

TUGAS AKHIR

**ANALISA KELAYAKAN PEMUTUS TENAGA (PMT)
BERDASARKAN HASIL UJI TEKANAN GAS SF₆,
TAHANAN ISOLASI, TAHANAN KONTAK DAN
KESEREMPAKAN KONTAK
DI GARDU INDUK 150 KV RUNGKUT**



Disusun Oleh :

FERNANDA EKA SAPUTRA
NBI : 1452000041

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2023**

TUGAS AKHIR

**ANALISA KELAYAKAN PEMUTUS TENAGA (PMT)
BERDASARKAN HASIL UJI TEKANAN GAS SF₆,
TAHANAN ISOLASI, TAHANAN KONTAK DAN
KESEREMPAKAN KONTAK
DI GARDU INDUK 150 KV RUNGKUT**



Disusun Oleh :

FERNANDA EKA SAPUTRA
NBI : 1452000041

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2023

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Fernanda Eka Saputra
NBI : 1452000041
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA KELAYAKAN PEMUTUS
TENAGA (PMT) BERDASARKAN HASIL UJI
TEKANAN GAS SF₆, TAHANAN ISOLASI,
TAHANAN KONTAK DAN KESEREMPAKAN
KONTAK DI GARDU INDUK 150 KV
RUNGKUT

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1



Puji Slamet, S.T., M.T.
NPP. 20450.11.0601

Dosen Pembimbing 2



Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T.
NPP. 20450.22.0860

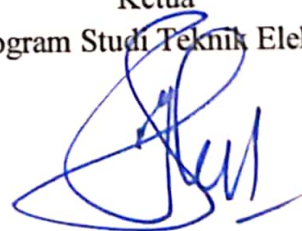
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajivo M. Kes., IPU., ASEAN Eng
NPP. 20410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro



Puji Slamet, S.T., M.T.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Femanda Eka Saputra
NBI : 1452000041
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul
**“ANALISA KELAYAKAN PEMUTUS TENAGA (PMT) BERDASARKAN
HASIL UJI TEKANAN GAS SF₆, TAHANAN ISOLASI, TAHANAN
KONTAK DAN KESEREMPAKAN KONTAK DI GARDU INDUK 150 KV
RUNGKUT”**

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 4 Januari 2024

Penulis,



Femanda Eka Saputra

NBI. 1452000041

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI**

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FERNANDA EKA SAPUTRA
NBI/NPM : 1452000041
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), atas karya saya yang berjudul:

**“ANALISA KELAYAKAN PEMUTUS TENAGA (PMT) BERDASARKAN
HASIL UJI TEKANAN GAS SF₆, TAHANAN ISOLASI, TAHANAN
KONTAK DAN KESEREMPAKAN KONTAK DI GARDU INDUK 150 KV
RUNGKUT”**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 4 Januari 2024

Yang Menyatakan,



Fernanda Eka Saputra
NBI. 1452000041

ABSTRAK

Transmisi energi listrik memegang peranan penting sebagai sarana penyaluran energi listrik dari pembangkit hingga distribusi maupun konsumen. Pada saat proses penyaluran energi listrik, sering kali terjadi gangguan seperti hubung singkat. Oleh karena itu, perlu adanya pengamanan agar proses penyaluran berjalan dengan baik. Salah satu peralatan pengamanan yang ada di Gardu Induk adalah Pemutus Tenaga (PMT). Pemutus Tenaga (PMT) merupakan peralatan saklar atau *switching* mekanis yang dapat menutup, mengalirkan, maupun memutuskan arus beban dalam kondisi normal maupun dalam kondisi abnormal seperti hubung singkat. Masalah pada PMT dapat merugikan dan mengganggu proses operasi sistem tenaga listrik. Apabila PMT tidak berkerja sesuai semestinya saat terjadi gangguan, maka gangguan tersebut dapat merusak perangkat lain dan menyebabkan ketidakstabilan penyaluran daya listrik. Oleh karena itu, pengujian dan pemeliharaan secara rutin harus dilakukan untuk memastikan PMT layak beroperasi. Tahapan pengujian meliputi tekanan gas SF₆, tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan kontak PMT. Proses dilakukan dengan mengkaji hasil pengujian yang diperoleh dengan acuan standart tiap pengujian tercatat dalam SK-DIR0520. Sesuai SK-DIR0520, untuk tekanan gas SF₆ dengan nilai diatas nameplate PMT, tahanan isolasi dengan nilai di atas 150 MΩ, tahanan kontak dengan standart nilai di bawah 50 μΩ, dan untuk pengujian keserempakan kontak dilakukan dengan perhitungan delta time baik saat *close* maupun *open* pada fasa masing masing di bawah nilai 10 ms. Sesuai dengan hasil pengujian tekanan gas SF₆, tahanan isolasi, resistansi kontak dan keserempakan PMT yang ada pada Gardu Induk 150 KV Rungkut Bay Line Surabaya Selatan masih dalam kondisi layak beroperasi.

