2.10 <i>Disconnecting Switch</i> dan <i>Earthing Switch</i>	18
Gambar 2.11 <i>Busbar Bay Line</i>	19
Gambar 2.12 <i>Lightning Arrester</i> (LA).....	20
Gambar 2.13 Ruang Kontrol	21
Gambar 2.14 Ruang PLC	22
Gambar 2.15 Trafo Bantu	23
Gambar 2.16 Ruang <i>Rectifier</i>	24
Gambar 2.17 Ruang AC/DC	25
Gambar 2.18 Ruang Baterai.....	26
Gambar 2.19 Ruang <i>Switchgear</i> 20 kV	27
Gambar 2.20 Klasifikasi CB Berdasarkan Rating Tegangan.....	28
Gambar 2.21 CB <i>Single Pole</i>	29
Gambar 2.22 CB <i>Three Pole</i>	30
Gambar 2.23 Mekanik <i>Circuit Breaker</i> dengan sistem pegas pilin ..	32

Gambar 2.24 Panel Kontrol CT-7000	37
Gambar 3.1 Kabel Konektor <i>Pole</i> CB	41
Gambar 3.2 Kabel Konektor <i>Initiate</i>	42
Gambar 3.3 Rangkaian Skematik Pengujian Keserempakan CB	43
Gambar 3.4 Pemasangan <i>Local Grounding</i>	44
Gambar 3.5 Pemasangan Kabel Konektor <i>Initiate</i>	45
Gambar 4.1 <i>Print Out</i> Hasil Pengujian CB <i>Open</i>	48
Gambar 4.2 <i>Print Out</i> Hasil Pengujian CB <i>Close</i>	50
Gambar 4.3 <i>Print Out</i> Hasil Pengujian CB <i>Open-Close</i>	52
Gambar 4.4 <i>Print Out</i> Hasil Uji Coba CB <i>Close-Open</i>	54
Gambar 4.5 <i>Print Out</i> Hasil Pengujian CB O-C-O	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Minimum Arching Distance (Phase to Phase) (mm)</i>	13
Tabel 2.2 Spesifikasi CT-7000.....	35
Tabel 4.1 Hasil Pengujian CB <i>Open</i>	49
Tabel 4.2 Hasil Pengujian CB <i>Close</i>	51
Tabel 4.3 Hasil Pengujian CB <i>Reclose</i>	52
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kontak <i>Close-Open</i>	55
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kontak CB <i>Open - Close - Open</i>	58