

Analisis Ketidakstabilan Performa Kerja Governor Mesin Diesel Penggerak Utama Pada Kapal MV Pekanbaru

Hanung Satria A¹, Fajar Pujiyanto[✉], Santhi Wilastari³, Puryadi⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Bumi Akpelni, Semarang

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v1i2>

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit April 2024

Direvisi Mei 2024

Disetujui Juni 2024

Keywords:

Governor, Unstable
performance, Main diesel
engine

Abstrak

Mesin diesel kapal adalah komponen vital yang berfungsi sebagai penggerak utama kapal. Mesin ini berperan penting atas efisiensi dan stabilitas operasional kapal. Salah satu bagian penting dalam mesin diesel adalah *governor*, berfungsi mengatur kecepatan putaran mesin agar tetap stabil. Permasalahan pada *governor* menyebabkan ketidakstabilan putaran mesin, sehingga timbul masalah operasional, penurunan efisiensi bahan bakar dan risiko kerusakan yang lebih besar. Penelitian menggunakan metode observasi untuk mengidentifikasi penyebab utama ketidakstabilan putaran mesin akibat kegagalan *governor*. Data dasar adalah data pengukuran dan pengamatan, riwayat perawatan, serta insiden kegagalan yang pernah terjadi. Hasil observasi tentang ketidakstabilan putaran mesin diesel yang disebabkan oleh kegagalan *governor*, berfokus pada masalah electrical, keausan material dan temperatur ekstrem. Penelitian ini menekankan pentingnya perawatan yang baik dan rutin untuk *governor*. Perawatan meliputi inspeksi berkala, perawatan electrical, penggantian komponen yang aus. Diharapkan hasil penelitian memberikan rekomendasi praktis bagi teknisi kapal untuk meningkatkan kegiatan perawatan dan mengatasi masalah ketidakstabilan putaran mesin diesel. Implementasi hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional kapal secara keseluruhan.

Abstract

The diesel engine is a vital component that serves as the ship's main propulsion system. This engine plays a crucial role in the efficiency and operational stability of the ship. One of the important parts of a diesel engine is the governor, which functions to regulate the engine's rotational speed to keep it stable. Problems with the governor can cause engine speed instability, leading to operational issues, reduced fuel efficiency, and a higher risk of damage. The study uses observational methods to identify the main causes of engine speed instability due to governor failure. Basic data include measurements and observations, maintenance history, and records of past failures. Observations on engine speed instability caused by governor failure focus on electrical issues, material wear, and extreme temperatures. This research emphasizes the importance of good and routine maintenance for the governor. Maintenance includes regular inspections, electrical maintenance, and the replacement of worn components. The research results are expected to provide practical recommendations for ship technicians to improve maintenance activities and address diesel engine speed instability issues. Implementing the findings of this research is expected to enhance the overall safety and operational efficiency of the ship.

✉Alamat Korespondensi: E-mail:
fajar.pujiyanto@akpelni.ac.id

PENDAHULUAN

Mesin diesel menjadi pilihan utama sebagai penggerak kapal dari abad 19, baik untuk kapal komersial, kapal penumpang, maupun kapal militer. Keunggulan mesin diesel terletak pada efisiensi yang tinggi, daya tahan baik, dan kemampuannya untuk beroperasi dalam kondisi cuaca buruk. Mesin diesel menggunakan prinsip *inner combustion* untuk mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik yang menggerakkan poros engkol untuk baling-baling kapal. Efisiensi termal mesin diesel yang tinggi menjadikannya pilihan yang ekonomis dan andal untuk transportasi laut jarak jauh.

Mesin diesel kapal terdiri dari berbagai komponen yang bekerja secara sinergis untuk menghasilkan tenaga dorong yang diperlukan. Komponen ini meliputi blok silinder, piston, poros engkol, sistem injeksi bahan bakar, dan sistem pendingin. Diantara komponen-komponen tersebut, sistem kontrol memainkan peran yang penting dalam memastikan bahwa mesin beroperasi pada kondisi optimal, salah satu komponen penting dalam kendali kontrol operasional mesin tersebut adalah *governor*. *Governor* dalam sistem mesin diesel kapal berfungsi untuk memastikan bahwa mesin beroperasi pada kecepatan yang optimal, hal ini berperan penting untuk efisiensi bahan bakar dan keselamatan operasional.

