

ANALISA PEMELIHARAAN GENERATOR SET 650 KVA DI PT. GOPEK CIPTA UTAMA CABANG TEGAL

Aji Seffudin¹, Saufik Lutfianto²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Pancasakti Tegal,
Email: ¹ajiseffudin111@gmail.com, ²saufik_lutfianto@upstegal.ac.id

ABSTRAK

PT Gopek Cipta Utama Tegal mengkhususkan diri dalam sektor manufaktur, dengan reputasi yang mapan dalam membuat produk teh yang sangat terkenal, yang dikenal sebagai teh Gopek. Sepanjang operasi produksinya, PT Gopek Cipta Utama Tegal sangat terlibat dalam proses pembuatan teh ini. Gopek Cipta Utama Cabang Tegal menggunakan alat-alat modern dengan tenaga listrik. Apabila terjadi pemadaman listrik, maka perusahaan menggunakan Generator Set. Karena hal tersebut peneliti ingin mengetahui bagaimana cara perawatan Generator set. Peneliti menggunakan pendekatan penelitian yang mencakup analisis observasi yang cermat, wawancara mendalam, dan pemeliharaan genset secara langsung di PT Gopek Cipta Utama cabang Tegal. Genset ini memiliki arti penting karena berfungsi sebagai sumber penghasil listrik yang vital, menggarisbawahi pentingnya pemeliharaan yang sistematis dan perawatan yang berkesinambungan untuk memastikan kelancaran dan efisiensi pengoperasian pembangkit listrik.

Kata kunci: Genset, Pembangkit Listrik, Fasilitas Listrik

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi telah membawa serangkaian konsekuensi yang menguntungkan, termasuk munculnya alat-alat yang semakin canggih dan rumit dalam bidang teknologi. Di antara inovasi-inovasi ini, kami menemukan peralatan pembangkit listrik, yang dicontohkan oleh generator, yang merupakan manifestasi penting dari kemajuan ini. Dengan adanya generator sehingga dapat memberikan solusi, yaitu mempermudah pasokan listrik pada saat terjadi pemadaman listrik (Ngafifi, 2014).

Mahaganti, and Inggriani, (2014) mengatakan generator, yang berfungsi sebagai perangkat listrik untuk menghasilkan arus bolak-balik, menyelesaikan transformasi energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik berasal dari mekanisme penggerak utama yang terhubung ke rotor generator, sedangkan konversi energi mekanik ini menjadi energi listrik terjadi melalui proses induksi elektromagnetik yang melibatkan kumparan rotor dan kumparan stator. Jenis peralatan listrik arus bolak-balik yang spesifik ini disebut "sinkron" karena rotasi rotor yang disinkronkan, yang berarti berputar selaras dengan kecepatan medan magnet yang berputar. Agar generator dapat beroperasi dengan andal, diperlukan pemeliharaan rutin dan tanpa gangguan untuk melindungi dari potensi kerusakan yang berasal dari proses produksi yang terus menerus, seperti yang diuraikan oleh Zain dan Putra pada tahun 2020.

PT Gopek Cipta Utama Cabang Tegal, anak perusahaan dari PT Gopek Cipta Utama Slawi, terutama bergerak di bidang produksi, yang terkenal dengan produk teh Gopek. Dalam prosedur produksi, PT Gopek Cipta Utama Cabang Tegal menggunakan peralatan modern yang digerakkan oleh tenaga listrik. Dalam situasi di mana terjadi pemadaman listrik, perusahaan mengandalkan genset. Tantangan sering muncul ketika terjadi gangguan listrik atau pemadaman bergilir. Oleh karena itu peneliti ingin mengetahui bagaimana cara pemeliharaan dan perawatan genset di PT Gopek Cipta Utama Cabang Tegal?

