

# Analisa Perawatan Diesel Engine Generator (DEG) Tunu South Production Platform Pertamina Hulu Mahakam

Abdul Zain<sup>1\*</sup> dan Wildan Alif Imam Putra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Bontang, Bontang, Indonesia  
\*email: jainbtg2013@gmail.com

**Abstract:** Routinely, oil and gas activity at PT Pertamina Hulu Mahakam has been supplying electric power by Diesel Engine Generator (DEG). Writer takes this research object because Diesel Engine Generator is one of the critical asset with intention of understand preventive maintenance procedural steps, frequent faults occur during electrical generation system. Writer takes this analysis based on operational history from least one year occurred fault auxiliary system frequently. Such as current transformer and magnetic pick-up which involving a process shutdown and loss electrical power causes less contribution on Tunu South Production Platform. And other reason cause unplanned shutdown were during maintenance on 6 monthly nor Yearly didn't checking on auxiliary system, The procedure wasn't update causes unplanned shutdown possibility in the further.

**Keywords:** current transformer; DEG; magnetic pick-up; maintenance

**Abstrak:** Dalam kegiatan produksi PT Pertamina Hulu Mahakam sumber listrik disupply oleh Diesel Engine Generator (DEG), peneliti memilih obyek penelitian sistem DEG karena merupakan salah satu aset kritis, dengan tujuan untuk mengetahui tata cara pemeliharaan dan kegagalan fungsi yang sering terjadi dalam pembangkitan energi listrik. Peneliti memilih untuk mengambil analisa pemeliharaan DEG dan mendapat kesimpulan dalam riwayat operasional dalam satu tahun terakhir penyebab terjadi kegagalan (failure) fungsi sistem auxiliary DEG seperti pada komponen current transformer dan magnetic pick-up yang mengakibatkan shutdown dan loss power pada platform yang berdampak pada kurangnya kontribusi Platform Tunu South. Dan penyebab lain terjadinya unplanned shutdown karena saat dilakukan perawatan baik 6 bulanan atau pun 1 tahun tidak ada dilakukan pengecekan pada system auxiliary tersebut, sehingga kurang update prosedur pemeliharaan memungkinkan terjadinya unplanned shutdown selanjutnya.

**Kata kunci :** current transformer; DEG; magnetic pick-up; perawatan

## I. PENDAHULUAN

Tunu South Production Platform merupakan salah satu instalasi produksi yang dimiliki PT. Pertamina Hulu Mahakam dan *Diesel Engine Generator (DEG)* merupakan pembangkit utama energi listrik di Tunu South Production Platform. Terdapat dua DEG Leroy Somer tipe LSA 44.2L12 dengan kapasitas 50 KVA atau sekitar 40 KW keluaran tegangan 380 V dan arus 72 A, yang mana kedua DEG tersebut berkerja secara bergantian setiap 10 harinya untuk kebutuhan energi listrik di platform [1]. Karena pentingnya fungsi generator sebagai *power generation* yang tidak boleh terganggu *availability* dan *reliability* nya, maka cara perawatan yang dilakukan harus sesuai standar perusahaan agar mendapat hasil yang efektif dan maksimal guna menghindari terjadinya *unplanned shutdown*, atau gangguan yang terjadi pada supply kelistrikan di platform [2][3]. Jika sebuah peralatan tersebut mengalami kerusakan maka akan menghambat proses produksi tenaga listrik. Untuk itu diperlukan perawatan secara berkala dan terus menerus agar dapat menghindari kerusakan yang ditimbulkan akibat proses produksi yang dilakukan terus menerus [4][5].

Namun permasalahan utama yang sering dihadapi adalah terjadinya *unplanned shutdown* yang disebabkan oleh gangguan *internal* yaitu gangguan yang disebabkan kerusakan pada *internal parts* generator itu sendiri atau gangguan *external* yaitu gangguan yang disebabkan oleh beban yang di *supply* oleh generator. Kejadian *unplanned shutdown* itu pernah terjadi ketika generator mengalami gangguan *under voltage*, yaitu salah satu tegangan *output* dari generator tidak mencapai angka 400

VAC karena salah satu *current transformer* atau trafo arus mengalami kerusakan. Maka dari itu salah satu cara agar kejadian *unplanned shutdown* tidak berulang kembali dan mengganggu sistem operasional perusahaan dilakukan perawatan atau *maintenance* secara periodik yaitu dengan durasi waktu 2000 Jam atau 6 Bulan dan 4000 Jam atau 1 Tahun.

