

Pengoptimalan Perawatan Dan Pengujian System Safety Device Pada Mesin Induk Mitsubishi Di Tb. MBS 2000 1 PT. Alusteel Engineering Indonesia

Syadam Arviyoga Pratama

Universitas Maritim AMNI Semarang

Korespondensi penulis: syadam180@gmail.com

Abstract. *The main engine is the main engine on the ship which consists of several units that function to move the ship. Before the ship operates, the condition of the main engine must be ensured in good condition. To ensure the machine is in good condition, it is necessary to carry out maintenance and testing to maintain the safety of the machine. The test is carried out using a system safety device which is one of the security devices used to prevent damage to the main engine. This safety device test is carried out to ensure that when the machine is operating, the speed and temperature of the machine are in conditions according to the standards that have been set so that the machine operates in a safe condition. This study aims to determine the safety and security of diesel main engines through several stages of testing safety devices with standards that have been set by the engine company and approved by the Indonesian Classification Bureau. In this study, the method of direct observation was used during the testing process. The results of this study show safety device testing through stages starting from fresh water temperature testing, oil pressure testing, oil leaking testing, over speed testing. From these four tests, optimal and safe results are obtained in operating the Tug Boat main engine because it meets the requirements of the safety device system from the standard maker and is approved by the Indonesian Classification Bureau.*

Keywords: *Main engine, Safety Device, Maintenance , Testing.*

Abstrak. *Main engine* merupakan mesin utama pada kapal yang terdiri dari beberapa unit yang berfungsi untuk menggerakkan kapal. Sebelum kapal beroperasi, kondisi *main engine* harus dipastikan dalam keadaan baik. Untuk memastikan mesin dalam keadaan baik, perlu dilakukan perawatan dan pengujian untuk menjaga keamanan mesin. Pengujian dilakukan menggunakan *system safety device* yang merupakan salah satu perangkat keamanan yang digunakan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada *main engine*. Pengujian *safety device* ini dilakukan untuk memastikan pada saat mesin beroperasi, kecepatan dan suhu dari mesin tersebut dalam kondisi sesuai *standard* yang sudah ditetapkan agar mesin beroperasi dalam keadaan aman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keamanan dan keselamatan diesel *main engine* melalui beberapa tahapan pengujian *safety device* dengan *standard* yang sudah ditetapkan oleh perusahaan mesin dan disetujui oleh Biro Klasifikasi Indonesia. Pada penelitian ini menggunakan metode pengamatan secara langsung saat proses pengujian. Adapun hasil dari penelitian ini menunjukkan pengujian *safety device* melalui tahapan mulai dari pengujian *fresh water temperature*, pengujian *oil pressure*, pengujian *oil leaking*, pengujian *over speed*. Dari keempat pengujian tersebut maka didapatkan hasil yang optimal dan aman dalam mengoperasikan mesin induk kapal Tug Boat karena memenuhi persyaratan sistem *safety device* dari standar maker serta di *approve* oleh Biro Klasifikasi Indonesia.

Kata kunci: Main Engine, safety device, Perawatan, Pengujian.

LATAR BELAKANG

Motor Diesel adalah motor pembakaran dalam yang beroperasi dengan menggunakan minyak gas atau minyak berat, sebagai bahan bakar, dengan suatu prinsip bahan bakar tersebut (diinjeksi) kedalam silinder yang didalamnya terdapat udara dengan tekanan dan suhu yang cukup tinggi sehingga bahan bakar tersebut secara spontan terbakar. Motor diesel adalah suatu motor bakar yang pada langkah pertama menghisap udara murni dari saringan udara, sedangkan pemasukan bahan bakar dilakukan pada akhir langkah kompresi yang mempunyai tekanan tinggi dan menghasilkan suhu yang mampu menyalakan bahan bakar. Salah satu jenis penggerak yang banyak dipakai adalah mesin kalor, yaitu mesin yang menggunakan energi termal untuk melakukan kerja mekanik, atau yang mengubah energi termal menjadi energi mekanik. Energi itu sendiri dapat diperoleh dengan proses Pembakaran. Menurut pembakarannya motor bakar dibedakan atas dua macam yaitu motor pembakaran dalam dan motor pembakaran luar. *Safety Device system*, merupakan salah satu perangkat keselamatan dan keamanan yang penting di mesin induk, Hal ini di karenakan dengan menggunakan *Safety Device* dapat mengetahui dan mencegah apabila terjadinya kerusakan pada *main engine*.

