

# PENGARUH TEKANAN GAS SF6 TERHADAP KUALITAS PEMADAMAN BUSUR API PADA PEMUTUS TENAGA DI GARDU INDUK PLN TANDES SURABAYA

*by* Angga Teguh Satyawan

---

FILE	ANGGA_TEGUHSATYAWAN_JURNAL.PDF (1.53M)		
TIME SUBMITTED	15-JAN-2020 11:43AM (UTC+0700)	WORD COUNT	228
SUBMISSION ID	1242109986	CHARACTER COUNT	1410

## PENGARUH TEKANAN GAS SF<sub>6</sub> TERHADAP KUALITAS PEMADAMAN BUSUR API PADA PEMUTUS TENAGA DI GARDU INDUK PLN TANDES SURABAYA

**1** Penulis: Angga Teguh Satyawan  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118  
Telp. (xxx) xxxxx ext. xxx, Faks. (xxx) xxx  
E-mail: anggaismad535@gmail.com

### ABSTRAKS

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh tekanan gas SF<sub>6</sub> terhadap busur api yang terjadi akibat arus gangguan atau arus normal pada waktu pemutusan tenaga listrik berlangsung. Busur api yang timbul saat terjadi pemutusan PMT bersifat dapat merusak peralatan terutama PMT itu sendiri. Kinerja pemutus tenaga tegangan tinggi bermedia gas SF<sub>6</sub> untuk mengetahui karakteristik pemutus tenaga dengan media isolasi gas SF<sub>6</sub> dilakukan dengan cara uji kualitas gas yang meliputi pengujian Purity, Pengujian Tekanan Gas SF<sub>6</sub> dan pengujian Dewpoint. Dari pengujian-pengujian yang dilakukan semua hasil akan dibandingkan dengan standar acuan yang digunakan oleh PT. PLN (Persero) sehingga dari hasil uji didapatkan kesimpulan apakah peralatan tersebut dalam kondisi baik atau tidak untuk digunakan sebagai alat pemutus tenaga dalam sistem tenaga listrik.

*Kata Kunci : Gardu induk, Pemutus Tenaga, dan Pengujian.*

### 1. LATAR BELAKANG

Tenaga listrik merupakan kebutuhan yang diperlukan oleh setiap orang baik yang tinggal di perkotaan maupun di pedesaan. Dalam penyaluran tenaga listrik diperlukan suatu gardu induk yang berfungsi untuk pengaturan tegangan yang di salurkan dari pembangkit ke pusat beban.

Berdasarkan karakteristik gangguan secara individual, peralatan Pemutus Tenaga, Bus Bar, dan PMS merupakan tiga peralatan GIS yang paling sering mengalami kerusakan. Gangguan tersebut biasanya disebabkan oleh kegagalan mekanik penggerak, kegagalan isolasi tegangan tinggi terhadap tanah, dan kegagalan kontak utama saat beroperasi.

Pada saat ini, kondisi pemutus tenaga sering mengalami banyak masalah, utamanya karena seringnya pemutus tenaga mengalami proses switching dan ditambah usia dari peralatan telah mencapai 20 tahun. Oleh karena itu dengan melakukan proses evaluasi melalui pemeliharaan rutin terhadap pemutus tenaga diharapkan dapat memberi masukan demi untuk meningkatkan keandalan sistem penyaluran energi listrik.

Pemutus tenaga bermedia isolasi gas SF<sub>6</sub> memiliki kebutuhan yang berbeda dalam pemantauannya karena sifat dielektrik dari gas SF<sub>6</sub> tersebut sangat baik dalam

membantu proses pemadaman arus yaitu pada saat pemutus tenaga membuka dan menutup. Karena sifat dan karakter SF<sub>6</sub> adalah penghantar panas yang baik, isolasi yang baik, mampu memadamkan busur api dan tidak mudah bereaksi dengan bahan lain.

#### 1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas masalah pokok yang terjadi adalah kurang terpantaunya pemutus tenaga dengan media isolasi gas SF<sub>6</sub> di gardu induk. Maka permasalahan yang timbul adalah

- Bagaimana hubungan antara pemutus tenaga dengan media gas SF<sub>6</sub> untuk pemadaman busur api dan hasil pemeliharaan, agar kerja pemutus tenaga tetap handal sesuai usia peralatan ?

