

Analisis Pengujian Kinerja Generator Circuit Breaker (GCB) Unit 1 PT.PLN (Persero) UPK Sebalang Sebelum dan Setelah Maintenance

Hamimi¹, Yenni Afrida², Elvin Nursandi³

¹²³ Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Lampung
Jl. H. Zainal Abidin Pagar Alam No.14 Bandar Lampung 35142
E-mail : ²yenniafrida2016@gmail.com, ³Elvinnursandi2211@gmail.com

Abstract

Generator Circuit Breaker (GCB) is a circuit breaker that connects electrical energy between the generator of a generator and the electrical network system. Circuit breaker is an electrical device that functions automatically to prevent damage to the electrical circuit due to ashort circuit, overload, and grounding. faults. This research method was obtained through direct observation and reading the manual book of PT. PLN (Persero) UPK Sebalang unit 1 which is located at Lintas Sumatera Street Km. 22 Sebalang Hamlet, Tarahan Village, Katibung District, South Lampung Regency. The purpose of this study is to find out the results of the analysis of the performance testing of GCB unit 1 PLTU Sebalang both before and after maintenance. The results of the research and analysis of GCB unit 1 PLTU Sebalang changed after maintenance, so that the performance value of the simultaneous contact for the position open was 50%, the position closed was 46%, the contact resistance for the R phase was 23.5%, the S phase resistance value was 38.7%, and the value of phase T resistance is 33.8%, as well as insulation resistance changes when the position is open phase R 1.4%, phase S is 1.2%, and phase T is 1.1%, for the close phase R 1.8%, phase S 1.1%, phase T 1.2%. This matter shows that the performance value in good condition.

Keywords : Generator Circuit Breaker, maintenance, simultaneous contact, resistance contact, insulation resistance

1. Pendahuluan

Listrik memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia di muka bumi ini. Dapat dikatakan bahwa energi listrik telah menjadi sumber energi utama dalam setiap kegiatan manusia, baik di rumah tangga maupun industri. Salah satu industri yang bergerak dalam sektor pembangkitan dan dapat menghasilkan energi listrik yaitu pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang umumnya menggunakan bahan utama batu bara. Tentunya, berdasarkan kondisi tersebut diperlukannya suatu penyaluran energi listrik secara efektif dan efisien untuk dapat sampai ke masyarakat. Penyaluran energi tersebut membutuhkan peralatan untuk menunjang keberhasilan.

Secara umum, peralatan yang biasa dipakai unit pembangkitan dalam menyalurkan energi listrik disebut Generator circuit breaker (GCB). GCB merupakan circuit breaker yang menghubungkan energi listrik antara generator suatu pembangkit dengan

sistem jaringan listrik. Circuit breaker merupakan peralatan listrik yang berfungsi otomatis untuk mencegah kerusakan yang terjadi pada sirkuit listrik dikarenakan adanya hubungan singkat/short circuit, beban berlebih/overload, dan gangguan ke tanah/grounding fault. Namun, apabila circuit breaker tidak bekerja sesuai fungsinya maka akan menimbulkan kerusakan fatal pada peralatan. Untuk mencegah kegagalan pada fungsi circuit breaker perlu dilakukan suatu kegiatan maintenance yang dapat menjaga kestabilan kinerjanya.

Maintenance pada GCB dapat dilakukan ketika standar nilai kinerja berada dibawah rata – rata, Kinerja circuit breaker dapat dilihat dari pengujian yang terdiri dari beberapa indikator antara lain; pengujian close timing pada generator circuit breaker, pengujian open timing pada generator circuit breaker, pengujian contact resistance pada generator circuit breaker, serta pengujian tahanan isolasi pada generator circuit

breaker. Sesuai standar ketetapan SPLN no 52-1 1983 dan standar manual book GCB merek Areva yang berlaku saat ini.

Pengujian ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui kinerja pada GCB, pengujian dilakukan setiap satu tahun sekali pada GCB tiap unit pembangkitan, tidak terkecuali pada unit PLTU Sebalang. Ketika pengujian dilakukan pada GCB unit 1 PLTU Sebalang, ditemukan ketidak normalan berupa nilai resistansi di bawah standar manual book. Masalah ini mengakibatkan ketidak seimbangan arus dan berpengaruh pada peralatan lain, maka GCB unit 1 PLTU Sebalang perlu dilakukannya maintenance.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Generator

Generator adalah sumber tegangan listrik yang diperoleh melalui perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul GGL induksi. Generator mempunyai dua komponen utama, yaitu bagian yang diam (stator) dan bagian yang bergerak (rotor).

2.2. Generator Circuit Breaker

Generator Circuit Breaker (GCB) merupakan *circuit breaker* yang menghubungkan energi listrik antara generator suatu pembangkit dengan sistem jaringan listrik. Berdasarkan IEV (*International Electrotechnical Vocabulary*) disebutkan bahwa *Circuit Breaker* (CB) atau Pemutus Tegangan (PMT) merupakan peralatan saklar/*switching* mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam spesifik kondisi abnormal/gangguan seperti kondisi short circuit / hubung singkat.

2.1.1. Klasifikasi *Circuit Breaker*

Klasifikasi Pemutus Tenaga dapat dibagi atas beberapa jenis, antara lain berdasarkan tegangan rating/nominal, jumlah mekanik penggerak, media isolasi, dan proses pemadaman busur api jenis gas SF6.

