

PEMULIHAN GANGGUAN *SHORT CIRCUIT* KE TANAH PADA ROTOR GENERATOR PLTU SUGE UNIT 2 2×16.5 MW DENGAN METODE BRAZING PADA LEADBUS ROTOR

Luki Septya Mahendra^{1,*}, Afnan Arif Suryanto², Bagiyo Herwono², Yussi Anggraini², Evi Nafiatu Solikhah², dan Jauharotul Maknunah³

¹Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

²Universitas Billfath Lamongan

³Politeknik Negeri Indramayu

*Email: lukiseptya@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received date:

8 August 2022

Received in revised form date:

12 October 2022

Accepted date

7 November 2022

Available online date

10 November 2022

Abstract

The Electric Steam Power Plan (PLTU) of Suge Unit 2, Belitung, on July 21, 2020 trip and unable to operate. It has an impact on the electricity supply deficit in the Bangka Belitung Islands area. So, in this study, field inspections and measurements of rotor insulation resistance and rotor winding resistance were carried out to analyze disturbances. From the inspection results, there is a tripping ground fault relay and from the measurement results the rotor insulation and rotor winding resistance are below the IEEE standard so that a short circuit to ground can be analyzed. A short circuit causes damage to the leadbus rotor. So it is necessary to restore interference in the form of splicing using the brazing method. This method is to connect the leadbus by means of Torch Heating. This method was chosen because it is the most common for the purpose of splicing metal materials and in accordance with PLTU conditions. After connecting the sizes, extra insulation of the rotor and the resistance of the rotor windings. The measurement results are in accordance with the IEEE standard. The overall condition of the generator rotor can still be operated but there is also a potential that needs to be followed up in the nearest future to carry out comprehensive generator rotor maintenance.

Keywords: The Fault Recovery, Rotor Generator, Insulation Resistanc, Winding Resistance, Short circuit to ground, Brazing

Kata kunci:

Pemulihan

Rotor generator

Tahanan isolasi

Tahanan belitan

Short circuit ke tanah

Brazing

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Suge Unit 2 Kabupaten Belitung pada tanggal 21 Juli 2020 mengalami gangguan pada generator yang berakibat tidak dapat beroperasi. Akibatnya berdampak pada defisit pasokan listrik pada daerah Kepulauan Bangka Belitung. Sehingga pada penelitian ini dilakukan inspeksi ke lapangan dan pengukuran tahanan isolasi rotor dan tahanan belitan rotor untuk analisa gangguan. Dari hasil inspeksi terdapat pengaman *ground fault* yang *trip* dan dari hasil pengukuran nilai isolasi dan tahanan belitan rotor adalah dibawah standar IEEE sehingga dapat dianalisa terjadi short cicuit ke tanah. *Short circuit* mengakibatkan kerusakan pada *leadbus* rotor. Sehingga perlu dilakukan pemulihan gangguan berupa penyambungan dengan menggunakan metode *brazing*. Metode ini yaitu dengan menyambungkan *leadbus* dengan cara *Torch Heating*. Cara ini dipilih karena yang paling umum untuk keperluan penyambungan bahan metal dan sesuai dengan kondisi PLTU. Setelah dilakukan penyambungan diukur kembali tahanan isolasi rotor dan tahanan belitan rotor. Dari hasil pengukuran pasca pemulihan sudah sesuai dengan standar IEEE. Secara garis besar kondisi rotor generator

masih bisa dioperasikan namun perlu dilakukan perawatan rotor generator secara menyeluruh dalam waktu dekat.

1. PENDAHULUAN

Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap, dll. Generator perlu pemeliharaan yang bersifat rutin ataupun terjadwal, namun tidak menutup kemungkinan generator mengalami gangguan yang bersifat darurat sehingga perlu dilakukan pemulihan untuk mengembalikan generator menjadi normal. Pemeliharaan dibagi menjadi 4 jenis, yaitu *Predictive Maintenance*, *Preventive Maintenance*, *Corrective Maintenance*, *Breakdown Maintenance* [1]. Sedangkan pemulihan akibat gangguan masuk pada *Breakdown Maintenance*. Seperti yang terjadi di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Suge Unit 2 Kabupaten Belitung yang sebelumnya beroperasi normal, lalu mengalami gangguan pada generator yang mengakibatkan PLTU Suge Unit 2 *trip* dan tidak dapat beroperasi.