## II. METODE PENELITIAN

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari proses pengambilan data dilapangan PT. Pertamina Hulu Mahakam sebagai landasan pembuatan tugas akhir, maka ada beberapa hal dalam teknik pengumpulan data yang dilakukan, antara lain:

1. Studi Pustaka, Untuk mencari data autentik mengenai teori tentang *diesel engine generator* pada lapangan minyak dan gas.
2. Survei Lapangan, Untuk memperoleh data-data lapangan yang dibutuhkan, prinsip dan deskripsi kerja *Diesel Engine Generator* serta melakukan pengukuran di lapangan minyak dan gas.
3. Konsultasi dengan Pembimbing, Untuk memperoleh saran-saran yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini supaya lebih berkualitas.
4. Penulisan Laporan, Setelah mendapatkan semua referensi, data, dan saran yang mendukung isi laporan, maka laporan tugas akhir dapat ditulis sesuai tujuan dan pembahasan.

Tabel 1. Kejadian Unplanned Shutdown Sebelum Perawatan

Tanggal Kejadian	Jenis Gangguan
18/April/2019	<i>Generator Under Voltage</i>
16/May/2019	<i>Coupling Fault Alarm</i>

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk kegiatan perawatan 6 bulanan dapat dijabarkan sebagai berikut :

Tabel 2. Perawatan Frame Generator

Masalah Sebelum Pemeliharaan	
Rangka ditemukan dalam keadaan kotor dan berdebu, baik diluar maupun dalam <i>generator package</i> . Rangka baut ditemukan beberapa kendur.	
Cara Pemeliharaan	
<i>frame</i> dibersihkan di seluruh area yang terlihat kotor dan penuh dengan debu - debu halus hingga mengkilat. Kedua, mengencangkan baut - baut yang menyokong <i>generator frame</i> menggunakan kunci pas yang sesuai dengan ukurannya.	
Setelah Dilakukan Perawatan	Analisa Setelah perawatan
Rangka Generator baik dalam maupun luar menjadi lebih bersih. Rangka baut generator yang kendur menjadi kencang.	Seharusnya ada <i>improvement</i> agar kotoran juga tidak masuk ke dalam package diesel generator dengan mengecek <i>rubber seal</i> di setiap sudut yang bisa dibuka. Rangka baut yang sudah kencang membuat generator tertopang lebih kuat dan tahan terhadap vibrasi yang disebabkan putaran mesin. Dan seharusnya saat pengencangan memakai kunci torsi sesuai rujukan manufaktur [6].

Tabel 3. Perawatan Motor Starter

Masalah Sebelum Pemeliharaan	
Sambungan terminal kendur dan juga cukup berkarat antara motor starter dengan baterai sehingga tegangan hanya 11,4 VDC , sambungan antara baterai dan solenoid kendur sehingga tegangan terukur hanya 11,2 VDC.	
Cara Pemeliharaan	
Periksa koneksi elektrik antara baterai <i>starter</i> , <i>solenoid</i> , dan <i>starter motor terminal</i> . Pemeriksaan koneksi elektrik ini dapat dibagi menjadi 3 bagian : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periksa tegangan baterai yang digunakan <i>motor starter</i>. Pastikan stabil pada 12 Volt DC. Jika baut longgar, kencangkan baut.</li> <li>• Periksa tegangan dan polaritas antara baterai dengan <i>solenoid</i>. Pastikan nilai 12 V DC. Baut terminal yang meghubungkan kedua kabel jika terindikasi longgar, segera kencangkan.</li> </ul>	
Setelah Dilakukan Perawatan	Analisa Setelah perawatan
Tegangan antara motor starter dengan baterai 12,2 VDC setelah dilakukan pengencangan dan pembersihan terminal ulang. Tegangan solenoid dengan baterai mencapai 12,1 VDC setelah dilakukan pengencangan dan pembersihan terminal ulang.	Langkah perawatan sangat efektif sehingga meningkatkan <i>supply</i> tegangan nominal yang ditentukan yaitu 12 VDC dimana sebelumnya tidak mencapai angka tersebut yaitu 11,4 VDC untuk motor dan 11,2 VDC untuk solenoid [7].