1. Berdasarkan besar / kelas tegangan PMT dapat dibedakan menjadi:
 - a. CB tegangan rendah (*Low Voltage*) Dengan range tegangan 0.1 s/d 1 kV (SPLN 1.1995 - 3.3).

- b. CB tegangan menengah (*Medium Voltage*) Dengan range tegangan 1 s/d 35 kV (SPLN 1.1995 - 3.4).
- c. CB tegangan tinggi (*High Voltage*) Dengan range tegangan 35 s/d 245 kV (SPLN 1.1995 - 3.5).
- d. CB tegangan extra tinggi (*Extra High Voltage*) Dengan range tegangan lebih besar dari 245 kVAC (SPLN 1.1995 - 3.6).

2. Berdasarkan jumlah mekanik penggerak (*tripping coil*) PMT dapat dibedakan menjadi :

- a. PMT *Single Pole* PMT tipe ini mempunyai mekanik penggerak pada masing-masing pole, umumnya PMT jenis ini dipasang pada bay penghantar agar PMT bisa *reclose* satu fasa.
- b. PMT *Three Pole* PMT jenis ini mempunyai satu mekanik penggerak untuk tiga fasa, guna menghubungkan fasa satu dengan fasa lainnya di lengkapi dengan kopel mekanik, umumnya PMT jenis ini di pasang pada bay trafo dan bay kopel serta PMT 20 kV untuk distribusi.

3. Berdasarkan jenis media isolasi: Tahanan isolasi sangatlah penting bagi *circuit breaker* untuk menghindari kebocoran arus (*leakage current*) yang terjadi antara bagian yang bertegangan terhadap tanah maupun kebocoran arus antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang bertegangan yang lainnya, tahanan isolasi yang baik maupun buruk dapat dilihat dari nilai resistansi isolasi pada *circuit breaker* dengan satuan Ohm (Ω), nilai resistansi isolasi pada sebuah *circuit breaker* merupakan parameter dasar yang penting dan menunjukkan tingkat kelayakan *circuit breaker* tersebut.

Ada pun untuk mengetahui standar nilai minimal hasil pengukuran tahanan isolasi suatu peralatan *circuit breaker* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$R = \frac{(1000 \cdot U)}{Q} \times U \times 2,5 \quad (1)$$

Dimana :

- R = Tahanan isolasi minimal.
- U = Tegangan kerja.
- Q = Tegangan insulation tester.
- 1000 = Bilangan tetap.
- 2,5 = aktor Keamanan (apabila baru)

2.1.2. Mekanisme Kerja *Circuit Breaker*

Pemutus tenaga mempunyai dua posisi kerja, membuka dan menutup. Selama operasi penutupan, kontak-kontak penutup menutup melawan gaya-gaya saling berlawanan. Selama operasi pembukaan, kontak-kontak tertutup terpisah sedini mungkin. Mekanisme kerja pemutus tenaga harus melakukan gaya-gaya yang besar pada kecepatan yang tinggi. Waktu operasi antara saat penerimaan sinyal trip dan akhir pemisahan kontak dalam orde 0,03 detik (*1,5 cycle*) dalam pemutus tegangan tinggi.

Pada pemutus lambat yang digunakan dalam sistem distribusi, waktu ini sekitar 2 siklus. Ketika menutup maupun membuka, penutupan dan pembukaan kontak harus cepat dengan tekanan kontak yang tepat pada akhir perjalanan kontak. Rumus yang digunakan untuk menghitung kecepatan kontak :

$$\Delta t = t_{maks} - t_{min} \quad (2)$$

Dengan :

$$\Delta t = \text{Selisih waktu}$$
$$t_{maks} = \text{Waktu tertinggi}$$
$$t_{min} = \text{Waktu terendah}$$

Jika kondisi ini tidak terpenuhi, pengelasan kontak dapat terjadi. Mekanisme harus mampu memberikan tugas khusus pemutus tenaga, kerja pembukaan dan penutupan.

3. Metode

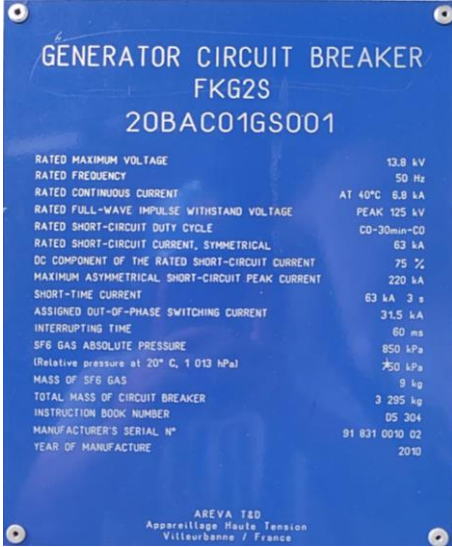
Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Desember 2020 bertempat di PT. PLN (Persero) UPK Sebalang yang beralamat di Jl. Lintas Sumatera Km. 22 Dusun Sebalang, Desa Tarahan Kecamatan Katibung Kabupaten Lampung Selatan. Penelitian ini menerapkan metode pengambilan data yang dilaksanakan secara pengamatan langsung ke lapangan di PT PLN (Persero) UPK Sebalang pada generator circuit breaker (GCB) unit 1 . Data-data yang diperlukan antara lain data pengujian generator circuit breaker unit 1 UPK Sebalang, dan data Spesifikasi generator circuit breaker. Data-data yang di perlukan dalam proses pembuatan laporan ini di peroleh dari; Metode Observasi, Metode Literature /

Dokumentasi, Metode Interview / Wawancara.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Pengukuran Generator Circuit Breaker Sebelum Maintenance.