Governor bekerja berdasarkan prinsip *feedback* pada saat beroperasi (Revision, 2020), dimaksudkan bahwa ketika beban berubah maka kecepatan putaran mesin juga cenderung berubah. *Governor* mendeteksi setiap perubahan yang terjadi, dan mengoreksi aliran suplai bahan bakar untuk mengembalikan putaran mesin ke nilai yang diinginkan. Jenis *governor* yang digunakan dalam mesin diesel kapal, yaitu *governor* mekanis, hidro-mekanis, dan elektronik (EUR, 2020). Masing-masing jenis memiliki mekanisme kontrol yang berbeda, namun fungsi utama sama yaitu menjaga kestabilan kecepatan putaran mesin. Meskipun *governor* memiliki peran krusial dalam mengatur kecepatan putaran mesin, namun perangkat ini tidak kebal terhadap kegagalan. Error pada *governor* menyebabkan ketidakstabilan putaran mesin, sehingga mengakibatkan berbagai masalah operasional.

Ketidakstabilan putaran mesin menurunkan efisiensi bahan bakar, meningkatkan emisi gas buang, dan mempercepat keausan komponen mesin. Hal lain yaitu menyebabkan terjadinya getaran berlebihan yang dapat merusak struktur kapal dan mengurangi kenyamanan dari sisi penumpang kapal. Kerusakan *governor* disebabkan oleh berbagai faktor, yaitu kerusakan sisi mekanis, kegagalan elektronik, dan kesalahan kalibrasi. Penyebab kerusakan mekanis terjadi akibat keausan atau patahnya komponen internal *governor*. Permasalahan elektrik sering kali terkait dengan masalah pada sensor, transmiter dan juga kondisi kabel dalam kondisi tidak baik atau rusak.

Salah satu permasalahan yang cukup banyak dibahas dalam industri maritim adalah error pada *governor*. *Governor* bekerja dengan menerima sinyal masukan dan mengubah sinyal tersebut menjadi tindakan fisik, seperti mengatur banyaknya aliran bahan bakar ke dalam mesin diesel. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian ini, guna memberikan rekomendasi praktis bagi teknisi kapal untuk meningkatkan kegiatan perawatan dan mengatasi masalah ketidakstabilan putaran mesin. Implementasi hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional kapal secara keseluruhan.

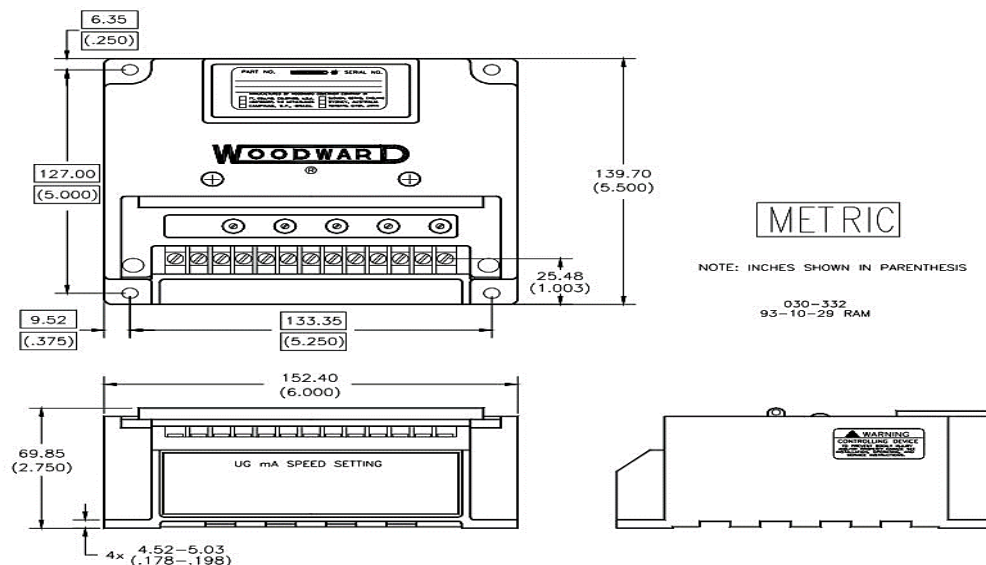
Governor sebagai perangkat elektro mekanis yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran mesin diesel agar tetap stabil, meskipun beban yang diterima oleh mesin berubah-ubah (Calder, 2007). Komponen vital ini sebagai sistem pengendalian kecepatan mesin diesel, bertugas mengatur suplai bahan bakar atau aliran udara untuk memastikan mesin tetap beroperasi pada kecepatan yang diinginkan. Prinsip kerja *governor* mencakup beberapa tahapan utama yaitu, pertama sensor kecepatan putaran mesin dan mengirimkan data tersebut ke pengontrol. Pengontrol kemudian membandingkan kecepatan aktual mesin dengan kecepatan yang diinginkan (*set point*) dan menghasilkan sinyal koreksi jika terdapat perbedaan. Sinyal ini direspon *governor* dengan mengatur posisi katup bahan bakar atau udara untuk menyesuaikan kecepatan mesin. Dengan cara ini, *governor* menjaga kestabilan kecepatan mesin meskipun terjadi perubahan beban atau kondisi operasi lainnya. Penampang *governor* ditunjukkan pada Gambar 1.