Tabel 4. Perawatan Baterai

Masalah Sebelum Pemeliharaan																
Pengukuran tegangan: Baterai A : 11,4 VDC, kutub baterai A dalam keadaan <i>corrosi</i> . Baterai B : 11, 8 VDC Total tegangan karena di rangkai seri maka 11, 9 VDC Tidak ditemukan cairan elektrolite yang berkurang.																
Cara Pemeliharaan																
<p><i>Check electrolyte level</i></p> <p>Jika diperlukan isi elektrolit sampai mencapai 80 % dan jangan terlalu penuh, untuk mencegah cairan elektrolit meluber hingga ke terminal baterai</p> <p><i>Visual inspection cleanliness and physical condition</i></p> <p>Permukaan baterai harus selalu dalam keadaan bersih, oleh karena itu lakukan pembersihan kotoran. Serta karat di terminal baterai dibersihkan, karena dapat menghalangi keluarnya arus listrik secara penuh. Caranya dengan menggunakan khusus untuk terminal listrik (<i>contact cleaner</i>)</p> <p><i>Measure battery voltage</i></p> <p>Untuk memeriksa tegangan baterai secara keseluruhan dapat menggunakan multimeter dengan <i>selector switch</i> diarahkan ke tegangan DC. Cara mengukur tegangan keseluruhan baterai dapat dijelaskan sebagai berikut:</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center;">250 K<math>\Omega</math></td> <td style="width: 25%; text-align: center;">2 M<math>\Omega</math></td> <td style="width: 25%; text-align: center;">10 M<math>\Omega</math></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f08080; text-align: center;">problem</td> <td style="background-color: #ffa500; text-align: center;">to be cleaned</td> <td style="background-color: #ffff00; text-align: center;">can wait next maintenance</td> <td style="background-color: #90ee90; text-align: center;">OK</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="background-color: black; color: white; text-align: center;">In battery maintenance shop</td> <td style="text-align: center;">Always required after cleaning and drying.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cleaning required Check the cause (overcharge...)</td> <td style="text-align: center;">Cleaning required</td> <td colspan="2" style="background-color: black; color: white; text-align: center;">Acceptable</td> </tr> </table> </div>		250 K $\Omega$	2 M $\Omega$	10 M $\Omega$	problem	to be cleaned	can wait next maintenance	OK	In battery maintenance shop			Always required after cleaning and drying.	Cleaning required Check the cause (overcharge...)	Cleaning required	Acceptable	
	250 K $\Omega$	2 M $\Omega$	10 M $\Omega$													
problem	to be cleaned	can wait next maintenance	OK													
In battery maintenance shop			Always required after cleaning and drying.													
Cleaning required Check the cause (overcharge...)	Cleaning required	Acceptable														

Setelah Dilakukan Perawatan	Analisa Setelah perawatan
<p>Kutub baterai A yang <i>corrosi</i> dibersihkan lalu dilakukan pengukuran setiap <i>cell battery</i> mendapat hasil yaitu                      Baterai A 11,9 VDC                      Baterai B 12,2                      Total tegangan 12,4</p>	<p>Langkah perawatan yang dilakukan sudah cukup baik, <i>concern</i> utama yaitu <i>corrosi</i> juga di <i>treatment</i> dengan baik, sehingga menjaga <i>ouput voltage</i> baterai itu sendiri di nominal 12,4 VDC. Hanya saja masalah <i>corrosive</i> yang susah dihilangkan karena memang kadar asam di cairan elektrolit cukup tinggi. Sebaiknya baterai diinstal dalam kotak panel dan diberi butiran <i>silicagel</i> untuk mengurangi intensitas karat agar perawatan lebih efektif [8].</p>