Sehingga dilakukan pengukuran tahanan isolasi rotor dan tahanan belitan rotor untuk data *troubleshooting*. Pada penelitian Effendi dan Handoyo [2], penulis meneliti pengukuran tahanan isolasi pada *circuit breaker outgoing* kubikel 20kV sebagai *Preventive Maintenance*, dimana tahanan isolasi diukur untuk mengetahui ada atau tidaknya kebocoran arus yang terjadi antara bagian yang bertegangan dan terhadap tanah. Pada penelitian yang dilakukan AS dan Baihaqi [3], penulis melakukan inspeksi pada motor induksi tiga fasa, salah satunya melakukan pengujian tahanan isolasi rotor. Tujuannya untuk mengetahui besar isolasi pada motor untuk menghindari terjadinya *direct contact* seperti *short circuit* atau *ground fault* menggunakan standar *The Electrical Apparatus Service Association, Inc. (EASA)* [4]. Adapun penelitian pada Generator 200 MW PLTU Pangkalansusu [5], penulis melakukan pengukuran tahanan isolasi untuk *Preventive Maintenance* agar tidak terjadi defisitnya pasokan. Sehingga pada penelitian ini melakukan pengukuran tahanan isolasi untuk mengetahui gangguan sebagai langkah awal dari pemulihan atau *Breakdown Maintenance* yang belum dilakukan pada penelitian sebelumnya.

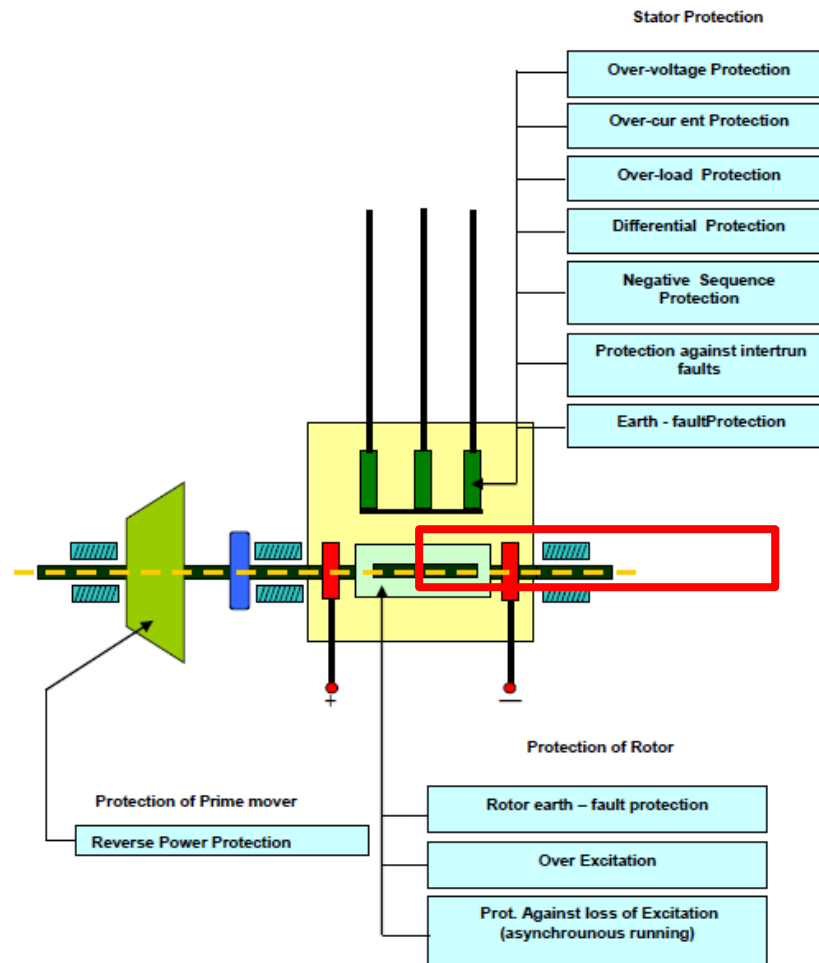
Gangguan yang terjadi setelah dilakukan pengukuran tahanan isolasi belitan rotor yang bernilai dibawah standar *Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE)*, dapat dianalisa terjadi *short circuit* ke tanah atau *ground fault*. Akibat dari gangguan tersebut PLTU berdampak pada defisit pasokan listrik pada daerah Kepulauan Bangka Belitung, maka perlu dilakukan pemulihan atau *Breakdown Maintenance* pada rotor. Pemulihan rotor ini harus dilakukan dengan penyambungan *leadbus* yang patah akibat *short circuit*. Metode dalam penyambungan ada beberapa metode. Salah satunya yang paling sering digunakan adalah metode *brazing*, yaitu metode yang mampu digunakan dalam segala macam celah dan sambungan serta memiliki kekuatan batas menengah, kekerasan rendah, dan hasil pengelasannya relatif halus [6]. Sehingga metode ini cocok digunakan pada penelitian ini karena memerlukan metode yang cepat dan umum digunakan agar dapat dioperasikan kembali dengan segera.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini pada PLTU Suge Unit 2 menggunakan generator sinkron yang pengkonversian energi dari energi mekanik ke energi listrik. Energi ini dihasilkan oleh putaran kumparan rotor yang memotong medan elektromagnetik di stator, sehingga kemudian menyebabkan timbulnya gaya gerak listrik (GGL). Dikatakan generator sinkron karena kecepatan putaran rotornya sama dengan kecepatan putaran medan magnet pada stator. Kumparan medan generator sinkron terletak di bagian rotor, sedangkan kumparan jangkar berada di stator [7]. Induksi elektromagnetik yang terjadi adalah aplikasi dari Hukum Faraday yang menyatakan: “Jika sebuah penghantar memotong garis-garis gaya dari sebuah medan magnetik (flux) yang konstan, maka pada penghantar tersebut akan timbul GGL” [7], [8]. Generator yang merupakan mesin listrik berputar juga perlu dilakukan pemeliharaan. Tujuan pemeliharaan adalah untuk mencegah terjadinya gangguan pada saat unit beroperasi, sehingga tidak mengakibatkan kerusakan yang lebih besar/fatal. Kerusakan terbesar pada mesin listrik berputar disebabkan oleh *Thermal, Electrical, Ambient, Mechanical (TEAM)* [9].