Dengan penggunaan *Safety Device* sebagai pengaman *main engine* maka mesin kapal akan terlindungi dari kerusakan, dan sistem tersebut akan secara cepat bekerja dan menghentikan mesin. Dalam Perawatan *Safety Device* ini sering mengalami gangguan yang menyebabkan tidak optimalnya beberapa komponen pada *System Safety Device* yang mengakibatkan alarm tersebut tidak berfungsi. Maka perlu di lakukan penanganan terhadap gangguan yang timbul pada saat *System Safety Device* beroperasi dan di dalam pengoperasian ini para ahli mesin kapal yang bertanggung jawab terhadap masalah tersebut untuk tanggap dalam segi keterampilan (*skill*) dan di tuntutan untuk secepat mungkin mengambil tindakan.

KAJIAN TEORITIS

Pengertian *System Safety Device*

System Safety Device adalah sistem untuk menjaga mesin utama dengan aman jika terjadi kerusakan pada sistem, Terutama dipasang di mesin ketika semua alarm dan trip gagal bekerja maka cara terakhir untuk menjaga mesin dan komponen dengan aman

adalah perangkat keselamatan ini dipasang di mesin utama. Ini terutama dari jenis katup pelepas tekanan yang melepaskan tekanan berlebih yang dibuat jika terjadi kerusakan mesin dan tidak ada tindakan yang baik di maju untuk memperbaiki atau menghindari situasi. *System Safety Device* ini membuat keadaan dua mekanisme atau fungsi saling bergantung. Ini dapat digunakan untuk mencegah keadaan yang tidak diinginkan dalam mesin keadaan terbatas, dan dapat terdiri dari perangkat atau sistem elektrik, elektronik, atau mekanis.

Safety Device merupakan sebuah perangkat dalam *Main Engine* yang berfungsi untuk menjaga keamanan *Main Engine* serta operator yang mengoperasikannya. Komponen dari *Safety Device* tersebut terdiri dari beberapa komponen, yaitu *Control Module*, *Sensor Oil Pressure*, *Sensor Water Temperature*, *Sensor Engine Speed*, *Sensor OilLeaking* dan solenoid *Shut Off*.

Sistem *Safety Device* ini bertujuan untuk memastikan *main engine* bekerja dengan baik. Pada pengujian menggunakan sistem ini ada beberapa pengujian yang dilakukan yakni pengujian *fresh water cooling*, *oil preassure*, *oil leaking*, *over speed*. Untuk hasil pengujian tersebut telah diatur sesuai *standart* yang ditetapkan oleh *vandour* atau pemilik mesin.

Komponen–Komponen Pendukung *System Safety Device*

1. Manual Stop Lever

Gunakan tuas penghenti manual untuk mematikan mesin jika terjadi keadaan darurat. Jika sakelar starter gagal menghentikan pengoperasian mesin, gunakan tuas penghenti manual. Ketika tuas digerakkan ke arah [STOP], mesin berhenti beroperasi. Jika mesin terus beroperasi bahkan setelah tuas penghenti manual dioperasikan, putuskan suplai bahan bakar untuk menghentikan mesin.

