



# **Analisis *Moisture Content* dan *Dew Point* Gas SF<sub>6</sub> Pada PMT di Gardu Induk Cigereleng PT PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah**

**ANDRI SEWAGETRA<sup>1</sup>, DINI FAUZIAH<sup>1</sup>**

Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia  
Email: [andrisewagetra98@gmail.com](mailto:andrisewagetra98@gmail.com)<sup>1</sup>

## **ABSTRAK**

*Metode yang dilakukan penulis adalah menganalisis hasil nilai uji dewpoint dan moisture content berdasarkan standar yang ditentukan dan menganalisa pengaruh suhu lingkungan terhadap nilai dewpoint. Pada penelitian ini penulis mendapatkan hasil nilai uji dewpoint dan moisture content SF<sub>6</sub> pada PMT bay KOPEL (dewpoint -28 °C & Moisture Contet 461 PPMV) & bay CKLNG 1 (dewpoint -30 °C & Moisture Contet 223PPMV) keduanya masih berada dalam batas standar internasional yang digunakan dimana untuk dewpoint <-5°C dan Moisture Content < 3960 PPMV. Kemudian hasil nilai perhitungan dewpoint pada suhu berbeda (20°C) didapatkan hasil nilai uji yang jauh lebih rendah, dimana untuk pada bay KOPEL nilai dewpoint -9°C dan pada bay CKLNG 1 nilai dewpoint - 17°C. Dapat disimpulkan bahwa suhu lingkungan sekitar dapat mempengaruhi nilai dewpoint Gas SF<sub>6</sub> dalam PMT, semakin rendah suhu lingkungan maka akan semakin besar nilai dewpoint pada PMT yang artinya mendekati batas nilai standar gas dalam keadaan baik.*

**Kata Kunci :** SF<sub>6</sub>, Moisture Content, Dewpoint, IEEE 1125 tahun 1993, Suhu

## **ABSTRACT**

*The method used by the author is to analyze the results of the dewpoint test value and moisture content based on the specified standard and analyze the effect of environmental temperature on the dewpoint value. In this study, the authors obtained the results of the dewpoint and moisture content test values on PMT bay KOPEL (dewpoint -28 °C & Moisture Contet 461 PPMV) & bay CKLNG 1 (dewpoint - 30 °C & Moisture Contet 223PPMV) both of which were still within the limits of international standards. which is used where for dewpoint <-5°C and Moisture Content < 3960 PPMV. Then the results of the calculated dewpoint values at different temperatures (20°C) obtained a much lower test value, where for the KOPEL bay the dewpoint value was -9°C and in the CKLNG 1 bay the dewpoint value was - 17°C. It can be concluded that the ambient temperature can affect the dewpoint value of gas in PMT, the lower the ambient temperature, the greater the dewpoint value in PMT, which means that it is close to the standard value of the gas in good condition*

**Keywords:** SF<sub>6</sub>, Moisture Content, Dewpoint, IEEE 1125 tahun 1993, temperature

## 1. PENDAHULUAN

Gardu Induk (GI) merupakan bagian dari sistem pembangkit, transmisi dan distribusi listrik. Tugas dari gardu induk adalah mengubah tegangan listrik dari tinggi menjadi rendah, atau sebaliknya, atau untuk menjalankan beberapa fungsi penting lainnya. Gardu Induk memiliki banyak kompartemen penting dalam jaringannya seperti salah satunya adalah PMT (Pemutus Tenaga) dimana alat ini bekerja sebagai pemutus arus listrik pada rangkaian listrik di suatu sistem tenaga listrik yang mampu membuka dan menutup rangkaian listrik dalam semua kondisi. PMT memiliki proteksi (isolator) untuk memadamkan busur api ketika melakukan pemutusan dengan menggunakan Gas  $SF_6$ . Isolator listrik merupakan suatu hal yang memiliki peran sangat penting pada sebuah sistem instalasi listrik, baik pada sebuah Gardu induk ataupun instalasi listrik lainnya. Sehingga bilamana isolator tidak dapat bekerja dengan baik atau maksimal, hal ini dapat menimbulkan kegagalan isolasi yang mengakibatkan akan terganggunya kinerja sistem dan keandalan dari kompartemen tersebut.

Gas  $SF_6$  (Sulfur Heksafluorida) merupakan suatu unsur campuran gas yang dimana gas ini tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak mudah terbakar. Gas ini tidak mempunyai sifat kimia aktif sampai suhu diatas  $150^{\circ}C$ , bahkan hal ini dapat dibuktikan dengan cara memanaskan gas tersebut sampai temperatur  $500^{\circ}C$  tanpa terjadi penguraan **(Yulistiawan dkk., 2012)**.

Gas ini jika dibandingkan dengan udara, gas  $SF_6$  memiliki massa 5 kali lebih berat dengan sifat elektronegatif yang dimiliki pada gas ini, serta energi ikat yang tinggi, dan juga gas  $SF_6$  memiliki kekuatan dielektrik  $2\frac{1}{2}$  sampai 3 kali dibanding udara, kekuatan dielektrik akan seiring bertambah dengan penambahan pada tekanan **(Ekaputra, dkk., 2012)**.