2. METODE PENELITIAN

Seperti yang dicatat oleh Morissan pada tahun 2017, observasi merupakan kegiatan manusia sehari-hari yang bergantung pada penggunaan panca indera. Pada dasarnya, observasi menandakan kapasitas seseorang untuk menggunakan kemampuan indrawi ini untuk melihat dan merekam fenomena yang relevan. Dalam konteks ini, panca indera berperan penting dalam

memahami indikasi yang diamati, yang kemudian didokumentasikan dan dianalisis. Ketika mempertimbangkan proses pengumpulan data, observasi dikategorikan ke dalam dua mode: observasi partisipan, yang melibatkan keterlibatan aktif, dan observasi non-partisipan, yang menyiratkan pemantauan pasif. Selain itu, dalam hal metodologi observasi, dapat diklasifikasikan lebih lanjut menjadi observasi terstruktur dan tidak terstruktur, seperti yang diuraikan oleh Sugiono pada tahun 2018. Prosedur pengumpulan data meliputi penggunaan observasi, wawancara, dan pemeliharaan langsung, yang semuanya dilakukan pada genset 650 KVA yang terletak di PT. Gopek Cipta Utama Cabang Tegal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan oleh penulis di lingkungan PT Gopek Cipta Utama Cabang Tegal melibatkan penelitian lapangan di Divisi Ketenagalistrikan. Penelitian ini ditandai dengan penelitian lapangan langsung yang berfokus pada prosedur pemeliharaan yang berkaitan dengan elemen-elemen utama Generator di PT Gopek Cipta Utama Cabang Tegal. Penulis berada di bawah bimbingan seorang supervisor industri, dan penelitian mendalam ini berlangsung selama satu bulan. Tugas dan kegiatan spesifik selama penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Aktivitas Penelitian

No.	Kegiatan	Minggu ke-			
		1	2	3	4
1.	Observasi/Pengenalan lingkungan industri				
2.	Melakukan <i>service request</i> dalam pengecekan kebocoran area selang <i>valve</i> filter solar				
3.	Melakukan <i>service</i> berkala				
4.	Pengumpulan data terkait laporan penelitian lapangan dan evaluasi penyempurnaan laporan				

Seperti yang digambarkan dalam data yang disajikan pada Tabel 1, kegiatan penelitian yang dilakukan oleh penulis di lingkungan PT Gopek Cipta Utama Cabang Tegal berpusat pada penelitian lapangan di Divisi Ketenagalistrikan, dengan fokus khusus pada sistem pemeliharaan generator. Generator berfungsi sebagai komponen penting dalam infrastruktur tenaga listrik, yang bertanggung jawab untuk mengubah energi mekanik yang berasal dari putaran dinamo menjadi energi listrik melalui pemanfaatan gaya gerak listrik, seperti yang dijelaskan oleh Farhan, Hidayat, dan Saragih pada tahun 2021.

Praktik pemeliharaan dan inspeksi yang digunakan untuk genset di PT Gopek Cipta Utama Cabang Tegal meliputi inspeksi komprehensif dua tahunan, dilengkapi dengan pemeriksaan rutin harian. Inspeksi harian ini melibatkan tugas-tugas seperti menilai tingkat oli mesin, memeriksa persediaan bahan bakar, dan memeriksa kondisi baterai. Disamping itu untuk pemeriksaan yang dilakukan setiap 6 bulan sekali ialah melakukan pemeriksaan kondisi air radiator, mengganti oli mesin, mengganti filter oli, mengganti *fuel filter* dan mengganti filter udara.



Gambar 1. Generator Set 650 KV

3.1 Hasil

3.1.1 Preventive Maintenance

Menurut Pribadi, (2015) Peralatan generator adalah suatu komponen yang mendapat perhatian besar karena bukan hanya memiliki nilai ekonomis yang tinggi, tetapi juga berperan sentral dalam proses produksi daya listrik. Oleh karena itu, penting sekali untuk menjalankan tindakan pemeliharaan dan pemeriksaan yang rutin setiap harinya. Hal ini dikarenakan peralatan generator termasuk dalam kategori investasi yang signifikan, dan keandalan serta kinerjanya sangat berdampak pada kelancaran produksi listrik.