Kata Kunci : *Keserempakan Kontak, PMT, Tahanan Isolasi, Tahanan Kontak, Tekanan Gas SF₆*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul : **“ANALISA KELAYAKAN PEMUTUS TENAGA (PMT) BERDASARKAN HASIL UJI TEKANAN GAS SF₆, TAHANAN ISOLASI, TAHANAN KONTAK DAN KESEREMPAKAN KONTAK DI GARDU INDUK 150 KV RUNGKUT”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan utama dapat mencapai Gelar Sarjana.

Penyusunan tugas akhir ini tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan dan kerja sama dari pihak lain. Oleh karena itu, kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendorong terwujudnya tugas akhir ini kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Orang Tua kami tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan semangat serta material.
3. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes, selaku Dekan Fakultas Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Puji Slamet, S.T., M.T dan Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T. selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik.
5. Seluruh dosen dan staf pengajar Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Novia Migriyani yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan semangat.
7. Mohammad Rozik Nazir, Roy Wibatsu Putra, dan seluruh jajaran tim suka suka yang telah membantu dan menemani dari awal hingga akhir.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyusun tugas akhir.

Dalam penyusunan laporan, penulis menyadari bahwa laporan kerja praktek yang dibuat masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, 4 Januari 2024

Fernanda Eka Saputra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Kontribusi Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Sistem Tenaga Listrik	6
2.3 Gardu Induk	8
2.3.1 Pengertian Gardu Induk.....	8
2.3.2 Peralatan Gardu Induk.....	10
2.4 Pemeliharaan Pada Gardu Induk.....	19
2.4.1 Predictive Maintenance	19
2.4.2 Preventive Maintenance.....	20

2.4.3	Corrective Maintenance.....	20
2.4.4	Breakdown Maintenance	21
2.5	Pemutus Tenaga (PMT)	21
2.5.1	Pengertian Pemutus Tenaga (PMT).....	21
2.5.2	Jenis – Jenis Pemutus Tenaga (PMT).....	23
2.5.3	Komponen Pemutus Tenaga (PMT) dan Fungsinya.....	32
2.6	Pengujian Tekanan Gas SF ₆ PMT.....	36
2.7	Pengujian Tahanan Isolasi PMT	37
2.8	Pengujian Tahanan Kontak PMT.....	38
2.9	Pengujian Keserempakan Kontak PMT.....	39
BAB III. METODE PENELITIAN.....		41
3.1	Metode Penelitian	41
3.2	Diagram Alir Penelitian	42
3.3	Pengambilan Data	43
3.4	Perencanaan Penelitian	44
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Pengujian Tekanan Gas SF ₆	51
4.2	Pengujian Tahanan Isolasi	57
4.3	Pengujian Tahanan Kontak.....	62
4.4	Pengujian Keserempakan Kontak	67
BAB V. PENUTUP.....		71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2. 2 Gardu Induk Single Busbar.	9
Gambar 2. 3 Gardu Induk Double Busbar.....	9
Gambar 2. 4 Gardu Induk Satu Setengah Busbar.....	10
Gambar 2. 5 Transformator Daya.	11
Gambar 2. 6 Neutral Grounding Resistance (NGR).....	11
Gambar 2. 7 Current Transformer (CT).	12
Gambar 2. 8 Skema Rangkaian Transformator Arus (CT).....	12
Gambar 2. 9 Potential Transformer (PT).....	13
Gambar 2. 10 Skema Rangkaian Potential Transformer (PT).....	14
Gambar 2. 11 Pemutus Tenaga (PMT).....	14
Gambar 2. 12 Pemisah (PMS).....	15
Gambar 2. 13 Panel Hubung.	16
Gambar 2. 14 Lightning Arrester (LA).	17
Gambar 2. 15 Lightning Arrester Jenis Ekspulsi (Expulsion Type)	17
Gambar 2. 16 Lightning Arrester Jenis Katup (Valve Type).	18
Gambar 2. 17 Baterai.	19
Gambar 2. 18 Kontruksi Pemutus Tenaga (PMT).....	21
Gambar 2. 19 Single Line Penempatan PMT Pada Gardu Induk.....	22
Gambar 2. 20 PMT Berdasarkan Tegangan Rating / Nominal.	23
Gambar 2. 21 PMT Single Pole.	24
Gambar 2. 22 PMT Three Pole.	24
Gambar 2. 23 Sistem Pegas Pilin.	25
Gambar 2. 24 Sistem Pegas Gulung.....	25
Gambar 2. 25 PMT Sistem Pneumatik.....	26
Gambar 2. 26 Pemutus tenaga (PMT) dengan Pemadam Busur Api SF6.....	27
Gambar 2. 27 Proses Terjadinya Busur Api.....	28
Gambar 2. 28 Partial Discharge.	29
Gambar 2. 29 PMT Minyak Banyak (Bulk Oil).....	30
Gambar 2. 30 PMT Minyak Sedikit (Small Oil).....	30
Gambar 2. 31 PMT Udara Hembus (Air Blast).....	31
Gambar 2. 32 Pemadam Busur Api Hampa Udara (Vacuum).	31
Gambar 2. 33 Interupter.	32
Gambar 2. 34 Terminal Utama.....	33
Gambar 2. 35 Isolator Pada Interrupting Chamber dan Isolator Support.	34
Gambar 2. 36 Lemari Kontrol Pemutus Tenaga (PMT).	35

