

ANALISIS KINERJA *CIRCUIT BREAKER* 20 KV PLTA WONOREJO BERMEDIA SF6 (*SULPHUR HEXAFLORIDE*)

Abizar Farzi, Denny Irawan dan Rini Puji Astutik

Universitas Muhammadiyah Gresik Jawa Timur, Indonesia

Email: abizar_170603@umg.ac.id, den2mas@umg.com dan astutik_rpa@umg.com

INFO ARTIKEL

Diterima

18 Desember 2020

Diterima dalam bentuk revisi

12 Januari 2021

Diterima dalam bentuk revisi

Keywords:

*circuit breaker; gas media
sf6; 2015- 2015 prisoner
contact; isolation
prisoners*

ABSTRACT

In everyday life there are often various kinds of electrical consumption disorders therefore to prevent such disturbances occur required electrical breakers or circuit breakers. Installation of circuit breaker is intended to avoid damage to equipment that will later cause obstruction of electricity distribution to consumers. This study aims to analyze the feasibility of circuit breaker performance in the event of interference with the method of a number of tests carried out on circuit breakers. The results of research related to circuit breaker performance is good. This can be seen from the quality value of SF6 content with purity of 98.8%, the value of alignment with the time difference of 0.1 ms, contact prisoners 46 $\mu\Omega$, and for the result of isolation prisoners circuit breaker is 37.51G Ω . From the results of the study that mangacu in the pmt handbook (energy breaker) is still much better.

ABSTRAK

Dalam kehidupan sehari-hari sering terjadi berbagai macam gangguan konsumsi listrik oleh karena itu untuk mencegah gangguan tersebut terjadi diperlukan alat pemutus listrik atau *circuit breaker*. Pemasangan *circuit breaker* ditujukan untuk menghindari terjadinya kerusakan pada peralatan yang nantinya akan menyebabkan terhambatnya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kelayakan kinerja *circuit breaker* pada saat terjadi gangguan dengan metode sejumlah pengujian yang dilakukan pada *circuit breaker*. Adapun hasil penelitian terkait kinerja *circuit breaker* adalah baik. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai kualitas kandungan SF6 dengan *purity* 98,8%, nilai keserempakkan dengan selisih waktu 0,1 ms, tahanan kontak 46 $\mu\Omega$, dan untuk hasil tahanan isolasi *circuit breaker* yaitu 37,51G Ω . Dari hasil penelitian tersebut yang mangacu pada buku pedoman PMT (pemutus tenaga) masih jauh lebih baik.

Kata kunci:

*circuit breaker; media gas
sf6; keserempakkan;
tahanan kontak; tahanan
isolasi*

Pendahuluan

Di era *modern* listrik sebagai sumber energi yang sangat penting dan telah menjadi kebutuhan utama untuk memenuhi segala kebutuhan energi di masyarakat (Agung, 2013). Hampir semua aspek yang berhubungan dengan perekonomian dan perkembangan teknologi tidak dapat dipisahkan dengan masalah kelistrikan, sehingga kebutuhan akan listrik saat ini maupun yang akan datang akan terus meningkat (Aribowo, 2019). Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik maka dibangun pusat pembangkit tenaga listrik, gardu induk, saluran transmisi dan saluran distribusi sebagai media penyalur aliran daya listrik hingga sampai ke konsumen. salah satu pusat pembangkit energi listrik yang dibangun di wilayah Malang adalah PLTA Wonorejo.