Adapun informasi mengenai pemeliharaan harian yang dilakukan di PT. Gopek Cipta Utama Cabang Tegal dapat ditemukan dalam tabel data yang tertera, yang memberikan gambaran mengenai berbagai tindakan yang dilakukan untuk memastikan generator beroperasi dengan optimal.



Gambar 2. *Maintenance* Generator Set

Tabel 2. Preventive maintenance generator

No	ITEM PENGECEKAN	HASIL KONDISI			KETERANGAN
1	Periksa Filter Rumah <i>Exciter</i>	B			Cleaning
2	Periksa Grounding Device secara Visual	B			Kondisinya
3	Pemeriksaan <i>Exciter</i> secara Visual	B			Kebersihannya
4	Temperatur Minyak Drain <i>Bearing</i> No.3,4& 5	No.3	No.4	No.5	Alarm: 78°C
		60	6 3	50	Trip: 85°C
5	Tekanan Air side <i>Seal</i> Oil to <i>Seal Ring</i> turbine Side	5,0			$P_g + 0,85 \pm 0,2 \text{ Kg/Cm}^2$
6	Tekanan Air side <i>Seal</i> Oil to <i>Seal ring Exciter</i> Side	5,3			$P_g + 0,85 \pm 0,2 \text{ Kg/Cm}^2$
7	Furity H2 Generator	98,7			Low: 90%, Normal: 98%~100%
8	Tekanan H2 Generator	4,0			4,0
9	Temperatur H2 Generator	Cold	Warm	Av	AVG:
		47	71	58,6	
10	Periksa Drain Water Detector	B			Drain:
11	Cleaning Filter <i>Seal</i> oil System	B			Unit 1 Steaner
12	Tekanan Air side <i>Seal</i> Oil Pump	60			$P_g + 0,85 + 1 \text{ Kg/Cm}^2$
13	Tekanan H2 side <i>Seal</i> Oil Pump	7			$P_g + 0,85 + 1 + (185^\circ\text{C}^2) \text{ Kg/Cm}^2$
14	Tekanan Diferensil Pressure Turbine side	11			0~11 mmHgH ₂
15	Tekanan Diferensil Pressure <i>Exciter</i> side	11			0~11 mmHgH ₂
16	Tekanan Back-Up	12,6			$12,6 \pm 0,5 \text{ Kg/Cm}^2$
17	Level Drain Tank Regulator	-46			0 mm ~ 46Mm
18	Temperature <i>Seal</i> Oil inlet to Cooler Air Side	38			38°C ~ 40°C
19	Temperature <i>Seal</i> Oil outlet to Cooler Airside	38			36°C ~ 40°C
20	Temperature <i>Seal</i> Oil inlet to Cooler H2 side	36			36°C ~ 40°C

21	Temperature Seal Oil outlet to Cooler H2side	40		36°C ~ 40°C
22	Gas Dryer B	Regenerasi	Sirkulasi	Di Operasikan
			Ceklis	
23	Tekanan Ploat Seal Oil Pump		7,8	PA2 x (1,5-2,0)Kg/Cm ²
24	Pembukaan Diferential Pressure		5	0-5 mm

