

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH *MOISTURE CONTENT* DAN *DEW POINT* GAS SF₆ PADA PMT GIS 150 KV KREMBANGAN



Disusun Oleh :

AGNES JUITA MARBUN
1452100031

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025**

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH *MOISTURE CONTENT* DAN *DEW POINT* GAS SF₆ PADA PMT GIS 150 KV KREMBANGAN



Disusun Oleh :

AGNES JUITA MARBUN

1452100031

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

2025

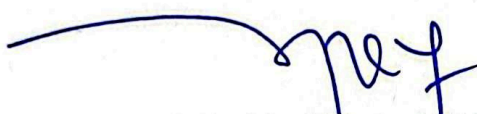

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR


Nama : AGNES JUITA MARBUN
NBI : 1452100031
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISIS PENGARUH *MOISTURE*
CONTENT DAN *DEW POINT* GAS SF₆ PADA
PMT GIS 150 kV KREMBANGAN

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 1


Dosen Pembimbing 2


Ir. Aris Heri Andriawan, S.T., M.T.
NPP. 20450.03.0558
Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T.
NPP. 20450.22.0860

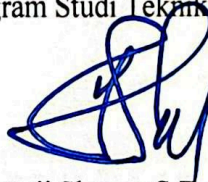
Mengetahui,



Dekan
Fakultas Teknik


Dr. H. Sasmito, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro


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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agnes Juita Marbun
NBI : 1452100031
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“ANALISA PENGARUH *MOISTURE CONTENT* DAN *DEW POINT GAS* SF₆ PADA PMT GIS 150 kV KREMBANGAN”

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, 15 Juli 2025
Yang Menyatakan



AGNES JUITA MARBUN
NBI. 1452100031



**UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA**

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**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 : Agnes Juita Marbun
NBI/NPM : 1452100031
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 PENGARUH *MOISTURE CONTENT* DAN *DEW POINT GAS SF₆* PADA PMT GIS 150 kV KREMBANGAN”

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

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 15 Juli 2025

Yang Menyatakan,



AGNES JUITA MARBUN
NBI. 1452100031

ABSTRAK

Gas SF₆ (*Sulfur Hexafluoride*) merupakan media isolasi dan pemadam busur api yang umum digunakan dalam GIS (*Gas Insulated Substation*), terutama pada peralatan Pemutus Tenaga (PMT). Kualitas gas SF₆ dapat dipengaruhi *moisture content* dan *dew point*, yang dapat menurunkan kemampuan isolasi dan menyebabkan kegagalan sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai *moisture content* dan *dew point* gas SF₆ pada lima PMT di GIS 150 kV Krembangan selama periode 2021-2023, serta menentukan apakah parameter tersebut masih memenuhi standar internasional CIGRE 234 dan IEEE 1125. Metode yang digunakan adalah pengambilan data hasil uji menggunakan alat SF₆ Analyzer, kemudian dilakukan perhitungan nilai standarisasi untuk evaluasi kualitas gas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pengujian dan perhitungan *moisture content* dan *dew point* Gas SF₆ pada PMT GIS 150 kV Krembangan masih memenuhi standar yang ditetapkan. Hal tersebut dapat dibuktikan dari nilai hasil pengujian *moisture content* tidak melebihi batas standar pabrik maksimum sebesar 500 ppmv dan tidak melebihi standarisasi internasional perhitungan CIGRE. Hasil pengujian *dew point* masih memenuhi standar pabrik sebesar -20°C sampai -30°C dan tidak melebihi standar CIGRE setelah dilakukan perhitungan, yaitu sebesar -5°C.

Kata Kunci: *Dew Point*, GIS 150 kV, Gas SF₆, Kualitas Isolasi, *Moisture Content*

ABSTRACT

SF₆ (Sulfur Hexafluoride) gas is an insulating medium and arc extinguisher commonly used in GIS (Gas Insulated Substation), especially in Power Breakers (PMT) equipment. The quality of SF₆ gas can be affected by moisture content and dew point, which can reduce insulation capability and cause system failure. This study aims to analyze the moisture content and dew point values of SF₆ gas in five PMTs in the 150 kV Krembangan GIS during the 2021-2023 period, and determine whether these parameters still meet the international standards of CIGRE 234 and IEEE 1125. The method used is to collect test data using the SF₆ Analyzer tool, then calculate the standardization value for gas quality evaluation. The results showed that the test and calculation values of moisture content and dew point of SF₆ Gas at PMT GIS 150 kV Krembangan still meet the established standards. This can be proven from the value of moisture content test results does not exceed the maximum factory standard limit of 500 ppmv and does not exceed the international standardization of CIGRE calculations. The dew point test results still meet the factory standards of -20°C to -30°C and do not exceed the CIGRE standard after calculation, which is -5°C.