#### 1.2 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tujuan sebagai berikut adalah

- Untuk mengetahui kualitas gas SF<sub>6</sub> pada peralatan PMT di Gardu Induk Tandes Surabaya.

- Mengetahui kondisi peralatan secara dini serta karakteristik pemutus tenaga dengan media isolasi gas SF<sub>6</sub> sebagai alat pemutus tenaga dalam sistem tenaga listrik.

### 1.3 Batasan Masalah

Agar tujuan tugas akhir ini sesuai dengan yang diharapkan serta terfokus pada judul dan bidang yang telah disebutkan di atas, maka penulis membatasi permasalahan yang akan di bahas sebagai berikut.

- membahas reaksi kimia antara gas SF<sub>6</sub> dan kandungan udara.
- Tidak membahas pengaruh korosi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus tenaga adalah alat yang terpasang pada gardu induk yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus beban atau arus gangguan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu PMT agar dapat melakukan hal-hal diatas, adalah sebagai berikut;

1. Mampu menyalurkan arus maksimum system secara terus menerus.
2. Mampu memutuskan dan menutup jaringan dalam keadaan berbeban maupun terhubungsingkat tanpa menimbulkan kerusakan pada pemutus tenaga itu sendiri.

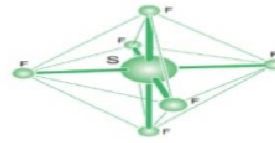
### 2.2 Saklar PMT

ini dapat di gunakan untuk memutus arus sampai 40 kA dan pada rangkaian bertegangan sampai 765 kV. Media gas yang di gunakan pada tipe ini adalah gas SF<sub>6</sub> (Sulphur hexafluoride) (Gambar 2,7). Sifat gas SF<sub>6</sub> murni adalah tidak berwarna,tidak berbau, tidak beracun dan tidak mudah terbakar.

### 2.3 Proses Terjadinya Busur Api

Pada waktu pemutusan atau penghubungan suatu rangkaian system tenaga listrik maka pada PMT akan terjadi busur api, hal tersebut terjadi karena pada saat kontak PMT dipisahkan, beda potensial diantara kontak akan menimbulkan medan elektrik diantara kontak tersebut.

### 2.6 Sifat Gas SF<sub>6</sub>



Gambar Sifat Gas SF<sub>6</sub>

Sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>) sifat gas SF<sub>6</sub> (Gambar 2.10) adalah non inflammable, sangat stabil tidak beracun, lima kali lebih berat dari pada udara. Kekuatan dielektrik yang jauh lebih tinggi dari udara pada tekanan atmosfer.

### 2.4 Pengertian Pemisah Sakral (PMS)

Saklar Pemisah (PMS) atau Disconnecting switch (DS) berfungsi untuk mengisolasikan peralatan listrik lain atau instalasi lain yang bertegangan. PMS ini boleh dibuka dan ditutup hanya pada rangkain yang tidak berbeban

#### 2.4.1 Sakral Pemisah (PMS)

Pada umumnya pemisah tidak dapat memutuskan arus, tidak dapat memutuskan arus yang kecil, misalnya arus pembangkit trafo atau arus pemuat riil, tetapi pembukaan dan penutupan harus dilakukan setelah pemutus tenaga lebih dulu dibuka.

Untuk menjamin bahwa kesalahan urutan operasi tidak terjadi, maka harus ada keadaan saling mengunci (interlock), antara pemisah dan pemutus beban. Seperti pemisah yang terdapat di GI dalam rangkaian kontrolnya terdapat rangkaian interlock yang akan mencegah bekerjanya saklar pemisah apabila pemutus tenaganya masih tertutup. Jika dikerjakan dengan tangan (manual), maka untuk mencegah kesalahan kerja, dipakai lampu sebagai tanda "boleh kerja" di dekat kontak operasi kontrol dari ruangan kontrol. Cara lain adalah dengan menggunakan kunci untuk masing-masing kontak kontrol atau kunci rangkap (doublet).

Dalam pemakaiannya PMS ini berfungsi untuk memisahkan perlengkapan sistem dan



perlengkapan sistem rel-rel yang bertegangan sewaktu ada perbaikan.