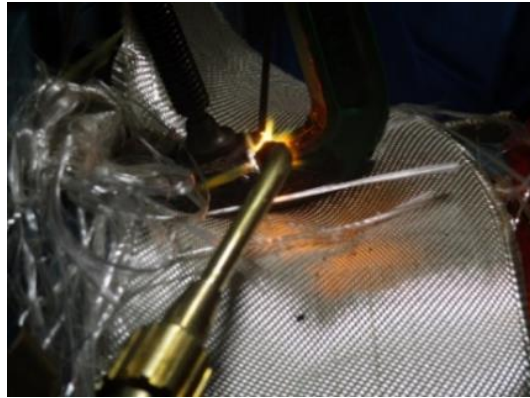
Pada tanggal 21 Juli 2020 PLTU Suge Unit 2 mengalami gangguan generator, sehingga pada penelitian ini menganalisa bahwa terjadi gangguan *Electrical (short circuit ke tanah pada rotor)* dan *Mechanical (vibrasi)*. Hal itu diketahui dari sistem proteksi generator yang telah terpasang dan hasil

pengukuran isolasi dan tahanan belitan rotor, sehingga mempermudah *troubleshooting*. Sistem proteksi generator pada PLTU Suge Unit 2 berfungsi untuk melindungi generator dari adanya gangguan, baik gangguan luar maupun gangguan yang berasal dari dalam, sehingga generator dapat terhindar dari kerusakan. Adapun jenis-jenis proteksi yang biasa terpasang pada generator, yang ditunjukkan pada Gambar 1.