Gambar 3. 1 PMT Bay Line Surabaya Selatan 1 Gardu Induk 150 kV Rungkut.....	41
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	42
Gambar 3. 3 Gambar Namplate Pemutus Tenaga (PMT) Bay Line Surabaya Selatan 1.....	43
Gambar 3. 4 Flowchart Pengujian Gas SF ₆	46
Gambar 3. 5 Flowchart Pengujian Tahanan Isolasi PMT.	47
Gambar 3. 6 Flowchart Pengujian Tahanan Kontak PMT.	48
Gambar 3. 7 Flowchart Pengujian Keserempakan Kontak PMT.	49
Gambar 4. 1 SF ₆ -Q-Analyser.	51
Gambar 4. 2 Pemasangan Kabel Penghubung Alat Ukur dengan Tabung Gas SF ₆ . ..	52
Gambar 4. 3 Setting Lokasi PMT pada Alat Ukur.....	52
Gambar 4. 4 Display Hasil Pengujian Gas SF ₆	53
Gambar 4. 5 Insulation Tester Model KYORITSU 3125 A.....	57
Gambar 4. 6 Pemasangan Pentanahan Lokal.	58
Gambar 4. 7 Pembersihan Bushing.	58
Gambar 4. 8 Pengujian Tahanan Isolasi PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.	59
Gambar 4. 9 Megger ATO 600.	63
Gambar 4. 10 Pemasangan Kabel Pada Sambungan PMT dengan Peralatan Lain. ..	63
Gambar 4. 11 Pengukuran Tahanan Kontak PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.	64
Gambar 4. 12 CB Analyzer CT - 6500.....	67
Gambar 4. 13 Pemasangan Kabel Sebagai Penghubung PMT dengan Alat Ukur. ...	68
Gambar 4. 14 Setting Pada Alat Ukur CB Analyzer CT - 6500.....	68
Gambar 4. 15 Pengujian Keserempakan Kontak PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.	69

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Peralatan PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.....	44
Tabel 3. 2 Tahapan dan Durasi Pengerjaan Penelitian.....	45
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Gas SF ₆ Pada PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.	53
Tabel 4. 2 Kesimpulan Analisa Pengujian Gas SF ₆ PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.....	56
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Tahanan Isolasi PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.....	59
Tabel 4. 4 Kesimpulan Analisa Perhitungan Arus Bocor PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.....	61
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Tahanan Kontak PMT Bay Line Surabaya Selatan 1. ...	64
Tabel 4. 6 Kesimpulan Analisa Perhitungan Rugi - Rugi Daya PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.	66
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Keserempakan Kontak PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.....	69
Tabel 4. 8 Kesimpulan Analisa Perhitungan Delta Time PMT Bay Line Surabaya Selatan 1.....	70

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah suatu negara yang mempunyai sumber energi yang melimpah, diantaranya adalah energi gas, air, angin, matahari, dan batu bara. Dengan adanya kekayaan energi yang melimpah yang dapat diolah menjadi energi lain maka dapat dipastikan negara Indonesia tidak akan kekurangan energi, salah satunya energi listrik. Energi listrik sangat dibutuhkan di kehidupan manusia mulai dari rumah tangga, pendidikan, perekonomian, industri, dan lain sebagainya.