Permasalahan pada *governor* muncul saat aktivitas pemeliharaan tidak tepat. Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah sensor kecepatan yang mulai menunjukkan tanda abnormal, yaitu parameter tidak konsisten atau tidak akurat. Hal ini mengakibatkan transmiter memberikan sinyal yang salah, sehingga menyebabkan *governor* gagal mengatur kecepatan mesin dengan baik dan benar.



Gambar 1. Governor Woodward Tipe UG-10

Kerusakan *governor* terjadi disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kegagalan elektronik, kegagalan mekanis, kontaminasi, dan *overheating*. Kegagalan elektronik terjadi pada sensor dan transmiter sehingga mengakibatkan data tidak akurat atau sinyal yang salah. Instalasi dan *governor driver box* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Elektrikal Driver Box Tipe UG10

Kegagalan mekanis *governor* dikarenakan keausan atau kerusakan pada katup atau *linkage*, menyebabkan *governor* gagal dan tidak dapat mengontrol suplai bahan bakar dengan tepat. Kontaminasi uap bahan bakar, udara lembab, kotoran atau partikel asing dapat menyumbat katup atau mengganggu kinerja sensor. Pemeriksaan *governor* meliputi pengecekan dalam penerimaan dan proses sinyal dengan benar, memastikan tidak ada kesalahan dalam konfigurasi atau pengaturan sesuai *manual book*. Pengukuran tegangan dan sinyal menggunakan multimeter penting untuk memastikan tidak ada gangguan atau ketidaksesuaian pada senso dan transmiter. Hal lain yaitu pengujian beban pada mesin perlu dilakukan untuk melihat apakah *governor* dapat mengatur kecepatan mesin dengan baik saat terjadi perubahan beban. Jika ditemukan ketidaksesuaian atau masalah, perlu diidentifikasi dan diatasi permasalahan yang terjadi.

Beberapa penelitian mengkaji tentang sistem kontrol canggih untuk kinerja pengontrol *governor*, seperti kontrol prediktif dan adaptif untuk mendapatkan tingkat responsif lebih terhadap perubahan beban dan kondisi operasi. Pertama penelitian oleh Nur Azizah K, et all, 2021

dinyatakan bahwa pengoperasian *governor* dengan kontrol PID memberikan hasil lebih responsif dibandingkan non PID. Hal itu dikarenakan respon *governor* dengan PID cenderung lebih cepat mengembalikan frekuensi ke nilai normal, yaitu dalam kurung waktu 0,35 sekon. Nilai parameter kendali yang digunakan yaitu $K_p = 12,493322$; $K_i = 26,626341$; dan $K_d = 1,465495$ (Azizah Karim et al., 2021)

Penelitian Barani S, et all, 2021 menyatakan *governor* berfungsi sebagai penjaga putaran pada generator agar berada dalam frekuensi normal 50 Hz. Perubahan beban akan mempengaruhi tegangan keluaran generator, apabila beban naik maka tegangan keluaran generator turun dan apabila beban turun maka tegangan keluaran generator naik (Simanjorang et al., 2021)

Penelitian Dena A, et all, 2020 menyatakan *governor* kontrol dengan variasi bukaan katup katup 37.85% mendapatkan efisiensi kerja tertinggi, dengan nilai efisiensi sebesar 44,47%. Jika dibandingkan dengan pengoperasian rata rata, pada pengoperasian dengan efisiensi tertinggi, terdapat asumsi penghematan batubara sebesar 34.612,14 kg setiap jam atau sekitar US\$ 2,281 setiap jam (Dena Adi Kurnia, 2020)