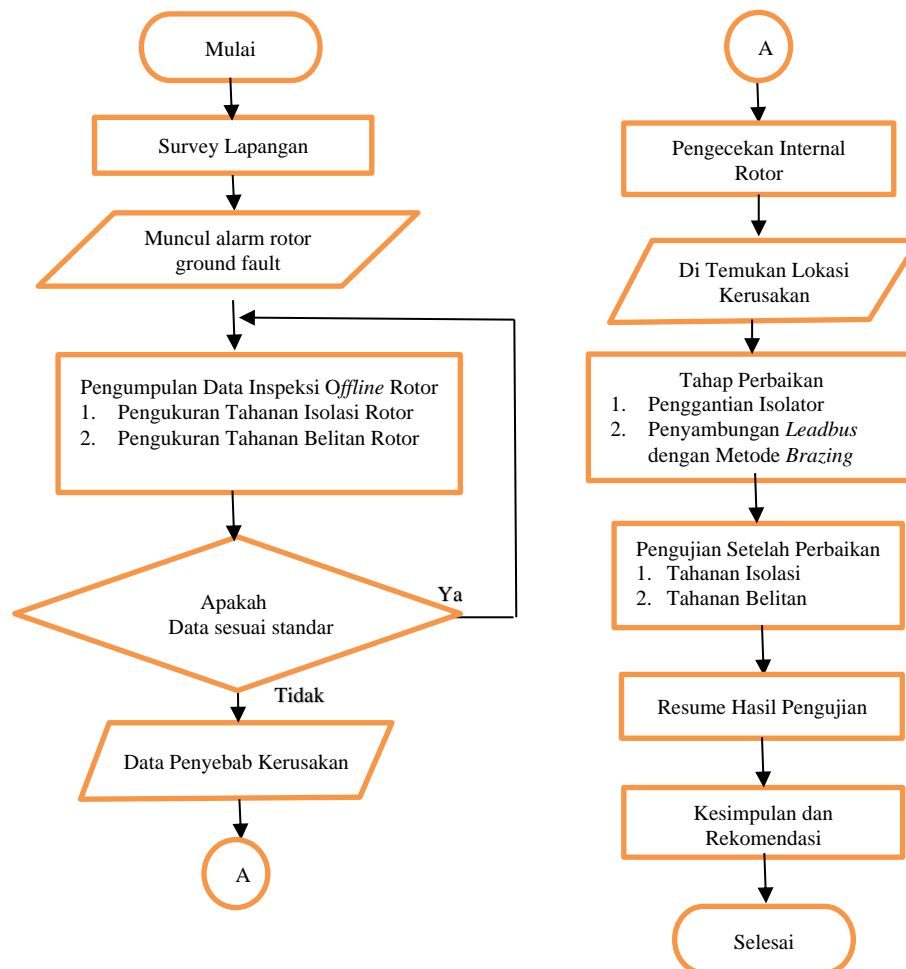
Gambar 1. Sistem Proteksi Generator

Akibat dari gangguan *short circuit* ke tanah pada rotor, *leadbus* pada rotor mengalami kerusakan. Sehingga perlu disambung dengan metode *brazing*. *Brazing* didefinisikan sebagai sekelompok proses pengelasan dimana perpaduan antara proses pemanasan dengan temperature *brazing* adalah 450°C – 900°C dan dengan menggunakan logam pengisi non besi yang memiliki titik leleh di bawah metalnya. Keberhasilan setiap operasi *brazing* tergantung pada celah yang harus relatif kecil dan permukaan yang bebas dari oksida dan zat kontaminasi lainnya. Logam pengisi patri harus memenuhi fluiditas yang cukup sehingga logam mengalir merata oleh daya kapilaritas. Serta titik lebur yang sama dengan jenis logam yang akan digabung [6]. Aplikasi pemanasan untuk keperluan *Brazing* dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode *Torch Heating* seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Pada penelitian ini menggunakan teknik ini, karena merupakan yang paling umum untuk keperluan mematri. Campuran gas yang digunakan adalah berupa asetilin, udara, gas oksigen, atau *oxyhydrogen*.



Gambar 2. Torch Heating pada proses penyambungan leadbus

Penelitian ini dilakukan dengan berbagai langkah kerja yang sistematis sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Adapun langkah – langkah yang digunakan dalam penelitian ini dilihat dalam *flowchart* penelitian pada Gambar 3. Penelitian ini dilaksanakan di PLTU Suge 2x16.5 MW di Desa Pegantungan, Badau, Belitung, Kepulauan Bangka Belitung pada bulan Juli 2020 – Agustus 2020.



Gambar 3. Flowchart Penelitian

Flowchart ditunjukkan pada Gambar 3. untuk menyelesaikan penelitian. Adapun spesifikasi dari generator PLTU Suge yang ditunjukkan pada Tabel 1. Tahapan yang pertama adalah Survey Lapangan untuk memperoleh data dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap gangguan pada rotor generator PLTU Suge. Yaitu didapatkan informasi munculnya alarm rotor *ground fault* pada panel proteksi generator. Hal ini karena vibrasi melebihi setting *trip*, dimana setting *trip* bernilai 80 μm namun vibrasi yang terjadi melebihi *setting trip* yaitu sebesar 133,67 μm . Tahap ketiga Pengumpulan Data,

meliputi inspeksi *Offline* berupa inspeksi visual dan pengambilan data pengukuran pada *equipment* yang berputar seperti rotor dan eksiter set. Lalu dilakukan pengecekan, apakah data sesuai dengan standar IEEE Publication 43, 2000, Nema.Std.AR-100 tentang nilai minimum tahanan isolasi dan tahanan belitan. Jika masih sesuai standar maka tidak perlu dilakukan perbaikan. Namun jika tidak sesuai standar maka dilakukan tahapan ke empat, yaitu Analisa Data yang sudah dikumpulkan. Sehingga didapat Data Penyebab Kerusakan. Selanjutnya maka dilakukan tahapan Pengecekan Internal Rotor dengan membongkar generator dengan melepas rotor serta melakukan pengecekan pada internal rotor. Maka di temukan Lokasi Kerusakan yaitu terdapat bekas *flash over* dan ditemukan *leadbus* rotor yang putus. Selanjutnya masuk ke Tahap Perbaikan, dengan melakukan penyambungan pada *leadbus* rotor generator menggunakan metode *brazing*. Setelah dilakukan perbaikan maka dilakukan Tahap Pengujian meliputi pengujian tahanan isolasi, pengujian tahanan belitan, AC *Impedant Test*, dan *Penetrant Check*. Maka setelah didapat data-data pengujian baru bisa dilakukan Analisa Hasil Pengujian sebagai acuan untuk memastikan hasil perbaikan dikatakan berhasil dan aman untuk dioperasikan kembali. Tahap terakhir adalah menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan rekomendasi untuk penelitian yang selanjutnya untuk memperbaiki kekurangan yang ada.