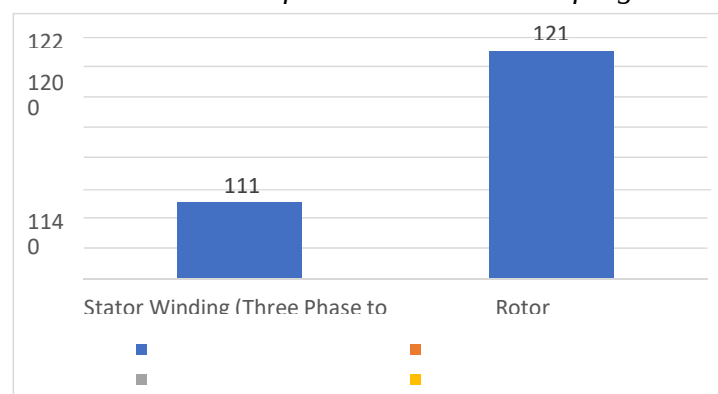
Menganalisis data yang disajikan pada Tabel 2, yang berkaitan dengan kegiatan perawatan rutin, inspeksi visual AC Exciter memberikan hasil yang baik. Kondisi dilaporkan baik, terutama yang perlu diperhatikan adalah suhu oli di dalam bearing nomor 3, 4, dan 5, yang masing-masing tercatat pada suhu 60°C, 63°C, dan 50°C. Temperatur ini jauh di bawah parameter perjalanan 85°C, yang menandakan bahwa temperatur oli di dalam bearing berada dalam kisaran normal setelah mengikuti prosedur perawatan. Pemeriksaan lebih lanjut menunjukkan tekanan air pada sisi Seal Oil to Seal Ring turbin adalah 5.0, sedangkan Seal Oil to Seal Ring Exciter Side dilaporkan pada 5.3. Kemurnian H2 Generator mencapai 98,7, dan tekanan H2 Generator mencapai 4,0, yang semuanya dianggap dalam parameter yang telah ditentukan dan dengan demikian dianggap normal. Selain itu, evaluasi terhadap detektor air pembuangan dan sistem oli seal filter menunjukkan kondisi yang baik. Tekanan Seal Oil Pump sisi Udara terbaca 6,0 kg, sedangkan tekanan Seal Oil Pump sisi H2 berada di angka 7 kg. Tekanan Diferensial sisi Turbin tercatat pada angka 11, demikian pula Tekanan Diferensial pada sisi Exciter, dengan tekanan cadangan sebesar 12,6 kg. Level Drain Tank Regulator berada di angka 46, dan temperatur juga berada dalam kisaran yang diharapkan, dengan saluran masuk Seal Oil ke sisi Cooler Air pada suhu 38°C, dan saluran keluar Seal Oil ke sisi Cooler Air pada suhu 38°C. Suhu saluran masuk Seal Oil ke sisi Cooler H2 adalah 36°C, dan saluran keluar Seal Oil ke sisi Cooler H2 berada pada suhu 40°C. Gas dryer B sedang dalam sirkulasi, dan tekanan ploat pompa seal oil stabil pada 7,8 kg, dengan tekanan diferensial 5.

Kesimpulannya, hasil pemeliharaan sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan, yang menunjukkan bahwa tidak ada peningkatan atau penyesuaian lebih lanjut yang diperlukan setelah pemeliharaan.

3.1.2 Record of Insulation Resistance for Generator

Pengukuran Resistansi Isolasi pada generator bertujuan untuk menentukan nilai resistansi generator secara detail, sehingga kondisi isolasi generator dapat memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan, sehingga generator dapat beroperasi pada tingkat optimal. (Priagusno, Reskika, dan Novaliamda, 2020)

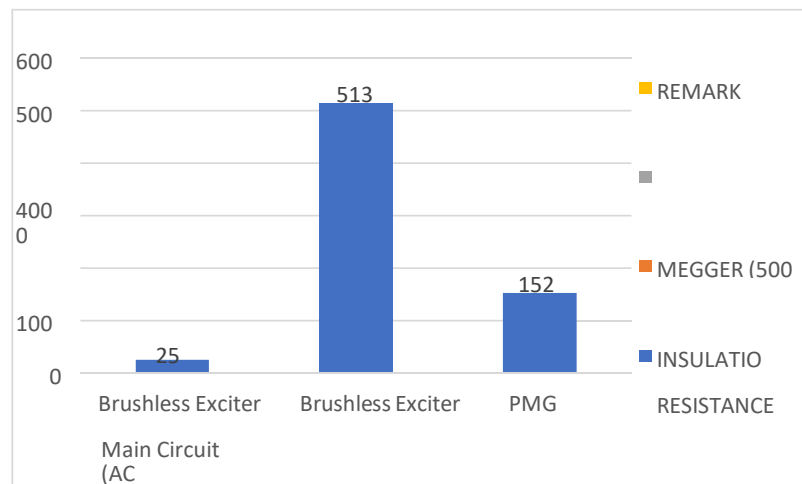
Tabel 3. Record of insulation resistance for generator