2. Diaphragm type boost compensator

Kompensator boost mengontrol rak bahan bakar untuk mengurangi asap hitam selama akselerasi cepat hingga tekanan boost turbocharger meningkat. Kompensator boost bekerja untuk mengontrol posisi rak kontrol pompa injeksi bahan bakar untuk memasok bahan bakar ke pembakaran internal dengan supercharger sebagai respons terhadap tekanan boost yang diterapkan ke mesin.

3. Water Temperature Sensor (Thermo Unit)

Thermo Unit memiliki fungsi untuk mensensor atau mendeteksi suhu dari air pendingin. Thermo Unit ini juga ada yang menyebutnya dengan istilah sensor ECT (Engine Coolant Temperature).

4. Thermo Switch

Thermo switch radiator adalah switch yang berfungsi untuk mengaktifkan dan mematikan fan radiator secara otomatis. Switch ini berperan penting dalam memastikan fan radiator berfungsi secara efisien. Pada saat temperatur mesin dan radiator panas, maka switch ini akan menyalakan fan radiator untuk mendinginkan mesin. Sebaliknya, saat temperatur mesin dan radiator dingin, thermo switch fan radiator akan mematikan fan radiator.

5. Oil Pressure unit (Sensor Oli)

Oil pressure unit (sensor oli) adalah komponen sensor berfungsi mendeteksi kuantitas (volume) oli pada mesin. Komponen ini terletak pada bagian blok silinder yang biasanya terpasang pada bagian samping.

6. Oil Pressure Switch

Fungsi Oil Pressure Switch adalah untuk mengetahui tekanan atau pressure oil. Apabila terjadi tekanan abnormal maka akan muncul warning di dalam panel alarm. Fungsi oil pressure switch biasanya digunakan sebagai aktuator yang secara langsung mengaktifkan lampu peringatan di panel alarm. Hal ini terjadi Ketika tekanan oli jadi menurun nilai critical value yang ditetapkan atau membawa sinyal ke ECU (Engine Control Unit). Jadi dengan kata lain fungsi komponen ini adalah peringatan tentang tekanan oli yang rendah dan mencegah kerusakan pada mesin.

7. Revolution Pickup (Sensor Revolusi)

Sensor Revolusi mendeteksi sudut putaran poros engkol dan poros bubungan, dan digunakan untuk kontrol waktu pengapian. Sensor Revolusi dipasang di kotak roda gigi waktu untuk mendeteksi kecepatan mesin.

8. Selenoid Valve

Solenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoida, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve pneumatic* atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang masukan dan lubang keluaran. Lubang masukan berfungsi sebagai terminal atau tempat udara bertekanan masuk atau *supply (service unit)*.

Over Speed Trip In Diesel Engine

Over Speed trip adalah fitur keselamatan yang disediakan pada mesin diesel kapal untuk membatasi akselerasi yang tidak terkendali dari mesin, yang menyebabkan kegagalan mekanis atau kecelakaan yang tidak diinginkan. Untuk mencegah kecepatan mesin diesel melampaui rentang kecepatan yang ditentukan sebelumnya, sebuah perjalanan kecepatan lebih tinggi digunakan dalam mesin diesel. Sebuah mesin diesel dirancang untuk tekanan mekanik yang terkait dengan gaya sentripetal dan sentrifugal dari bagian yang bergerak di dalamnya dalam rentang operasional yang ditentukan.

Tujuan utama dari perjalanan overspeed adalah untuk memotong pasokan bahan bakar ke silinder mesin jika kecepatan mesin meningkat di atas tingkat tertentu.

L.O Preassure Trip Dan Alarm

Tekanan minyak pelumas rendah tekanan minyak rendah atau los tekanan minyak dapat menghancurkan mesin dalam waktu singkat. Oleh karena itu, kebanyakan mesin sedang hingga besar akan berhenti pada rendah atau kehilangan tekanan minyak. Rugi dari tekanan minyak dapat mengakibatkan mesin akan tersendat, hidrolis mekanik juga akan berhenti karena kurangnya minyak ke *gubernur*. Sensor tekanan oli biasanya dapat memberhentikan mesin. Sensor tekanan minyak pada mesin besar biasanya memiliki dua *setpoint* tekanan rendah. Satu *setpoint* memberikan peringatan dini dari tekanan oli yang tidak normal, fungsi alarm saja. *Setpoint* kedua dapat diatur untuk mematikan mesin sebelum tetap kerusakan sudah selesai.