Pada PLTU Sebalang terdapat 2 unit pembangkit listrik yang berkapasitas masing-masing 110 MW dan memiliki 2 unit generator circuit breaker. Data yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah data yang diambil dari generator circuit breaker merek AREVA pada unit 1. Berikut adalah spesifikasi generator circuit breaker yang diperoleh dari name plate generator circuit breaker Unit 1 PT. PLN (Persero) UPK Sebalang.



GENERATOR CIRCUIT BREAKER FKG2S 20BAC01GS001	
RATED MAXIMUM VOLTAGE	12.8 kV
RATED FREQUENCY	50 Hz
RATED CONTINUOUS CURRENT	AT 40°C 6.8 kA
RATED FULL-WAVE IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE	PEAK 125 kV
RATED SHORT-CIRCUIT DUTY CYCLE	CO-30min-CO
RATED SHORT-CIRCUIT CURRENT, SYMMETRICAL	63 kA
DC COMPONENT OF THE RATED SHORT-CIRCUIT CURRENT	75 %
MAXIMUM ASYMMETRICAL SHORT-CIRCUIT PEAK CURRENT	220 kA
SHORT-TIME CURRENT	63 kA 3 s
ASSIGNED OUT-OF-PHASE SWITCHING CURRENT	31.5 kA
INTERRUPTING TIME	60 ms
SF6 GAS ABSOLUTE PRESSURE	850 kPa
(Relative pressure at 20° C, 1 013 hPa)	750 kPa
MASS OF SF6 GAS	9 kg
TOTAL MASS OF CIRCUIT BREAKER	3 295 kg
INSTRUCTION BOOK NUMBER	DS 304
MANUFACTURER'S SERIAL N°	91 031 0010 02
YEAR OF MANUFACTURE	2010

Gambar 1. Spesifikasi Generator AREVA
Sumber: Nameplate GCB

3.2. Data Pengukuran Generator Circuit Breaker Sebelum Maintenance.

Kinerja *circuit breaker* dapat dilihat dari pengujian yang terdiri dari beberapa indikator antara lain; pengujian *open* dan *close timing* pada *generator circuit breaker*, pengujian *contact resistance* pada *generator circuit breaker*, serta pengujian tahanan isolasi pada *generator circuit breaker*.

3.2.1. Data Pengujian *Open dan Close Timing* sebelum Maintenance.

Hasil pengujian *open* dan *close timing* sebelum *maintenance* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Hasil pengujian circuit breaker open dan close timing sebelum maintenance.

Sumber: Data sekunder diolah

Meas	Open Time	Open Sync	Ket.	Meas	Closing time	Closing sync	Ket.
R	32,80	0,4	N	R	105,90	2,30	N
S	32,40		N	S	105,50		N
T	32,70		N	T	103,60		N

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa kondisi opening time pada Genatrator Circuit Breaker (GCB) memiliki kinerja yang baik sesuai standar SPLN no 52-1 1983 saat opening time dengan batas maksimum sebesar 60 ms . Hal itu ditunjukkan dari hasil pengujian angka maksimum opening time sebesar 32.80 ms.

Selanjutnya untuk keserempakan kontak dapat dihitung dengan membandingkan selisih nilai tertinggi dengan nilai terendah. Berdasarkan standar yang ditetapkan selisih waktu yang diizinkan adalah < 10 mili detik. Berikut adalah hasil perhitungan keserempakan kontak GCB:

$$\Delta_{\text{open}} = 32,80 \text{ ms} - 32,40 \text{ ms} = 0,4 \text{ ms}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan terhadap rata-rata keserempakan kontak pemutus tenaga pada GCB masih memenuhi standar. Nilai keserempakan kontak pada saat open (membuka) telah memenuhi standar yang ditetapkan.

Selain itu jika dilihat pada Tabel 1, kondisi closing time pada Generator Circuit Breaker (GCB) memiliki kinerja yang baik sesuai standar SPLN no 52-1 1983 saat closing time dengan batas maksimum sebesar 110 ms. Hal itu ditunjukkan dari hasil pengujian angka maksimum closing time sebesar 105,90 ms.

Selanjutnya untuk keserempakan kontak dapat dihitung dengan membandingkan selisih nilai tertinggi dengan nilai terendah. Berdasarkan standar yang ditetapkan selisih waktu yang diizinkan adalah < 10 mili detik. Berikut adalah hasil perhitungan keserempakan kontak GCB.

$$\Delta_{\text{close}} = 105,90 \text{ ms} - 103,60 \text{ ms} = 2,30 \text{ ms}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan terhadap keserempakan kontak pemutus

tenaga pada GCB masih memenuhi standar. Nilai keserempakan kontak pada saat close (menutup) telah memenuhi standar yang ditetapkan.

3.2.2. Data Pengujian Contact Resistance sebelum Maintenance.

Pengujian tahanan kontak dilakukan untuk mengetahui nilai resistansi pada GCB yang diakibatkan adanya titik-titik sambungan yang menyebabkan ketidak seimbangan arus listrik dan timbulnya rugi-rugi daya. Semakin besar nilai tahanan kontak maka akan semakin besar rugi daya yang ditimbulkan dan berpengaruh pada pralatan lain. Berikut adalah tabel 4.2 yang menampilkan data hasil pengujian tahanan kontak resistansi. Sesuai dengan standar manual book GCB merek Areva, nilai maksimum tahanan kontak resistansi yang diizinkan adalah $\leq 7 \mu\Omega$.