Contoh pemisah adalah load break switch (LBS), dengan ciri-ciri sebagai berikut :

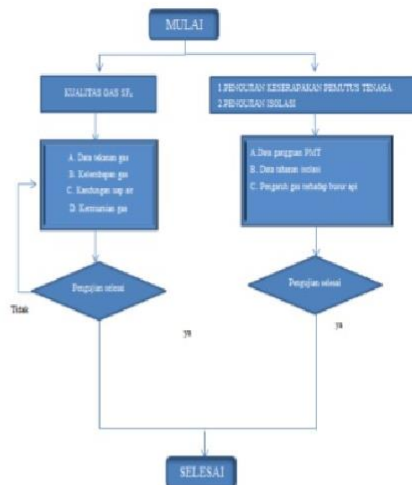
1. Dapat digunakan sebagai pemisah ataupun pemutus tenaga dengan beban nominal.
2. Tidak dapat memutuskan jaringan dengan sendirinya pada waktu ada gangguan listrik.
3. Dibuka dan ditutup hanya untuk memanipulasi beban.

### 3.1 METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

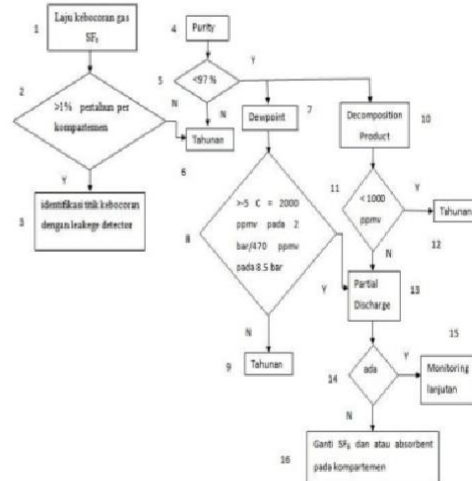
Lokasi penelitian adalah PT PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengaturan Beban (P3B) Jawa Bali Area Pelaksana Pemeliharaan (APP) Surabaya dengan lokasi pengambilan data di Gardu Induk Tandes 150 KV Surabaya yang bertempat di wilayah kompleks pembangkitan Jawa Bali (PJB) jalan Margomulyo kompleks Gardu Induk PLN Tandes Kota Surabaya. Tempat dilaksanakannya merupakan salah satu gardu induk yang dari PLN P3B JB yang berkantor pusat Jakarta. Alasan Pemilihan lokasi ini karena PLN P3B JB merupakan salah satu BUMN bidang kelistrikan di Indonesia dan GITET Gresik merupakan tempat penyaluran energi listrik ke Konsumen atas hingga menengah. GI TANDES merupakan satu-satunya jenis gardu induk yang memiliki tegangan menengah 150 KV di wilayah surabaya. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, perlu adanya batasan-batasan antara lain

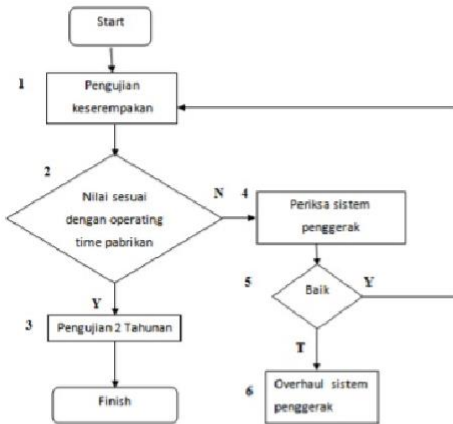
1. Penelitian dilakukan pada Pemutus Tenaga 150 KV GI Tandes pada bay diameter 1.
2. Rekomendasi dari pemeliharaan merupakan hasil dari data pemeliharaan yang dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram alir metode penelitian

Berdasarkan gambar 3.1 ditunjukkan, bahwa tahapan-tahapan pada metode penelitian meliputi i) pengukuran kualitas gas  $SF_6$ , ii) pengujian keserapakan operasi kontak-kontak saat pembukaan dan penutupan pada PMT, dan iii) pengukuran tahanan isolasi pada PMT.