Atom fluoride mempunyai sifat elektronegatif, dan ini berfungsi untuk menangkap elektron bebas ke bentuk muatan ion yang negatif, yang tidak dapat digunakan sebagai pembawa arus. Sifat elektronegatif ini menyebabkan waktu pembusuran pendek. Gas  $SF_6$  memiliki stabilitas yang begitu baik, sehingga tidak menimbulkan adanya perubahan kimia pada temperatur tinggi. Keunggulan dari gas  $SF_6$  ialah kemampuannya dapat memadamkan busur api dengan cukup baik, hal ini dikarenakan  $SF_6$  memiliki sifat elektro negatifnya, artinya molekul-molekulnya dengan mudah dan cepat menyerap elektron bebas pada lintasan busur api yang timbul diantara kontak pemutus tenaga (*Circuit Breaker*) untuk membentuk lon negatif. Gas ini bisa mencair pada temperatur yang rendah, temperatur pencairan bergantung pada tekanan yang diberikan. Pada temperatur  $100^{\circ}C$  dan tekanan 15 atm. Gas juga akan mencair jika tekanan gas tinggi dan temperatur pencairan tinggi **(Setiono, 2017)**, dan buku rujukan **(PT. PLN (Persero), 2014)**.

Cara untuk mencari nilai *Dew Point* dan mencari nilai standarisasi *Moisture Content* pada suhu  $20^{\circ}C$  dalam konteks pengujian kualitas  $SF_6$  sebagai pemadam busur api dengan perhitungan yang mengacu pada standar CIGRE 234 dan kemudian membandingkan hasil perhitungan dengan hasil uji, untuk melihat pengaruh yang ditimbulkan dari suhu sekitar **(Pratama dan Arfianto, 2019)**.

Dalam menentukan kelayakan sebuah PMT media  $SF_6$  sebagai pemadam busur api dengan berdasarkan karakteristiknya pernah dijelaskan dalam sebuah jurnal dengan

judul "Kinerja Pemutus Tenaga Tegangan Tinggi Bermedia Gas SF<sub>6</sub> Berdasarkan Sejumlah Parameter Diri" Dalam penelitiannya ada beberapa parameter dalam pengujian kelayakan kerja suatu PMT salah satunya adalah pengujian kualitas SF<sub>6</sub> sebagai pemadam busur api pada sistem tenaga listrik (**Goeritno, dkk., 2018**).

Metode yang digunakan dalam melakukan pengujian gas SF<sub>6</sub> pada PMT yaitu berdasarkan metode analisis FMEA (*Failure Modes Effects Analysis*). FMEA merupakan prosedur analisa dari model kegagalan (*failure modes*) yang dapat terjadi dalam sebuah sistem untuk diklasifikasikan berdasarkan hubungan sebab-akibat dan penentuan efek dari kegagalan tersebut terhadap sistem. Pada masalah terjadinya anomaly berdasarkan masalah tersebut maka untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan studi pengujian gas SF<sub>6</sub> dengan menggunakan metode FMEA, yaitu dengan mengganti gas SF<sub>6</sub> pada PMT tersebut dan melakukan pengujian kemurnian gas SF<sub>6</sub> kembali agar tidak terjadi gangguan yang meluas serta demi menjamin keandalan sistem penyaluran tenaga listrik (**Nurjannah, dkk., 2021**).

Beberapa gangguan yang sering terjadi pada Gas SF<sub>6</sub> antara lain karena adanya kandungan atau kadar uap air (*Moisture Content*) yang terdapat di compartment dan hal ini akan mempengaruhi karakteristik dan kualitas gas SF<sub>6</sub> sebagai isolasi. Maka untuk menghindari hal-hal demikian sangatlah perlu dilakukan monitoring diagnosis parameter gas SF<sub>6</sub> dan identifikasi resiko yang terjadi pada gas SF<sub>6</sub> ataupun pengujian yang telah disebutkan sebelumnya demi menghindari/memperkecil resiko yang tidak diinginkan seperti kegagalan isolasi yang dapat berakibat fatal pada sebuah instalasi. Apabila didapatkan hasil sesuai dengan standar yang ada, maka gas SF<sub>6</sub> tidak diperlukan adanya pembaharuan atau pergantian dengan SF<sub>6</sub> baru. Kemudian sebaliknya bilamana hasil dari pengujian tersebut didapatkan hasil yang tidak mencapai atau memenuhi nilai standarisasi, maka gas SF<sub>6</sub> pada PMT tersebut harus diganti /diperbaharui. Setelah dilakukan pengujian SF<sub>6</sub> pada PMT kita dapat mengetahui dan menentukan kualitas dari gas SF<sub>6</sub> tersebut dalam keadaan baik atau sudah tidak sesuai dengan standar yang ditentukan (buruk).