Tabel 1. Spesifikasi Generator PLTU Suge 2 x 16.5 MW

<i>Manufacture : Nanjing Turbine & Electric Machinery Tipe QFW – 16.5 -2C</i>			
Rating Daya	16.5 MW	Rating Arus	1067.4 A
Rating Daya Output	19.41 MVA	Frekuensi	50 Hz
Rating Kecepatan	3000 Rpm	Arus Eksitasi	300.75 A
Rating Tegangan	10.5 kV	Koneksi Belitan	Y
<i>Power Factor</i>	0.85	Berat	53.4 Ton

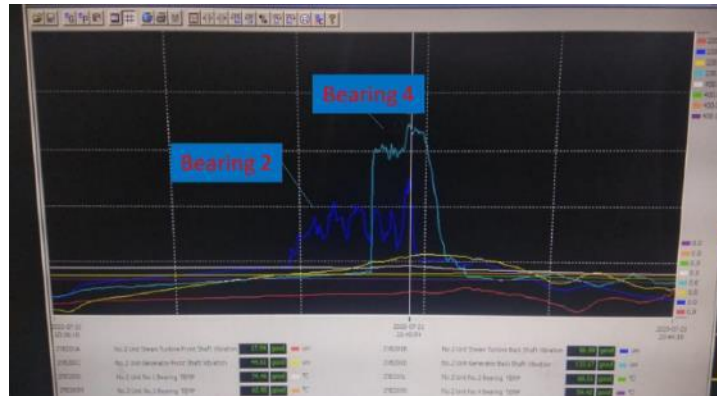
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Survei Lapangan

Dalam upaya memperoleh data maka dilakukan pengamatan secara langsung terhadap objek untuk mendapatkan informasi mengenai gangguan pada rotor generator PLTU Suge. Kondisi sebelum gangguan unit 1 dan unit 2 beroperasi dalam kondisi normal. Kemudian unit 2 terjadi vibrasi tinggi pada bearing 2 dan disusul terjadi vibrasi pada bearing 4 sehingga terjadi *trip*. Pada Tabel 2. menunjukkan kronologi gangguan pada unit 2 pada tanggal 21 Juli 2020 dan Gambar 4. Menampilkan survei visual vibrasi tinggi pada *bearing 2* dan *bearing 4*.

Tabel 2. Kronologi Gangguan Unit 2 PLTU Suge 21 Juli 2020

Pukul	Kejadian	Keterangan
20:39:21	Unit 2 <i>Trending</i> vibrasi <i>bearing</i> turbin dan generator no 2, 3, dan 4 mulai naik	
20:40:54	Unit 2 <i>Trip</i> (<i>Generator rear bearing vibration / Bearing 4</i>)	Vibrasi bearing 4 sebesar 133,67 μm dengan <i>setting trip</i> 80 μm . (terjadi <i>trip</i> karena vibrasi melebihi <i>setting trip</i>)
22:23:17	Percobaan start kembali	Pengambilan data vibrasi dan <i>visual check</i>
23:23:22	Unit 2 <i>On Grid</i>	Terjadi kenaikan vibrasi saat turbin generator mulai berbeban
23:44:00	Unit 2 <i>Trip</i> (<i>Generator rear bearing vibration / Bearing 4</i>)	Terjadi alarm <i>rotor ground fault</i>



Gambar 4. Kenaikan Vibrasi pada saat terjadi gangguan

Pada Gambar 4. bisa didapatkan informasi bahwa terdapat peningkatan grafik, yang artinya terjadi peningkatan vibrasi pada *bearing 2* dan *bearing 4*. Kejadian *trip* pertama terjadi vibrasi dengan vibrasi tertinggi pada *bearing 2* = 86,99 μm , dan *bearing 4* = 133,67 μm . Dengan *setting trip* adalah 80 μm . Setelah terjadi *trip* pada unit 2 dilakukan percobaan start kembali dan terjadi *trip* kembali akibat vibrasi tinggi pada *bearing 4*. Pada saat *trip* unit 2 ini juga ditemukan adanya alarm *rotor ground fault* sebagai proteksi pada rotor, sehingga dapat dikerucutkan terjadinya vibrasi disebabkan adanya permasalahan pada rotor generator. Pemasangan proteksi memudahkan *troubleshooting* gangguan. Sehingga langkah selanjutnya adalah dengan melakukan investigasi dan pengujian rotor generator.

3.2. INSPEKSI DAN PENGUJIAN GENERATOR

Pengujian mesin listrik dilakukan secara *Offline* pada penelitian ini, yaitu dilakukan saat dalam kondisi tidak beroperasi. Data uji pengukuran antara lain adalah:

3.2.1. Pengujian Tahanan Isolasi. Pengujian Tahanan Isolasi biasa disebut sebagai *Megger Test*. Menurut Standard IEEE Publication 43, 2000, Nema.Std.AR-100. Nilai minimum Tahanan Isolasi R_{\min} [10] :

$$R_{\min} = (U_n + 1) M\Omega \quad (1)$$

dimana U_n adalah *rating* tegangan belitan. Adapun rekomendasi tegangan pengujian pada IEEE Std. 43-2000 yang ditunjukkan pada Tabel 3.