### 3.2 Pengukuran Kualitas gas sf6

Untuk perolehan tujuan penelitian yang pertama dilakukan pengukuran terhadap kualitas gas sf6 yang meliputi beberapa parameter yaitu :

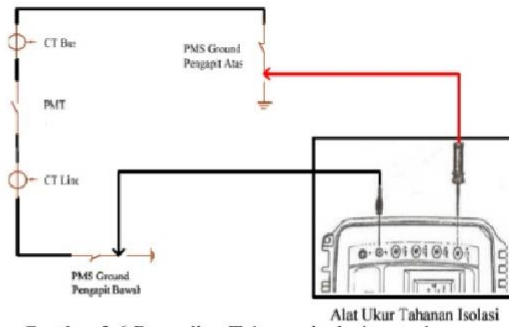
1. Tekanan gas SF<sub>6</sub>
2. Kelembapan gas
3. Kandungan uap air
4. Kemurnian gas SF<sub>6</sub>

### 3.3 Pengujian Keserapakan Pemutus Tenaga

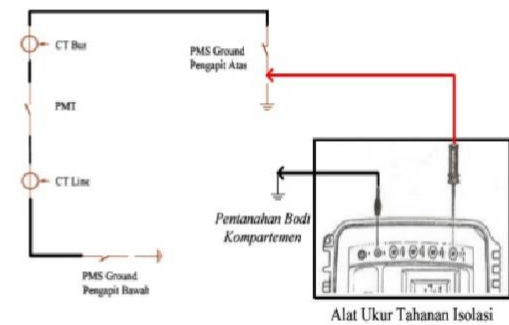
Dari gambar alir diagram pengujian leserapakan pemutus tenaga dinyatakan bahwa :

1. Tujuan dilakukan pengujian kecepatan dan keserapakan pemutus tenaga adalah untuk mengetahui kerja pemutus tenaga pada saat penutupan ataupun membuka sehingga dapat memastikan kesiapan pemutus tenaga untuk memutuskan/memasukkan arus.
2. Nilai uji disesuaikan dengan standar yang ada di pabrikan.
3. Apabila terdapat nilai uji yang melebihi operating time maka harus diperiksa sistem penggerak yang ada pada pemutus tenaga.
4. Apabila kondisi baik maka dilakukan uji ulang pada pemutus tenaga.
5. Jika kondisi tidak baik maka harus segera diadakan pembonkaran (overhaul) pemutus tenaga untuk mengetahui penyebabnya.

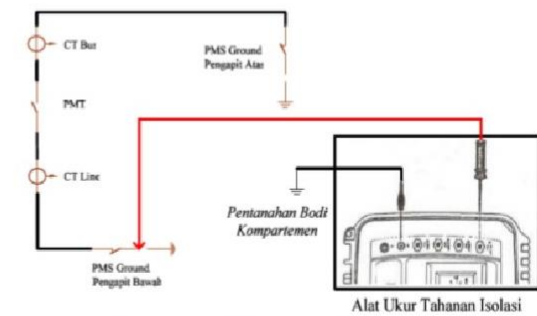
### 3.4 Pengukuran Tahanan Isolasi



Gambar 3.6 Pengujian Tahanan isolasi metode Atas-bawah



Gambar 3.6 Pengujian Tahanan isolasi metode Atas-pentanahan

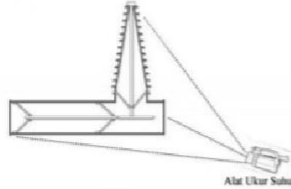


Gambar 3.7 Pengujian Tahanan isolasi metode bawah-pentanahan

### 3.5 Pengukuran suhu

Pengukuran suhu dilakukan tanpa kontak langsung dengan menggunakan peralatan thermovisi bertujuan untuk memantau kondisi peralatan pemutus tenaga saat berbeban sehingga diketahui pola temperatur pada peralatan tersebut. Obyek yang diukur adalah kompartemen, dan sambungan antar kompartemen. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan suhu antara masing-

masing kompartemen dan sambungan-sambungannya.



Gambar 3.8 Pengukuran suhu

#### 4.1 Hasil dan Pembahasan

##### 4.1.1 Pengujian Gas SF<sub>6</sub>

Pada pengujian gas SF<sub>6</sub> meliputi pengujian *Purity*, *Decomposition Product* serta *dewpoint*. Pengujian *Purity* menunjukkan prosentase kadar kemurnian gas SF<sub>6</sub> pada setiap kompartemen Pemutus Tenaga emudian selanjutnya disebut PMT dengan nilai berupa prosentase jumlah gas SF<sub>6</sub> yang terkandung. *Decomposition Product* gas SF<sub>6</sub> merupakan hasil turunan gas SF<sub>6</sub> akibat suhu tinggi yang disebabkan adanya electric discharge ( corona, spark dan arching). Kemudian *Dew point* yang merupakan titik dimana gas SF<sub>6</sub> berubah menjadi cair. Pengujian ini dilakukan pada saat assesment gas SF<sub>6</sub> yang dilakukan setiap 2 tahun sekali dan data yang di ambil adalah di tahun 2017 dan 2019. Pada tabel dibawah ini merupakan data dari PMT yang ada pada diameter 1.

