

Analisa Pengujian Kualitas Gas SF₆ Pada Pemutus Tenaga (PMT) 66 KV Bay Reaktor 4R2 di GITET Bandung Selatan

Dede Siti Nurjannah^{1*)}, Dian Budhi Santoso², Insani Abdi Bangsa³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang

^{1,2,3}Jln. HS. Ronggo Waluyo, Kabupaten Karawang, 41361, Indonesia

email: ¹dedesiti.nurjannah135@gmail.com, ²dian.budhi@ft.unsika.ac.id, ³iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id

Abstract – Electrical energy is a necessity that is needed by everyone. To ensure the reliability of electrical energy, the electrical equipment used must be regularly maintained. One of the maintenance carried out is testing the SF₆ gas on the power breaker (PMT). This test is carried out to determine the quality of SF₆ gas which functions as an insulation medium for PMT. Because when there is a fault current or a normal current at the time the PMT is cut off, an arc will arise which can damage the PMT equipment itself. Therefore, the quality of SF₆ gas in PMT must be maintained under normal conditions. In the SF₆ gas test, the SF₆ Multi Analyzer test tool is used which functions to ensure that the quality of the SF₆ gas at PMT is still in good condition. In routine maintenance activities, SF₆ gas testing is carried out at 66 kV PMT which is in the 4R2 Reactor Bay. From the test results, the gas purity value of SF₆ is 99.9%, the product decomposition or SO₂ content of SF₆ gas is 26 ppmv, the dew point value is -21.2 °C, and the pressure value is 0.735 MPa. Based on the test results, there is an anomaly in PMT, namely the results of the SO₂ content test in SF₆ gas are not normal. The SO₂ value exceeds the predetermined standard limit, which exceeds the maximum limit of 12 ppmv. Therefore, in accordance with the analysis of the FMEA method, that is, if there is a bad quality test result for SF₆ gas, then SF₆ gas replacement and SF₆ gas purity testing must be carried out so that there is no widespread disturbance and to ensure the reliability of the electric power distribution system. After replacing SF₆ gas, the test results show the value of SO₂ = 0 ppmv.

Keywords – PMT, SF₆ gas, FMEA

Abstrak – Energi listrik merupakan suatu kebutuhan yang diperlukan oleh setiap orang. Untuk menjamin keandalan energi listrik, maka peralatan listrik yang digunakan harus dipelihara secara rutin. Salah satu pemeliharaan yang dilakukan yaitu melakukan pengujian gas SF₆ pada pemutus tenaga (PMT). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari gas SF₆ yang berfungsi sebagai media isolasi pada PMT. Karena ketika terdapat arus gangguan maupun arus normal pada waktu pemutusan PMT berlangsung, maka akan timbul busur api yang dapat merusak peralatan PMT itu sendiri. Oleh karena itu, kualitas gas SF₆ pada PMT harus tetap dijaga dalam kondisi normal. Pada pengujian gas SF₆ digunakan alat uji SF₆ Multi Analyser yang berfungsi untuk memastikan bahwa kualitas gas SF₆ pada PMT masih dalam kondisi yang baik. Pada kegiatan pemeliharaan rutin, dilakukan pengujian gas SF₆ pada PMT 66 kV yang berada di Bay Reaktor 4R2. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai kemurnian gas SF₆ 99.9%, dekomposisi produk atau kandungan SO₂ pada gas SF₆ 26 ppmv, nilai titik embun -21.2 °C, dan nilai tekanan 0.735 MPa. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, terdapat anomali pada PMT yaitu hasil uji kandungan SO₂ pada gas SF₆ tidak normal. Nilai SO₂ tersebut melebihi batas standar yang telah ditetapkan, yaitu melebihi batas maksimum 12 ppmv. Oleh karena itu, sesuai dengan analisis metode FMEA, yakni jika terdapat hasil pengujian kualitas gas SF₆ yang buruk maka

harus dilakukan penggantian gas SF₆ dan pengujian kemurnian gas SF₆ kembali agar tidak terjadi gangguan yang meluas serta demi menjamin keandalan sistem penyaluran tenaga listrik. Setelah dilakukan penggantian gas SF₆, hasil pengujian menunjukkan nilai SO₂ = 0 ppmv.

Kata Kunci – PMT, Gas SF₆, FMEA

I. PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan suatu 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 mengatur tegangan yang disalurkan dari pembangkit ke pusat beban. Pada gardu induk terdapat berbagai peralatan listrik tegangan tinggi yang mempunyai fungsi pada masing-masing peralatan tersebut sehingga kontinuitas penyaluran energi listrik dapat terlaksana dengan baik. Salah satu peralatan listrik tegangan tinggi yang sangat penting di gardu induk yaitu, Pemutus Tenaga atau yang lebih dikenal PMT. PMT merupakan suatu saklar yang berguna untuk menghubungkan ataupun memutuskan arus listrik ataupun daya listrik secara otomatis sesuai dengan ratingnya jika terdapat gangguan pada gardu induk atau alat transmisi lainnya.

Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) Bandung Selatan merupakan salah satu gardu induk yang beroperasi dibawah ULTG Bandung Selatan. GITET Bandung Selatan telah beroperasi pada tahun 1982. Di GITET Bandung Selatan terdapat salah satu peralatan listrik tegangan tinggi yaitu, PMT 66 kV yang berada pada Bay Reaktor 4R2 yang menggunakan SF₆ sebagai media pemadam busur apinya. Ketika terdapat arus gangguan maupun arus normal pada waktu pemutusan PMT tersebut berlangsung, maka akan timbul busur api yang dapat merusak peralatan terutama PMT itu sendiri. Oleh karena itu, pada PMT yang menggunakan gas SF₆ sebagai media pemadam busur apinya harus dilakukan pemeliharaan secara berkala demi menjamin keandalan sistem penyaluran tenaga listrik.

Pemeliharaan yang dilakukan pada PMT salah satunya yaitu pengujian gas SF₆ yang bertujuan untuk memeriksa kondisi kemurnian gas SF₆ karena apabila terjadi dekomposisi produk, maka akan menimbulkan kerusakan pada PMT. Karena gas SF₆ yang berfungsi sebagai media pemadam busur api akan menurun kualitasnya jika terdapat zat lain yang dihasilkan dari dekomposisi produk, sehingga tidak dapat memadamkan busur api dengan baik. Selain itu, dengan dilakukan pengujian kualitas gas SF₆ secara berkala diharapkan dapat memperpanjang umur PMT tersebut serta kondisi kualitas gas SF₆ pada PMT dapat terpantau dengan baik, sehingga tidak menimbulkan hal yang tidak diharapkan

seperti gangguan yang dapat merugikan masyarakat atau pengguna listrik.

Setelah dilakukan kegiatan pemeliharaan pada PMT 66 kV bay Reaktor 4R2, terdapat anomali yaitu hasil pengujian kemurnian gas SF₆ tidak normal, nilai SO₂ = 26 ppmv. Berdasarkan ketetapan (SK DIR : 0520-2.K/DIR/2014) standar parameter pengujian gas SF₆ yaitu, batas maksimum SO₂ (*Decomposition Product*) adalah 12 ppmv. (IEC 60480)

Berdasarkan masalah tersebut maka untuk mengatasi anomali tersebut pada penelitian ini dilakukan studi pengujian gas SF₆ dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Modes Effects Analysis*) yaitu dengan mengganti gas SF₆ pada PMT tersebut dan melakukan pengujian kemurnian gas SF₆ kembali agar tidak terjadi gangguan yang meluas serta demi menjamin keandalan sistem penyaluran tenaga listrik.

*) **penulis korespondensi:** Dede Siti Nurjannah
Email: dedesiti.nurjannah135@gmail.com

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Pada penelitian yang dilakukan oleh Arief Goeritno tahun 2018 yang berjudul "Kinerja Pemutus Tenaga Tegangan Tinggi Bermedis Gas SF₆ Berdasarkan Sejumlah Parameter Diri" penelitian tersebut membahas tentang pemeliharaan PMT dimana pada penelitian ini didapatkan hasil berupa nilai dari beberapa pengujian, diantaranya nilai uji kemurnian gas SF₆, nilai uji keserempakan, nilai uji tahanan kontak, serta nilai uji tahanan isolasi (Arief, 2018). Pada penelitian kali ini hanya berfokus pada pengujian kualitas gas SF₆ pada PMT serta penggantian gas SF₆ pada PMT, sehingga data yang didapatkan dan analisis yang dilakukan dari penelitian ini cukup lengkap daripada penelitian sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi nilai kemurnian gas SF₆, tekanan, dekomposisi produk dan titik embun gas SF₆ yang ada pada peralatan listrik PMT, agar PMT dapat digunakan dengan aman dan mencegah terjadinya gangguan pada PMT tersebut. Metode yang digunakan dalam melakukan analisis yaitu kuantitatif dimana data yang diperoleh dari alat pengujian dikumpulkan kemudian dianalisis sehingga didapatkan hasil nilai pengujian yang sesuai.