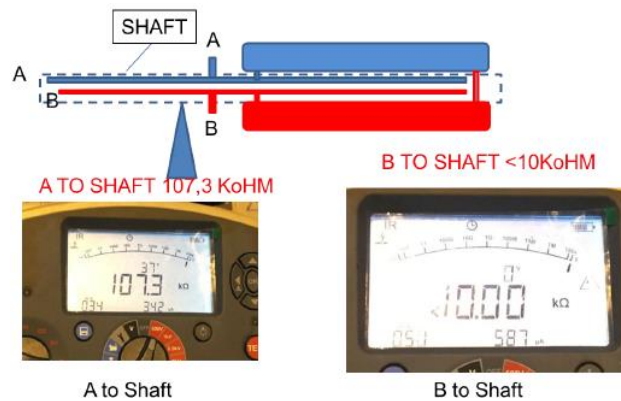
Tabel 3. Rekomendasi Tegangan pada Pengujian Tahanan Isolasi berdasarkan IEEE Std. 43-2000 [10]

<i>Winding Rated Voltage (V)</i>	<i>Insulation Resistance Test Direct Voltage (V)</i>
<1000	500
1000-2500	500-1000
2501-5000	1000-2500
5001-12,000	2500-5000
>12,000	5000-10,000

Berdasarkan Tabel 3 dan tegangan kerja pada Rotor PLTU Suge Belitung adalah 500 V, maka tegangan pengujian menggunakan 500 V DC. Pengujian tahanan isolasi dilakukan dengan menggunakan alat Megger MIT 1025. Pengujian dilakukan dengan melepas rangkaian *rotating dioda*, *winding rotor exciter*, dan *slip ring* pada rotor *Ground fault protection*, untuk mempersempit area penelusuran gangguan. Sehingga sistem yang diuji diilustrasikan pada Gambar 5.

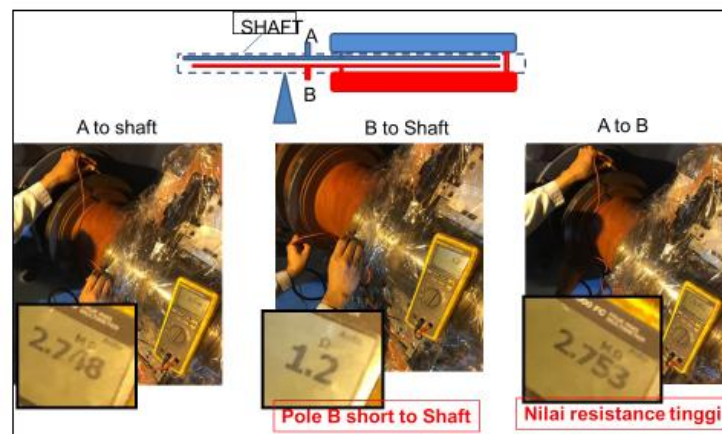
Hasil pengujian yang ditampilkan pada Gambar 6. menunjukkan tahanan isolasi yang sangat rendah. Tahanan isolasi Pole A terhadap shaft hanya terukur 107,3 k Ω . Tahanan isolasi Pole B terhadap shaft terukur <10 k Ω . Menurut Standard IEEE Publication 43, 2000, Nema.Std.AR-100. Nilai minimum Tahanan Isolasi adalah sesuai persamaan (1) yaitu dikarenakan tegangan kerja pada Rotor PLTU Suge Belitung 500V maka seharusnya minimum tahanan isolasinya adalah 1.5 M Ω . Hal ini mengindikasikan

adanya bagian circuit didalam rangkaian menuju winding rotor generator yang mengalami *short to ground*.



Gambar 5. Pengukuran Tahanan Isolasi Rotor

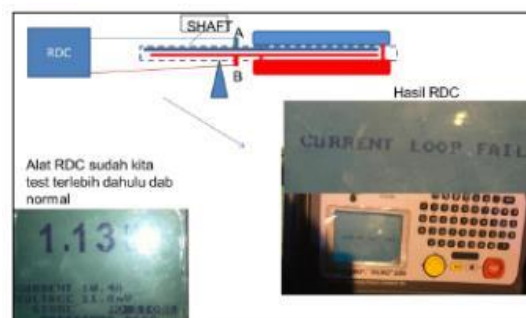
3.2.2. Pengujian Tahanan Belitan Rotor. Pengukuran tahanan belitan rotor menggunakan multimeter yang ditunjukkan pada Gambar 6. dan Megger *Digital Low Resistance Ohmmeter* (DRLO) yang ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 6. Pengukuran Tahanan Belitan Rotor menggunakan multimeter

Pengukuran seperti yang ditampilkan pada Gambar 6. dilakukan dengan menggunakan multimeter, dan terkonfirmasi *resistance winding* pole A-pole B sangat besar (2,753 MΩ). Serta terkonfirmasi juga tahanan isolasi pole B terhadap Shaft sangat rendah (1,2 Ω) dibanding pole Sehingga diindikasikan terjadi *short to ground*. Sedangkan A terhadap shaft bernilai sangat besar (2,748 MΩ).