Keywords: Dew Point, GIS 150 kV, Insulation Quality, Moisture Content, SF₆ Gas

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, dan karunia-Nya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "*Analisis Pengaruh Moisture Content dan Dew Point Gas SF₆ pada PMT GIS 150 kV Krembangan*". Tujuan penulisan tugas akhir ini yaitu untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan jenjang pendidikan S-1 Program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, kritik, saran, dan motivasi yang sangat besar dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Juruselamat tersayang, Tuhan Yesus Kristus yang selalu ada di setiap langkah penulis dalam menyelesaikan perjalanan ini. Terima kasih karena selalu memberikan harapan dan mujizat di waktu yang tepat di tengah keputusasaan penulis. Terima kasih karena sudah menggendong anakmu ini saat ia tidak mampu untuk melangkah maju dan menjadi sumber kekuatan di tengah ketidakpastian. Terima kasih sudah menjadi rumah bagi penulis untuk meneteskan air mata sukacita.
2. Teristimewa untuk kedua orangtua tercinta, Bapak Hasian Marbun dan Ibu Dosma Simanjuntak yang telah memberikan kasih sayang, nasehat, motivasi, memenuhi kebutuhan penulis, dukungan, semangat, pelukan, serta Doa yang tiada henti kepada penulis selama proses perkuliahan sampai selesainya tugas akhir ini. Walaupun kedua orangtua penulis tidak dapat merasakan duduk di bangku perkuliahan namun mereka berusaha bekerja keras demi memberikan kesempatan Pendidikan yang lebih baik dari yang telah mereka lalui sebelumnya kepada kelima anaknya.
3. Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Puji Slamet S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Ir. Gatut Budiono, M.Sc. selaku staf ahli dalam bidang Sistem Tenaga Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Terima kasih telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada penulis dalam proses penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak Aris Heri Andriawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada penulis dalam proses penulisan tugas akhir ini.

7. Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahannya kepada penulis dalam proses penulisan tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
9. Bapak Agung Revana selaku pembimbing lapangan penelitian serta Supervisor PT. PLN (Persero) Gardu Induk GIS 150 kV Krembangan yang telah mengizinkan penulis untuk mengambil data tugas akhir di tempat wilayah kerjanya.
10. Segenap pegawai PT. PLN (Persero) Gardu Induk GIS 150 kV Krembangan yang telah berbagi pengalaman sehingga dapat mengajarkan dan memberikan ilmunya kepada penulis.
11. Teruntuk diri saya sendiri, Agnes Juita Marbun. Terima kasih sudah bertahan atas segala perjuangan, air mata, dan ketidakpastian di perjalanan panjang ini, meskipun seringkali ingin menyerah dan merasa putus asa. Terima kasih karena telah menemukan kekuatan di dalam ketidakpastian dan kegagalan. Terima kasih sudah melibatkan Tuhan Yesus Kristus dalam setiap perjalanan ini dan mengizinkan Tuhan Yesus untuk menjadi batu sandaranmu. Berbanggalah kepada diri sendiri karena telah menjadi pahlawan dalam cerita hidupmu sendiri. Apapun kurang dan lebihmu mari merayakan diri sendiri.
12. Adik-adik penulis John Paul Gilbert Marbun, Sappe Tua Mabun, Sobonia Naomi Marbun, dan Sadaria Juliani Marbun yang senantiasa selalu menjadi semangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Teruntuk rekan-rekan konslet angkatan 21 (Riyan, Ifan, Bimbay, Chandra, Aswanda, Hariz, *and others*) yang telah menjadi keluarga baru bagi penulis di bangku perkuliahan. Terima kasih atas segala suka maupun duka yang telah kita lalui bersama, semoga kita semua menjadi orang sukses dan mencapai karir impian masing-masing.
14. Teruntuk adik sepupu penulis Theresia Sitanggung yang selalu menjadi *partner* untuk melakukan sesuatu hal, menjadi pendengar yang baik, serta menjadi orang yang selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi kepada penulis.
15. Teruntuk sahabat penulis Dina Mifzaluna Fajriyah, terima kasih telah menjadi *partner* bertumbuh di segala kondisi yang terkadang tidak terduga, menjadi teman untuk mencoba sesuatu hal yang baru, menjadi pendengar yang baik untuk penulis, serta menjadi orang yang selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi dan meyakinkan penulis bahwa segala masalah yang dihadapi selama proses pengerjaan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