Dalam penelitian ini penulis lebih fokus kepada analisa kualitas hasil uji nilai *Dewpoint* (Titik embun) dan *Moisture Content* (Kadar Uap Air) gas SF<sub>6</sub> pada PMT bay CKLNG 1 & bay Kopel di GI Cigereleng PT PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah. Dan juga menganalisa nilai *Dewpoint* pada suhu 20°C dan melihat pengaruh yang terjadi pada kedua nilai dengan suhu lingkungan sekitar yang berbeda.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pengujian dan penentuan keandalan gas SF<sub>6</sub> sebagai pemadam busur api terdapat beberapa parameter pengujian yang mana parameter ini digunakan secara praktis untuk justifikasi kondisi gas SF<sub>6</sub> seperti yang dijelaskan pada. (**Bachtiar dan Sudaryanto, 2016**), dan buku rujukan (**PT. PLN (Persero), 2014**). Yaitu:

### 1. Purity

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kandungan gas SF<sub>6</sub> setelah mengalami penguraian sekian kali sebagai pemadam busur api. Batas purity untuk gas SF<sub>6</sub> adalah 97 %. Semakin tinggi persentase ini maka semakin sedikit zat lain dalam isolasi gas SF<sub>6</sub>.

## 2. Decomposition Product

merupakan hasil turunan gas SF<sub>6</sub> akibat suhu tinggi yang disebabkan adanya *electric discharge* (*corona, spark* dan *arching*). *Decomposition product* dapat berupa gas dan padat

## 3. Dew point

*Dew point* (titik embun) gas SF<sub>6</sub> adalah suhu di mana uap air dalam gas tersebut berkondensasi (berubah menjadi zat cair). Batas *Dew Point* untuk gas SF<sub>6</sub> didalam peralatan adalah kurang dari -5°C.

## 4. Moisture Content

Pengujian *moisture content* dilakukan untuk mengetahui kandungan atau kadar uap air yang terdapat di *compartment*. Uap air di dalam kompartemen bisa mengalami kondensasi sehingga mengurangi kekuatan isolasi gas SF<sub>6</sub>. Standar *moisture content* mengacu pada standar pabrikan. Jika standar pabrikan tidak ditemukan, dapat menggunakan standar internasional bahwa batas maksimal kadar uap air (*Moisture Content*) yang diizinkan adalah < 3960 ppmv atau < 400 Pa ( T = 20°C ).

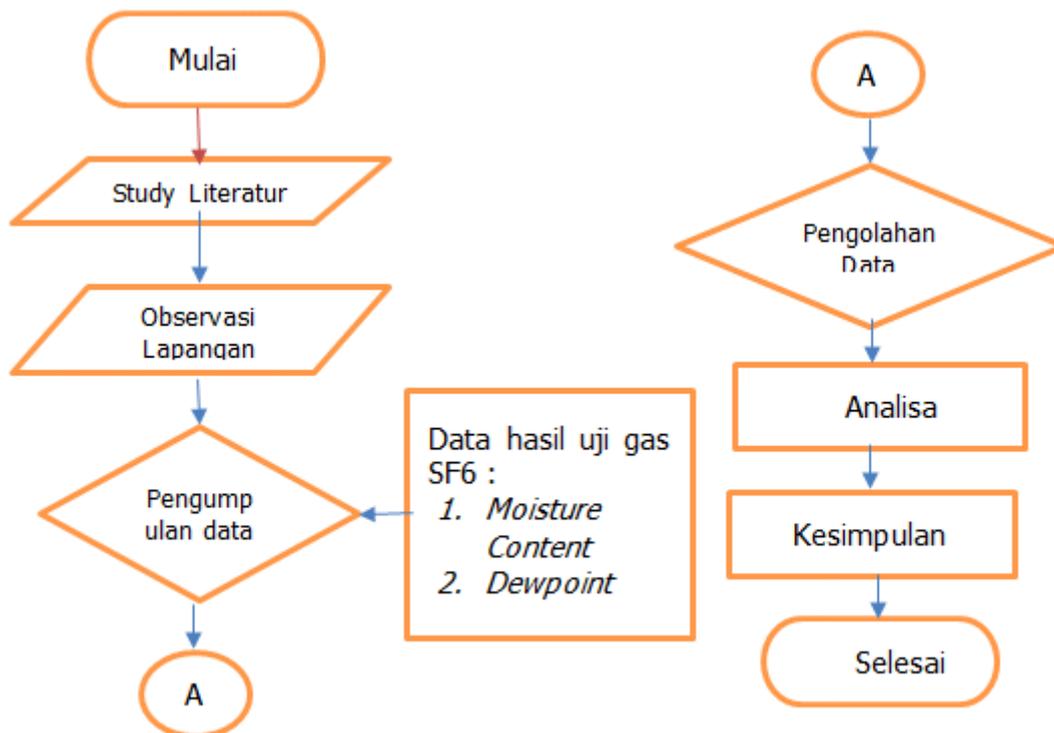
Tapi disini penulis hanya akan membahas 2 dari parameter tersebut sebagai acuan untuk menentukan kualitas gas tersebut, yaitu membandingkan nilai hasil pengujian *Dewpoint* (titik embun) dengan perhitungan nilai *Dewpoint* pada suhu 20°C, dengan dilakukannya perhitungan sebagai landasan untuk menganalisa pengaruh suhu terhadap nilai *dewpoint* dalam menentukan kualitas atau kelayakan SF<sub>6</sub> sebagai isolasi (Pemadam busur api) pada PMT. Maka hal ini dilakukan dengan cara menentukan nilai *dewpoint* (titik embun) pada suhu 20°C untuk melihat hasil yang didapatkan, kemudian membandingkan kedua nilai tersebut.

