

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISA REKONDISI GAS SF6 PEMUTUS TENAGA 150KV BAY
KAPASITOR DI GARDU INDUK PADANGSAMBIAN**



Oleh

Komang Yudi Suprapta

NIM.2115313029

PROGRAM STUDI D III TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

ANALISA REKONDISI GAS SF6 PEMUTUS TENAGA 150KV BAY KAPASITOR DI GARDU INDUK PADANGSAMBIAN



Oleh :

Komang Yudi Suprapta

NIM.2115313029

PROGRAM STUDI D III TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISA REKONDISI GAS SF₆ PEMUTUS TENAGA (PMT) 150 KV BAY
KAPASITOR DI GARDU INDUK PADANGSAMBIAN

Oleh:


Komang Yudi Suprapta
NIM. 215313029

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

Bukit Jimbaran,

Disetujui Oleh:

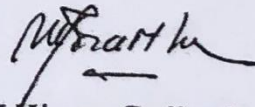
Penguji 1



I Made Purbhawa, ST. MT

NIP. 196712121997021001

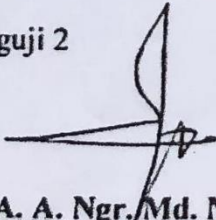
Pembimbing 1



Ir. I Wawan Sudiarta, MT

NIP. 196109221990031001

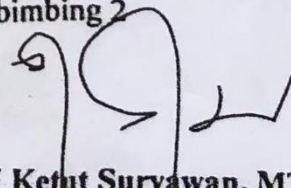
Penguji 2



Ir. A. A. Ngr. Md. Narottama, MT

NIP. 196504081991031002

Pembimbing 2



Ir. I Ketut Suryawan, MT

NIP. 196705081994031001



Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Kadck Amerta Yasa, ST.MT

NIP. 196809121995121001

PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR

UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Komang Yudi Suprpta

NIM : 215313029

Program Studi : D3 Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Noneklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **ANALISA REKONDISI GAS SF6 PEMUTUS TENAGA 150 KV BAY KAPASITOR DI GARDU INDUK PADANGSAMBIAN** . Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif 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, Agustus 2024

Yang menyatakan



Komang Yudi Suprpta

NIM : 2115313029

KATA PENGANTAR

Puja-puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA REKONDISI GAS SF₆ PEMUTUS TENAGA (PMT) 150kV BAY KAPASITOR GARDU INDUK PADANGSAMBIAN” tepat pada waktunya. Proposal Tugas Akhir disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan pada Program Studi DIII Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro.

Dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi,S.E.,M.e.Com. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa,ST.MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan,S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi D III Teknik Listrik
4. Bapak Ir.I Wayan Sudiarta,MT, selaku dosen pembimbing 1 yang bersedia memberikan bimbingan selama proses pembuatan Laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. I Ketut Suryawan, MT selaku dosen pembimbing 2 yang bersedia memberikan bimbingan selama proses pembuatan Laporan Tugas Akhir.
6. Kedua Orang Tua serta keluarga penulis, yang selalu memberikan dorongan dan semangat kepada penulis.
7. TL HARGI, TL GI Pemecutan Kelod dan TL GI Padangsambian, yang telah mendukung dan memfasilitasi data-data yang diperlukan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Dalam penulisan Proposal tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Badung, 20 Maret 2024

Penulis

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Komang Yudi Suprpta

NIM : 215313029

Program Studi : D3 Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan tugas akhir berjudul : **ANALISA REKONDISI GAS SF6 PEMUTUS TENAGA 150 KV BAY KAPASITOR DI GARDU INDUK PADANGSAMBIAN**. 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 pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari tugas akhir tersebut

Bukit Jimbaran, Agustus 2024

Yang menyatakan



Komang Yudi Suprpta

NIM : 2115313029

ABSTRAK

Komang Yudi Suprapta

Analisa Rekondisi Gas SF₆ Pemutus Tenaga (PMT) 150 KV Bay Kapasitor Di Gardu Induk Padangsambian

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 Kapasitor mengalami penyimpangan standar pada gas SO₂ yang mana hasil pengujian didapatkan nilai 42 ppmv yang mana standarnya <12 ppmv sehingga perlu dilakukan rekondisi gas SF₆ untuk menjaga keandalan dari PMT 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 MΩ, nilai arus bocor <1mA, nilai tahanan kontak <50 μΩ 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), Rekondisi Gas SF₆, Tahanan Isolasi, Tahanan Kontak, dan Keserempakan.

