

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**ANALISA PENGGANTIAN PEMUTUS TENAGA (PMT) 150 KV BAY TANAH
LOT 1 DI GARDU INDUK KAPAL**



Oleh:

Gede Krisna Julianto Putra

NIM. 2015313046

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISA PENGGANTIAN PEMUTUS TENAGA (PMT) 150 KV BAY TANAH
LOT 1 DI GARDU INDUK KAPAL**



Oleh:

Gede Krisna Julianto Putra

NIM. 2015313046

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGGANTIAN PEMUTUS TENAGA (PMT) 150 KV BAY TANAH
LOT 1 DI GARDU INDUK KAPAL**

Oleh:

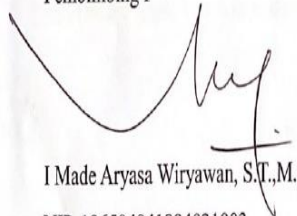
Gede Krisna Julianto Putra

NIM. 2015313046

Tugas Akhir ini diajukan untuk
Menyelesaikan Program Studi Diploma III
Di
Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T

NIP. 196504041994031003

Pembimbing II



I Gusti Ketut Abasana, S.ST., MT

NIP. 1968021019951211001

Disahkan Oleh

Jurusan Teknik Elektro
Ketua



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.

NIP. 196705021993031005

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gede Krisna Julianto Putra

NIM : 2015313046

Program Studi : Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **ANALISA PENGGANTIAN PEMUTUS TENAGA (PMT) 150 KV BAY TANAH LOT 1 DI GARDU INDUK KAPAL**. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalih media atau mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, 24 Juni 2023


(Gede Krisna Julianto Putra)

FROM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gede Krisna Julianto Putra

NIM : 2015313046

Program Studi : Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan tugas Akhir **berjudul ANALISA PENGGANTIAN PEMUTUS TENAGA (PMT) 150 KV BAY TANAH LOT 1 DI GARDU INDUK KAPAL** adalah betul – betul karya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti ernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran,



Gede Krisna Julianto Putra
NIM. 2015313046

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat-Nya dan memberi kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini berjudul “Analisa Penggantian Pemutus Tenaga (PMT) 150 kV Bay Tanah Lot 1 Di Gardu Induk Kapal “.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Diploma III Teknik Listrik jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Di kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait dalam penyusunan tugas akhir yang telah memberi dukungan moral dan juga bimbinganya pada saya. Ucapan terimakasih ini ditujukan kepada:

1. Bapak, I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir, I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Listrik di Politeknik Negeri Bali dan selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak I Gusti Ketut Abasana, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak Mukhamad Fariz selaku Manager PT PLN (Persero) ULTG Bali Utara.
6. Bapak Pande Made Agus Upadana selaku pembimbing di tempat Praktir Kerja Lapangan (PKL).
7. Seluruh staf pegawai atas kesediaannya memberikan data dan informasi yang diperlukan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Orang tua, Para sahabat dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu- persatu yang telah memberikan dukungan moral maupun material dalam penulisan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritikan dan saran yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir sangat diharapkan penulis.

Akhir kata penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali.

Jimbaran, 24 Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Gede Krisna Julianto Putra

Analisa Penggantian Pemutus Tenaga (PMT) 150 KV Bay Tanah Lot 1 Di Gardu Induk Kapal

Gardu induk merupakan bagian dari system transmisi tenaga listrik yang berfungsi untuk menurunkan tegangan. Salah satu peralatan listriknya adalah Pemutus Tenaga (PMT) yang merupakan peralatan saklar mekanis yang mampu menutup, mengalirkan dan memutuskan arus beban baik dalam kondisi normal maupun dalam kondisi abnormal. Pada hal ini ditemukan bahwa Gas SF₆ pada PMT Bay Tanah Lot 1 mengalami kebocoran gas SF₆ sebesar 0,87% dan umur PMT sudah sangat tua maka dari itu perlu dilakukan penggantian Pemutus Tenaga (PMT) agar PMT dapat bekerja dengan baik dan menjaga keandalan system pada peralatan MTU adapun untuk mengetahui kelayakan suatu pemutus tenaga (PMT) yaitu dengan menguji tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan kontak untuk mengetahui alat pemutus tenaga layak beroperasi atau tidak. Dari hasil analisis yang dilakukan didapatkan nilai tahanan isolasi melebihi 150 m Ω , nilai tahanan kontak < 50 $\mu\Omega$ dan keserempakan kontak bekerja dalam waktu < 10 ms. Dari hasil tersebut maka tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan kontak masih layak dioperasikan.