Penelitian Khajib Masruhan, et all, 2019 menyatakan *Governor* dengan karakteristik *Speed-droop*, apabila terjadi kenaikan atau penurunan frekuensi pada sistem, maka *governor* akan mengurangi atau menambah debit air melalui bukaan *guide vane* sesuai dengan daya maksimum generator dan *setting* operasi *governor* (Masruhan & Pambudi, 2019)

Pada penelitian Sadono, et all, 2013 dibahas tentang penyetelan ulang *governor* agar memiliki karakteristik respon sistem yang sesuai dengan tuntutan desain. Sistem penyetelan ulang dengan melakukan variasi *autotune* menggunakan metode *Robust Response Time*, *Integral absolute Error (IAE)*, *Integral Square Error (ISE)*, *Integral Time Absolute Error (ITAE)*, dan *Integral Time Square Error (ITSE)* (Sadono & Effendy, 2013)

Studi ini menunjukkan bahwa pengembangan teknologi kontrol *governor* terus berkembang, dengan tujuan meningkatkan efisiensi bahan bakar, mengurangi emisi, dan memperpanjang umur operasi mesin diesel ataupun turbin. Inovasi dalam bidang ini mencakup integrasi teknologi sensor yang lebih canggih, seperti sensor optik dan magnetik, yang menawarkan keakuratan lebih tinggi dan daya tahan lebih lama dibandingkan sensor konvensional.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode observasi untuk menganalisis penyebab ketidakstabilan putaran mesin diesel akibat kegagalan *governor*. Observasi dilakukan langsung terhadap mesin dan performa *governor* dalam periode tertentu. Data dikumpulkan melalui beberapa tahapan, pertama pengumpulan data operasional yaitu pengamatan pada mesin diesel saat beroperasi dalam berbagai kondisi beban dan lingkungan. Parameter yang diambil meliputi pengukuran elektrikal yaitu tegangan, tahanan dan arus listrik pada komponen driver *governor*.

Tahapan kedua pengamatan pada komponen *governor* untuk mendeteksi adanya kerusakan mekanis atau keausan yang mungkin mempengaruhi kinerja. Pengamatan lain yaitu kondisi kabel dan sambungan listrik untuk mengidentifikasi potensi masalah kelistrikan. Tahapan ketiga adalah pengamatan kondisi lingkungan seperti temperatur dan kelembaban ruang kamar mesin, karena kondisi lingkungan ekstrim memberikan efek negatif komponen logam yang berpengaruh terhadap *governor* dan mesin secara keseluruhan.

Data yang diperoleh dari pengamatan visual dan pengukuran, kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi penyebab utama ketidakstabilan putaran mesin diesel. Analisis dilakukan dengan menggabungkan ketiga tahapan, untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja *governor* dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan dasar yang kuat untuk rekomendasi perbaikan dan strategi perawatan yang lebih efektif untuk *governor* mesin diesel kedepannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian memsberikan wawasan mengenai penyebab ketidakstabilan putaran mesin diesel pada kapal yang disebabkan oleh kinerja *governor*. Penelitian ini menemukan bahwa masalah elektrikal dan pengaruh lingkungan seperti temperatur dan kelembaban tinggi merupakan faktor penyebab ketidakstabilan tersebut. Hasil analisis dan temuan lebih dipaparkan untuk memberikan informasi yang lebih baik tentang penyebab dan penyelesaian dari permasalahan yang terjadi. Parameter dasar tentang *governor* diambil dari sumber *manual book* adalah produk Woodward , Tipe UG 10 (Features, 2012). Spesifikasi *Governor* ditunjukan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Governor Woodward Type UG 7