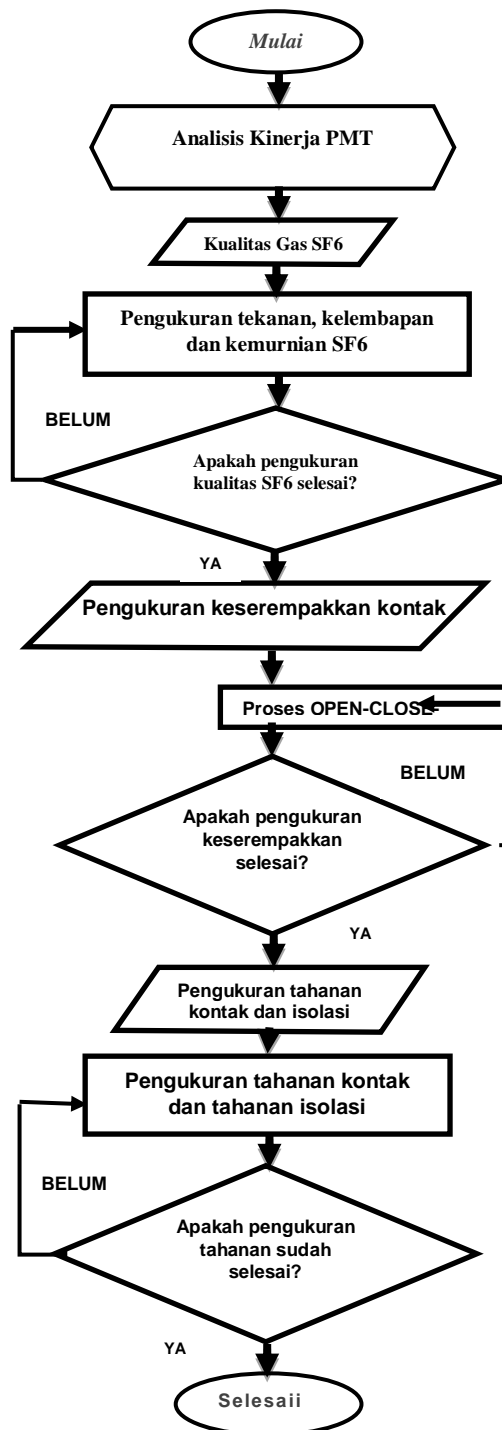
Untuk menunjang proses penyaluran tenaga listrik, perlu dilakukan perawatan, pemeliharaan dan uji kinerja peralatan pembangkit. Pada pembangkit listrik PLTA Wonorejo yang langsung didistribusikan ke konsumen, sistem pemutus tenaga merupakan hal yang sangat vital dalam kelangsungan pasokan listrik, dalam hal ini Peran Pemutus Tenaga (PMT) atau sering disebut juga *Circuit Breaker* (CB) sangat penting (Shukla & Demetriades, 2014), sehingga keberadaan pemutus tenaga berperan sebagai penghubung atau pemutus aliran arus dan pengisolasi daerah terganggu dari sistem daya listrik pada saat kondisi tidak normal di saluran distribusi. Keandalan pemutus tenaga merupakan indikasi keandalan sistem daya listrik, sehingga kelayakan pemutus tenaga dapat diketahui apabila dilakukan pemantuan secara berkala dan berkelanjutan (Goeritno et al., 2018).

Pemutus tenaga dengan tegangan 20 KV yang dilengkapi dengan gas SF₆ (*Sulphur Hexafluoride*) (Setiono, 2013) adalah perangkat pemutus tenaga yang telah menjadi bagian dari sistem distribusi daya listrik pada PLTA Wonorejo (Marsudi, 2016). Pemutus tenaga dengan dua keadaan operasi yaitu terbuka dan tertutup. Pada saat terjadi gangguan maka pemutus tenaga akan bekerja dengan cepat untuk memadamkan busur api dengan media SF₆ sehingga dapat minimalisir kerusakan peralatan secara meluas. Selama beroperasi dalam keadaan normal pemutus tenaga dapat membuka dan menutup tanpa berakibat terjadi kerugian. Pemutus tenaga yang digunakan secara terus menerus dengan jangka waktu yang lama dapat berakibat kepada penurunan kinerja pemutus tenaga. Untuk menjamin terhadap keandalan operasi, pemutus tenaga harus diuji kinerjanya setelah sekian lama beroperasi.

Sejumlah parameter pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai standar kelayakan operasi dari circuit breaker dan sebagai upaya untuk memperoleh karakteristik pemutus tenaga media SF₆ agar diketahui tingkat kinerja pemutus tenaga sehingga circuit breaker mempunyai keandalan yang tinggi saat terjadi gangguan dan dapat memutus aliran listrik secara cepat.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di MRO(*maintenance repair and overhaul*) (Vieira & Loures, 2016) PT. PJB UP Gresik yang dimulai dengan *study literature (Libaray Research)* (Surani, 2019) terhadap penelitian terdahulu untuk mengumpulkan data dan dilanjutkan dengan sejumlah pengujian pada PMT bermedia gas SF6 telah ditentukan dari pabrik pembuat dan sebagai data acuan. Untuk menunjang pelaksanaan penelitian, diperlukan bahan dan alat pada penelitian ini yang meliputi data *sheet* spesifikasi teknis, *pressure tester, SF6 Multi-Analyser, insulation tester, service cart DILO, HI-Pot tester, circuit breaker analyzer*. Metode penelitian ini merupakan tahapan-tahapan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian. Berikut ini diagram alir metode penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir sejumlah pengujian PMT

Hasil dan Pembahasan

Pemutus tenaga media gas SF6 sebagai objek penelitian (Hasan, 2012) adalah PMT gas SF6 jenis FPX241206 20 KV buatan *Alsthom* Prancis. Penempatan PMT PLTA Wonorejo sebagai pemutus di saluran distribusi.