16. Teruntuk sahabat penulis Shelyn Sihotang, terima kasih telah menjadi pendengar yang baik untuk penulis, selalu mendukung dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
17. Teruntuk *partner* KKN penulis Fifiana Putri dan Bunga Soraya, terima kasih telah menjadi pendengar yang baik dan telah mewarnai akhir perjalanan penulis di bangku perkuliahan.
18. Teruntuk keluarga besar penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih telah memberikan dukungan, semangat, serta Doa kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
19. Terima kasih atas perhatian dari berbagai pihak yang mendukung penulisan tugas akhir ini, dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi seluruh pihak yang membacanya untuk menambah wawasan.

Surabaya, 15 Juli 2025



Agnes Juita Marbun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Kontribusi Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1. State of The Art	5
2.2. Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.3. Gardu Induk	9
2.3.1. Pengertian Gardu Induk.....	9
2.3.2. GIS (Gas Insulated Substation).....	11
2.3.3. Komponen GIS.....	12
2.4. Pemutus Tenaga (PMT).....	14
2.4.1. Pengertian Pemutus Tenaga (PMT).....	14
2.4.2. Jenis-Jenis Pemutus Tenaga.....	15

2.5.	Proses Terjadinya Busur Api	19
2.6.	Pengertian Gas SF ₆	20
2.6.1.	Sifat Fisik	21
2.6.2.	Sifat Kimia	21
2.6.3.	Sifat Listrik.....	21
2.7.	Pengujian Kualitas Gas SF ₆	21
2.7.1.	Pengujian Tekanan (<i>Pressure</i>) Gas SF ₆	22
2.7.2.	Pengujian <i>Dew Point</i> (titik embun).....	24
2.7.3.	Pengujian <i>Moisture Content</i> (kadar uap air)	25
	<i>Halaman ini sengaja di kosongkan</i>	26
BAB III. METODE PENELITIAN		27
3.1.	Tempat Penelitian.....	27
3.2.	Metode Penelitian.....	27
3.2.	Alat Pengujian Kualitas Gas SF ₆	27
3.4.	Diagram Alir Penelitian.....	28
3.4.1.	Studi Literatur.....	29
3.4.2.	Observasi Lapangan	29
3.4.3.	Pengumpulan Data.....	29
3.4.4.	Pengolahan Data.....	32
3.5.	Perencanaan Penelitian	33
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1.	Data Hasil Uji <i>Moisture Content</i> dan <i>Dew Point</i> Gas SF ₆ Tahun 2021 .	35
4.1.1.	Perhitungan nilai Standarisasi <i>Moisture Content</i> dan nilai <i>Dew Point</i> terhadap nilai Tekanan Parsial Pada tahun 2021:	35
4.1.2.	Hasil Pengujian dan Perhitungan <i>Moisture Content</i> dan <i>Dew Point</i> Tahun 2021	48
4.1.3.	Analisis <i>Moisture Content</i> Tahun 2021	48
4.1.4.	Analisis <i>Dew Point</i> Tahun 2021	49
4.2.	Data Hasil Uji <i>Moisture Content</i> dan <i>Dew Point</i> Gas SF ₆ Tahun 2022 .	51
4.2.1.	Hasil Pengujian dan Perhitugan <i>Moisture Content</i> dan <i>Dew Point</i> Gas SF ₆ Tahun 2022	51