UG MAS Spesifikasi	Type	12.8
	<i>Work Capacity</i>	<i>15.9 N/m (11.7 lb-ft)</i>
	<i>Internal Hydraulic Pressure</i>	<i>1034 kPa (150 psi)</i>
	<i>Drive Power Requirement</i>	<i>0.25kW (0.33 hp)</i>
	<i>Weight</i>	<i>23 kg (50 lb)</i>
	<i>Output</i>	<i>42° rotary</i>
	<i>Terminal Shaft Dimension</i>	<i>0.500-36 serration</i>
Elektronik Driver	<i>Power Supply</i>	<i>24 VDC / (18 to 32) VDC</i>
	<i>Current Signal</i>	<i>(4 to 20) mA into 250 ohm</i>
	<i>Connection</i>	<i>13-contact terminal strip</i>
	<i>Accuracy</i>	<i>Within 2 % of speed range</i>
	<i>Linearity</i>	<i>Within 2 % of speed range</i>
	<i>Temperature</i>	<i>(-30 to +70) °C / (-22 to +158) °F</i>
Governor	<i>Speed Range</i>	<i>(375 to 1500) rpm; adjustable between 350 rpm and 1000 rpm</i>
	<i>Ramp-up Rate</i>	<i>Adjustable from 0.2 s/100 rpm to 1.5 s/100 rpm A control knob on the governor provides manual speed setting</i>
Governor Drive	<i>Input shaft</i>	<i>Keyed or 5/8-36 serrated for UG-10</i>
	<i>Rotation</i>	<i>Clockwise or counterclockwise</i>
Work Output	<i>Work Capacity</i>	<i>When making connection to the engine or turbine linkage, use 2/3 of the available governor terminal shaft travel between no load and full load. Split overtravel at each end to ensure that the governor can shut down and give maximum fuel.</i>
Caracteristic Control	<i>Steady State Speed Band</i>	<i>±0.25 % of rated speed (under normal operating conditions)</i>
	<i>Ballhead Assemblies</i>	<i>Spring-driven vibration-damping type. Available in undamped natural frequencies of (50, 70, 100, or 150) cpm.</i>
	<i>Pilot Valve</i>	<i>Porting 8 round or 2 slotted</i>
	<i>Pilot Valve Bushing</i>	<i>Rotating integrally with governor drive</i>

A. Faktor Penyebab dan Analisis Dampak Ketidakstabilan Governor

1. *Noise* Elektromagnetik (EMI) dan Koneksi Kabel Buruk
EMI dan nilai konduktor abnormal disebabkan oleh aliran tegangan dan arus yang tidak stabil pada komponen elektikal, hal ini menyebabkan terjadinya simpangan terhadap sinyal masukan dan keluaran sehingga fungsi *governor* terganggu. Pada kondisi ini pergerakan *governor* menjadi tidak stabil dan bergerak secara berkelanjutan tanpa kesesuaian.
2. Kerusakan Sensor dan Transmitter.

Sensor sebagai komponen penerima sinyal masukan harus dalam kondisi baik, sehingga nilai yang dikirimkan ke sistem akurat dan tepat. Kerusakan sensor dan transmiter secara fisik adalah terjadinya keausan komponen, korosif atau berkarat, dan kerusakan secara fungsi kerja. Sebagai catatan bahwa pembacaan data sensor yang tidak akurat, menyebabkan *governor* respon menjadi lambat atau tidak sesuai.

3. Fluktuasi Tegangan, Kapasitor atau Regulator Rusak
Power supply mengeluarkan tegangan listrik yang berubah-ubah, dapat juga *undervoltage* ataupun *overvoltage*. Hal lain yang menyebabkan tegangan tidak stabil yaitu kondisi kabel rapuh dan sambungan kabel longgar. Pada kondisi ini *governor* bekerja tidak stabil dan bahkan dapat berhenti secara langsung.
4. Motor Driver Rusak dan Komponen Internal Aus
Kerusakan *motor driver* terjadi dikarenakan oleh buruknya sambungan kabel terminal, *shorted*, atupun keausan *gear* sebagai gerak mekanik *governor*. Gejala kerusakan terlihat dengan *governor* tidak memberikan respon baik ataupun berhenti total.
5. Temperatur Tinggi, Kelembaban, dan Udara Korosif.
Lingkungan kamar mesin dengan temperatur yang panas mencapai 45°C disertai dengan kelembaban tinggi udara laut, adalah salah satu faktor penyebab kerusakan *board governor*, kadar garam tinggi dalam udara bersifat korosif terhadap material logam. Sifat korosif menyebabkan komponen elektronik *board driver* dan material logam dalam terminal *connector* menjadi rusak.