ABSTRACT

Komang Yudi Suprapta

Analysis of Reconditioning of SF₆ Gas Power Breakers (PMT) 150 KV Bay Capacitors at the Padangsambian Main Substation

The substation is part of the electric power transmission system which functions to reduce voltage. One of the electrical equipment is a Power Breaker (PMT) which is a mechanical switching device that is capable of closing, transmitting and disconnecting load currents both under normal and abnormal conditions. In this case, it was found that the SF₆ gas in the PMT Bay Capacitor experienced a standard deviation for SO₂ gas, where the test results obtained a value of 42 ppmv, which is a standard of <12 ppmv, so it is necessary to recondition the SF₆ gas to maintain the reliability of the PMT, as for determining the suitability of a power breaker (PMT), namely by testing the insulation resistance, contact resistance, and contact simultaneity to determine whether the circuit breaker is suitable for operation or not. From the results of the analysis carried out, it was found that the insulation resistance value exceeded 150 MΩ, the leakage current value was <1mA, the contact resistance value was <50 μΩ and the contact worked simultaneously in <10 ms. From these results, the isolation resistance, contact resistance and contact simultaneity are still suitable for operation.

Key words: Power Breaker (PMT), SF₆ Gas Reconditioning, Insulation Resistance, Contact Resistance, and Simultaneity.

DAFTAR ISI

COVER	
LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
COVER.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1.Latar belakang	I-1
1.2.Rumusan Masalah.....	I-2
1.3.Batasan Masalah	I-2
1.4.Tujuan	I-2
1.5.Manfaat	I-2
1.6.Sistematika Penulisan	I-2
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1.KEPDIR No.0520-2.K/DIR/2014.....	II-1
2.2.Pekerjaan Rekondisi Gas SF6 PMT	II-1
2.3.Fungsi Utama Pemutus Tenaga (PMT)	II-1
2.4.Prinsip Kerja Pemutus Tenaga (PMT).....	II-1
2.5.Pengoperasian Pemutus Tenaga (PMT).....	II-1
2.4.1.Pembukaan jaringan.....	II-2
2.4.2.Penutupan jaringan	II-2
2.6.Pemutus Tenaga.....	II-2
2.7. Klasifikasi PMT.....	II-4
2.6.1.Berdasarkan besar/kelas tegangan	II-4
2.6.2.Berdasarkan Jumlah Mekanik Penggerak / Tripping Coil.....	II-4
2.8.Komponen dan Fungsi	II-5
2.7.1 Primary	II-5
2.7.2 Interrupter	II-6
2.7.3 Terminal Utama	II-6
2.7.4 Dielectric.....	II-7
2.7.5 Secondary	II-7
2.9.Macam-macam PMT berdasarkan Media Insulator	II-9
2.10.Gas SF6.....	II-11
2.11.Pedoman Pemeliharaan.....	II-12
2.12.Pengukuran dan Pengujian	II-13
3.1.Waktu dan Tempat Penelitian.....	II-13
2.11.1.Pengukuran Tahanan Isolasi	II-14
2.11.2.Pengujian Gas SF ₆	II-16
2.11.3.Pengukuran tahanan kontak	II-21
2.11.4.Standar tahanan kontak.....	II-22
2.11.5.Pengukuran waktu buka, waktu tutup, dan keserempakan	II-23

2.11.6. Standar nilai pengukuran keserempakan	II-24
IV. BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.2. Jenis Penelitian	III-1
3.3. Alur Penelitian	III-1
3.4. Pengambilan data	III-2
3.5. Pengolahan data	III-3
3.5.1. Menghitung Deviasi Keserempakan Buka Tutup Kontak PMT	III-3
3.5.2. Menghitung Nilai Arus Bocor PMT	III-3
3.6. Analisa Data	III-4
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	IV-4
4.1. Gambaran Umum Pemutus Tenaga (PMT)	IV-4
4.2. Pembahasan Kelayakan Hasil Uji	IV-5
4.2.1. Pengujian Keserempakan	IV-5
4.2.2. Pengujian Tahanan Kontak	IV-6
4.2.3. Pengujian Tahanan Isolasi	IV-7
4.2.4. Pengujian Tahanan Pentanahan	IV-7
4.2.5. Pengujian Gas SF ₆	IV-8
4.3. Langkah – Langkah Pekerjaan Rekondisi Gas SF ₆ PMT	IV-9
4.3.1. Persiapan Pekerjaan	IV-9
4.3.2. Melaksanakan Rekondisi Gas SF ₆ PMT	IV-9
4.3.3. Membuat laporan Pekerjaan	IV-10
4.4. Langkah-Langkah Melaksanakan Pengujian Gas SF ₆ PMT	IV-10
4.4.1. Persiapan Pekerjaan	IV-10
4.4.2. Melaksanakan Pengujian Gas SF ₆ PMT	IV-11
4.4.3. Membuat laporan Pekerjaan	IV-12
4.5. Hasil Pengujian Setelah Rekondisi Gas SF ₆	IV-12
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	1
LAMPIRAN	2