Dan juga penulis akan menghitung nilai standarisasi dari *Moisture Content* (kandungan uap air) dan kemudian membandingkan dengan hasil uji yang telah dilakukan. Nilai *Dewpoint* dan nilai *Moisture Content* adalah kedua nilai yang berbanding lurus pada hasilnya. Karena nilai kedua parameter ini dapat menentukan kualitas gas SF<sub>6</sub> yang bisa saja berkondensasi sewaktu-waktu, sehingga mengurangi keefektifan pada saat pemadaman busur api akibat berkurangnya tekanan gas standar pemadaman dan juga menurunnya sifat dielektrik dari gas tersebut.

- Pembacaan data atau nilai *Moisture Content & Dewpoint* menggunakan bantuan SF<sub>6</sub> Analyzer
- Menganalisis hasil pengujian *Moisture Content & Dewpoint*
- Menentukan nilai *Dewpoint* pada suhu sekitar 20°C melalui perhitungan kemudian melihat table IEEE 1125 ( Penentuan Nilai Dewpoint pada suhu 20°C berdasarkan nilai mmHg )
- Menganalisis pengaruh suhu sekitar terhadap nilai *Dewpoint* yang didapat (pengujian dengan perhitungan 20°C )
- Menganalisis kualitas atau kondisi gas SF<sub>6</sub> apakah masih sesuai dengan standar CIGRE 234 untuk terus digunakan sebagai isolator pada PMT

Disini penulis memerlukan langkah-langkah dalam penelitian ini seperti observasi lapangan, pengumpulan dan pengolahan data yang bertujuan untuk memudahkan penulis mengerjakan penelitian ini secara sistematis yang disusun kedalam suatu metode penelitian. Adapun metode penelitian laporan penelitian ini dijelaskan melalui diagram alir dibawah ini:

Analisis Moisture Content dan Dew Point Gas SF<sub>6</sub> pada PMT di Gardu Induk Cigereleng PT.PLN  
(Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah



**Gambar 1. Metodologi Penelitian**

Pada gambar 1 menjelaskan bagaimana metodologi penelitian ini atau tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini.

### **Study Literatur**

Disini penulis memulai semuanya dengan mencari, mempelajari serta mengumpulkan materi-materi, serta literatur yang mendukung penyusunan laporan penelitian ini, seperti teori yang didapat dari buku pedoman perusahaan, dari mata kuliah yang telah diambil sebelumnya, dan juga penelitian yang sudah pernah dilakukan peneliti terdahulu, serta sumber lainnya untuk dijadikan sebagai pembandingan dalam pembahasan yang akan dibahas atau diteliti oleh penulis.

### **Observasi Lapangan**

Dalam penyusunan penelitian untuk laporan penelitian ini, peneliti melakukan observasi lapangan terlebih dahulu yang dilakukan di Gardu Induk PT. PLN (Persero) Cigereleng, Bandung. Hal ini bertujuan untuk penulis lebih memahami dan memudahkan dalam penelitian yang akan dilakukan.

### **Pengumpulan data**

Untuk memperoleh data yang di inginkan dalam proses penelitian pengujian kualitas gas SF<sub>6</sub> pada Gardu Induk Cigereleng, Bandung maka terlebih dahulu harus dilakukan pengukuran terhadap:

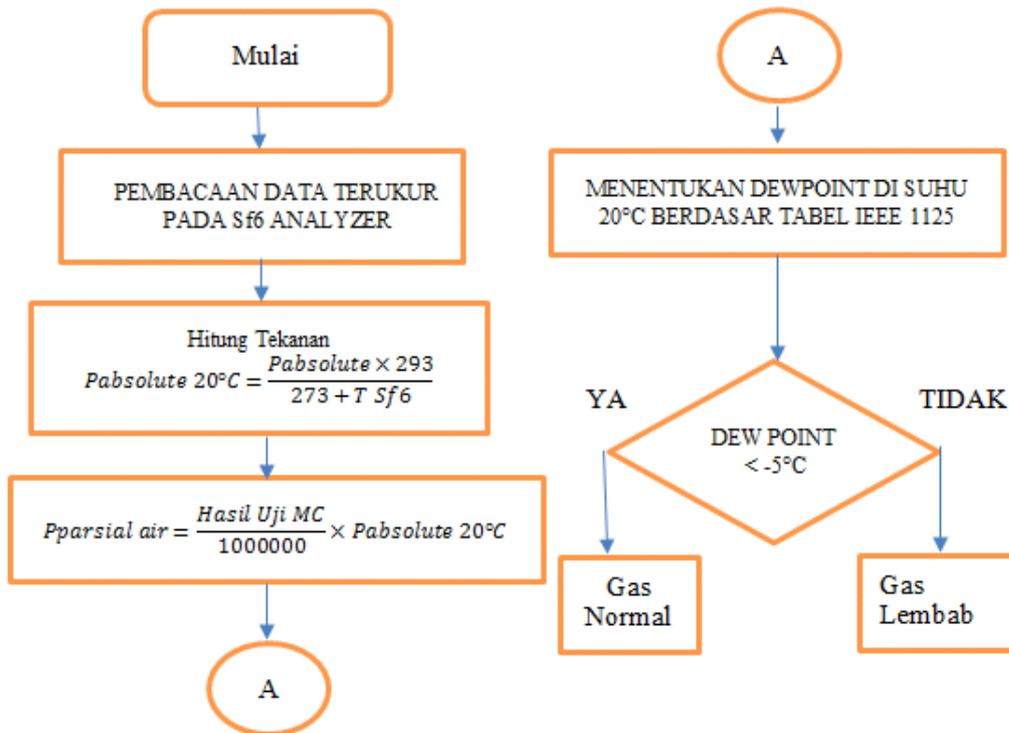
a. Suhu sekitar

Pengukuran suhu sekitar ini dilakukan menggunakan alat ukur suhu/ temperatur yaitu thermometer yang bertujuan untuk mengetahui kondisi suhu sekitar dimana hal ini akan berpengaruh terhadap tingkat kerusakan pada o ring dan juga berpengaruh pada gas SF<sub>6</sub>

b. Tekanan Gas SF<sub>6</sub> ( Tertera pada barometer)

- c. Data hasil uji Moisture Content ( Pada SF<sub>6</sub> Analyzer )
- d. Data hasil Uji Dewpoint ( Pada SF<sub>6</sub> Analyzer )

Alat uji yang digunakan untuk mengukur tekanan Gas SF<sub>6</sub>, hasil pengujian Decomposition Product, hasil pengujian Dewpoint, dan hasil pengujian Moisture Content yaitu menggunakan SF<sub>6</sub> Analyzer.



**Gambar 2. Pengolahan Data**

Jika melihat Gambar 2, dengan menggunakan diagram alur diatas hal ini dapat mempermudah penulis dalam melakukan pengolahan data, seperti menghitung nilai standarisasi tekanan Moisture Content yang tidak ditemukan oleh pabrik dan juga penulis bisa menentukan nilai Dew Point pada suhu 20°C pada PMT.

A. Menghitung pressure gauge absolute dengan menggunakan rumus:

$$P_{gauge\ absolute} = Inlet\ Press + P_{normal} \tag{1}$$

Keterangan :

*Inlet Press* : Tekanan gas yang terukur

*Pnormal* : Tekanan normal (Atmosfer)

*Pgauge* : Tekanan gas SF<sub>6</sub> terhadap tekanan atmosfer sekitarnya

B. Setelah dapat pressure absolute maka penulis menghitung pressure absolute dengan menggunakan rumus :

$$P_{absolute} = P_{gauge} \times 1\ bar \tag{2}$$

Keterangan :

*Pabsolute* : Tekanan sebenarnya yang dipengaruhi oleh besarnya tekanan udara luar

Analisis Moisture Content dan Dew Point Gas SF<sub>6</sub> pada PMT di Gardu Induk Cigereleng PT.PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah

C. Tahap selanjutnya menghitung Pressure Absolute 20°C dengan menggunakan rumus:

$$P_{absolute\ 20^{\circ}C} = \frac{P_{absolute} \times 293}{273 \times T_{sf6}} \quad (3)$$

Keterangan :

T : suhu sf6  
*Pabsolute* 20°C : Tekanan udara pada suhu sekitar 20° C

D. Maka setelah melakukan beberapa tahap diatas penulis dapat menghitung *Pparsial* pada PMT yang menggunakan rumus :

$$P_{parsial} = \frac{Hasil\ uji\ MC}{1M\ ohm} \times P_{absolute\ 20^{\circ}C} \quad (4)$$

Keterangan :

*Pparsial* : Tekanan parsial uap air

E. Tahap selanjutnya adalah menghitung Standarisasi menggunakan rumus

$$Standarisasi = \frac{0.004}{P_{gauge\ absolute}} \times 1000000 \quad (5)$$

F. Untuk menentukan nilai *Dewpoint* maka terlebih dahulu untuk menghitung nilai tekanan parsial berdasarkan nilai moisture content, tekanan dan suhu SF<sub>6</sub> saat pengujian menggunakan SF<sub>6</sub> analyzer. Dari nilai tekanan parsial uap air maka melalui table IEEE 1125 tahun 1993, maka akan didapat nilai *Dewpoint*.