Tabel 5. Perawatan Winding Space Heater

Masalah Sebelum Pemeliharaan	
<p>Ditemukan output tegangan 180VAC karena beberapa terminal kendur dan <i>winding</i> yang kotor dan temperatur mendekati <i>ambient temperature</i> yaitu 28°C</p>	
Cara Pemeliharaan	
<p><i>Space heater</i> adalah <i>auxiliary generator</i> yang berfungsi memanaskan <i>stator winding</i> ketika DEG dalam kondisi mati. Perawatannya dengan melakukan <i>functional test</i>, membersihkan bagian konduktor heater dengan <i>contact cleaner</i>, pengencangan baut terminal di koneksi. Cara pemeliharannya dengan mengukur terminal yang ke <i>local heater</i>, jika tegangan sekitar 220 Volt dipastikan <i>heater</i> dalam kondisi bagus.</p>	
Setelah Dilakukan Perawatan	Analisa Setelah perawatan
<p>Dilakukan pengukuran ulang pada <i>output voltage</i> tegangan yang didapat 212 VAC, setelah dilakukan pengencangan dan dibersihkan dengan <i>contact cleaner</i>.</p> <p><i>Functional test</i> dengan menggunakan <i>thermo gun</i> dan suhu yang terukur adalah 37°C.</p>	<p>Fungsi alat ini sangat vital bila dibiarkan tanpa di lakukan perawatan akan membuat <i>Insulation Resistance main generator winding</i> menurun karena ketidak mampuan menjaga suhu tetap terjaga , sehingga perawatan ini cukup efektif untuk meningkat kan kinerja <i>space heater</i> terbukti dengan naiknya tegangan <i>output</i> mencapai 218VAC dan suhu yang dikeluarkan 37°C [7].</p>

Untuk kegiatan perawatan 1 tahunan dapat dijabarkan sebagai berikut :

Tabel 6. Perawatan Stator Winding

Masalah Sebelum Pemeliharaan
<p>Turunnya tahanan isolasi karena kotor dan tingkat kelembapan yang cukup tinggi, nilai yang terukur <i>Phase to Ground</i> yaitu :</p> <p>R/E 26,5 MΩ                      S/E 25,3 MΩ                      T/E 26,9 MΩ,                      Lalu <i>Phase to Phase</i>:                      R/S 44,2 MΩ                      R/T 43,6 MΩ                      S/T 43,8 MΩ</p>
Cara Pemeliharaan
<p><i>Stator winding</i> dirawat dengan mengukur tahanan isolasi menggunakan alat ukur mega ohm meter atau sering disebut <i>megger test</i>. Parameter yang diukur terdiri dari dua macam, yaitu antara fasa ke fasa dan fasa ke <i>ground</i> [7].</p>

$IR = (1000 \times V_{out})\Omega + 1M\Omega$ $IR = (1000 \times V_{out})\Omega + 1M\Omega$ $IR = (1000 \times 400V)\Omega + 1M\Omega$ $IR = 0,4M\Omega + 1M\Omega$ $IR = 1,4M\Omega$ <p>Dari hasil perhitungan maka tahanan isolasi minimal yang diperbolehkan sesuai standar adalah 1,4 MΩ karena tegangan kerja 400VAC.</p>	
Setelah Dilakukan Perawatan	Analisa Setelah perawatan
<p>dengan dilakukan pengencangan, pembersihan dan meng-energized space heater nilai tahanan isolasi menjadi:</p> <p>R/E 37,5 MΩ S/E 33,8 MΩ T/E 34,6 MΩ, Lalu Phase to Phase: R/S 44,6 MΩ R/T 47,4 MΩ S/T 43,9 MΩ</p>	<p>Kenaikan nilai pengukuran tahanan isolasi yang sangat signifikan namun harusnya ditambah metode <i>continuity resistance test</i> antar lilitan untuk mengetahui apakah masih tersambung antar lilitan atau tidak. Dan juga harusnya dilakukan <i>Polarization Index test</i> untuk mengetahui kualitas lilitan terhadap lingkungan.</p>