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Macam-Macam PMT	II-4
Gambar 2. 2 PMT Single pole	II-4
Gambar 2. 3 PMT three pole	II-5
Gambar 2. 4 Interrupter	II-6
Gambar 2. 5 Terminal utama	II-6
Gambar 2. 6 Isolator pada interrupting Chamber dan Support.....	II-7
Gambar 2. 7 Lemari mekanik dan wing control	II-9
Gambar 2. 8 Pemadam busur api dan pemutus daya minyak	II-9
Gambar 2. 9 Perbandingan tegangan tembus SF ₆ ,udara pada tekanan 1 Atm (air) dan Minyak.....	II-11
Gambar 2. 10 Pengukuran tahanan isolasi.....	II-14
Gambar 2. 11 Terminal pengukuran tahanan isolasi	II-15
Gambar 2. 12 Reaksi kimi terbentuknya Decomposition Product SF ₆	II-20
Gambar 2. 13 Pengukuran tahanan kontak	II-22
Gambar 2. 14 Pengujian open close PMT	II-24

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tekanan gas	II-17
Tabel 2. 2 Standar Pengujian Kualitas Gas SF ₆	II-18
Tabel 2. 3 Standar Pengujian Kualitas Gas SF ₆ Lainnya	II-18
Tabel 2. 4 Dekomposisi produk Gas SF ₆ [4]	II-20
Tabel 2. 5 Acuan tahanan kontak acuan pabrik	II-22
Tabel 2. 6 Waktu buka tutup acuan pabrik	II-25
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian keserempakan buka tutup PMT	IV-5
Tabel 4. 2 Hasil pengujian tahanan kontak	IV-6
Tabel 4. 3 Standar tahanan kontak PMT	IV-6
Tabel 4. 4 Hasil pengujian tahanan isolasi PMT	IV-7
Tabel 4. 5 Hasil pengukuran tahanan pentanahan PMT	IV-8
Tabel 4. 6 Hasil pengujian gas SF ₆	IV-8
Tabel 4. 7 Hasil pengujian setelah rekondisi gas SF ₆	IV-12

BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar belakang

Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Bali Selatan, UPT Bali memiliki fungsi utama sebagai pelaksana pemeliharaan. Sebagai pelaksana, ULTG bertugas melakukan pemeliharaan baik berupa *time based maintance*, ini dilakukan berdasarkan pengujian 1 tahunan alat-alat MTU (Main Transmision Unit) pada Gardu Induk. ULTG Bali Selatan membawahi 2 GIS yaitu GIS Bandara, dan GIS Pecatu, dan 7 GI yaitu GI Amlapura, GI Gianyar, GI Sanur, GI Nusa Dua, GI Pesanggaran, GI Pemecutan Kelod,dan GI Padangsambian.

Salah satu Pemeliharaan yang dilakukan saat penulis PKL di ULTG Bali Selatan adalah Rekondisi Gas SF₆ (*Sulfur Hexafluorida*) PMT 150kV bay Kapasitor GI Padangsambian, Rekondisi dilakukan dikarenakan dalam pengujian 1 tahunan bay Kapasitor pada PMT, didapatkan hasil uji seperti berikut Purity yang didapatkan 99,6%, Dew pointnya didapatkan -48°C dan Decomposition product SO₂ (*Sulfur Dioxide*) didapatkan 42 ppmv, berdasarkan hasil pengujian tersebut menurut standar yang digunakan dalam Keputusan Direksi PT.PLN (Persero) (KEPDIR) Nomor. 0520-2.K/DIR/2014. Kriteria Gas SF₆ PMT yang perlu di rekondisi apabila Puritynya harus dibawah 97% , Dew pointnya harus kurang dari -5C dan Decomposition product SO₂ dengan batas maksimum 12 ppmv.[1]

Berdasarkan KEPDIR No. 0520-2.K/DIR/2014 gas SF₆ PMT tersebut perlu dilakukan pemeliharaan yaitu, dilakukannya Rekondisi Gas SF₆ PMT untuk menjaga keandalan alat proteksi dan kontinuitas dalam pelayanan transmisi,maka atas dasar ini penulis membuat penelitian yaitu “*Analisa Rekondisi Gas SF₆ Pemutus Tenaga 150kV bay Kapasitor di Gardu Induk Padangsambian*”.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah.

- 1) Bagaimana kinerja peralatan PMT berdasarkan hasil uji sebelum Rekondisi Gas SF₆ menurut KEPDIR No. 0520-2.K/DIR/2014.
- 2) Bagaimana cara mengetahui purity, dew point dan SO₂ pada PMT.
- 3) Bagaimana cara melakukan rekondisi Gas SF₆ PMT.
- 4) Bagaimana kinerja alat PMT berdasarkan hasil uji setelah Rekondisi Gas SF₆ menurut KEPDIR No. 0520-2.K/DIR/2014.

