



**ANALISIS NILAI *MOISTURE CONTENT* DAN *DEW POINT*
TERHADAP KONDISI GAS SF6 PADA KOMPARTEMEN
SEALING END BAY TRANSFORMATOR #3
DI GIS 150 KV AGP**

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

DIMAS JOKO PRATOMO
182220033

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2025**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 8 Agustus 2025

Mahasiswa,



Dimas Joko Pratomo

NIM. 182220033

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Dimas Joko Pratomo
NIM : 182220033
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi :

Analisis Nilai *Moisture Content* dan *Dew Point* terhadap Kondisi Gas SF6 pada
Kompartemen *Sealing End Bay* Transformator #3 di GIS 150 kV AGP

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik & Ilmu Komputer,
Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Hamzah, S.T., M.T., Ph.D

()

Pembimbing 2 : Ir. Mauludi Manfaluthy, S.T., M.T., IPU

()

Mengetahui,
Ketua Program Studi :
Brainvendra Widi D, S.ST., M.Sc.Eng

()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 8 Agustus 2025

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Dimas Joko Pratomo
NIM : 182220033
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi :

Analisis Nilai *Moisture Content* dan *Dew Point* terhadap Kondisi Gas SF6 pada
Kompartemen *Sealing End Bay* Transformator #3 di GIS 150 kV AGP

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik & Ilmu Komputer,
Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Legenda Pramesworo Pratama, S.ST., M.Sc.Eng ()

Penguji 2 : Arisa Olivia Putri, S.ST., MIT ()

Penguji 3 : Sinka Wilyanti, S.T., M.T ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 8 Agustus 2025

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Brainvendra Widi D, S.ST., M.Sc.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro di Universitas Global Jakarta, atas segala dukungan dan arahnya selama penulis menempuh pendidikan.
- (2) Bapak Hamzah S.T., M.T., Ph.D dan Bapak Ir. Mauludi Manfaluthy, S.T., M.T., IPU selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan arahan secara sabar dan penuh perhatian selama proses penyusunan skripsi ini.
- (3) PT PLN ULTG Mampang yang telah memberikan dukungan, kesempatan, serta bantuan teknis yang sangat berarti dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
- (4) Kedua orang tua, istri dan anak tercinta, serta keluarga besar penulis atas doa, dukungan moral dan material yang tiada henti.
- (5) Mishbahul Azhar, Aji Sunandar, Ala Imani Nugroho Utomo, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan semangat selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 8 Agustus 2025

Penulis

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Joko Pratomo
NIM : 182220033
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Nilai *Moisture Content* dan *Dew Point* terhadap Kondisi Gas SF₆ pada Kompartemen *Sealing End Bay* Transformator #3 di GIS 150 kV AGP

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 8 Agustus 2025

Yang menyatakan,



Dimas Joko Pratomo

ABSTRAK

Berdasarkan data *assessment* gas SF₆ tahun 2024, kompartemen *Sealing End* pada bay Transformator #3 GIS 150 kV AGP memiliki nilai kelembaban tertinggi sebesar 1276 ppmv, yang berpotensi menyebabkan kegagalan isolasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif analitik, diawali dengan studi literatur mengenai gardu induk, gas SF₆, dan standar CIGRE 234. Observasi langsung dilakukan untuk memperoleh data primer dan sekunder, termasuk hasil uji *moisture content*, *dew point*, dan temperatur, serta wawancara dan dokumentasi teknis. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi kondisi gas SF₆ berdasarkan *moisture content* dan *dew point* terhadap standar dan memetakan tren perubahan nilai *moisture content* dan *dew point* terhadap waktu. Hasil menunjukkan kondisi gas tidak sesuai standar, yaitu 1276 ppmv (standar <464 ppmv) dan 7,2°C (standar <-5°C). Setelah dilakukan reklamasi, nilai menurun menjadi 262 ppmv dan -11°C. Model prediktif dibangun menggunakan regresi linier sederhana dan divalidasi melalui *p-value* serta R² yang menunjukkan validitas statistik. Hasil prediksi mengindikasikan tren kenaikan *moisture content* dan *dew point* secara linier, yang menunjukkan penurunan kualitas gas SF₆ apabila tidak dilakukan reklamasi dan penanganan kelembaban secara berkala.

Kata kunci: SF₆, GIS, *Sealing End*, *moisture content*, *dew point*, CIGRE 234.