Menurut informasi yang diberikan, terbukti bahwa resistansi insulasi belitan stator dalam sistem tiga fase ke arde diukur pada 1110 M Ω dengan menggunakan megger 5000V, melebihi kriteria yang disyaratkan sebesar 10 M Ω . Demikian pula, belitan rotor menunjukkan resistansi isolasi sebesar 1210 M Ω ketika diuji dengan megger 500V, juga melebihi kriteria 10 M Ω . Hasil ini menunjukkan bahwa belitan stator dan rotor berada dalam kondisi yang sangat baik dan tipikal, dengan resistansi insulasi jauh di atas ambang batas minimum yang ditentukan.

3.1.3 Tujuan melakukan Pengukuran Resistansi Isolasi untuk exciter AC adalah untuk memastikan nilai resistansi isolasi exciter. Hal ini penting untuk memastikan bahwa insulasi exciter AC memenuhi persyaratan yang ditentukan, sehingga dapat berfungsi pada tingkat efisiensi tertinggi. (Uhlig, 2020).

Tabel 4. *Insulation resistance measurement for exciter*



Dari data yang telah disajikan, dapat diidentifikasi bahwa pengukuran tahanan isolasi dalam sirkuit utama Brushless Exciter (termasuk AC Exciter Armature dan rectifier) menghasilkan angka sekitar 257 M Ω dengan menggunakan megger berdaya 500V. Sementara itu, pengukuran tahanan isolasi pada Brushless Exciter Field Winding menghasilkan angka sekitar 5130 M Ω dengan megger berdaya 500V, dan pengukuran yang sama pada PMG Armature Winding menghasilkan angka sekitar 1527 M Ω dengan menggunakan megger berdaya 500V. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa tahanan isolasi pada ketiga komponen tersebut berada dalam kondisi yang sangat baik dan sesuai dengan standar yang ditetapkan, jauh melampaui kriteria minimum tahanan isolasi yang diperlukan. Dengan kata lain, semuanya dalam kondisi yang optimal dan aman untuk operasi.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Komponen Penunjang Generator

Menurut Anthony, (2018) Komponen-komponen berikut berperan dalam mendukung operasi generator untuk menghasilkan listrik:

3.2.1.1 PMG (*Permenent Magnet Generator*)

PMG (Permanent Magnet Generator) adalah jenis generator sinkron di mana medan magnetnya dihasilkan oleh magnet permanen, bukan oleh lilitan kumparan. Oleh karena itu, fluks magnetik dihasilkan oleh medan magnet permanen yang telah ada sebelumnya. Dalam generator dengan magnet permanen, rotor generator memiliki medan magnet yang diberikan oleh magnet permanen, sehingga tidak memerlukan aliran arus DC tambahan untuk menciptakan medan magnet. Karakteristik ini mengarah pada kepadatan fluks yang relatif sulit diatur, berbeda dengan generator yang menggunakan lilitan medan untuk mengatur medan magnet.

Dengan demikian, keberadaan medan magnet permanen dalam PMG dapat membuat pengaturan fluks magnetik menjadi lebih sulit, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan sulitnya mengontrol tegangan dan arus keluaran generator jika dibandingkan dengan generator yang menggunakan lilitan medan yang dapat diatur untuk mengendalikan medan magnet. (Mustikasari, Hardianto and Hadi, 2020).