Setelah melakukan analisa dan perhitungan pada pengolahan data mengenai *Dewpoint* dan *Moisture Content* penulis dapat menyimpulkan dan memberikan pengetahuan mengenai kualitas gas SF<sub>6</sub> pengaruh suhu sekitar terhadap kualitas gas SF<sub>6</sub> dalam PMT di GI Cigereleng, Bandung. Tentunya hal tersebut juga berguna ketika melakukan pemeliharaan PMT SF<sub>6</sub>.

## 5. HASIL & PEMBAHASAN

- Data hasil pengujian Dewpoint dan Moisture Content pada PMT bay CKLNG 1 & bay KOPEL
- Tabel 1. Data hasil pengujian Dewpoint dan Moisture Content pada PMT bay CKLNG 1 & bay KOPEL**

BAY	PHASA	MOISTURE CONTENT (PPMV)	DEWPOINT (°C)			INNLET PRES (BAR)	SUHU SF6	KUALITAS SF6
			HASIL UJI					
		HASIL UJI	SUHU PENGUJIAN	SUHU PERHITUNGAN 20 (°C)	STANDAR CIGRE			
KOPEL	R	461	-28	-9	< -5	5,24	30	BAIK/MASIH LAYAK
	S				< -5			

	T				< -5			
CKLNG 1	R	223	-30	-17	< -5	5,4	30	BAIK/ MASIH LAYAK
	S				< -5			
	T				< -5			

### Perhitungan Standarisasi Phasa R, S, T pada PMT BAY KOPEL

Ada beberapa tahapan yang di perlukan dalam mencari nilai Dew Point pada suhu 20°C dan standarisasi Moisture Content, yaitu :

- a. Tekanan Gas Sf6 terhadap tekanan atsmosfir sekitarnya ( Pgage Absolute )

$$P_{\text{gage}} = 5,24 + 1,01 = 6,25 \text{ Bar}$$

- b. Tekanan udara (Pressure Absolute)

$$P_{\text{absolute}} = 6,25 \times 1\text{Bar} = 633281 \text{ Pa}$$

$$1\text{Bar} = 101325 \text{ Pa}$$

- c. Tekanan udara pada suhu sekitar 20°C (Pressure Absolute 20°C)

$$P_{\text{absolute } 20^\circ\text{C}} = \frac{633281 \times 293}{273 + 30} = 612380 \text{ Pa}$$

- d. Tekanan Parsial uap air

$$P_{\text{parsial air}} = \frac{461}{1000000} \times 612380 = 282,3 \text{ Pa}$$

$$282,3 \text{ Pa} = 2,117 \text{ mmHg}$$

- e. Standarisasi Moisture content

$$\text{Standarisasi} = \frac{0,004}{6,25} \times 1000000 = 640 \text{ PPMV}$$

- f. Dari nilai tekanan parsial yang didapat 2,117 maka melalui table IEEE 1125 tahun 1993, di dapatkan nilai *Dewpoint* yaitu -9 °C

### Perhitungan Standarisasi Phasa R, S, T PMT BAY CKLNG 1

- a. Tekanan Gas SF6 terhadap tekanan atsmosfir sekitarnya (Pgage absolute)

$$P_{\text{gage absolut}} = 5,4 + 1,01 = 6,41 \text{ Bar}$$

- b. Tekanan udara (Pressure Absolute)

$$P_{\text{absolute}} = 6,41 \times 1\text{Bar} = 649493 \text{ Pa}$$

$$1\text{Bar} = 101325\text{Pa}$$

- c. Tekanan udara pada suhu sekitar 20°C (Pressure Absolute 20°C)

$$P_{\text{absolute } 20^\circ\text{C}} = \frac{649493 \times 293}{273 + 30} = 628057 \text{ Pa}$$

- d. Tekanan Parsial uap air

$$P_{\text{parsial air}} = \frac{223}{1000000} \times 628057 = 140,15 \text{ Pa}$$

$$140,15 \text{ Pa} = 1,0512 \text{ mmHg}$$

Analisis Moisture Content dan Dew Point Gas SF<sub>6</sub> pada PMT di Gardu Induk Cigereleng PT.PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah

e. Standarisasi Moisture content

$$\text{Standarisasi} = \frac{0,004}{6,41} \times 1000000 = 624,025 \text{ PPMV}$$

f. Dari nilai tekanan parsial yang didapat 1,036 maka melalui table IEEE 1125 tahun 1993, akan didapat nilai *Dewpoint* yaitu -17 °C

Data hasil pengujian & perhitungan Dewpoint dan Standarisasi Moisture Content pada PMT bay CKLNG 1 & bay KOPEL

**Tabel 2. Data hasil pengujian & perhitungan Dewpoint dan Standarisasi Moisture Content pada PMT bay CKLNG 1 & bay KOPEL**

BAY	PHASA	MOISTURE CONTENT (PPMV)		DEWPOINT (°C)			INNLET PRES (BAR)	SUHU SF6	KUALITAS SF6
				HASIL UJI					
		HASIL UJI	STANDR CIGRE (STANDARISASI)	SUHU PENG UJIAN	SUHU PERHITUNGAN 20 (°C)	STANDR CIGRE			
KOPEL	R	461	<640	-28	-9	< -5	5,24	30	BAIK/ MASIH LAYAK
	S					< -5			
	T					< -5			
CKLNG 1	R	223	<624,025	-30	-17	< -5	5,4	30	BAIK/ MASIH LAYAK
	S					< -5			
	T					< -5			