1.3.Batasan Masalah

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

- 1) Penelitian ini hanya membahas Analisa peralatan Pemutus Tenaga (PMT).
- 2) Analisa ini hanya membahas Analisa rekondisi gas SF₆ PMT.
- 3) Analisa ini hanya membahas dampak dari kondisi Gas SF₆ pada PMT.

1.4.Tujuan

Adapun tujuan dari penulis melaksanakan penelitian ini dengan rumusan masalah diatas yaitu:

- 1) Dapat mengetahui kinerja peralatan PMT berdasarkan hasil uji dan rekomendasi tindak lanjut untuk peralatan anomali (gangguan).
- 2) Dapat melakukan cara pengujian Gas SF₆ pada PMT.
- 3) Dapat melakukan cara Rekondisi Gas SF₆ pada PMT.
- 4) Dapat mengetahui kinerja PMT setelah dilakukan rekondisi.

1.5.Manfaat

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

- 1) Dapat mengetahui kelayakan kinerja Pemutus Tenaga berdasarkan hasil uji.
- 2) Dapat mengetahui dan melakukan cara Rekondisi Gas SF₆ pada Pemutus Tenaga.

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 Rekondisi gas SF₆ PMT, Gas SF₆

BAB III: METODOLOGI

Pada Bab ini memuat langkah-langkah teknis dalam melaksanakan penelitian mengenai analisa rekondisigas SF₆ pemutus tenaga bay kapasitor di gardu induk Padang Sambian

BAB IV: ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini memuat pembahasan serta analisa berdasarkan pengolahan data yang diperoleh serta menganalisa Rekondisi gas SF₆ pada PMT bay Kapasitor

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 Kapasitor di Gardu Induk Padang Sambian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian pada PMT pada pengujian 1 tahunan bay kapasitor yang dimana, pada pengujian didapatkan hasil yang tidak memenuhi standar pada pengujian SO₂ pada gas SF₆ PMT didapatkan hasil 42 ppmv, yang dimana pada standar hanya diijinkan <12ppmv, sehingga perlu dilakukan rekondisi gas SF₆ untuk mengurangi gas SO₂ pada PMT tersebut dan untuk menghindari terjadi kegagalan/gangguan kerja PMT yang dapat menyebabkan *blackout* .
2. Untuk mengetahui *Purity, Dew point, Moisture content* dan SO₂ pada gas SF₆ tersebut diperlukan alat ukur *SF₆ Multi Analyzer*. Pengujian dengan alat tersebut bisa dilakukan dengan keadaan online ataupun offline.
3. Untuk melakukan rekondisi gas SF₆ diperlukan alat *Gas Handling*, yang berfungsi untuk memvacuum ruang pemadaman PMT dan untuk mengeluarkan gas SF₆ yang lama, dengan urutan pekerjaan, mengeluarkan gas SF₆ yang lama, melakukan vacuum tahap 1, memasukan nitrogen ke ruang pemadaman dan mengeluarkannya, melakukan vacuum tahap 2, memasukan gas SF₆ yang baru ke PMT, pengujian Gas SF₆ baru dan pengecekan terakhir.
4. Setelah dilakukan rekondisi gas SF₆ PMT didapatkan hasil *Dew Point = -48 C, Moisture Content = 47 ppmv, Purity = 99,6%, SO₂ = 0 ppmv, Pressure = 6,85 bar*, gas SO₂ yang tadinya tidak sesuai standar setelah dilakukan rekondisi gas sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan.

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 kinerja PMT, perlu dilakukan inspeksi dan pengujian secara rutin, seperti inspeksi secara visual untuk, pengujian rutin

sesuai dengan jadwal, untuk meminimisir kemungkinan kegagalan kerja PMT yang dapat menyebabkan *blackout*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ari Muchtar, dkk "Pedoman Pemeliharaan Gas Insulated Substation (GIS)" no0520-2.KDIR. 2014.
- [2] D. Aribowo *et al.*, "Analisa Kelayakan Pemutus Tenaga (PMT) 150kV Berdasarkan Hasil Uji Tahanan Isolasi, Tahanan Kontak, Tahanan Isolasi dan Keserempakkan Kontak di Gardu Induk Singkawang" pp. 59–65, 2018.
- [3] Ari Susanto, "Berdasarkan Hasil Uji Tahanan Isolasi , Tahanan," *Fak. Tek. Univ. Tanjungpura*, pp. 1–9, 2021.
- [4] B. Hasan, "Analisis Penggunaan Gas Sf6 Pada Pemutus Tenaga (pmt) Di Gardu Induk Cigereleng Bandung.," *Electrans*, vol. 11, no. 2, pp. 81–93, 2012.
- [5] Bambang.Cahyono, dkk. PT. PLN and 0520-3.K/Dir/2014, *Buku Pedoman Pemutus Tenaga*, no. 0520–2.K/DIR. 2014.