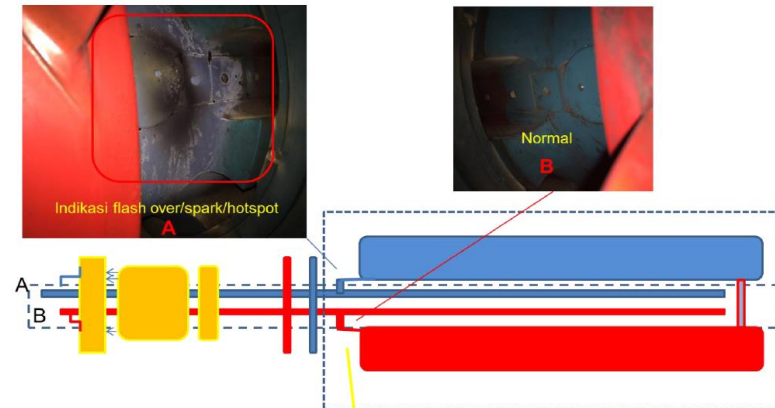
Pengukuran selanjutnya dengan menggunakan Megger DRLO. Dengan hasil pengujian seperti yang ditampilkan pada Gambar 7. Terkonfirmasi telah terjadi “*current loop fail*” yang mengindikasikan secara pasti bahwa telah terjadi *open circuit* pada belitan rotor generator.



Gambar 7. Pengukuran Tahanan Belitan Rotor menggunakan Megger DLRO

3.3. Pengecekan Internal Rotor

Pengecekan internal rotor dapat dilakukan dengan metode pembongkaran pada rotor atau dengan dilakukan pullout rotor generator. Didapati terjadi *flash over* pada leadbus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Tidak hanya terjadi *flash over*, koneksi *leadbus* pole A putus seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



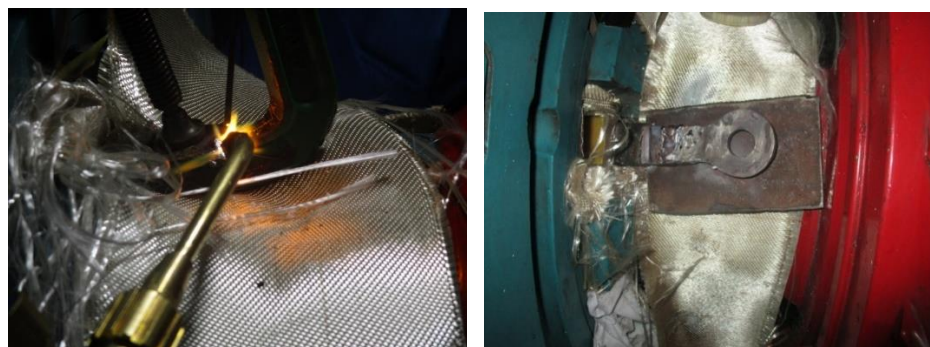
Gambar 8. Kondisi luar pada leadbus pole A dan B



Gambar 9. Kondisi koneksi *leadbus* pole A putus

3.4. Tahap Perbaikan

Setelah ditemukan lokasi kerusakan dan data kerusakan pada *leadbus* rotor generator sehingga menyebabkan *short circuit* maka langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan pada *leadbus*. Perbaikan menggunakan metode *brazing* dengan material *leadbus* menggunakan plat tembaga ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses penyambungan *leadbus* dengan metode *brazing*

Gambar 10 menunjukkan proses *brazing* dilakukan secara bertahap dengan menjaga suhu agar tidak terlalu panas sehingga tidak merusak isolasi pada rotor. Setelah penyambungan dilakukan re isolasi pada *leadbus*. Selanjutnya pemasangan baut pengunci dan dilakukan pengencangan menggunakan kunci torsi. Pada baut pengunci ditambahkan *lock* bertujuan agar tidak terjadi *looseness*.

3.5. Pengujian Setelah Perbaikan

Pengujian setelah perbaikan dilakukan untuk mengetahui hasil dari perbaikan leadbus dan dapat menentukan apakah rotor generator layak dioperasikan kembali. Berikut ini disajikan pengujian-pengujian yang dilakukan setelah perbaikan.

3.5.1. Pengujian Tahanan Isolasi. Pengujian tahanan isolasi dilakukan menggunakan alat Megger MIT 1025 dengan tegangan injeksi 500 V DC dan menunjukkan hasil 35 M Ω . Menurut Standard IEEE Publication 43, 2000, Nema.Std.AR-100. Nilai minimum Tahanan Isolasi adalah: $(Un + 1) M\Omega$ atau dikarenakan tegangan kerja pada Rotor PLTU Suge Belitung 500V maka minimum tahanan isolasi adalah 1.5 M Ω , dan dengan hasil pengujian tahanan isolasi diatas maka belitan rotor dapat dipastikan dalam keadaan baik. Pengujian tahanan isolasi setelah perbaikan ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Proses Pengujian tahanan isolasi setelah perbaikan

3.5.2. Pengujian Tahanan Belitan. Hasil pengujian Tahanan Belitan adalah 366 m Ω , yang ditampilkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian Tahanan Belitan setelah perbaikan

Hasil pengujian yang ditampilkan pada Gambar 12. menunjukkan hasil penyambungan *leadbus* cukup baik dengan membandingkan hasil pengujian dari sebelum lead bus dilakukan perbaikan.