Tabel 2. Hasil pengujian contact resistance sebelum maintenance.

Sumber: Data sekunder diolah

Meas	I DC	I AC	R	Assessment
R	100,29 A	10,557 mV	19,9 $\mu\Omega$	abnormal
S	99,71 A	14,935 mV	9,7 $\mu\Omega$	abnormal
T	99,82 A	8,540 mV	12,1 $\mu\Omega$	abnormal

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai tahanan kontak resistansi pada circuit breaker mengalami kondisi abnormal, maka dalam kondisi ini GCB memerlukan maintenance untuk meningkatkan kinerja pada GCB, supaya tidak terjadi kegagalan fungsi pada GCB tersebut.

3.2.3. Data Pengujian Tahanan Isolasi GCB sebelum Maintenance.

Pengukuran tahanan isolasi atau tahanan kebocoran (leakage resistance) merupakan metode nondestructive untuk menentukan kondisi isolasi dari peralatan dalam hal ini circuit breaker, pengukuran dilakukan antara bagian fasa dengan ground dalam kondisi open dan close. Semakin besar nilai tahanan isolasinya maka akan semakin baik.

Jika nilai tahanan isolasinya rendah ditakutkan akan adanya kegagalan isolasi pada pemutus tenaga. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur megger dengan tegangan uji 5000 VDC. Berikut ini

adalah tabel 4.3 yang menampilkan data hasil pengukuran tahanan isolasi generator circuit breaker kondisi *open* dan *close* sebelum *maintenance*.

Tabel 3. Hasil pengujian tahanan isolasi kondisi *open* dan *close* sebelum *maintenance*.
 Sumber: Data sekunder diolah

Meas	Open time	Open sync	Ket.	Meas	Closing time	Closing sync	Ket.
R	32,30	0,20	N	R	104,30	1,80	N
S	32,20		N	S	102,50		N
T	32,40		N	T	103,60		N

Adapun untuk mengetahui standar harga minimal hasil pengukuran tahanan isolasi suatu peralatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan sebagai berikut:

Berikut nilai minimum tahanan isolasi pada generator circuit breaker:

$$R = \frac{(1.000 \cdot 13.800 \text{ V})}{5.000 \text{ V}} \times 13.800 \text{ V} \cdot 2,5$$

$$R = \frac{13.800.000 \text{ V}}{5.000 \text{ V}} \times 13.800 \text{ V} \times 2,5$$

$$R = 2.760 \text{ V} \times 13.800 \text{ V} \times 2,5$$

$$R = 95.220.000 \Omega \text{ dibulatkan menjadi } 1\text{G}\Omega$$

Setelah melihat data Tabel 4.3 dan mengetahui hasil dari perhitungan nilai minimum di atas, terlihat bahwa generator circuit breaker masih dalam keadaan normal dan memenuhi standar pada tahanan isolasinya dikarenakan nilai tahanan generator circuit breaker masih jauh di atas nilai minimum sesuai perhitungan di atas yaitu 1 GΩ.

3.3. Data Pengukuran Generator Circuit Breaker Setelah Maintenance.

Berikut merupakan data hasil pengujian pada generator circuit breaker setelah dilakukannya *maintenance* terlihat bahwa adanya keadaan *normal* pada nilai resistansinya.

3.3.1. Data Pengujian Open dan Close Timing Setelah Maintenance.

Berikut merupakan Tabel 4.4 yang diperoleh saat pengujian keserempakan circuit breaker posisi close:

Tabel 4. Hasil Pengujian *Open* dan *Close Timing* setelah *Maintenance*.

Sumber: Data sekunder diolah, 2021

Terminals	CB in OPEN position			CB in CLOSE position				
	Tested	Ground	Pole A	Pole B	Pole C	Pole A	Pole B	Pole C
TRAFOSIDE	GEN SIDE	20,1 GΩ	10,6 GΩ	16,9 GΩ	11,7 GΩ	96,0 GΩ	83,3 GΩ	

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa kondisi *opening time* pada Generator Circuit Breaker (GCB) memiliki kinerja yang baik sesuai standar SPLN no 52-1 1983 saat *opening time* dengan batas maksimum sebesar 60 ms. Hal itu ditunjukkan dari hasil pengujian angka maksimum *opening time* sebesar 32.40 ms. Selanjutnya untuk nilai keserempakan kontak dapat dihitung dengan membandingkan selisih nilai tertinggi dengan nilai terendah. Berdasarkan standar yang ditetapkan selisih waktu yang diizinkan adalah < 10 mili detik. Berikut adalah hasil perhitungan keserempakan kontak GCB:

$$\text{Atopen} = 32,40 \text{ ms} - 32,20 \text{ ms} = 0,20 \text{ ms}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan rata-rata keserempakan kontak pemutus tenaga pada GCB masih memenuhi standar. Nilai keserempakan kontak pada saat *open* (membuka) telah memenuhi standar yang ditetapkan, sehingga setelah dilakukan *maintenance* nilai selisih perbandingan keserempakan kontak mengalami peningkatan terhadap kinerja GCB yakni 0,20 ms.