NO	TAHIL PENGUNJIAN	KOMPARTEMEN	PHASE	PURITY %		KELEMBAPAN		SUHU		STANDAR
				HASIL UJI	STANDAR IEC 376	HASIL UJI	STANDAR IEC 376	HASIL UJI	STANDAR IEC 376	
1	07-Dec-17	PMT 1	RST	99,9	>97,0	85	<600	-43,5	-27	<-5
2	07-Dec-17	PMS BUS A	RST	99,9	>97,0	83	<605	-33,4	-15	<-5
3	07-Dec-17	PMS BUS B	RST	99,9	>97,0	86	<612	-43,5	-27	<-5
4	07-Dec-17	PMS TRAF0	RST	99,9	>97,0	80	<600	-33,9	-15	<-5
5	22-Dec-17	PMT 2	RST	99,9	>97,0	125	<600	-40,1	-28	<-5
6	22-Dec-17	PMS BUS A	RST	99,9	>97,0	137	<617	-34,4	-17	<-5
7	22-Dec-17	PMS BUS B	RST	99,9	>97,0	146	<616	-34,1	-16	<-5
8	22-Dec-17	PMS TRAF0	RST	99,9	>97,0	132	<602	-34,6	-17	<-5

Tabel 4.1 Pengujian gas SF<sub>6</sub>

FAS E	Nilai Kemurnian Gas SF <sub>6</sub> pada PMT		ket
	Hasil pengukuran (%)	Standar pabrikan	
RST	99,9	> 97	Normal
RST	99,9	> 97	Normal
RST	99,9	> 97	Normal

Tabel 4.2 Nilai kemurnian gas sf<sub>6</sub> pada PMT

#### 4.1.2 Pengujian Tahanan Kontak

NO	TANGGAL PENGUNJIAN	KOMPARTEMEN	METODE	ACCUAN/STANDAR	HASIL UJI			KETERANGAN
					R	S	T	
1	21-Jul-19	PMT 1	PMT CLOSE	SESUAI	156,8	168,6	172,2	NORMAL
2	25-Sep-19	PMT 2		MANUAL	136,9	130,5	131,2	NORMAL
3	05-Oct-19	PMT 3		BOOK	184,8	180,7	178,7	NORMAL

Tabel 4.5 Pengujian Tahanan Kontak PMT

#### 4.1.3 Pengujian Keserempakan PMT

Tujuan adalah dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui waktu kerja PMT secara individu serta keserempakan PMT pada saat menutup atau membuka sehingga dapat memastikan kesiapan kerja dari PMT untuk memutuskan/memasukkan arus sesuai dengan rating kerjanya.

NO	TANGGAL PENGUNJIAN	KOMPARTEMEN	METODE	ACCUAN/STANDAR	HASIL UJI				KETERANGAN
					R	S	T	Jr	
1	21-Jul-19	PMT 1	CLOSE	SESUAI	184,4	117,5	116,5	3,35	NORMAL
2	21-Jul-19		OPEN		57	56,36	54,7	2,3	NORMAL
3	05-Oct-19	PMT 2	CLOSE	MANUAL	145,3	145,1	145,6	0,7	NORMAL
4	05-Oct-19		OPEN		54,8	55,05	54,45	0,35	NORMAL
5	25-Sep-19	PMT 3	CLOSE	BOOK	127,55	129,4	127,85	1,85	NORMAL
6	26/09/2019		OPEN		56	53,03	54,95	2,35	NORMAL

Tabel 4.7 Pengujian Keserempakan PMT

#### 4.1.4 Pengujian Tahanan Isolasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui secara dini kondisi isolasi pada PMT dan mengetahui besaran nilai tahanan. Metode pengujian yang dilakukan ada 3 tahapan antara lain metode Atas-Pentanahan, Metode Bawah-Pentanahan dan Metode Atas-Bawah.