Kata kunci: Pemutus Tenaga (PMT), Penggantian, Kebocoran Gas SF₆, Tahanan Isolasi, Tahanan Kontak, dan Keserempakan.

ABSTRACT

Gede Krisna Julianto Putra

Analysis of 150 KV Bay Tanah Lot 1 Power Breaker Replacement at Ship Substation

The substation is part of the electric power transmission system which functions to reduce the voltage. One of the electrical equipment is the Power Disconnecter (PMT), which is a mechanical switch device capable of closing, flowing and breaking load currents both under normal and abnormal conditions. In this case it was found that SF₆ Gas at PMT Bay Tanah Lot 1 experienced an SF₆ gas leak of 0.87% and the age of the PMT was very old, therefore it was necessary to replace the Power Circuit Breaker (PMT) so that the PMT could work properly and maintain system reliability on MTU equipment. As for knowing the feasibility of a circuit breaker (PMT), that is by testing the insulation resistance, contact resistance, and simultaneous contacts to find out whether the circuit breaker is feasible to operate or not. From the results of the analysis carried out, it was found that the insulation resistance value exceeded 150 m Ω , the contact resistance value was < 50 $\mu\Omega$ and the contact synchronization worked within < 10 ms. From these results, the isolation resistance, contact resistance, and contact simultaneity are still feasible to operate.

Keywords: Circuit Breaker (PMT), Replacement, SF₆ Gas Leak, Insulation Resistance, Contact Resistance, and Simultaneous.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
FROM PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
I. BAB I.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.4 Tujuan.....	I-2
1.5 Manfaat	I-2
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-3
II. BAB II	II-1
2.1 Pekerjaan Penggantian (PMT)	II-1
2.2 Fungsi Utama Pemutus Tenaga (PMT)	II-1
2.3 Prinsip Kerja Pemutus Tenaga (PMT)	II-1
2.3.1 Mekanisme Kerja Pemutus Tenaga (PMT).....	II-2
2.3.2 Pembukaan Jaringan	II-2
2.3.3 Penutupan Jaringan.....	II-2
2.4 Pemutus Tenaga (PMT).....	II-3
2.5 Komponen-komponen pada PMT	II-5
2.5.1 Primary.....	II-5
2.5.2 Dielectric	II-5
2.5.3 Secondary.....	II-6
2.6 Berdasarkan Media Insulator	II-7
2.7 Gas SF6	II-8
2.8 Pedoman Pemeliharaan	II-12
2.8.1 In service / visual insception	II-12
2.8.2 In Service Measurement / On Line Monitoring	II-13
2.8.3 Shutdown Measurement / shutdown function check	II-13

2.9 Pengukuran.....	II-13
2.9.1 Pengukuran tahanan isolasi	II-14
2.9.2 Standar nilai tahanan isolasi.....	II-16
2.9.3 Pengukuran Tahanan Kontak	II-16
2.9.5 Pengukuran keserempakan.....	II-19
2.9.6 Standar Nilai Pengukuran Keserempakan.....	II-20
2.10 Kriteria Pengantian Peralatan Utama Gardu Induk.....	II-21
III. BAB III.....	III-1
3.1 Jenis Penelitian.....	III-1
3.4.1 Menghitung presentase kebocoran Gas SF6.....	III-3
3.4.2 Perhitungan Arus bocor Tahanan Isolasi	III-3
3.4.3 Perhitungan Keserempakan Kontak	III-3
IV. BAB IV	IV-1
4.1 Gambaran Umum Pemutus Tenaga (PMT).....	IV-1
4.2 Data – data.....	IV-1
4.4 Pembahasan dan Analisa	IV-7
V. BAB V	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran.....	V-2
VI. DAFTAR PUSTAKA.....	1
VII. LAMPIRAN.....	2

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Tahanan Kontak Acuan Pabrik.....	II-18
Tabel 2. 2 Nilai Waktu Buka Tutup Acuan Pabrik	II-21
Tabel 2. 3 Nilai Keserempakan Acuan Pabrik	II-21
Tabel 2. 4 Umur Operasi Peralatan Utama Gardu Induk	II-22
Tabel 4. 1 Data Spesifikasi Pemutus Tenaga (PMT) Bay Tanah Lot 1	IV-1
Tabel 4. 2 Data Tekanan Gas SF6 yang di uji	IV-2
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Tahanan Isolasi PMT.....	IV-3
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Tahanan Kontak PMT	IV-3
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Keserempakan Waktu Buka Tutup PMT.....	IV-4