3.2.1.2 AVR (*Auto Voltage Regulator*)

Automatic Voltage Regulator (AVR) memiliki peran penting dalam menjaga agar tegangan yang dihasilkan oleh generator tetap stabil dan konsisten. Dengan kata lain, AVR memastikan bahwa generator tetap menghasilkan tegangan yang konstan, bahkan ketika beban listrik yang terhubung ke generator berfluktuasi. Hal ini penting karena perubahan beban listrik dapat memiliki dampak signifikan terhadap tegangan keluaran generator. Prinsip dasar kerja AVR adalah mengatur arus penguatan (*excitacy*) pada unit exciter.

AVR bekerja dengan mengontrol tingkat penguatan yang diberikan kepada exciter, yang pada gilirannya mengendalikan medan magnet pada generator. Dengan cara ini, AVR mampu memelihara tegangan keluaran generator pada tingkat yang diinginkan, bahkan ketika terjadi fluktuasi beban yang signifikan. Dengan demikian, generator tetap mampu menghasilkan tegangan yang stabil, yang merupakan aspek penting dalam menjaga keandalan dan kinerja sistem kelistrikan.

3.2.1.3 *Exciter*

Exciter adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk menghasilkan aliran arus listrik searah (*Direct Current*, DC) dan mengarahkannya menuju rotor generator. Dalam konteks ini, exciter bertugas untuk menciptakan sumber daya DC yang diperlukan untuk menginduksi medan magnet pada rotor generator. Dengan kata lain, exciter berperan dalam menciptakan medan magnet yang diperlukan untuk proses pembangkitan listrik dalam generator.

3.2.1.4 *Rotating Diode*

Komponen yang dikenal sebagai diode atau penyearah (*rectifier*) memiliki struktur yang terdiri dari diode positif dan diode negatif yang tersusun dalam kelompok-kelompok tertentu. Setiap kelompok diode ini terikat pada suatu perangkat penahan yang dikenal sebagai pemegang diode. Ketika arus yang dihasilkan oleh generator mengalir, ia akan mengarah ke diode melalui sisi pemegang diode yang berperan sebagai tempat penempatan diode positif, dan seluruh rangkaian ini akan memiliki isolasi yang memadai di sekitar ujung-ujung framenya.

Dalam konteks ini, diode diatur sedemikian rupa dalam kelompok-kelompok yang terikat oleh pemegang diode, yang bertindak sebagai tempat penahan diode positif. Semua ini bertujuan untuk mengarahkan arus yang dihasilkan oleh generator ke diode dan menjaga isolasi yang efisien pada semua sisi rangkaian, terutama di ujung-ujung framenya.

3.2.2 Cara Kerja Generator

Menurut Saputra *et al.*, (2018), PMG (*Permanent Magnet Generator*) adalah suatu perangkat yang berputar bersamaan dengan rotor PMG, yang bertugas sebagai pembangkit listrik AC. Listrik yang dihasilkan oleh PMG awalnya berbentuk AC (arus bolak-balik), dan kemudian diubah menjadi arus searah (DC) menggunakan penyearah (*rectifier*) sebelum masuk ke AVR (*Automatic Voltage Regulator*). Tujuan dari perubahan ini adalah untuk mengatur tegangan agar sesuai dengan kebutuhan generator. Karena PMG menghasilkan tegangan dan arus AC dengan tingkat yang relatif kecil, arus AC yang telah diubah menjadi DC dimasukkan ke dalam AC exciter. AC exciter berperan dalam mengkonversi arus ini menjadi tegangan AC dengan amplitudo yang lebih besar. Selanjutnya, arus AC yang dihasilkan oleh exciter dialirkan melalui sebuah diode yang berputar (*rotating diode*), yang bertugas memberikan arus eksitasi