III. METODE PENELITIAN

Proses penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yang dilakukan berdasarkan urutan dalam melakukan penelitian:

- Survei Teknis Lapangan (*field engineering survey*)
Survei teknis lapangan adalah kegiatan pengumpulan data teknis di lapangan dengan melakukan serangkaian wawancara kepada staf PLN dan karyawan dalam rangka menambah data penelitian.
- Observasi Lapangan (*field observation*)
Observasi lapangan adalah pengamatan objek yang berkaitan dengan penelitian secara langsung di lapangan baik itu pemeliharaan peralatan PMT maupun mengamati proses pemeliharaan peralatan gardu induk lainnya.
- Studi Literatur
Studi literatur adalah pengumpulan data-data sekunder dan teori-teori yang yang terkait dengan tujuan penelitian, melalui manual book, jurnal dan situs lainnya mengenai pengujian gas SF₆ pada Pemutus Tenaga (PMT).
- Metode Tanya Jawab (*interview*)
Tanya jawab atau *interview* dilakukan dengan cara berdiskusi dengan beberapa narasumber baik itu operator ataupun mentor yang mendampingi penulis tentang tema yang sedang dikaji serta data-data yang harus disiapkan

dalam penulisan artikel ilmiah sehingga tidak keluar dari konteks permasalahan.

Metode yang digunakan dalam melakukan pengujian gas SF₆ pada PMT yaitu berdasarkan metode analisis FMEA. 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 anomali, yaitu kemurnian gas SF₆ tidak normal, dimana hasil pengujian kemurnian gas SF₆ tersebut menunjukkan nilai SO₂ = 26 ppmv. Masalah tersebut dapat diatasi berdasarkan metode FMEA (*Failure Modes Effects Analysis*) untuk sistem peralatan PMT. Setelah menganalisis FMEA untuk sistem PMT yaitu jika terjadi kualitas SF₆ yang buruk seperti pembentukan dekomposisi produk (SO₂) disebabkan oleh jumlah pengoperasian PMT yang tinggi maka solusi yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu, melakukan pengujian kualitas SF₆ dan apabila hasil kualitasnya sudah buruk maka dilakukan penggantian gas SF₆ pada PMT tersebut, lalu lakukan pengujian kemurnian gas SF₆ kembali.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pekerjaan pemeliharaan 2 tahunan bay reaktor 4R2 di GITET Bandung Selatan, telah dilakukan pengujian gas SF₆ pada PMT 66 kV. Dari hasil pengujian telah ditemukan anomali yaitu kemurnian gas SF₆ tidak normal, dimana hasil pengujian kemurnian gas SF₆ menunjukkan nilai SO₂ = 26 ppmv (standar SO₂ < 12 ppmv).

TABEL I
HASIL PENGUJIAN SEBELUM DILAKUKAN PENGGANTIAN GAS SF₆ PADA PMT

Tempat (Bay)	Kompartemen	Purity (%)	Dew Point (°C atm)	SO ₂ (ppmv)	Pressure (MPa abs)
Reaktor 4R2	PMT	99.9	-21.2	26	0.735

Pada pengujian kualitas gas SF₆, parameter yang diuji yaitu *purity* atau kadar kemurnian gas SF₆, *dew point* atau titik embun gas SF₆, dekomposisi produk atau kandungan SO₂ pada gas SF₆, dan tekanan gas SF₆. Berdasarkan hasil pengujian kualitas gas SF₆, dapat dilihat pada tabel bahwa nilai *purity* atau kadar kemurnian gas SF₆ masih dalam keadaan yang normal yaitu mencapai angka 99.9%. Untuk nilai *dew point* atau titik embun gas SF₆ juga masih dalam kondisi normal yaitu -21.2°C. Selanjutnya nilai tekanan gas SF₆ masih berada dalam keadaan normal yakni 0.735 MPa. Sedangkan nilai kandungan SO₂ pada gas SF₆ melebihi batas maksimum atau berada dalam keadaan tidak normal, yaitu bernilai 26 ppmv. Hal tersebut menunjukkan adanya anomali pada kemurnian gas SF₆, yang jika dibiarkan akan mengakibatkan rusaknya peralatan PMT itu sendiri.

Berdasarkan metode FMEA (*Failure Modes Effects Analysis*) untuk mengatasi anomali tersebut maka dilakukan penggantian dan pengujian kembali kemurnian gas SF₆. Maka dari itu dilakukanlah pekerjaan penggantian gas SF₆ oleh para personil yang bertugas dalam kegiatan pemeliharaan PMT. Setelah melakukan penggantian gas SF₆, selanjutnya dilakukan pengujian kembali kualitas gas SF₆ tersebut. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui perubahan kandungan gas SF₆ setelah mengalami penguraian

setelah sekian kali ataupun sekian lama berfungsi memadamkan busur api listrik. Alat yang digunakan untuk pengujian kualitas gas SF6 pada pekerjaan ini adalah dengan alat uji SF6 Multi-Analyser Merk Dilo 3-038R-R303.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN SETELAH DILAKUKAN PENGGANTIAN GAS SF6
PADA PMT