ABSTRACT

Based on the 2024 SF₆ gas assessment data, the Sealing End compartment at the 150 kV AGP GIS was found to have the highest moisture content, reaching 1276 ppmv, posing a high risk of insulation failure. This study uses a quantitative approach with a descriptive-analytical method, beginning with a literature review related to substations, SF₆ gas, and CIGRE TB 234 standard. Direct observation was conducted to obtain primary and secondary data, including test results of moisture content, dew point, and temperature, as well as interviews and technical documentation. The analysis was carried out to evaluate the condition of SF₆ gas based on moisture content and dew point in reference to standard and to identify the trend of moisture content and dew point values over time. The results showed that the gas condition did not meet the standards, with 1276 ppmv (standard <464 ppmv) and 7.2°C (standard <-5°C). After gas reclamation, the values decreased to 262 ppmv and -11°C. A predictive model was developed using simple linear regression and validated through p-value and R², which indicated statistical validity. The prediction results show a linear increase in moisture content and dew point over time, indicating a decline in SF₆ gas quality if regular reclamation and humidity control are not performed.

Keywords: *SF₆, GIS, Sealing End, moisture content, dew point, CIGRE 234.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Gardu Induk.....	8
2.2.2 Peralatan Pada Bay Transformator	10
2.2.3 Media Dielektrik.....	22
2.2.4 Peralatan Mekanik Penggerak.....	23
2.2.5 Peralatan Mekanikal	27
2.2.6 <i>Conseil International des Grands Réseaux Électriques (CIGRE)</i> ...	27
2.2.7 Gas Sulfur Hexafluoride (SF ₆).....	30
2.2.8 Parameter Pengujian Gas SF ₆	37

2.2.9 Metode Pengujian Gas SF6	48
2.2.10 Reklamasi Gas SF6.....	49
2.2.11 Regresi Linier Sederhana	51
BAB III METODOLOGI	53
3.1 Lokasi Penelitian	53
3.2 Jenis Pendekatan Penelitian.....	53
3.3 Diagram Alir.....	54
3.4 Metode Penelitian.....	55
3.5 Alat Ukur	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1 <i>Moisture Content</i> dan <i>Dew Point</i> Gas SF6 pada Kompartemen Bay Transformator #3	58
4.1.1 Data GIS 150 kV AGP	58
4.1.2 <i>Dew Point</i> pada Suhu 20°C	62
4.1.3 Standar <i>Moisture Content</i>	63
4.1.4 Hubungan <i>Moisture Content</i> dan <i>Dew Point</i> terhadap Kualitas Isolasi Gas SF6	67
4.2 Tindak Lanjut Terhadap Kondisi Gas SF6 Kompartemen <i>Sealing</i> <i>End</i>	69
4.2.1 Reklamasi Gas SF6 Kompartemen <i>Sealing End</i>	69
4.2.2 Hasil Pengujian Kualitas Gas SF6 Kompartemen <i>Sealing End</i> Periode Tahun 2020 sampai 2025	73
4.2.3 Potensi Penyebab Kenaikan Kadar Kelembaban pada Kompartemen <i>Sealing End</i>	80
4.3 Prediksi Nilai <i>Moisture Content</i> dan <i>Dew Point</i> Kompartemen <i>Sealing</i> <i>End</i> menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana	81
4.3.1 Data Hasil Pengujian Gas SF6	81
4.3.2 Model Prediksi Regresi Linier Sederhana.....	82
4.3.3 Perbandingan Data Historis Pengujian dan Hasil Prediksi Model	85
BAB V PENUTUP.....	88

5.1 Kesimpulan.....	88
5.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA.....	90
LAMPIRAN.....	92

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem penyaluran energi listrik di Indonesia, peran PT. PLN (Persero) sangat besar untuk dapat menjamin kontinuitas dari penyediaan energi listrik hingga ke konsumen. Melalui tiga proses tahapan, mulai dari pembangkitan, sistem transmisi, dan sistem distribusi, energi listrik dapat disalurkan hingga mencapai konsumen listrik tanpa suatu kendala ataupun gangguan tertentu. Untuk menjaga kontinuitas tersebut, maka diperlukan keamanan dan keandalan dalam proses penyalurannya. Maka dari itu, pada sistem transmisi banyak digunakan peralatan bertegangan tinggi seperti *Gas Insulated Switchgear* (GIS) yang berfungsi untuk memutus dan menyambungkan jaringan listrik sesuai yang diperlukan (Suripto, 2017).