NO	TANGGAL UJI	KOMPARTEMEN	METODE	ACCUAN/STANDAR	HASIL UJI (MΩ)			KETERANGAN
					R	S	T	
1	26/09/2019	PMT 1	Atas-Pentanahan	Standart VDE (Cataloge 200/4) 1 kv ±1 MΩ	119000	230000	236000	NORMAL
2	26/09/2019		Bawah-Pentanahan		302000	276000	261000	NORMAL
3	26/09/2019		Atas-Bawah		154000	82000	180000	NORMAL
4	05/10/2019	PMT 2	Atas-Pentanahan	200/4) 1 kv ±1 MΩ	788000	784000	780000	NORMAL
5	05/10/2019		Bawah-Pentanahan		792000	786000	786000	NORMAL
6	05/10/2019		Atas-Bawah		710000	859000	987000	NORMAL

Tabel 4.8 Pengujian Tahanan Isolasi PMT

#### 4.2 Pembahasan

##### 4.2.1 Pengujian Gas SF<sub>6</sub>

Dari tabel 4.1 untuk pengujian gas SF<sub>6</sub> menyatakan bahwa berdasarkan pengujian yang dilakukan pada kompartemen PMT bay diameter 1 meliputi *purity*, *dew point*, dan *decomposition*



product masih dalam batasan normal dimana dalam standar yang ditentukan menyatakan bahwa untuk *purity* adalah  $> 97\%$ , *dewpoint* pada suhu udara  $20^{\circ}\text{C}$  adalah dibawah  $-5^{\circ}\text{C}$ , sedangkan untuk nilai dari *Tekanan Gas SF<sub>6</sub>* adalah 5,4 bar.

#### 4.2.2 Pengujian Tahanan Kontak

Berdasarkan tabel 4.4 terkait pengujian tahanan kontak PMT pada bay diameter 1 tidak ditemukan nilai yang melebihi batas maksimal nilai yang diijinkan yaitu  $300\ \mu\Omega$ , namun ada nilai yang hampir mendekati yaitu pada PMT 3 dimana nilainya mencapai  $184,8\ \mu\Omega$ . Sehingga untuk memastikan nilai tersebut, digunakan data perbandingan berupa hasil pengujian sebelumnya maupun hasil uji kualitas gas SF<sub>6</sub> sehingga dapat dianalisa kajian resiko terkait nilai pengujian tahanan kontak yang hampir mendekati dengan batas nilai maksimal yang telah ditentukan berdasar standar yang ada maupun dari standar dari pabrikan.

#### 4.2.3 Pengujian Keserempakan PMT

Berdasarkan pada tabel 4.6 dapat dijelaskan, bahwa

- $\Delta t_1$  : selisih waktu tertinggi dan terendah antara fase T dan R saat PMT 1 dengan operasi buka kontak =  $54,70 - 57 = 2,3$  milidetik
- $\Delta t_2$  : selisih waktu tertinggi dan terendah antara fase R dan S saat PMT 2 dengan operasi tertutup kontak  $146,3 - 145,1 = 0,7$  milidetik
- $\Delta t_3$  : selisih waktu tertinggi dan terendah dengan antara fase T dan S saat PMT 3 dengan operasi buka kontak  $54,95 - 53,03 = 2,95$

Standar PLN yang di adopsi dari rekomendasi Alstom disebutkan, bahwa  $\Delta t$  yang di izinkan kurang dari 10 ms ( $\Delta t < 10$  milidetik), sehingga keserempakan operasi titik-titik kontak PMT saat pembukaan atau penutupan masih sesuai syarat.

#### 4.2.4 Pengujian Tahanan Isolasi

Dari tabel 4.7 pengujian tahanan isolasi dilakukan dengan acuan standar dari VDE yang menyatakan nilai minimal yang dibolehkan untuk tahanan isolasi pada peralatan tegangan tinggi adalah  $1\ \text{kV} = 1\ \text{M}\Omega$ . Pada hasil uji diatas didapatkan nilai yang memenuhi standar yang ditetapkan. Bahwa nilai resistansi isolasi hasil pengukuran berkisar  $119.000-987.000\ \text{M}\Omega$ . Hasil tersebut masih jauh lebih baik jika dibandingkan

dengan standar ANSI (lebih besar dari 2.000  $\text{M}\Omega$ ) atau sesuai standar PLN.