A. Kualitas Gas SF₆

Data pengukuran terhadap kualitas gas SF₆ yang digunakan pada PMT terdiri atas tekanan gas, kemurnian dan kelembapan. Hasil pengukuran kualitas gas SF₆ seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai tekanan, kemurnian dan kelembapan PMT FPX241206 20 KV

Phase	Tekanan Akhir	Kualitas SF ₆	
		Purity (%)	Dew Point (- °C atm)
98091835	1,7	98,8	6,9
98081819	1,7	98,8	9,0
9810148108	1,7	98,8	7,4
9810139509	1,7	98,2	8,8
9810132407	1,7	98,2	7,6
9809212707	1,7	98,7	7,4

Berdasarkan tabel 3 ditunjukkan hasil pengukuran tekanan gas, kemurnian (*purity*) dan kelembapan (*dew point*) (Pratama & Arfianto, 2019). Dari hasil pengukuran terhadap nilai kemurnian gas SF₆ yang dilakukan dan selanjutnya dibandingkan dengan nilai standar yang dikeluarkan oleh CIGRE atau GEC *Alstom*. Nilai standar oleh CIGRE untuk kemurnian gas SF₆ lebih besar dari 97%, sedangkan kemurnian yang terukur paling rendah 98,8% yang berarti PMT masih sesuai acuan, karena bernilai lebih besar dari syarat minimum.

Dari hasil pengukuran kelembapan (*dew point*) gas SF₆ diperoleh nilai *dew point* yaitu -9 °C atm dan dibandingkan dengan nilai standar CIGRE yaitu <-5°C yang masih sangat jauh dari batas yang disyaratkan, sehingga PMT media gas SF₆ masih layak dioperasikan pada PMT.

B. Keserempakkan Kontak PMT

Nilai keserempakkan kontak PMT saat membuka atau menutup didasarkan pada hasil penunjukkan *circuit breaker analyzer* (Goeritno & Syaputra, 2014).

Tabel 4. Hasil Pengukuran Keserempakkan dari posisi *open to close*

BREAKER TIMING RESULT				
FASA R	FASA S	FASA T	Standard Manufacture	Δ TIME
981013 9509	981013 2407	980921 2707		
59,20	59,40	59,80	50	0.6 mS (Std. < 10 mS)

Dari tabel 4 dapat dilihat hasil pengukuran keserempakkan dari posisi *open to close* dari tiap fasa R, S, T dengan standar nilai pabrikan 50 milidetik dan hasil selisih waktu antar fasa 0,6 milidetik, sehingga dengan pada mengacu standar PLN bahwa selisih waktu yang diizinkan <10 milidetik bahwa PMT masih dalam kondisi bagus.

Tabel 5. Hasil pengukuran keserempakkan dari posisi *close to open*

BREAKER TIMING RESULT				
FASA R	FASA S	FASA T	Standard Manufacture	Δ TIME
98091835	98081819	9810148108		
69,40	69,20	69,20	50	0.2 mS (Std. < 10 mS)

Berdasarkan hasil tabel 5 hasil pengukuran keserempakkan dari posisi *close to open* dari tiap fasa R, S, T dengan selisih waktu antar fasa 0,2 milidetik dan mengacu pada standar PLN <10 milidetik yang berarti operasi keserempakkan kontak masih bagus, karena dibawah standar acuan PLN.

C. Tahanan Kontak

Tabel 6. Hasil pengukuran tahanan kontak

FASA	TEST CURRENT	RESISTANCE	STANDAR HASIL UJI
	AMPS	μΩ	
R 98091835	200,0	46,0	
S 98081819	200,0	47,0	Standart PLN P3B (R < 100 μΩ)
T 9810148108	200,0	44,0	

Berdasarkan tabel 6 hasil pengukuran tahanan kontak tiap fasa nilai pengukuran yang paling besar yaitu fasa S=47 μΩ dan nilai tersebut masih jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai standar yang dikeluarkan oleh ANSI atau PLN yaitu <100 μΩ, sehingga nilai tahanan kontak yang terukur masih lebih baik dari standar yang ditetapkan.