Sedangkan kondisi closing time pada Generator Circuit Breaker (GCB) terlihat memiliki kinerja yang baik sesuai standar SPLN no 52-1 1983 saat closing time dengan batas maksimum sebesar 110 ms . Hal tersebut ditunjukkan dari hasil pengujian angka maksimum closing time sebesar 104,30 ms.

Selanjutnya, untuk keserempakan kontak dapat dihitung dengan membandingkan selisih nilai tertinggi dengan nilai terendah. Berdasarkan standar yang ditetapkan selisih waktu yang diizinkan adalah < 10 mili detik. Berikut adalah hasil perhitungan keserempakan kontak GCB:

$$\text{Atclose} = 104,30 \text{ ms} - 102,50 \text{ ms} = 1,80 \text{ ms}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan terhadap keserempakan kontak pemutus tenaga pada GCB masih memenuhi standar. Nilai keserempakan kontak pada saat close (menutup) telah memenuhi standar yang ditetapkan, namun setelah dilakukan maintenance nilai selisih perbandingan keserempakan kontak mengalami peningkatan terhadap kinerja GCB yakni 1,80 ms.

3.3.2. Data Pengujian Contact Resistance Setelah Maintenance.

Pengujian tahanan kontak dilakukan untuk mengetahui nilai resistansi pada GCB yang diakibatkan adanya titik-titik sambungan yang menyebabkan ketidak seimbangan arus listrik dan timbulnya rugi daya. Semakin besar nilai tahanan kontak maka akan semakin besar rugi daya yang ditimbulkan dan berpengaruh pada pralatan lain. Berikut adalah tabel 4.5 yang memuat data hasil pengujian tahanan kontak resistansi.

Tabel 5. Hasil pengujian *contact resistance* setelah *maintenance*.
 Sumber: Data sekunder diolah, 2021

Meas	I DC	I AC	R	Assessment
R	99,79 A	12,805 mV	4,7 μΩ	normal
S	110,25 A	13,012 mV	3,8 μΩ	normal
T	99,68 A	11,263 mV	4,1 μΩ	normal

Sesuai dengan standar *manual book* GCB merek Areva, nilai maksimum tahanan kontak resistansi yang diizinkan sebesar ≤ 7 μΩ. Dari tabel 4.5 dapat dilihat bahwa nilai tahanan kontak resistansi pada *circuit breaker* setelah dilakukannya *maintenance* mengalami peningkatan pada kinerja GCB yang menghasilkan nilai tahanan kontak resistansi memenuhi standar yang diizinkan dengan nilai tertinggi yakni sebesar 4,7μΩ.

3.3.3. Data Pengujian Tahanan Isolasi GCB Setelah Maintenance

Pengukuran tahanan isolasi atau tahanan kebocoran (*leakage resistance*), merupakan metode nondestructive untuk menentukan kondisi isolasi dari peralatan dalam hal ini *circuit breaker*, pengukuran dilakukan antara bagian fasa dengan ground dalam kondisi open maupun close. Semakin besar nilai tahanan isolasinya, maka akan semakin baik.

Tabel 6. Hasil pengujian Tahanan Isolasi GCB Open dan Close setelah *Maintenance*.
 Sumber: Data sekunder diolah, 2021

Terminals	Grouped	CB in OPEN position			CB in CLOSE position		
		Pole A	Pole B	Pole C	Pole A	Pole B	Pole C
TRAFO SIDE	GEN	28,43 GΩ	13,72 GΩ	19,73 GΩ	20,80 GΩ	109,51 GΩ	100,30 GΩ
	SIDE						

Jika nilai tahanan isolasinya rendah dikhawatirkan akan terjadi kegagalan isolasi pada pemutus tenaga. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur megger dengan tegangan uji 5000 VDC. Berikut ini adalah Tabel 4.6 yang menampilkan data hasil pengukuran tahanan isolasi generator *circuit breaker* kondisi open dan close sebelum *maintenance*.

Adapun untuk mengetahui standar harga minimal, hasil pengukuran tahanan isolasi suatu peralatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan sebagai berikut.

Berikut nilai minimum tahanan isolasi pada *generator circuit breaker*.

$$R = \frac{(1.000 \cdot 13.800 \text{ V})}{5.000 \text{ V}} \times 13.800 \text{ V} \cdot 2,5$$

$$R = \frac{13.800.000 \text{ V}}{5.000 \text{ V}} \times 13.800 \text{ V} \times 2,5$$

$$R = 2.760 \text{ V} \times 13.800 \text{ V} \times 2,5$$

$$R = 95.220.000 \text{ } \Omega \text{ dibulatkan menjadi } 1\text{G}\Omega$$

Setelah melihat data Tabel 4.6 dan mengetahui hasil dari perhitungan nilai minimumnya, terlihat bahwa *generator circuit breaker* masih dalam keadaan normal dan memenuhi standar pada tahanan isolasinya, dikarenakan nilai tahanan paling kecil di antara fasa pada *generator circuit breaker* masih jauh di atas nilai minimum sesuai perhitungannya yaitu sebesar 13,72 GΩ, namun setelah dilakukan *maintenance* pada *generator circuit breaker* terhadap tahanan isolasi mengalami peningkatan kinerja.