Tabel 7. Perawatan Rotor Winding

Masalah Sebelum Pemeliharaan	
<p>Turunnya tahanan isolasi karena kotor dan tingkat kelembapan yang cukup tinggi, nilai yang terukur yaitu <i>Phase to Ground</i> Positif/E : 1,022 MΩ Negatif/E : 1,020 MΩ Dan Positif to Negatif 1,021 MΩ. artinya <i>winding</i> dalam keadaan <i>low insulation</i>.</p>	
Cara Pemeliharaan	
<p>Pengukuran tahanan isolasi <i>main field, exciter field dan exciter armature winding</i> sama dengan mengukur tahanan isolasi untuk kumparan lainnya. Berdasarkan data <i>nameplate</i> dari lapangan, tegangan kerja semua kumparan rotor yaitu 24 Volt DC. Maka minimal tahanan isolasi rumus :</p> $IR = (1000 \times V_{out})\Omega + 1M\Omega$ $IR = (1000 \times 24V)\Omega + 1M\Omega$ $IR = 0,024M\Omega + 1M\Omega$ $IR = 1,024M\Omega$ <p>Dengan hasil yang diperoleh dari perhitungan, diketahui bahwa kumparan rotor yang bagus memiliki tahanan isolasi lebih dari 1,024 MΩ.</p>	
Setelah Dilakukan Perawatan	Analisa Setelah perawatan
<p>Dilakukan pembersihan di lilitan dan terminal serta <i>space heater</i> yang sudah bekerja maka tahanan isolasi Positif/E : 1,032 MΩ Negatif/E : 1,029 MΩ Dan Positif to Negatif 1,028 MΩ. artinya <i>winding</i> dalam keadaan tidak</p>	<p>Cara pemeliharaan sudah efektif karena mampu menaikkan nilai tahanan resistansi diatas standar yaitu 1,024 MΩ yang sebelumnya di bawah nilai tersebut sekaligus mengurangi kerusakan lilitan rotor, namun sama halnya dengan lilitan stator seharusnya dilakukan <i>continuity test resistance</i> dan <i>polarization test</i>.</p>

<i>low insulation.</i>	
Tabel 8. Perawatan Rotating Diode	
Masalah Sebelum Pemeliharaan	
<p>Ditemukan baut terminal kendur karena efek panas dari arus yang mengalir. Tegangan yang diukur masih dalam batas normal yaitu :</p> <p>Diode A : 0,41          Diode B : 0,43          Diode C : 0,38          Diode D : 0,40          Diode E : 0,39          Diode F : 0,40</p>	
Cara Pemeliharaan	
<p>Langkah - langkah yang dilakukan untuk mengecek dioda adalah :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mengecek dioda secara forward bias (bias maju). Hasilnya terukur sebesar 0,4 V DC. Jika saat dioda di simulasi bias maju ada tegangan yang terukur, maka disimpulkan dioda dalam keadaan normal kondisinya bagus.</li> <li>2) Mengecek dioda secara reverse bias (bias mundur). Hasilnya terukur open loop (OL). Hal ini membuktikan bahwa saat keadaan normal dioda memblok arus yang berlawanan arah dengan arus dioda.</li> </ol>	
Setelah Dilakukan Perawatan	Analisa Setelah perawatan
<p>Setelah dilakukan pengencangan lalu pengukuran tegangan <i>diode</i> yang didapat.</p> <p>Diode A: 0,41          Diode B : 0,43          Diode C : 0,38          Diode D : 0,40          Diode E : 0,39          Diode F : 0,40</p>	<p>Untuk perkejaan pengencangan sebaiknya memakai kunci torsi agar tidak terjadi <i>crack</i> di sisi terminal sambungan sesuai rujukan dari <i>manufacture</i>.          Selebihnya sudah sesuai standar seperti nominal kerja rata rata <i>diode</i> yaitu 0,4 VDC [7].</p>