4.2.2.	<i>Analisis Moisture Content Tahun 2022</i>	52
4.2.3.	<i>Analisis Dew Point Tahun 2022</i>	53
4.3.	Data Hasil Uji Moisture Content dan Dew Point Gas SF6 Tahun 2023.	54
4.3.1.	Hasil Pengujian dan Perhitungan Moisture Content dan Dew Point Gas SF ₆ Tahun 2023.....	54
4.3.2.	<i>Analisi Moisture Content Tahun 2023</i>	55
4.3.3.	<i>Analisis Dew Point Tahun 2023</i>	56
4.4.	Rekomendasi Terkait Hasil Pengujian Kualitas Gas SF6	57
BAB V. PENUTUP.....		61
5.1.	Kesimpulan	61
5.2.	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN.....		65
Lampiran A. Surat Permohonan Tempat Penelitian.		65
Lampiran B. Surat Balasan Tempat Penelitian.		66
Lampiran C. Single Line Diagram.		67
Lampiran D. Kartu Asistensi.....		68
Lampiran E. Dokumentasi.....		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik	8
Gambar 2.2 Gardu Induk Sistem Ring Busbar [12].....	9
Gambar 2.3 Gardu Induk Sistem Ring Busbar [12].....	10
Gambar 2.4 Gardu Induk Double Busbar [12]	10
Gambar 2.5 Gardu Induk One Half Busbar [12].....	11
Gambar 2.6 Kompartemen GIS Krembangan.....	11
Gambar 2.7 PMS GIS [3].....	12
Gambar 2.8 Busbar GIS [3].....	12
Gambar 2.9 CT GIS [3].....	13
Gambar 2.10 CT GIS [3].....	13
Gambar 2.11 LA GIS [3].....	14
Gambar 2.12 PMT GIS [3].....	14
Gambar 2.13 Konstruksi PMT [1].....	15
Gambar 2.14 PMT Berdasarkan Besar Tegangan [5]	16
Gambar 2.15 PMT Single Pole [5]	16
Gambar 2.16 PMT Three Pole [5]	17
Gambar 2.17 PMT Bulk Oil [5]	17
Gambar 2.18 PMT Udara Hembus [5]	18
Gambar 2.19 PMT Hampa Udara [5]	18
Gambar 2.20 PMT Gas SF ₆	19
Gambar 2.21 Proses Terjadinya Busur Api [13].....	19
Gambar 3.1 Gambar 3.1 Alat Uji SF ₆ Analyzer	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.3 Single Line Diagram GIS 150 kV Krembangan	30
Gambar 3.4 Flowchart Pengujian Gas SF ₆	34
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai Hasil Uji dan Hasil Standarisasi <i>Moisture Content</i>	49
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Hasil Perhitungan Suhu 20°C Dew Point dan Standar CIGRE	50
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai Hasil Uji dan Hasil Standarisasi <i>Moisture Content</i>	52
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai Hasil Uji dan Hasil Perhitungan Suhu 20°C Dew Point	53

Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai Hasil Uji dan Hasil Standarisasi Moisture Content.....	55
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai Hasil Uji dan Hasil Perhitungan Suhu 20°C Dew Point	57
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan nilai <i>moisture content</i> selama periode 2021-2023	58
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Nilai <i>dew point</i> selama periode 2021-2023	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Tekanan Parsial (mmHg) Terhadap Nilai Titik Embun	24
Tabel 3.1 Tabel 3.1 Data Spesifikasi Peralatan PMT GIS 150 kV Krembangan ...	30
Tabel 3.2 Data Pengujian Moisture Content, Dew Point, dan Tekanan Gas SF ₆ Tahun 2021	31
Tabel 3.3 Data Pengujian Moisture Content, Dew Point, dan Tekanan Gas SF ₆ Tahun 2022	31
Tabel 3.4 Data Pengujian Moisture Content, Dew Point, dan Tekanan Gas SF ₆ Tahun 2023	32
Tabel 3.5 Tahapan dan Durasi Penelitian	33
Tabel 4.1 Hasil Uji Moisture Content dan Dew Point PMT Tahun 2021	35
Tabel 4.2 Data Hasil Uji dan Perhitungan Nilai Dew Point pada suhu 20°C dan Nilai Standarisasi Moisture Content Tahun 2021	48
Tabel 4.3 Hasil Uji Moisture Content dan Dew Point PMT Tahun 2022	51
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Nilai Dew Point pada suhu 20°C dan Nilai Standarisasi Moisture Content Tahun 2022	51
Tabel 4.5 Hasil Uji Moisture Content dan Dew Point PMT Tahun 2023	54
Tabel 4.6 Data Hasil Perhitungan Nilai Dew Point pada suhu 20°C dan Nilai Standarisasi Moisture Content Tahun 2023	54