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 PMT Single Pole	II-4
Gambar 2. 2 PMT Three Pole	II-4
Gambar 2. 3 Bagian Terminal Utama	II-5
Gambar 2. 4 Isolator Pemutus dan Isolator Penyangga	II-5
Gambar 2. 5 Lemari Mekanik dan Wiing Control	II-6
Gambar 2. 6 Pemadam Busur Api dan Pemutus Daya Minyak	II-7
Gambar 2. 7 Peredam Busur Api Gas SF ₆	II-8
Gambar 2. 8 Perbandingan Tegangan Tembus SF ₆ , Udara Pada Tekanan 1 Atm (air) dan Minyak Isolasi (oil).....	II-10
Gambar 2. 9 Alat Ukur Yang Digunakan Untuk pemeriksaan Tekanan Gas	II-10
Gambar 2. 10 Pressure Gas yang Terpasang Pada PMT.....	II-11
Gambar 2. 11 Densimeter Yang Terpasang Pada PMT	II-11
Gambar 2. 12 Pengukuran Tahanan Isolasi.....	II-14
Gambar 2. 13 Terminal Tempat Pengukuran tahanan Isolasi PMT	II-15
Gambar 2. 14 Alat Ukur Tahanan Isolasi PMT.....	II-15
Gambar 2. 15 Pengukuran Tahanan Kontak	II-17
Gambar 2. 16 Alat Ukur Tahanan Kontak PMT	II-18
Gambar 2. 17 Pengujian Open Close PMT.....	II-19
Gambar 2. 18 Alat Ukur Keserempakan PMT	II-20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kriteria penggantian PMT terbagi menjadi tiga yang pertama yaitu, kriteria kondisi teknis yang dimana pada kriteria ini terdapat dua kondisi buruk dan sangat buruk, yang kedua kriteria umur operasi MTU yaitu sesuai standar SPLN maksimal 15-20 tahun umur operasi MTU, yang terakhir kriteria tingkat resiko MTU penentuan tingkat resiko peralatan utama gardu induk tergantung pada unit induk setempat dengan mempertimbangkan lokasi peralatan dan dampak yang ditimbulkan jika terjadi gangguan pada peralatan tersebut [1].

Tahun awal pemasangan Pemutus Tenaga (PMT) di Gardu Induk Kapal yaitu pada tahun 1995 dan Pada hari Senin tanggal 22-08-2022 s/d selasa 23-08-2022 dilaksanakan pengantian PMT di gardu induk kapal bay tanah lot 1 pada saat itu, kondisi PMT di bay tanah lot 1 yang sudah melebihi umur operasi 20 tahun dan ada kebocoran pada Gas SF6 maka dari itu harus dilakukan peremajaan/penggantian MTU demi keandalan sistem danantisipasi terjadinya anomali (gangguan) pada PMT di gardu induk kapal bay tanah lot 1, oleh karena itu di rekomendasikan untuk dilakukan penggantian PMT oleh dispatcher pada hari senin tanggal 22-08-2022 dilakukan pengantian Pemutus Tenaga (PMT) 150 KV di gardu induk kapal bay tanah lot 1.

Pada tahun 2022 PMT Bay kapasitor gianyar juga mengalami gangguan-gangguan gagal close yang mengharuskan dilakukannya pengaturan MVAR oleh dispatcher. Lalu terdapat juga gangguan yang terjadi pada tahun 2017 di GI Pesanggaran Bay PLTG 4 yang menyebabkan *Black out* dengan total beban yang hilang/tidak tersalurkan sebanyak 160MW, berdasarkan Latar Belakang diatas maka dipilih judul “**Analisa Penggantian Pemutus Tenaga (PMT) 150 KV Bay Tanah Lot 1 di Gardu Induk Kapal.** dari penelitian ini diharapkan dapat mengantisipasi terjadinya anomali (gagguan) serta menjaga keandalan sistem pada Pemutus Tenaga (PMT).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, adapun rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana persentase perhitungan Gas SF₆ pada peralatan Pemutus Tenaga (PMT)?
2. Bagaimana kelayakan peralatan pada Pemutus Tenaga (PMT) berdasarkan hasil uji?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka perlu diberikan batasan masalah sebagai berikut.