B. Hasil Pengamatan dan Pengukuran

1. *Noise* Elektromagnetik (EMI) dan Koneksi Kabel Buruk
Nilai EMI untuk perangkat elektronik *governor* dikendalikan dalam rentang frekuensi 150 kHz hingga 30 MHz (Features, 2012), saat frekuensi tidak mencapai nilai standart menyebabkan kontrol *governor* bekerja tidak normal. Hasil pengamatan untuk kabel dalam kondisi kaku dan retak di bagian selongsong luar, untuk sambungan terminal terlihat adanya logam berkarat disebabkan oleh efek korosif,
2. Kerusakan pada Sensor dan Transmiter
 - a. Tegangan output sensor pada *governor* sepatutnya memiliki tegangan dengan kisaran 0-5 Volt. Jika tegangan output sensor tidak terbaca menandakan sensor rusak atau ada masalah pada sirkuit. Hasil pengukuran untuk beberapa sensor kontrol dengan memberikan simulasi tercatat maksimum hanya bernilai 0,5 – 0,8 volt saja.
 - b. Arus operasional sensor dan tranmitter memiliki nilai sesuai manual book untuk actuator adalah 4-20 mAmp. Hasil pengukuran untuk output sensor dan tercatat kurang dari normal yaitu 2,2-3,6 mAmp.
3. Fluktuasi Tegangan dan Kapasitor Rusak
 - a. Tegangan Power Supply
Rentang normal tegangan input untuk *governor* mesin diesel bernilai stabil adalah kisaran 24VDC. Fluktuasi tegangan input yang dapat seharusnya tidak lebih dari $\pm 5\%$ dari nilai nominalnya. Hasil pengukuran untuk power supply saat actuator sedang bermasalah terukur tegangan adalah 18,6 volt.
 - b. Kapasitor
Rentang normal kapasitor yang digunakan dalam sirkuit *governor* mesin diesel harus sesuai dengan desain sirkuit, dengan kisaran nilai 10 μF , 100 μF , atau sesuai spesifikasi awal pabrikan. Toleransi kapasitor elektrolit bernilai $\pm 20\%$, sedangkan kapasitor keramik memiliki toleransi yang lebih ketat, diangka $\pm 10\%$ atau bahkan $\pm 5\%$. Hasil pengamatan secara visual terlihat kapasitor dalam kondisi gembung dan beberapa kapasitor dalam board terlihat hitam gosong.
4. Motor Driver Rusak dan Komponen Internal Aus
Driver rusak terlihat dengan adanya bekas terbakar pada papan sirkuit, hal ini terjadi karena perubahan tegangan atau arus yang melebihi kapasitas sehingga beberapa komponen elektronika menjadi panas dan terbakar.
Hal lain yairu terjadi keausan pada bagian yang bergerak oleh gesekan berlebihan karena pelumasan yang tidak baik, gejala suara tidak normal atau berisik disebabkan karena kondisi *bearing* aus.
5. Temperatur Tinggi, Kelembaban, dan Udara Korosif
Pengaruh temperatur tinggi lebih dari 40°C didalam kamar mesin secara berterusan menyebabkan *overheating* pada komponen elektronik, kondisi ini menyebabkan

degradasi pelumasan, percepatan keausan dan merusak struktur material berbahan plastik ataupun karet. Lingkungan kamar mesin saat kapal berlayar dengan seluruh permesinan beroperasi menyebabkan temperatur didalam kamar mesin menjadi tinggi dan panas, tercatat temperatur kamar mesin saat berlayar adalah 46-48°C.

Kelembaban udara di dalam kamar mesin di lingkungan laut yaitu lebih dari 85%, kondisi ini menimbulkan kondensasi pada komponen elektronik. Kadar uap air tinggi dan korosif dari laut menyebabkan efek korosi dan berdampak pada *shorted* serta karat pada bagian logam di *board driver governor*.

C. Solusi dan Penanganan

1. Pemasangan filter EMI/RFI, penggunaan kabel dengan standarisasi baik, pemeriksaan dan pengencangan rutin untuk terminal atau konektor kabel secara periodik. Pastikan instalasi grounding panel baik dan efektif untuk semua instalasi kabel.
2. Pemeriksaan dan penggantian sensor secara rutin jika kondisi tidak baik. Pelaksanaan kalibrasi sensor jika diperlukan secara berkala, dan pemasngan perlindungan sensor dari efek getaran tinggi dan temperatur ekstrem.
3. Penggunaan *power supply* yang stabil dengan menambahkan *stabilizer* untuk menjaga grafik tegangan, serta pemeriksaan dan penggantian komponen power supply yang rusak.
4. Penggantian *board driver* elektronik dan komponen internal yang rusak, pemeliharaan panel secara berkala dalam bentuk pembersihan, pengecekan komponen dan perawatan preventif rutin lainnya.
5. Perlindungan komponen elektronik dan logam dari lingkungan ekstrem, yaitu menggunakan komponen tahan korosif atau melindungi komponen logam dan driver dengan cara di tutup atau cover anti panas.