3.6. Resume Setelah Perbaikan

Resume hasil pengujian rotor setelah perbaikan *leadbus* pada Tabel 4.

Tabel 4. Resume Hasil Pengujian

No	Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Tahanan Isolasi	35 M Ω dengan injeksi tegangan 500 V DC.	Sesuai Standar IEEE

2.	Tahanan Belitan	366 m Ω menunjukkan bahwa penyambungan <i>leadbus</i> berhasil dengan baik. Dengan nilai tahanan yang kecil menunjukkan belitan tersambung.	Sesuai Standar IEEE
----	-----------------	--	---------------------

4. PENUTUP

Kesimpulan dari Perbaikan Rotor Generator Unit 2 PLTU Belitung adalah sebagai berikut :

1. Telah terjadi kerusakan pada salah satu *Leadbus* rotor generator yang diakibatkan *short circuit* ke tanah sehingga menimbulkan *Flash Over* pada *Leadbus*.
2. Data pengujian isolasi rotor sebelum perbaikan menunjukkan tahanan isolasi yang sangat rendah. Tahanan isolasi Pole A terhadap shaft hanya terukur 107,3 k Ω . Tahanan isolasi Pole B terhadap shaft terukur <10 k Ω . Menurut Standar IEEE, nilai minimum Tahanan Isolasi minimum yaitu seharusnya 1,5 M Ω .
3. Data pengujian tahanan belitan rotor sebelum perbaikan dengan menggunakan multimeter terkonfirmasi *resistance winding pole A-pole B* sangat besar (2,753 M Ω). Serta terkonfirmasi juga tahanan isolasi pole B terhadap Shaft sangat rendah (1,2 Ω). Sedangkan A terhadap shaft bernilai sangat besar (2,748 M Ω).
4. Perbaikan sudah selesai dilakukan dan hasil pengujian menunjukkan penyambungan berhasil dilakukan dengan baik.
5. Data pengujian isolasi rotor setelah perbaikan menunjukkan tahanan isolasi *Pole A* terhadap shaft 35 M Ω . Nilai minimum Tahanan Isolasi minimum sesuai IEEE yaitu 1,5 M Ω . Sehingga sudah memenuhi standar.
6. Data pengujian tahanan belitan rotor setelah perbaikan dengan menggunakan multimeter terkonfirmasi *resistance winding pole B* terhadap Shaft adalah 366 m Ω menunjukkan bahwa penyambungan *leadbus* berhasil dengan baik. Dengan nilai tahanan yang kecil menunjukkan belitan tersambung.
7. Kondisi rotor generator secara keseluruhan masih bisa dioperasikan namun juga terdapat potensi yang perlu ditindak lanjuti dalam waktu terdekat untuk melakukan perawatan rotor generator secara menyeluruh.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Aribowo, R. Wiryadinata, and D. Alexander, "Care and Maintenance System Generator Transformer 20KV-150KV," *J. Electr.*, vol. 8, no. 1, pp. 1-6, 2014.
- [2] B. A. Effendi and E. Handoyo, "Pengujian Tahanan Isolasi Pada Pemeliharaan Pemutus Tenaga Kubikel Outgoing 20 Kv Menggunakan Insulation Tester," *J. Kajian Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 126–140, 2020.
- [3] N. R. AS and I. Baihaqi, "Studi Inspeksi Kelayakan Instalasi Dan Instrumen Tenaga Listrik," *Sinusoida*, vol. 22, no. 2, pp. 21–33, 2020.
- [4] R. Practice, F. O. R. The, R. Of, and R. Electrical, "EASA Standard," *EASA Stand. AR100 - 2020*, 2020.
- [5] H. Priagusno, M. ZR, S. I. Rezkika, and S. Novaliamda, "Analisa Nilai Resistansi Isolasi Generator 200 MW Dengan Media Pendingin Hydrogen Dan Air Demin," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi): J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 5–10, 2020.
- [6] D. P. Kosasih, "Pengaruh Proses *Brazing* Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Pahat Bubut Karbida," *MESA (Teknik Mesin, Tek. Elektro, Tek. Sipil, Arsitektur)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [7] M. Farhan, R. Hidayat, Y. Saragih, "Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 PLTMH Curug" *Jurnal Simetrik*, vol. 11, no. 1, pp. 398–403, 2021.
- [8] R. Ellony Pratama, Atmam, and Usaha Situmeang, "Studi Pengaruh Penguatan Medan Terhadap Tegangan Keluaran Generator Sinkron Satu Fasa," *SainETIn*, vol. 3, no. 2, pp. 69–76, 2019.
- [9] N. Amyot, C. Hudon, M. Lévesque, M. Bélec, F. Brabant, and C. St-Louis, "Development of a generator prognostic tool," in *2013 IEEE Electrical Insulation Conference (EIC)*, 2013, pp. 473–476.
- [10] "IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery," *IEEE Std 43-2000*. pp. 1–28, 2000.