D. Tahanan Isolasi

Nilai tahanan isolasi dan kebocoran arus dilakukan sebanyak dua kali dengan menggunakan DC *high potensial test* untuk menguji material isolasi pada *breaker*

Analisis Kinerja *Circuit Breaker* 20 KV PLTA Wonorejo Bermedia SF6 (*Sulphur Hexafluoride*)

dengan melakukan injeksi tegangan diatas tegangan nominal breaker (Tasiam, 2017).

Tabel 7. Hasil pengukuran tahanan isolasi

BAG. YANG DIUKUR	HASIL (GΩ)	KETERANGAN
KONTAK SISI ATAS – GND	9810139509 – GND 5,95	BAIK
	9810132407 – GND 16,95	BAIK
	9809212707 – GND 20,89	BAIK
KONTAK SISI BAWAH – GND	9810139509 – GND 11,18	BAIK
	9810132407 – GND 18,43	BAIK
	9809212707 – GND 37,51	BAIK

Berdasarkan tabel diatas hasil pengukuran tahanan isolasi masih dalam kondisi baik dengan mengacu pada standar IEEE 43-2000 yang di pakai oleh PLN minimum tahanan isolasi 1 MΩ/1KV. Dari hasil tersebut masih jauh lebih baik dibandingkan dengan batas minimal sesuai PLN. Bila dilihat dari hitungan teori standar tahanan isolasi dengan rumus:

$$R = \frac{(1000 \cdot U)}{Q \cdot U \cdot 2,5}$$

$$R = \frac{(1000 \cdot 20000 \text{ V})}{(30000 \text{ V}) \cdot 20000 \text{ V} \cdot 2,5}$$

$$= 33 \text{ M}\Omega$$

Dimana:

R= Tahanan isolasi minimal

U= Tegangan kerja

Q= Tegangan megger

1000= Bilangan tetap

2,5= Faktor keamanan (apabila baru).

Tabel 8. Hasil pengukuran kebocoran arus

BAG. YANG DIUKUR	HASIL (uA)	Time (s)	KETERANGAN
9810139509 – GND	4,80	60,00	Baik tdk ada breakdown
9810132407 – GND	1,70	60,00	Baik tdk ada breakdown
9809212707 – GND	1,40	60,00	Baik tdk ada breakdown
9810139509 – GND	2,60	60,00	Baik tdk ada breakdown
9810132407 – GND	1,60	60,00	Baik tdk ada breakdown
9809212707 – GND	0,70	60,00	Baik tdk ada breakdown

Berdasarkan tabel diatas hasil pengukuran kebocoran arus dengan *high potencial* masih sangat kecil yaitu 4,8 μA dengan mengacu pada standar IEEE 43-2000 dan VDE (catalogue 228/4) minimum kebocoran arus yang diizinkan setiap KV yaitu 1 mA.

Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan beberapa penelitian terdahulu yang membahas tema yang bersangkutan. Beberapa penelitian terdahulu dibawah ini:

1. (Goeritno et al., 2018) "Kinerja pemutus tenaga tegangan tinggi bermedia gas Sf6 berdasrkan sejumlah parameter diri", EECCIS volume 12, No.2. Tidak dilakukan pengujian kebocoran arus pada circuit breaker.
2. (Aribowo, 2019) "Analisis hasil uji PMT 150KV pada gardu induk Cilegon baru BAY KS 1", Seminar Fortei. Tidak ada pengujian kandungan gas SF6.
3. (Pambudi et al., 2015) "Pengujian keserempakkan pemutus tenaga (PMT) Three Pole 150 KV bay trafo gardu induk Simulator Udiklat Semarang (TLM Akademi)", UNDIP. Hanya melakukan pengujian keserempakkan.

Perbedaan utama dari penelitian yang sebelumnya adalah:

1. Pengujian pada *circuit breaker* dilakukan secara menyeluruh seperti kualitas kandungan gas SF6, keserempakkan, tahanan kontak, tahanan isolasi dan kebocoran arus.
2. Peralatan pengujian yang digunakan di PT.PJB UP Gresik memenuhi standar kelayakan dan dilakukan kalibrasi peralatan secara berkala sehingga mendapatkan hasil pengujian yang baik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan pembahasan maka disimpulkan secara keseluruhan PMT 20KV media gas SF6 masih sangat layak jika dioperasikan lebih lanjut, karena parameter yg terukur masih sesuai standar, bahkan cenderung jauh lebih baik dari standar yang ditetapkan. Kualitas SF6 untuk nilai kemurnian (*purity*) terukur rata-rata 98% dan nilai kelembapan (*dew point*) terukur $-7^{\circ}\text{C}_{\text{atm}}$, yang jika dibandingkan dengan standar PLN $> 97\%$ atau CIGRE -5°C parameter gas SF6 masih bagus untuk digunakan pada PMT. Keserempakkan kontak pada saat operasi menutup atau membuka dengan selisih waktu 0,6 milidetik saat operasi *open to close* dan 0,2 milidetik saat operasi *close to open*, masih jauh lebih baik dibandingkan dengan standar PLN yaitu dibawah 10 milidetik. Tahanan kontak terukur berkisar $46\mu\Omega$ yang jika dibandingkan dengan standar PLN $<100\mu\Omega$ masih jauh lebih baik, sehingga nilai tahanan kontak PMT masih dalam kondisi baik. Tahanan isolasi yang terukur berkisar $37,51\text{G}\Omega$, sedangkan standar acuan dari PLN untuk tahanan isolasi PMT 20 KV yaitu diatas $20\text{M}\Omega$ dan secara perhitungan yaitu $33\text{M}\Omega$. Untuk kebocoran arus masih sangat kecil yaitu 4,8 μA dengan mengacu pada standar IEEE 43-2000 dan VDE (catalogue 228/4) minimum kebocoran arus yang diizinkan setiap KV yaitu 1 mA. Secara keseluruhan pengukuran tahanan isolasi dan kebocoran arus yang mengacu pada standar yang telah ditetapkan PMT masih layak untuk dioperasikan.

BIBLIOGRAFI

- Agung, A. I. (2013). Potensi Sumber Energi Alternatif dalam Mendukung Kelistrikan Nasional. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2).
- Aribowo, D. (2019). Analisis Hasil Uji PMT 150kV Pada Gardu Induk Cilegon Baru BAY KS 1. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(1.1), 59–65.
- Goeritno, A., Rasiman, S., & Komara, Z. (2018). Kinerja Pemutus Tenaga Tegangan Tinggi Bermedia Gas SF₆ Berdasarkan Sejumlah Parameter Diri. *Jurnal EECCIS*, 12(2), 104–111.
- Goeritno, A., & Syaputra, B. I. (2014). Kelayakan Operasi Pemutus Tenaga (PMT) Tegangan Ekstra Tinggi Bermedia Gas Sulphur Hexafluorite (Sf₆) Berdasarkan Kualitas Gas, Keserempakan Titik Titik Kontak, dan Parameter Resistans. *Di JUTEKS (Jurnal Teknik Elektro Dan Sains)*, 1(1), 1–7.
- Hasan, B. (2012). Analisis Penggunaan Gas Sf₆ Pada Pemutus Tenaga (PMT) Di Gardu Induk Cigereleng Bandung. *Electrans*, 11(2), 81–93.
- Marsudi, D. (2016). Politeknik Negeri Sriwijaya 4. *Pembangkitan Energi Listrik*, 7(1), 4–31.
- Pambudi, A. S., Facta, M., & Warsito, A. (2015). Perbandingan Kinerja Rangkaian Perbaikan Faktor Daya Jenis Konverter Buckboost Topologi Satu Tingkat dan Dua Tingkat dengan Beban Lampu Fluorescent. *Transmisi*, 17(4), 206–217.
- Pratama, I. A., & Arfianto, T. (2019). Analisis [Sf] _6 pada Sealingend terhadap Tekanan Moisture Content dan Dewpoint Gis Kiaracandong. *Rang Teknik Journal*, 2(1).
- Setiono, I. (2013). Gas SF₆ (Sulfur Hexa Fluorida) Sebagai Pemadam Busur Api Pada Pemutus Tenaga (PMT) Di Saluran Transmisi Tegangan Tinggi. *METANA*, 13(1), 1–6.
- Shukla, A., & Demetriades, G. D. (2014). A survey on hybrid circuit-breaker topologies. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 30(2), 627–641.
- Surani, D. (2019). Studi literatur: Peran teknolog pendidikan dalam pendidikan 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*, 2(1), 456–469.
- Tasiam, F. J. (2017). *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Teknosain.
- Vieira, D. R., & Loures, P. L. (2016). Maintenance, repair and overhaul (MRO) fundamentals and strategies: An aeronautical industry overview. *International Journal of Computer Applications*, 135(12), 21–29.