3.4. Hasil Analisa Pengujian

Hasil dari analisa pengujian pada *generator circuit breaker* yang diambil dari data pengujian rutin satu tahun sekali yang dilakukan di unit 1 UPK Sebalang, di mana ketika di temukannya nilai kinerja *generator circuit breaker* yang mengalami kerusakan

atau penurunan kinerja di bawah standar yang telah di tentukan dari *manual book* dan standar SPLN maka akan dilakukan *maintenance*, kemudian *generator circuit breaker* dilakukan pengujian kembali untuk mengetahui kelayakan operasi pada *generator circuit breaker* tersebut.

3.4.1. Analisa Keserempakan kontak posisi *Open*

Pada Tabel 7 dan Gambar 2 akan menyajikan perbandingan data sebelum dan setelah dilakukan *maintenance*. Dari hasil data pengukuran genenrator circuit breaker Tabel 4.7 dan Diagram 4.1, dapat dilihat bahwa kinerja pada generator circuit breaker unit 1 UPK Sebalang mengalami perubahan setelah dilakukan *maintenance*, sehingga kinerja terhadap keserempakan kontak open mengalami perubahan nilai kinerja menjadi lebih baik, awalnya nilai keserempakan kontak *open* tertinggi sebesar 32,8 ms dengan perbedaan kontak terendah sebesar 0,40 ms, menjadi nilai tertingginya sebesar 32,4 dengan perbedaan kontak terendah sebesar 0,20 ms.

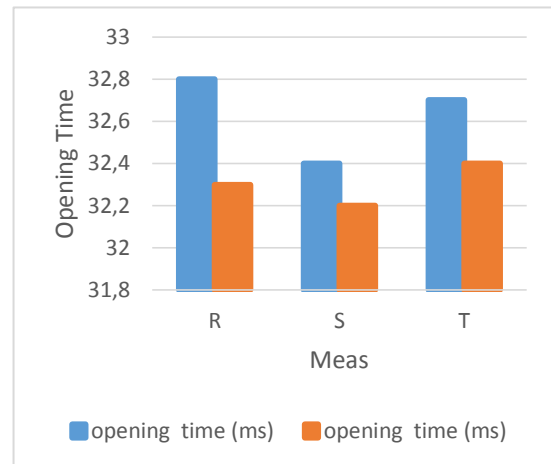
Dari hasil data pengukuran *generator circuit breaker* Tabel 4.7 dan Diagram 4.1, dapat dilihat bahwa kinerja pada *generator circuit breaker* unit 1 UPK Sebalang mengalami perubahan setelah dilakukan *maintenance*, sehingga kinerja terhadap keserempakan kontak *open* mengalami perubahan nilai kinerja menjadi lebih baik, awalnya nilai keserempakan kontak *open* tertinggi sebesar 32,8 ms dengan perbedaan kontak terendah sebesar 0,40 ms, menjadi nilai tertingginya sebesar 32,4 dengan perbedaan kontak terendah sebesar 0,20 ms.

Tabel 7. Perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* keserempakan kontak kondisi *open*

Sumber: Data sekunder diolah, 2021

Sebelum				Sesudah				Sebelum				Sesudah			
meas	Open time	Open sync	Ket	meas	Open time	Open sync	Ket	meas	Closing time	Closing sync	Ket	meas	Closing time	Closing sync	Ket
R	32,8	0,4	N	R	32,3	0,20	N	R	105,90	2,30	N	R	104,3	1,80	N
S	32,4		N	S	32,2		N	S	105,50		N	S	102,5		N

T	32,7	N	T	32,4	N
---	------	---	---	------	---



Gambar 2. Diagram perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* keserempakan kontak kondisi open

3.4.2. Analisa Keserempakan kontak posisi *Close*

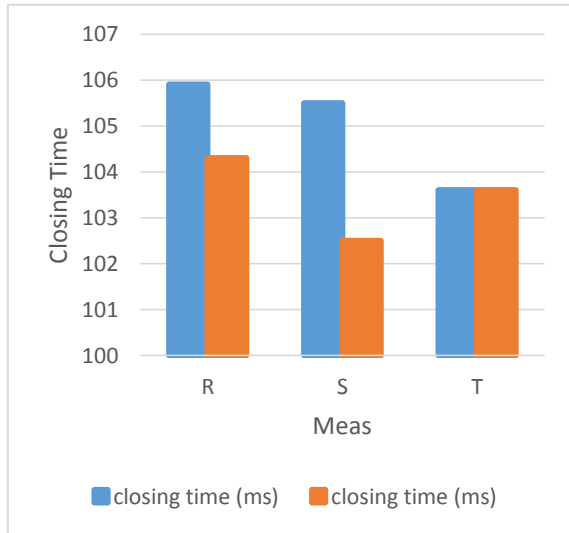
Berikut Tabel 8 dan Gambar 3 yang menyajikan perbandingan data sebelum dan setelah dilakukan *maintenance*. Dari hasil data pengukuran *generator circuit breaker* yang tercantum pada Tabel 8 dan Gambar 3 , dapat dilihat bahwa kinerja pada *generator circuit breaker* unit 1 UPK Sebalang mengalami perubahan setelah dilakukan *maintenance*.

Sehingga Kinerja terhadap keserempakan kontak *close* mengalami perubahan menjadi lebih baik setelah dilakukan *maintenance*, awalnya nilai keserempakan kontak *close* tertinggi sebesar 105,9 ms dengan perbedaan kontak terendah sebesar 2,30 ms, menjadi nilai tertingginya sebesar 104,3 ms dengan perbedaan kontak terendah sebesar 1,80 ms.