Tempat (Bay)	Kompartemen	Purity (%)	Dew Point (°C atm)	SO2 (ppmv)	Pressure (MPa abs)
Reaktor 4R2	PMT	99.9	-33.4	0	0.733

Berdasarkan hasil pengujian kembali kualitas gas SF6, nilai *purity* atau kadar kemurnian gas SF6 berada dalam keadaan normal yaitu mencapai angka 99.9%. Nilai tersebut sama dengan sebelum dilakukan penggantian gas SF6 pada PMT. Untuk nilai *dew point* atau titik embun gas SF6 setelah dilakukan penggantian gas SF6 yaitu -33.4°C, nilai tersebut lebih baik dari nilai sebelum dilakukan penggantian gas SF6 pada PMT, namun pada nilai *dew point* sebelumnya yaitu -21.2°C sudah memenuhi nilai standar karena untuk batas *dew point* yaitu <-5°C. Selanjutnya tekanan gas SF6 pada PMT bernilai 0.733 MPa, yang pada sebelumnya bernilai 0.735 MPa. Namun nilai tekanan tersebut masih dalam keadaan normal. Kemudian untuk nilai SO2 yang sebelumnya bernilai 26 ppmv yang menunjukkan anomali dan mengakibatkan kerusakan pada PMT jika dibiarkan atau tidak diperbaiki kini nilainya menjadi 0 ppmv setelah dilakukan penggantian gas SF6 pada PMT tersebut. Nilai tersebut merupakan hasil yang memenuhi standar kemurnian gas SF6 yaitu, SO2 < 12 ppmv. Hal tersebut menunjukkan bahwa kini gas SF6 pada PMT berada dalam kondisi normal. Dengan adanya penggantian gas SF6 pada PMT, maka kualitas gas SF6 yang normal akan dapat memadamkan busur api dengan baik dan dapat meningkatkan kualitas isolasi pada peralatan PMT serta diharapkan dapat memperpanjang umur PMT.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kandungan gas SF6 yang terdapat pada

PMT akan mengalami perubahan setelah sekian kali memadamkan busur api listrik. Dengan dilakukannya pemantauan secara berkala dan pengujian kualitas gas SF6 dapat diketahui kualitas dari gas SF6. Kualitas gas SF6 yang tidak normal akan mengakibatkan isolasi peralatan menurun dan akan merusak peralatan. Dari hasil yang didapatkan pada pengujian kualitas gas SF6 yaitu terdapat anomali pada PMT yakni nilai parameter kandungan SO2 = 26 ppmv, sedangkan nilai parameter lainnya berada dalam kondisi normal. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan penggantian gas SF6 pada PMT agar keandalan listrik tetap terjaga. Setelah dilakukan penggantian gas SF6 pada PMT, nilai SO2 = 0 ppmv. Hal ini menunjukkan bahwa gas SF6 pada PMT tersebut dalam kondisi yang baik sesuai dengan standar batas maksimum SO2 yakni kurang dari 12 ppmv.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada pihak ULTG Bandung Selatan yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di setempat serta kepada mentor dan dosen pembimbing yang telah memfasilitasi penulis dan membimbing dalam melakukan penelitian..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT PLN (Persero), *Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga*, Nomor Dokumen: 7-22/HARLUR-PST/2009, Himpunan Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Penyaluran Tenaga Listrik (2010).
- [2] PT PLN (Persero), *Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga*, Nomor Dokumen: PDM/PGI/07:2014, Himpunan Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Penyaluran Tenaga Listrik (2014).
- [3] PT PLN (Persero), *Buku Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik*, SE No.032/PST/1984, Perusahaan Umum Listrik Negara (1984).
- [4] Flurscheim, C.H., *Power Circuit Breaker Theory and Design (Revised edition)*, IEE Power Engineering Series 1 (1982).
- [5] IEEE C37.10-1995, *Guide for diagnostics and failure investigation of power circuit breaker*, IEEE (1995).
- [6] Goeritno, A., Rasiman, S. & Komara, Z., *Kinerja Pemutus Tenaga Tegangan Tinggi Bermedia Gas SF6 Berdasarkan Sejumlah Parameter Diri*, Jurnal EECCIS Vol.12 No.2 (2018)
- [7] Yulistiawan, Hasan, B. & Hasbullah, *Analisis Penggunaan Gas SF6 Pada Pemutus Tenaga (PMT) di Gardu Induk Cigereleng Bandung*, ELECTRANS Vol. 11 No. 2 (2012)