Salah satu komponen penting yang terdapat dalam GIS adalah penggunaan gas *sulfur hexafluoride* (SF₆) sebagai media isolasi dan pemadaman busur listrik. Gas SF₆ memiliki dielektrik yang sangat baik dan stabil secara kimia, namun performa gas SF₆ dapat menurun apabila terkontaminasi oleh kelembaban (Aprianto & Nurwijayanti, 2024). Kelembaban yang tinggi dalam gas SF₆ dapat menyebabkan terjadinya penurunan tegangan tembus, pembentukan produk sampingan yang korosif, serta meningkatkan risiko kegagalan isolasi (CIGRE, 2003). Oleh karena itu, pengukuran parameter *moisture content* dan *dew point* menjadi penting untuk memonitor dan menjaga kualitas gas SF₆ di dalam sistem GIS (Mufid, 2024).

Penelitian ini dilakukan pada Kompartemen *Sealing End* bay Transformator #3 GIS 150 kV Abadi Guna Papan (AGP) yang berlokasi di area Mega Kuningan, yang merupakan salah satu gardu induk penyuplai energi listrik di Jakarta Selatan dengan konsumen listrik berstatus VVIP dan VIP. GIS 150 kV AGP juga ditetapkan sebagai gardu induk ZDT (*Zero Down Time*) yang mana semua peralatan di GIS 150 kV harus secara terus-menerus beroperasi tanpa mengalami waktu henti (*downtime*) yang dapat menyebabkan gangguan pelayanan energi listrik (PLN,

2025). Dengan kondisi tersebut, maka keamanan dan keandalan sistem penyaluran di GIS 150 kV AGP sangat ditekankan.

Berdasarkan data *assesment* gas SF₆ tahun 2024, ditemukan bahwa kompartemen *Sealing End* pada bay Transformator #3 di GIS 150 kV AGP memiliki kadar kelembaban tertinggi yaitu sebesar 1276 ppmv, dibandingkan kompartemen Mekanik CB sebesar 12 ppmv dan kompartemen CB sebesar 448 ppmv, sehingga membuat kompartemen *Sealing End* memiliki potensi tertinggi terjadi kegagalan isolasi (Prasojo et al., 2022). Atas dasar itulah, perlu dilakukan penelitian berjudul : “Analisis Nilai *Moisture Content* dan *Dew Point* terhadap Kondisi Gas SF₆ pada Kompartemen *Sealing End* Bay Transformator #3 di GIS 150 kV AGP” untuk mengetahui kondisi aktual dari gas SF₆ berdasarkan analisis nilai *moisture content* dan *dew point*, serta langkah apa yang harus dilakukan ketika menemui kondisi gas SF₆ yang tidak memenuhi standar (Aprianto & Nurwijayanti, 2024). Selain itu, penelitian ini juga melakukan analisis prediksi terhadap nilai *moisture content* dan *dew point* untuk memperkirakan kecenderungan kondisinya di masa mendatang. Sehingga, penelitian ini dapat membantu mencegah potensi gangguan pemadaman listrik di GIS 150 kV AGP yang bisa menimbulkan kerugian bagi konsumen listrik dan PLN.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis dan perhitungan nilai standarisasi *moisture content* dan *dew point* gas SF₆ pada suhu 20°C berdasarkan standar CIGRE 234, serta hubungannya terhadap kualitas gas SF₆ pada kompartemen Bay Transformator #3 GIS 150 kV AGP?
2. Bagaimana rekomendasi tindak lanjut yang harus dilaksanakan apabila hasil pengujian kualitas gas SF₆ pada kompartemen di bay Transformator #3 GIS 150 kV AGP tidak sesuai dengan standar?
3. Bagaimana memprediksi nilai *moisture content* dan *dew point* pada kompartemen *Sealing End* di bay Transformator #3 GIS 150 kV AGP berdasarkan data historis?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian antara lain :