- Hasil nilai pengujian *dewpoint* pada kedua bay yaitu, bay Kopel, & bay CKLNG1 masih berada dalam status aman, sesuai parameter pengujian karakteristik gas SF<sub>6</sub> untuk PMT konvensional dengan standar yang telah ditentukan (**PT. PLN (Persero), 2014**), yaitu < -5°C.
- Hasil yang cukup berbeda jauh nilainya pada hasil pengujian dengan hasil pengukuran pada suhu 20°C. Pada perhitungan di suhu 20°C nilai *Dewpoint* pada PMT BAY KOPEL didapatkan hasil perhitungan -9°C dan pada hasil uji didapatkan nilai *Dewpoint* -28°C, kemudian pada PMT BAY CKLNG1 untuk hasil perhitungan (pada suhu 20°C), yaitu -17°C dan hasil pengujian -30°C. Hal demikian bisa terjadi untuk hasil pada pengujian memiliki nilai jauh lebih rendah dari perhitungan, dikarenakan adanya pengaruh dari suhu sekitar yang cukup tinggi, yang menyebabkan titik embun yang pada compartment semakin rendah. Hal demikian juga berdasarkan karakteristiknya bahwa gas SF<sub>6</sub> merupakan gas yang bisa mencair pada temperatur rendah.
- Hasil nilai pengujian *Moisture Content* pada kedua bay yaitu, bay Kopel, & bay CKLNG1 masih berada dalam status aman, sesuai parameter pengujian karakteristik gas SF<sub>6</sub> untuk PMT konvensional dengan standar yang telah ditentukan (**PT. PLN (Persero), 2014**), yaitu < 3960 ppmv atau < 400 Pa (T = 20°C).

- Pada hasil pengujian *Moisture Content* di kedua PMT bay ini dapat dilihat hasil nilai uji yang signifikan perbedaannya. Pada PMT bay KOPEL (461 PPMV) dan PMT bay CKLNG 1 (223 PPMV). Hal tersebut dapat dindikasikan bahwa PMT pada bay KOPEL memiliki waktu kerja yang cukup banyak atau pembebanan kerja yang jauh lebih besar dibandingkan dengan PMT bay CKLNG 1. Karna nilai *Moisture Content* yang cukup tinggi mengartikan bahwa kandungan uap air pada PMT tersebut cukup banyak. Hal ini tentunya beresiko untuk SF<sub>6</sub> tidak dapat bekerja dengan baik sebagai pemadam busur api, dikarenakan tekanan gas sebagai pemadam busur api pun akan ikut menurun.

## 6. KESIMPULAN

Suhu sekitar atau suhu lingkungan memiliki pengaruh cukup besar terhadap sebuah isolator, seperti pengaruh yang terjadi terhadap karakteristik gas SF<sub>6</sub> (*dewpoint* gas SF<sub>6</sub>). Dimana pada hasil nilai pengujian (pada suhu 25 - 27°C) dengan hasil perhitungan (pada suhu 20°C) untuk nilai *dewpoint* pada kedua bay pengujian terjadi perbedaan, yaitu pada Bay Kopel (pengujian= -28°C ; perhitungan= -9°C) dan Bay CKLNG 1 (pengujian= -30°C ; perhitungan= -17°C). Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya faktor perbedaan suhu sekitar yang dapat mempengaruhi nilai *dewpoint* gas SF<sub>6</sub> yang terdapat pada kedua PMT bay tersebut. Hal demikian juga dapat di dipastikan atau diperkuat oleh **(Setiono, 2017)**, mengingat berdasarkan karakteristiknya yang mengungkapkan bahwa gas SF<sub>6</sub> merupakan gas yang bisa mencair pada temperatur rendah. Pernyataan ini juga memperjelas mengapa pada perhitungan dengan suhu (20°C) nilai *dewpoint* yang dihasilkan semakin tinggi. Meskipun demikian hasil pengujian atau perhitungan pada kedua PMT bay tersebut masih berada dalam batas aman/layak untuk terus digunakan sebagai pemadam busur api, dikarenakan hasil nilai uji dan nilai perhitungan masih berada dibawah nilai standar yaitu < -5°C **(PT. PLN (Persero), 2014)**, dan hal ini juga menunjukkan bahwa gas dalam keadaan baik dan tidak perlu melakukan reklamasi (pergantian) dengan gas baru.