pada rotor generator. Rotor generator menciptakan medan magnet yang penting dalam menghasilkan tenaga listrik. Medan magnet ini berinteraksi dengan kumparan-kumparan yang terdapat pada stator, menghasilkan aliran listrik yang kemudian menjadi sumber listrik yang digunakan. Dalam hal ini, generator memiliki kapasitas 23 kV sesuai dengan spesifikasinya dan beroperasi pada jaringan dengan frekuensi 50Hz. Pentingnya medan magnet yang dihasilkan oleh rotor menjadikan pengambilan energi listrik lebih efisien dari stator yang diam dibandingkan dengan rotor yang berputar. Karena itu, tegangan diambil dari bagian stator yang diam, dan ini memungkinkan operasi generator tanpa kebutuhan sumber tegangan DC tambahan, mengingat sumber daya eksitasi yang cukup dihasilkan dari rotor dan stator.

4. KESIMPULAN

Pemeliharaan yang dilakukan secara berkala di PT Gopek Cipta Utama Cabang Tegal mencakup tiga tingkatan: pemeriksaan sederhana setiap 8.000 jam, pemeriksaan sedang setiap 16.000 jam, dan pemeliharaan setiap 32.000 jam jalan (Overhaul Mayor). Pemeriksaan sederhana yang dilakukan setiap 8.000 jam mencakup perawatan pada Permanent Magnet Generator (PMG), Exciter Generator, dan Generator Utama. Dengan demikian, perawatan berkala ini bertujuan untuk memastikan kinerja yang optimal dan menjaga kelancaran operasi generator.

Dalam pemeliharaan generator sinkron sebaiknya setiap pekerja (teknisi) harus mengerti tentang standard operasi pemeliharaan, selalu mengisi data *check list* setiap sesudah pemeliharaan dan setiap pekerja wajib memakai APD (Alat Pelindung Diri) seperti; sepatu *safety*, seragam kerja / *warepack*, sarung tangan, helm dan lain sebagainya. Peningkatan kualitas dan kapabilitas tenaga – tenaga teknisi dan operator pemeliharaan yang memadai dan berkompeten. Pemeliharaan generator harus dilakukan secara berkala meliputi pemeliharaan harian, mingguan dan bulanan supaya generator dapat difungsikan secara maksimal. Disamping itu gunakan generator secara efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, Z. (2018) *Mesin Listrik Dasar*. 1st edn. Edited by Aswir Premadi. Padang: ITP Press. Available at: <https://kepangkatan.itp.ac.id>
- Farhan, M., Hidayat, R. and Saragih, Y. (2021) ‘Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 PLTMH Curug’, *Jurnal Simetrik*, vol 11 no. Available at: ejournal-polnam.ac.id.
- Mahaganti, Inggriani, dkk (2014) ‘Pra-desain pembangkit listrik tenaga arus laut menggunakan generator asinkron’, *e-journal teknik elektro dan komputer*, 2301–8402. Available at: ejournal.unsrat.ac.id.
- Morissan, M.. (2017) *Metode Penelitian Survei*. 1st edn. Edited by Riefmanto. Jakarta: Kencana.
- Mustikasari, R.A., Hardianto, T. and Hadi, W. (2020) ‘Analisis Generator Sinkron Permanen Magnet (PMSG) Tipe Radial 3 Fasa dengan Hubungan Kumparan Delta’, *Jurnal Arus Elektro Indronesia* [Preprint]. Available at: jurnal.unej.ac.id.
- Ngafifi, M. (2014) ‘Kemajuan teknologi dan pola hidup manusia dalam perspektif sosial budaya’, *Jurnal pembangunan pendidikan: fondasi dan aplikasi*, 2 Nomor 1. Available at: <https://journal.uny.ac.id>.
- Priagusno, H., Reskika, S. indah and Novaliamda, S. (2020) ‘Analisa nilai resistansi isolasi generator 200 MW Dengan media pendingin hidrogen dan air demin’, *Journal teknik elektro*, 3 Nomor 1. Available at: <https://doi.org/10.30596/rele.v1i1.5231>.
- Pribadi, A. (2015) ‘Generator sinkron’, *Universitas Muhammadiyah Surabaya* [Preprint]. Available at: repository.um-surabaya.ac.id.
- Saputra, W.N. et al. (2018) ‘Prototype Generator DC Dengan Penggerak Tenaga Angin’, *Journal Unila* [Preprint]. Available at: <https://journal.eng.unila.ac.id>.
- Sugiono (2018) *Metode Penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D*. Edited by Rahidzat. Bandung: Alfabeta.
- Uhlig, M. (2020) ‘Overhaul Of GMG 158 Exciter Auxiliary Generator Set’, *Engineering standard*