Tabel 8. Perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* keserempakan kontak kondisi *close*

Sumber: Data sekunder diolah, 2021

T	103,6	N	T	103,6	N
---	-------	---	---	-------	---



Gambar 3. Diagram perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* keserempakan kontak kondisi *close*

3.4.3. Analisa Tahanan Kontak Resistansi.

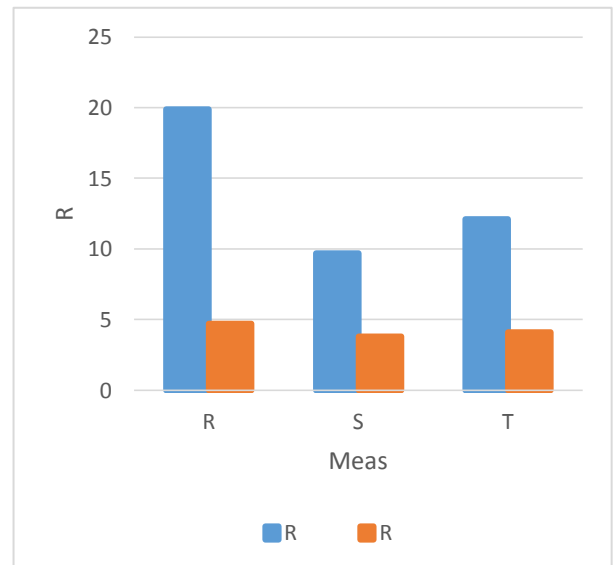
Berikut Tabel 9 yang menyajikan perbandingan data sebelum dan setelah dilakukan *maintenance*. Berdasarkan Tabel 4.9, kinerja nilai tahanan resistansi yang mengalami penurunan kinerja sesuai dengan standar *manual book* GCB merek Areva, nilai maksimum tahanan kontak resistansi yang diizinkan adalah $\leq 7 \mu\Omega$, pada awalnya hasil pengukurannya sebesar R:19,9 $\mu\Omega$, S:9,7 $\mu\Omega$, dan T:12,1 $\mu\Omega$, menjadi R:4,7 $\mu\Omega$, S:3,8 $\mu\Omega$, T:4,1 $\mu\Omega$, sehingga dapat dikatakan bahwa terjadi peningkatan kinerja dan perubahan keadaan *generator circuit breaker* yang berubah menjadi normal saat ini. Berikut Gambar 4 yang memuat perbandingan data sebelum dan setelah dilakukan *maintenance*.

Tabel 9. Perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* tahanan kontak resistansi.

Sumber: Data sekunder diolah, 2021

	Sebelum	Sesudah	CB in CLOSE position (Sebelum)			CB in CLOSE position (Setelah)		
			Pole A	Pole B	Pole C	Pole A	Pole B	Pole C
R	assessment	R	assessment	96,00 GΩ	83,30 GΩ	20,80 GΩ	109,51 GΩ	100,30 GΩ
	19,9 $\mu\Omega$	4,7 $\mu\Omega$		abnormal	normal			
	9,7 $\mu\Omega$	3,8 $\mu\Omega$		abnormal	normal			

12,1 $\mu\Omega$	abnormal	4,1 $\mu\Omega$	normal
------------------	----------	-----------------	--------



Gambar 4. Diagram perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* tahanan kontak resistansi

3.4.4. Analisa Tahanan Isolasi kontak

Berikut Tabel 10 dan Tabel 11 yang menampilkan perbandingan data sebelum dan setelah dilakukan *maintenance* saat posisi *open* dan *close*.

Tabel 10. Perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* tahanan isolasi kontak posisi *open*.

Sumber: Data sekunder diolah, 2021

Pole A	CB in OPEN position (Sebelum)		CB in OPEN position (Setelah)		
	Pole B	Pole C	Pole A	Pole B	Pole C
20,10 GΩ	10,65 GΩ	16,90 GΩ	28,43 GΩ	13,72 GΩ	19,73 GΩ

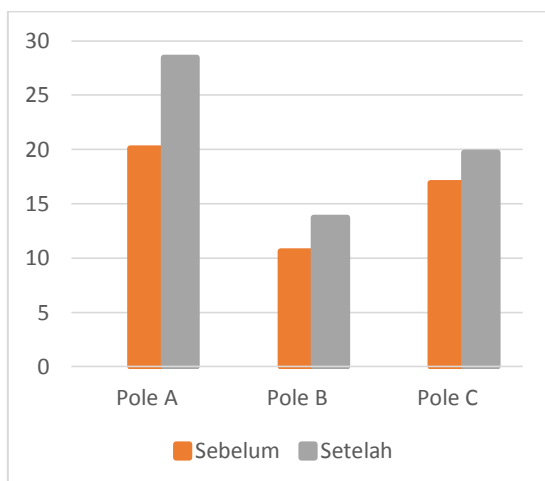
Tabel 11. Perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* tahanan isolasi kontak posisi *close*.