Nilai *Moisture Content* juga dapat menjadi indikasi ketika suatu kompartemen memiliki beban kerja yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari nilai pada kedua bay yang berbeda, untuk bay Kopel (461 PPMV) dan bay CKLNG1 (223 PPMV). Kandungan uap air yang cukup tinggi pada PMT bay Kopel dibandingkan dengan bay CKLNG1 harus menjadi perhatian, dikarenakan *dewpoint* (titik embun) gas SF<sub>6</sub> yang cukup tinggi dan bisa saja berkondensasi sewaktu-waktu sehingga mempengaruhi nilai *Moisture Content* yang semakin tinggi, dan juga dapat mengurangi keefektifan gas SF<sub>6</sub> pada saat pemadaman busur api akibat berkurangnya tekanan gas standar pemadaman dan juga menurunnya sifat dielektrik dari gas tersebut.

Nilai *Dewpoint* dan nilai *Moisture Content* adalah kedua nilai yang berbanding lurus pada hasilnya, hal ini memiliki keterkaitan satu sama lain atau saling berpengaruh. Seperti pada pengujian ketika nilai *Dewpoint* semakin tinggi nilainya, maka untuk nilai *Moisture Content* juga akan semakin membesar atau mendekati batas maksimal toleransi standar, untuk Bay Kopel (*Moisture Content* = 461 PPMV ; *Dewpoint*= -28°C) dan Bay CKLNG1 (*Moisture Content* = 223 PPMV ; *Dewpoint*= -30°C). Kedua parameter ini sangatlah penting dan berkaitan satu sama lain dalam nilainya. Apabila kedua nilai ini semakin tinggi/besar atau mendekati standar toleransi nya maka hal ini tentunya beresiko untuk SF<sub>6</sub> tidak dapat bekerja dengan baik sebagai pemadam busur api, dan dapat menimbulkan resiko lainnya seperti kebakaran atau kecelakaan kerja lainnya. Dikarenakan tekanan gas sebagai pemadam busur api pun akan ikut menurun akibat gas tersebut mencair (berkondensasi).

Jika hasil nilai pengujian melebihi dari nilai standar, seperti jika nilai *dewpoint* berada di luar dari batas maksimum standarisasi yaitu lebih besar dari -5°C, dan nilai *Moisture*

*Content* < 3960 ppmv atau < 400 Pa ( T = 20°C ). Maka sangat bisa dipastikan gas SF<sub>6</sub> tersebut haruslah dilakukan pergantian (reklamasi), mengingat nilai dari kedua *measurement content* tersebut tidak sesuai standarisasi, yang mana kinerja SF<sub>6</sub> sebagai isolasi pemadam busur api tidak dapat bekerja dengan baik, dan akan memberikan dampak yang jauh lebih buruk terhadap sistem jaringan yang ada dan juga lingkungan sekitar.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih pada PT PLN (Persero) Cigereleng Transmisi Jawa Bagian Tengah atas kesempatan untuk memperoleh sampel data dalam melakukan penelitian.

### DAFTAR RUJUKAN

- Bachtiar, A., & Sudaryanto, T., (2016). Evaluasi Keandalan Gis Simpang Haru Padang. *Jurnal Teknik Elektro ITP, Vol 5 (2), 165 – 169.*
- Ekaputra, H., Negara, I. M. Y., & Satriyadi, I. G. N. (2012). Analisis Kinerja Insulasi SF<sub>6</sub> Pada Gas Insulated Switchgear (GIS) P3B Waru Berdasarkan Interpretasi Pengukuran Acoustic Insulation Analyzer (AIA) Menggunakan Metode Stokastik. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1 (1), 1-6.*
- Goeritno, A., Rasiman, S., & Komara, Z. (2018). Kinerja Pemutus Tenaga Tegangan Tinggi Bermedia Gas SF<sub>6</sub> Berdasarkan Sejumlah Parameter Diri. *Jurnal EECCIS, Vol.12 (2), 104 -111.*
- Nurjannah, D. S., Santoso, D. B., & Bangsa, I. A. (2021). Analisa Pengujian Gas SF<sub>6</sub> Pada Pemutus Tenaga (PMT) 66 Kv Bay Reaktor 4R2 di GITET Bandung Selatan. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro, Vol.10 (2), 57-59.*
- Pratama, I. A., & Arfianto, T. (2018). Analisis Kualitas Gas SF<sub>6</sub> Pada Sealing End Terhadap Moisture Content dan Dewpoint Di Gis Kiaracandong PT PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah. *Rang Teknik Journal, Vol. 2 (1), 49-56.*
- Setiono, I. (2017). Gas SF<sub>6</sub> (*Sulfur Hexa Fluorida*) Sebagai Pemadam Busur Api Pada Pemutus Tenaga (PMT) Di Saluran Transmisi Tegangan Tinggi. *METANA, Vol. 13 (12), 1-6.*
- SKDIR No. 0520-2K/DIR/2014. Himpunan Buku Petunjuk Batasan Operasi Dan Pemeliharaan Penyaluran Tenaga Listrik - Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga. ( Dokumen : PDM/PGI/14:2014), PT PLN (Persero).
- Yulistiawan, Hasan, B., Hasbullah. (2012). Analisis Penggunaan Gas Sf<sub>6</sub> Pada Pemutus Tenaga ( PMT ) di Gardu Induk Cigereleng Bandung. *Jurnal ELECTRANS, Vol. 11 (2), 81-93.*