Pada penyaluran energi listrik digunakan suatu komponen yang disebut gardu induk. Gardu induk merupakan bagian dari suatu sistem tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat berisi saluran transmisi dan distribusi, perlengkapan hubung bagi, transformator, dan peralatan pengaman serta peralatan kontrol [1]. Salah satu peralatan utama yang ada di Gardu Induk adalah Pemutus Tenaga (PMT).

Pemutus Tenaga (PMT) merupakan peralatan saklar atau *switching* mekanis yang dapat menutup, mengalirkan, maupun memutuskan arus beban dalam kondisi normal maupun dalam kondisi abnormal seperti hubung singkat. Peralatan yang berkerja pada sistem tenaga listrik khususnya tegangan tinggi yang berkerja terus – menerus seperti pada PMT tidak luput dari permasalahan yang timbul. Untuk mencegah terjadinya kesalahan pada PMT untuk memutus arus gangguan disamping kemampuan termisnya dalam mengalami gangguan, maka perlu diusahakan agar setiap PMT dilakukan pemeliharaan dan pengujian secara periodik sesuai dengan petunjuk yang tertulis dalam buku petunjuk pemeliharaan [2].

Masalah pada PMT dapat merugikan dan mengganggu proses operasi sistem tenaga listrik. Apabila PMT tidak berkerja sesuai semestinya saat terjadi gangguan, maka gangguan tersebut dapat merusak perangkat lain dan menyebabkan ketidakstabilan penyaluran daya listrik.

Oleh karena itu, untuk meminimalisir kesalahan kinerja PMT pada saat mengalami gangguan dan mengetahui kelayakan PMT, penulis mengangkat judul “Analisa Kelayakan Pemutus Tenaga (PMT) Berdasarkan Hasil Uji Tekanan Gas SF₆, Tahanan Isolasi, Tahanan Kontak, dan Keserempakan Kontak Di Gardu Induk 150 KV Rungkut”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan kelayakan pemutus tenaga (PMT) dengan menganalisa hasil pengujian tekanan gas SF₆ ?
2. Bagaimana menentukan kelayakan pemutus tenaga (PMT) dengan menganalisa hasil pengujian tahanan isolasi PMT ?
3. Bagaimana menentukan kelayakan pemutus tenaga (PMT) dengan menganalisa hasil pengujian tahanan kontak PMT ?
4. Bagaimana menentukan kelayakan pemutus tenaga (PMT) dengan menganalisa hasil pengujian keserempakan kontak PMT ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Melakukan pengujian untuk mengetahui tekanan gas SF₆, tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan pemutus tenaga (PMT).
2. Melakukan analisa kelayakan pemutus tenaga (PMT) berdasarkan standarisasi yang digunakan.

1.4 Kontribusi Penelitian

Kontribusi dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui kelayakan pemutus tenaga (PMT) berdasarkan hasil uji tekanan gas SF₆, tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan pemutus tenaga (PMT).
2. Dapat menjadi data referensi oleh pihak Gardu Induk dalam perawatan peralatan pemutus tenaga (PMT) agar pemutus tenaga (PMT) beroperasi dengan baik sehingga pemutus tenaga (PMT) sebagai proteksi dapat dijaga keandalannya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Tidak membahas peralatan lain selain pemutus tenaga (PMT).
2. Pengujian hanya dilakukan pada Bay Line Surabaya Selatan 1 di Gardu Induk 150 kV Rungkut.
3. Pengujian hanya meliputi : tekanan gas SF₆, tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan pemutus tenaga (PMT).

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan ini disusun dengan kerangka sebagai berikut :

1. Bab I. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, kontribusi penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

2. Bab II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang penelitian terdahulu yang mendasari diambilnya penelitian ini, serta teori pendukung yang diimplementasikan dalam penelitian.

3. Bab III. METODE PENELITIAN

Berisi tentang metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk prosedur serta peralatan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini dari awal hingga akhir.

4. Bab IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang pemaparan hasil dari penelitian dan analisa penulis yang membuktikan benar tidaknya hipotesis dan tinjauan pustaka yang dipaparkan.

5. Bab V. PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang dapat disimpulkan selama penelitian.

Halaman ini sengaja dikosongkan.