#### 4.2.5 Pengukuran Suhu

Pada pengukuran suhu sesuai dengan tabel 4.8 pada seluruh bay diameter 1 menggunakan alat ukur FLIR menunjukkan tercatat ada beberapa titik yang menyatakan nilai  $> 10^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$  atau berada pada kategori B, sehingga perlu dilakukan pengukuran suhu secara rutin untuk memantau trending suhu pada peralatan tersebut. Kategori B masih bisa dikatakan kondisi normal untuk suhu pada peralatan.

Berdasarkan hasil dengan merujuk pada nilai yang terendah pada pengujian untuk PMT GIS type 8DQ1 pada bay diameter 1 di Gardu Induk Tandes, dinyatakan bahwa layak digunakan dan dapat dikondisikan lagi sebagai alat pemutus tenaga dalam sistem tenaga listrik.

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan :

- Pemeliharaan terkait Karakteristik isolasi gas SF<sub>6</sub> pada pemutus tenaga bay diameter 1 tersebut dapat diketahui berdasarkan hasil uji yang dilakukan, dimana tidak ditemukan kelainan yang terjadi dan didapatkan nilai pengujian gas SF<sub>6</sub> dalam batasan normal. Nilai kemurnian terukur berkisar 99,9 %, masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan standar (lebih kecil dari 97%). Nilai titik kelembaban gas terukur  $-33,4^{\circ}\text{C}$  sampai  $-43,5^{\circ}\text{C}$ , masih lebih baik jika dengan standar yang bernilai  $-5^{\circ}\text{C}$ , kandungan uap air terukur berkisar 85 ppmv- 263 ppmv, masih lebih baik jika dibandingkan dengan standar yang bernilai 840 ppm, dan tekanan gas SF<sub>6</sub> terukur 5,6 bar.
- Berdasarkan hasil pemeliharaan 2 tahunan terkait mekanik dan karakteristik gas solasi SF<sub>6</sub> dapat dinyatakan tidak terjadi anomali dan kondisi pemutus tenaga bay diameter 1 GI TANDES layak digunakan serta dikondisikan lagi sebagai alat pemutus tenaga dalam sistem tenaga listrik.
- Keserempakan operasi pembukkaan dan penutupan titik-titik kontak berupa selisih waktu berkisar pada nilai 0,55 sampai 2,3 milidetik, masih jauh lebih baik jika dibandingkan dengan standar yang di tentukan yaitu di bawah nilai 10 milidetik

### Daftar Pustaka

- [1]. Yulistiawan & //jurnal.upi.edu/electrans) ABB. 2009. Summery Technical Data gas Insuated. Swiss
- [2]. (Jerman) Working Grup Cigre. 2010. SF6 Tightness Guide. Prancis)
- [3]. Arief Goeritmo, dkk.2018. Kinerja Pemutus Tenaga Tegangan Tinggi Bermedia Gas SF6 Berdasarkan Parameter. Tersedia di Jurnal EECCIS Vol. 12, No. 2, Oktober 2018)
- [4]. Pemeliharaan Pemutus Tenaga Listrik. Buku Pegangan PT. PLN (PERSERO))
- [5]. Alsthom. 2010. Characteristic of SF<sub>6</sub> insulation Circuit Breaker Jerman
- [6]. F. Jakob, N. Perjanik, Sulfur Hexafluoride : A Unique Dielectric. Analytical ChemTech International, Inc.
- [7]. ABB. 2009. Summery Technical Data gas Insuated. Swiss



# PENGARUH TEKANAN GAS SF6 TERHADAP KUALITAS PEMADAMAN BUSUR API PADA PEMUTUS TENAGA DI GARDU INDUK PLN TANDES SURABAYA

## ORIGINALITY REPORT

%**20**

SIMILARITY INDEX

%**15**

INTERNET SOURCES

%**5**

PUBLICATIONS

%**18**

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

**1**

**Submitted to iGroup**

Student Paper

%**6**

**2**

**repository.tudelft.nl**

Internet Source

%**5**

**3**

**jurnaleeccis.ub.ac.id**

Internet Source

%**5**

**4**

**Submitted to Sriwijaya University**

Student Paper

%**3**

EXCLUDE QUOTES OFF

EXCLUDE MATCHES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY OFF