- rolling stock*, 1. Available at: Transport.nsw.gov.au.
- Zain, A. and Putra, wildan alif imam (2020) 'Analisa Perawatan Diesel Engine Generator (DEG) Tunu South Production Platform Pertamina Hulu Mahakam', *SINERGI*, volume 18(206–212). Available at: <http://dx.doi.org/10.31963/sinergi.v18i2.1581>.
- Anthony, Z. (2018) *Mesin Listrik Dasar*. 1st edn. Edited by Aswir Premadi. Padang: ITP Press. Available at: <https://kepangkatan.itp.ac.id>.
- Farhan, M., Hidayat, R. and Saragih, Y. (2021) 'Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 PLTMH Curug', *Jurnal Simetrik*, vol 11 no. Available at: ejournal-polnam.ac.id.
- Mahaganti, Inggriani, dkk (2014) 'Pra-desain pembangkit listrik tenaga arus laut menggunakan generator asinkron', *e-journal teknik elektro dan komputer*, 2301–8402. Available at: ejournal.unsrat.ac.id.
- Morissan, M.. (2017) *Metode Penelitian Survei*. 1st edn. Edited by Riefmanto. Jakarta: Kencana.
- Mustikasari, R.A., Hardianto, T. and Hadi, W. (2020) 'Analisis Generator Sinkron Permanen Magnet (PMSG) Tipe Radial 3 Fasa dengan Hubungan Kumputan Delta', *Jurnal Arus Elektro Indonesia* [Preprint]. Available at: jurnal.unej.ac.id.
- Ngafifi, M. (2014) 'Kemajuan teknologi dan pola hidup manusia dalam perspektif sosial budaya', *Jurnal pembangunan pendidikan: fondasi dan aplikasi*, 2 Nomor 1. Available at: <https://journal.uny.ac.id>.
- Priagusno, H., Reskika, S. indah and Novaliamda, S. (2020) 'Analisa nilai resistansi isolasi generator 200 MW Dengan media pendingin hidrogen dan air demin', *Journal teknik elektro*, 3 Nomor 1. Available at: <https://doi.org/10.30596/rele.v1i1.5231>.
- Pribadi, A. (2015) 'Generator sinkron', *Universitas Muhammadiyah Surabaya* [Preprint]. Available at: repository.um-surabaya.ac.id.
- Saputra, W.N. et al. (2018) 'Prototype Generator DC Dengan Penggerak Tenaga Angin', *Journal Unila* [Preprint]. Available at: <https://journal.eng.unila.ac.id>.
- Sugiono (2018) *Metode Penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D*. Edited by Rahidzat. Bandung: Alfabeta.
- Uhlig, M. (2020) 'Overhaul Of GMG 158 Exciter Auxiliary Generator Set', *Engineering standard rolling stock*, 1. Available at: Transport.nsw.gov.au.
- Zain, A. and Putra, wildan alif imam (2020) 'Analisa Perawatan Diesel Engine Generator (DEG) Tunu South Production Platform Pertamina Hulu Mahakam', *SINERGI*, volume 18(206–212). Available at: <http://dx.doi.org/10.31963/sinergi.v18i2.1581>.