Tabel 9. Perawatan Ventilation System

Masalah Sebelum Pemeliharaan	
<p>Kotor dibagian body motor dengan banyaknya debu. Untuk tahanan isolasi cukup baik, nilai yang didapat untuk motor tegangan 400VAC yaitu 89,7M<math>\Omega</math>. sedangkan untuk motor tegangan 24VDC yaitu 1,031M<math>\Omega</math>.</p>	
Cara Pemeliharaan	
<p><i>Measure insulation resistance both AC and DC motor.</i></p> <p>Tahanan isolasi inlet fan motor 24 VDC dan inlet damper motor 400 VAC diukur dengan menghubungkan antara tiga fasa secara bergantian yaitu fasa R - S , fasa R - T, fasa S - T. Minimum tahanan isolasi untuk motor 24 V DC menurut standar Pertamina yaitu sebesar 1,024 M<math>\Omega</math>. Sedangkan minimum tahanan isolasi untuk motor 400 V AC berdasarkan standar Pertamina yaitu sebesar 1,4 M<math>\Omega</math>.</p> <p><i>Check bearing condition</i></p> <p>Pemeliharaan bearing motor sama seperti pada <i>bearing rotor</i>. Untuk prosedur dan tata cara melepas, memasang dan pengecekan visual <i>bearing</i> dapat dilihat pada pemeliharaan bagian rotor sub <i>bearing</i></p> <p><i>Check electrical connection</i></p> <p>Koneksi antara <i>winding terminal</i> harus kencang dan tidak boleh adanya kelonggaran dengan</p>	

suplai tiga fasa.	
Setelah Dilakukan Perawatan	Analisa Setelah perawatan
Setelah dilakukan pembersihan menggunakan <i>contact cleaner</i> dan pengencangan baut terminal, nilai tahanan resistansi naik meski sebelumnya tidak termasuk kategori <i>low insulation</i> . Motor tegangan 400VAC yaitu 90,5 MΩ. sedangkan untuk motor tegangan 24VDC yaitu 1,034MΩ.	Metoda yang tepat dengan melakukan perawatan di sisi <i>Motor auxiliaries</i> , karena fungsi yang diberikan cukup vital untuk sirkulasi udara didalam <i>package engine generator</i> [6].

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa data diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Pemeliharaan DEG sebaiknya mengutamakan komponen *auxiliary generator* disamping komponen utamanya, karena sebagian besar penyebab *unplanned shutdown* merupakan kegagalan fungsi dari *auxiliary generator*.
- b. Memastikan ketersediaan *spare part* DEG agar dapat melakukan *action* cepat (*follow-up action*) saat ditemukan peralatan yang sudah tidak berkerja dengan baik dan tidak sesuai *system*.
- c. Merevisi prosedur pemeliharaan dan peralatan yang lebih *update* dalam rangka memperbaiki kualitas pemeliharaan DEG yang lebih ekonomis dan handal dalam jangka waktu yang lama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. I. Al-Fikri, "Analisis Pembangkit Listrik Dengan Generator Stirling." Tanjungpura University.
- [2] I. Endrawijaya, "Analisis Hubungan Kinerja Genrator Set Dengan Pemeliharaan Berkala Di Banda Udara Adisucipto Yogyakarta," *Langit Biru J. Ilm. Aviasi*, vol. 6, no. 14, 2013.
- [3] B. SAPUTRO, "Analisis Keandalan Generator Set sebagai Power Supply Darurat Apabila Power Supply dari PLN Mendadak Padam Di Morodadi Poultry Shop Blitar," *J. Qua Tek.*, vol. 7, no. 2, pp. 17–25, 2017.
- [4] M. A. Suyuti and R. Nur, "Determining Interval Time of Maintenance in Bosowa Cement Indonesia using Reliability Method," *INTEK J. Penelit.*, 2016.
- [5] D. Marsudi, "Pembangkitan energi listrik," *Erlangga, Jakarta*, vol. 2, 2005.
- [6] T. Wireman, *Training programs for maintenance organizations*, vol. 5. Industrial Press Inc., 2010.
- [7] J. Pyrhonen, T. Jokinen, and V. Hrabovcova, *Design of rotating electrical machines*. John Wiley & Sons, 2013.
- [8] J. Levitt, *Complete guide to preventive and predictive maintenance*. Industrial Press Inc., 2003.