Sumber: Data sekunder diolah, 2021

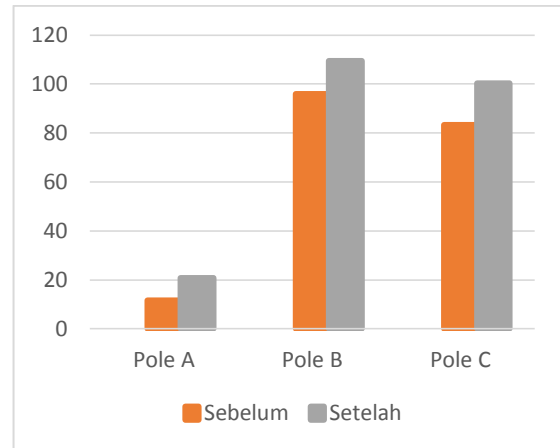
Dari data hasil pengukuran *generator circuit breaker* yang tercantum pada Tabel 4.10 dan 4.11, dapat terlihat bahwa kinerja pada

generator circuit breaker unit 1 UPK Sebalang mengalami perubahan setelah dilakukan *maintenance*, sehingga nilai kinerja terhadap tahanan isolasi mengalami perubahan nilai kinerja pada posisi *open* maupun *close*, awalnya nilai hasil pengukuran kondisi *circuit breaker open* sebesar R:20,10GΩ, S:10,65GΩ, dan T:16,90GΩ, namun setelah dilakukan *maintenance* menjadi R:28,43GΩ, S:13,72 GΩ, T:19,73μΩ, dan awalnya nilai hasil pengukuran kondisi *circuit breaker close* sebesar R:11,71 GΩ, S:96,00GΩ, dan T:83,30GΩ, dan setelah dilakukan *maintenance* menjadi R:2,80GΩ, S:109,51GΩ, T:100,30 GΩ.

Berikut data Tabel 10 dan Tabel 11 yang dikonversikan menjadi diagram batang untuk mengetahui perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* tahanan isolasi kontak posisi *open*.



Gambar 5. Diagram perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* tahanan isolasi kontak posisi *open*.



Gambar 6. Diagram perbandingan sebelum dan setelah *maintenance* tahanan isolasi kontak posisi *close*

4.Simpulan Dan Saran

4.1. Simpulan

Berdasarkan dari hasil analisa dan pembahasan diperoleh kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Kinerja GCB unit 1 PLTU Sebalang dilakukan *maintenance* pada bulan Desember meunjukkan hasil nilai resistansi R1 4,7μΩ, R2 3,8μΩ, R3 4,1 μΩ, dimana nilai tersebut dalam keadaan normal
2. Hasil analisis pengujian kinerja GCB unit 1 PLTU Sebalang mengalami perubahan setelah dilakukan *maintenance*, sehingga nilai kinerja terhadap keserempakan kontak, nilai resistansi, dan tahanan isolasi mengalami perubahan nilai kinerja pada posisi *open* maupun *close* hal ini menunjukkan nilai kinerja dalam keadaan baik.
3. Dari hasil analisis pengujian kinerja GCB setelah dilakukan *maintenance* mengalami peningkatan, terhadap:
 - a. keserapakan kontak untuk posisi open sebesar 50%, posisi close sebesar 46%.
 - b. nilai resistansi phase R sebesar 23,5%, nilai resistansi phase S sebesar 38,7%, serta nilai resistansi phase T sebesar 33,8%.
 - c. tahanan isolasi untuk posisi open phase R 1,4%, phase S 1,2%, dan phase T sebesar 1,1%. Sedangkan untuk nilai tahanan isolasi posisi close phase R 1,8%, phase S 1,1%, phase T 1,2%, Nilai tersebut menunjukkan

perbaikan dari nilai sebelum dilakukan perbaikan.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang diberikan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya jadwal maintenance secara berkala agar life time dari peralatan tersebut sesuai standar.
2. Perlu adanya SOP tentang perawatan generator circuit breaker untuk menjadi panduan dalam melaksanakan maintenance.
3. Perlunya adanya kajian lebih lanjut tentang manfaat perawatan generator circuit breaker di PLTU Sebalang.

Daftar Pustaka

- Bobdey D S, A A Bhole, 2014, *Dynamic Contact Resistance Measurement on HV Circuit Breaker*, International Journal of Engineering Research and Technology (IJRET) Volume 3.
- Braun, Dieter & Cavaliere, Giosafat & Dahinden, Kurt & Palazzo, Mirko. (2012). *Generator Circuit-Breakers – Application Guide - Edition 2*.
- D Ingle Amrapali, Warsha Kandtikar, 2017, *Electronic Circuit Breaker*, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume 04.
- Pamungkas, F. A. (2015) *Inspeksi Pemutus Tenaga (PMT) pada Transformator Daya di Gardu Induk Keramasan*. (Tesis). Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Perusahaan Listrik Negara. (2009). *Buku Petunjuk Pemutus Tenaga (PMT)*.
- Perusahaan Listrik Negara. (2009). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- Priyono, S. (2009). *Koordinasi Sistem Proteksi Trafo 30 MVA Di Gardu Induk 150*.
- Sethi Harshita, Shivani Ashra, Sukriti Lal, 2013, *A Case Study Hybrid Circuit Breaker*, The International Journal of Engineering and Science Volume 2 Page 37-40
- Sharma Snigdha, Hemant Bharadwaj, 2012, *How To Maintain SF6 Circuit Breaker*, International Journal of Scientific Research Engineering and Technology (IJSRET) Volume 1, ISSN 2278- 0882.
- SPLN 59. 1985. *Keandalan Sistem Pada Distribusi 20 KV dan 6KV*. Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara. Halaman 11 – 12.
- Yoshida, D., & Lacorte, M. (2018). *Generator Circuit Breakers*. *CIGRE Green Books*, 271–294. doi:10.1007/978-3-319-72538-3_8.