1. Tugas akhir ini hanya membahas analisa kebocoran Gas SF₆ pada Pemutus Tenaga (PMT).
2. Penelitian ini hanya membahas analisa kelayakan peralatan pemutus tenaga.
3. Tugas akhir ini hanya membahas pengujian tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan PMT.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulis melaksanakan penelitian dengan rumusan masalah di atas yaitu:

1. Untuk mengetahui persentase perhitungan kebocoran Gas SF₆ pada Pemutus Tenaga (PMT)?
2. Untuk mengetahui kelayakan kinerja peralatan Pemutus Tenaga (PMT) berdasarkan hasil uji dan rekomendasi tindak lanjut untuk peralatan anomaly (gangguan)

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penulis melaksanakan penelitian dengan rumusan masalah di atas yaitu:

1. Dapat mengetahui analisa data kebocoran gas sf₆ pada pemutus tenaga (PMT).
2. Dapat mengetahui kelayakan kinerja peralatan Pemutus Tenaga (PMT) berdasarkan hasil uji.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada Bab ini memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan sebagai gambaran umum mengenai konservasi penulisan Tugas Akhir.

BAB II: LANDASAN TEORI

Pada Bab ini memuat teori tentang PMT, memuat tentang jenis-jenis PMT, Pedoman Pemeliharaan, standar pengukuran, komponen pada PMT, Kriteria penggantian PMT, Gas SF6

BAB III: METODOLOGI

Pada Bab ini memuat langkah-langkah teknis dalam melaksanakan penelitian mengenai analisa penggantian pemutus tenaga bay tanah lot 1 di gardu induk kapal

BAB IV: ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini memuat pembahasan serta analisa berdasarkan pengolahan data yang diperoleh serta menganalisa kebocoran gas sf6 dan performance pmt berdasarkan hasil uji

BAB V: PENUTUP

Pada Bab ini memuat kesimpulan dan saran dari keseluruhan analisa dan pembahasan data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa pengujian pada pemutus tenaga (PMT) 150 KV Bay Tanah Lot 1 di Gardu Induk Kapal dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kebocoran Gas SF₆ berpengaruh terhadap kinerja PMT, dimana kebocoran Gas SF₆ berdampak sangat buruk bagi keamanan PMT tersebut serta peralatan yang berada di sekitarnya. Kebocoran Gas SF₆ di PMT bay tanah lot 1 sebesar 6,1 Bar mengakibatkan kelambatan kinerja PMT untuk membunyikan alarm peringatan SF₆ *Low* dan jika suatu PMT dialiri beban melebihi kapasitasnya dan kekurangan Gas SF₆ dapat membahayakan peralatan lainya serta menimbulkan bunga api yang besar jika PMT kekurangan Gas SF₆.
2. Nilai minimal tahanan isolasi pada tegangan 150 kV adalah 150 MΩ. Hasil pengujian tahanan isolasi pemutus tenaga 150 kV bay tanah lot 1 sudah memenuhi standart nilai $R \geq 1 \text{ kV} / 1 \text{ M}\Omega$. Nilai yang didapat pada pengujian berada diatas 150 MΩ dan hasil perhitungan kebocoran arus rata – rata nilai yang diperoleh jauh dibawah nilai kebocoran yang diizinkan yaitu $1 \text{ kV} = 1 \text{ mA}$ di dapat hasil perhitungan kebocoran pada Fasa R 0,006 mA, Fasa S 0,058 mA, dan Fasa T 0,059 mA artinya pemutus tenaga tersebut dapat bekerja dengan baik serta keandalan masih dapat teratasi dan aman.

Hasil pengujian tahanan kontak pada pemutus tenaga 150 kv bay tanah lot 1 baik pada R, S, dan T sudah memenuhi standart IEC 60694 nilai $R \leq 50 \mu\Omega$ Nilai yang diperoleh pada pengujian dibawah standart yang ditentukan $50 \mu\Omega$ pada Fasa R diperoleh nilai $35 \mu\Omega$, Fasa S $38 \mu\Omega$ dan Fasa T $36 \mu\Omega$. Artinya alat kontak yang terpasang pada pemutus tenaga bay tanah lot 1 masih dalam kondisi baik dan aman.

Hasil pengujian keserempakan / delta time yang diperoleh pada saat membuka dan menutup pemutus tenaga pada bay tanah lot 1 di gardu induk kapal sudah memenuhi standart batasan nilai selisih waktu keserempakan yaitu $\Delta t \leq 10$ mili detik berdasarkan referensi dari pabrikan ABB. Nilai yang didapa dibawah 10 ms pada Δt *Open* diperoleh nilai 0,2 ms dan pada Δt *Close* 1,45 ms , artinya pemutus

tenaga tersebut dapat melakukan trip sesuai dengan kinerja keserempakan yang normal / keandalan masih dapat teratasi dan aman.