D. Rekomendasi

1. Pemeliharaan Rutin: Implementasi jadwal pemeliharaan yang ketat sesuai PMS (*Planned Maintenance Sytem*) untuk inspeksi dan penggantian komponen yang rawan rusak.
2. Peningkatan Kualitas Komponen: Penggunaan sensor dan komponen elektronik berkualitas tinggi yang tahan terhadap kondisi operasional ekstrem.
3. Pelatihan Teknis: Pelatihan berkala untuk teknisi mengenai identifikasi dan penanganan masalah elektronik pada sistem kontrol *governor*.
4. Monitoring Berkelanjutan: Pemasangan sistem proteksi dan monitoring untuk mendeteksi masalah sejak dini serta menghindari gangguan operasional.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan dan pengukuran pada *governor* mengidentifikasi beberapa masalah kritis yang mempengaruhi kinerjanya. *Noise* elektromagnetik (EMI) dan kondisi kabel yang buruk dan retak menyebabkan frekuensi EMI berada di luar standar. Sensor dan transmiter dengan tegangan output dan arus operasional lemah menyebabkan gangguan kinerja dan respon *governor*. Fluktuasi tegangan instalasi dan rusak disebabkan ketidakstabilan tegangan power supply dpat ditambahkan stabilizer. Driver elektronik dan komponen internal mengalami kerusakan akibat *overheating* dan kerusakan *bearing* dikarenakan kondisi pelumasan tidak baik menyebabkan pergerakan *governor* menjadi lambat dan bising. Temperatur dan kelembaban tinggi dari udara korosif di lingkungan kamar mesin memperburuk dan menyebabkan korosi terhadap komponen logam *governor*. Solusi yang diusulkan yaitu pemasangan filter EMI, penggunaan kabel berstandar tinggi, penggantian sensor ataupun transmiter secara rutin, stabilisasi *power supply*, penggantian komponen driver elektronik yang rusak, serta perlindungan komponen elektronika dari temperatur ekstrem dengan perlindungan anti panas. Implementasi solusi dan rekomendasi ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan memperpanjang masa pakai komponen *governor* mesin diesel kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah Karim, N., Purwito, & Hamdani. (2021). Analisis Pengoperasian *Governor* Sebagai Pengatur Kestabilan Frekuensi Pada PLTU Mamuju 2 x 25 MW. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*, September, 147–151.

- Calder, N. (2007). *Marine diesel engines : maintenance, troubleshooting, and repair*.
- Dena Adi Kurnia. (2020). *Analisis Pengaruh Buka-an Katup Governor Terhadap Efisiensi Turbin Generator Pada Pltu Dengan Daya 295 Mw*. 1–48.
- EUR, R. (2020). *Governors Actuators Controls Monitoring*. *E.Book*.
- Features, S. (2012). *UG - 10 MAS Governor P7*. 03389.
- Masruhan, K., & Pambudi, P. E. (2019). Analisis Sistem Governor Dalam Menjaga Kestabilan Frekuensi Pada Pt . Indonesia Power Up Mrica Sub Unit Plta Wadaslintang. *Jurnal Elektrikal*, 6, 48–55.
- Revision, E. N. (2020). *Marine diesel engines Operator 's manual*.
- Sadono, S., & Effendy, N. (2013). Identifikasi Sistem Governor Control Valve Dalam Menjaga Kestabilan Putaran Turbin Uap PLTP Wayang Windu Unit 1. *Teknofisika*, 2(3), 83–90.
- Simanjorang, B., Siahaan, S., & Hutabarat, J. L. (2021). Studi Analisis Eksitasi dan Governor Untuk Mengatur Tegangan dan Frekuensi Keluaran Generator Pada PLTMH Aek Raisan I. *Jurnal ELPOTecs*, 4(2), 22–28. <https://doi.org/10.51622/elpotecs.v4i2.431>