1. Untuk menganalisis nilai *moisture content* dan *dew point* pada bay Transformator #3 melalui pengujian empat parameter utama (*SF6 Concentration*, *Moisture Concentration*, *Dew Point*, dan *SO2 Concentration*), serta membandingkannya dengan nilai standarisasi berdasarkan CIGRE 234 pada suhu 20°C, guna mengetahui hubungan kedua parameter tersebut terhadap kualitas gas SF6.
2. Untuk mengetahui rekomendasi tindak lanjut yang harus dilaksanakan apabila hasil pengujian kualitas gas SF6 pada kompartemen di bay Transformator #3 GIS 150 kV AGP tidak sesuai dengan standar.
3. Untuk memprediksi nilai *moisture content* dan *dew point* pada kompartemen *Sealing End* di bay Transformator #3 GIS 150 kV AGP berdasarkan data historis.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui apabila terdapat anomali pada pengujian gas SF6 di kompartemen *Sealing End*.
2. Mengetahui penentuan kualitas gas SF6.
3. Memastikan kondisi kesehatan isolasi gas SF6 tetap sesuai standar yang telah ditetapkan.
4. Memberikan rekomendasi teknis apabila ditemukan kondisi gas SF6 yang tidak sesuai standar.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Analisis perhitungan nilai standar menggunakan rumus standar CIGRE 234 kemudian hasilnya digunakan sebagai pembanding dengan hasil pengujian gas SF6.
2. Parameter yang dianalisis terbatas pada *moisture content* (ppmv) dan *dew point* (°C) gas SF6.

3. Tidak membahas efek kontaminan lain dalam gas SF₆ seperti partikel atau gas hasil dekomposisi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianto, S., & Nurwijayanti. (2024). Analisis hasil reklamasi gas terhadap kondisi SF6 kompartemen bay Jatirangon GIS 150 kV Miniatur. *INKRAITH-Teknologi*, 8(3). <https://doi.org/10.37817/IKRAITH-Teknologi>.
- Aryanto, D., Nugraha, R. (2022). Studi pemanfaatan gas SF6 pada GIS. *Jurnal Rekayasa Energi*.
- CIGRE. (2024). Global Profile. CIGRE. <https://www.cigre.org/GB/about/introducing-cigre>
- CIGRÉ. (2003). SF6 recycling guide: Re-use of SF6 gas in electrical power equipment and final disposal (Technical Brochure No. 234). CIGRÉ.
- International Electrotechnical Commission. (2005). IEC 60376:2005 Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment. Geneva: IEC.
- International Electrotechnical Commission. (2011). IEC 60076-1:2011 Power transformers – Part 1: General. Geneva: IEC.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1993). IEEE Guide for moisture measurement and control in SF6 gas-insulated equipment. (IEEE Standard 1125-1993). USA: IEEE.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2013). IEEE guide for the application of gas-insulated substations (GIS). (IEEE Std C37.122.5™-2013). USA: IEEE.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2007). IEEE recommended practice for the design of reliable industrial and commercial power systems (IEEE Std 493-2007). New York: IEEE.
- Mufid, F.I. (2024). Analisis kualitas gas SF6 (sulphur hexafluoride) sebagai media isolasi GIS setelah terjadi gangguan pada bay Angke 2 di GIS 150 kV Ketapang.
- PhyMetrix. (2020). Moisture in SF6 gas-insulated equipment. <https://www.phymetrix.com/>
- Prakoso, H., Kurniawan, B., & Sari, D. (2020). Analisa keandalan sistem GIS di lingkungan perkotaan. *Jurnal Energi dan Sistem*.
- Prasojo, R.A., Mahmudah, D.S., Ridzki, Imron., Hakim, M.F., & Harijanto, PS. (2022). Penilaian kualitas gas SF6 pada GISTET 500/150 kV. *Jurnal Sistem Kelistrikan*, 9(3).

- PT PLN (Persero). (2022). Pedoman pemeliharaan gas insulated substation (GIS) (Revisi Dokumen No. PDM/PGI/14:2014). PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero) UPT Cawang. (2025). Daftar Pelanggan VVIP/VIP DISJAYA. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero) DISJAYA. (2025). SLD GIS 150 kV Abadi Guna Papan. PT PLN (Persero) UPT Cawang.
- Ridwan, M., & Irawan, D. (2023). Analisis moisture content dan dew point gas SF₆ PMT di GITET Gresik PT PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Timur dan Bali. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2), 694-704. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.470>
- Setiawan, A. (2023). Analisis kondisi SF₆ pada kompartemen busbar terhadap nilai moisture content dan dew point bay 150 kV Kopel di GIS Senayan.
- Sewagetra, A., Fauziah, D. (2021). Analisis moisture content dan dew point gas SF₆ pada PMT di Gardu Induk Cigereleng PT PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah. Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO 2021).
- Sugiyono. (2017). Statistika untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Suripto, S. (2017). Sistem tenaga listrik. LP3M Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.