5.2 Saran

Berdasarkan batasan masalah yang diuraikan pada Bab I dan pembahasan yang pernah diuraikan pada Bab III dan IV. Maka ada beberapa hal yang disarankan yaitu:

1. Untuk menjaga keandalan dari PMT maka perlu dilakukan pemeliharaan secara rutin dan pengujian untuk mengetahui kondisi terkini dari PMT tersebut untuk peralatan PMT.
2. Perlu dilaksanakan penggantian PMT jika peralatan tersebut sudah tua dan disediakannya material cadangan jika sewaktu-waktu PMT mengalami kerusakan
3. Untuk mengatasi gangguan yang lebih meluas terutama pada kebocoran Gas SF₆ pada PMT Bay Tanah Lot 1 Di Gardu Induk Kapal agar kiranya dilakukan penggantian PMT yang baru dimana PMT yang sekarang telah memasuki usia yang sangat tua untuk PMT, dimana usia maksimal dari suatu PMT adalah 15-20 tahun.
4. PMT masih mampu melindungi suatu peralatan dari hubungan singkat, namun kegagalan perlindungan mungkin saja terjadi, untuk itu perlu untuk melakukan pengujian terhadap pemutus tenaga (PMT) secara rutin sesuai jadwal yang sudah ditentukan agar dapat menjaga keandalan system pada peralatan tersebut dan memastikan umur komponen supaya lebih lama dan kerja dari peralatan lebih baik sesuai dengan fungsinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “SKRIPSI-NOVIA FIDIANTI-5115131462-TEKNIK ELEKTRO 2013”.
- [2] F. M. Posundu, L. S. Patras, I. F. Lisi, dan M. Tuegeh, “Penentuan Kapasitas CB Dengan Analisa Hubung Singkat Pada Jaringan 70 kV Sistem Minahasa.”.2013
- [3] MUQADDAM SYAM ALFIADI SANJAYA, “Analisis Kelayakan PMT 150 KV Di GI Jeneponto”, 2022
- [4] M. Yusri Samsurya dan A. Hafid, “Analisis Kebocoran Gas SF6 di Bay Line Power Breakers (PMT) Bontoala di GI Tallo Lama,” vol. 15, no. 1, hlm. 2023.
- [5] D. Ilan Diaj -trrr Untuk Mcmmuhi Ferryaratan Ulbn Akhir Mcmperolch ccler srriana Te dan mikDeri Falnrltas srim, “I}AN TAIN I}ELTA.”
- [6] B. Adhitya dan E. Handoyo, “JKTE UTA’45 JAKARTA,” *Ejournal Kajian Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, 2020.
- [7] A. G. Firdaus dan R. Hidayat, “Analisa Pengujian Kelayakan PMT 150 kV Bay Mandirancan I Berdasarkan Parameter Breaker Analyzer di Gardu Induk Sunyaragi,” *Elektron: Jurnal Ilmiah*, hlm. 17–24, Jun 2021, doi: 10.30630/eji.0.0.217.
- [8] D. Aribowo, E. Permata, Desmira, R. Ekawati, M. A. Hamid, M. Fatkhurrohman, M. I. Dharmawan, Irwanto, “Analisis Hasil Uji PMT 150kV Pada Gardu Induk Cilegon Baru BAY KS 1”.2018.
- [9] PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga Final, No.0512-2.K/DIR/2014.
- [10] Gilang hartama, “Analisa perbandingan hasil pengujian circuit breaker menggunakan breaker analyzer dan tan delta,” 2020.
- [11] A. M. Fikri, H. Rudito, T. Listrik, P. Negeri, dan U. Pandang, “Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2021 Makassar,” 2021.
- [12] “Buku Standarisasi Spek MTU PLN-SK DIR 2016.”
- [13] B. Hasil Uji Tahanan Isolasi, T. Kontak Dan Keserempakan Kontak, A. Susanto, R. Kurnianto, M. Rajagukguk, dan P. Studi Sarjana Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro, “ANALISA KELAYAKAN PEMUTUS TENAGA (PMT) 150 KV.”
- [14] T. Krilerie Penggantian Peralatan Utama *dkk.*, “Penyusun : kriterian penggantian Peralatan Inama Gardu Induk Di Lingkungan PT PLN (Persero)’ DFusun oleh Tin Pengarah : PT PLN (Petsejo) P3B Jawa Bali, PT PtN (PeFero) P3B Sumatera’,” 2013.