Exhaust Temperatures

Dalam mesin diesel, suhu buang sangat penting dan dapat memberikan sejumlah besar informasi mengenai pengoperasian mesin. Suhu exhaust yang tinggi tidak dapat mengindikasikan kelebihan beban mesin atau kemungkinan buruk karena pemuatan

yang tidak memadai (efek pendinginan) dalam operasi *engine. extended* dengan suhu exhaust tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada katup buang, piston, dan silinder, suhu buang biasanya hanya menyediakan alarm.

High Crankcase Pressure

Tekanan bak mesin tinggi biasanya disebabkan oleh pukulan berlebihan (tekanan gas dalam silinder bertiup oleh cincin piston dan ke dalam kotak engkol) .kondisi tekanan tinggi menunjukkan mesin dalam kondisi buruk. Tekanan bak mesin tinggi biasanya hanya sebagai fungsi *alarm*.

Turning Gear Main Engine

Roda gigi putar adalah mekanisme putar mesin diesel. Ini terdiri dari motor listrik reversibel yang menggerakkan roda gigi cacing yang terhubung dengan roda gila bergigi. Penggerak motor menggerakkan roda gila sehingga memutar mesin diesel besar ke arah yang diinginkan.

METODE PENGAMATAN

Jenis pengamatan ini adalah pengamatan kualitatif dengan menggunakan metode deskriptif. Pengamatan ini berusaha memecahkan masalah dengan mengkaji secara mendalam serta memaparkan dalam tulisan ini dengan mengenai system safety device mesin induk atau *main engine* di TB. MBS 2000 1 dan masalah-masalah yang ditemukan serta jalan keluarnya dalam rangka melakukan perbaikan yang tepat dan optimal. Karena, tujuan tersebut sangat relevan jika pengamatan ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan

Pada bagian ini, akan dibahas mengenai permasalahan yang terjadi di atas kapal dengan hasil pengamatan di PT. Alusteel Engineering Indonesia, Batam. Pembahasan tersebut meliputi:

Main Engine	2x Mitsubishi S6R2-MPTK3L @1017HP, 1800 RPM
Maker	Mitsubishi Heavy Industries Engine & Turbocharger
Serial No.	81821 (Port) , 81809 (Stb)
Rate Output	635 KW / 1500 Min.
Gear Box	2x Advance HCG 800 Ratio 1 : 4,905

Tabel 1. Data *Main Engine* kapal MBS. 2000 1

Perawatan Pada System Safety Device Main engine.

Perawatan *system safety device* merupakan suatu cara untuk mengamankan jalannya proses serta peralatan dari unit yang paling kecil sampai keseluruhan system, berikut contoh perawatan dari *system safety device* tersebut.

1. Perawatan pada *over speed trip*.

- a. Perlu dilakukan perawatan yang baik pada *actuator* untuk menghindarinya dari kegagalan dalam memproteksi kerja mesin,
- b. Melakukan pengecekan respon kerja dalam mendorong system penggerak pneumatic ataupun hidrolik,
- c. Melakukan kalibrasi nilai keluaran dari tachometer ataupun system.

2. Perawatan pada sistem pelumasan.

- a. Melakukan pemeriksaan kuantitas (volume) dan kualitas minyak pelumas,
- b. Melakukan pemeriksaan pada bak minyak pelumas,
- c. Melakukan pemeriksaan saringan oli,
- d. Melakukan pemeriksaan pompa oli.

3. Perawatan pada sistem katup buang (*exhaust valve*).

- a. Melakukan penggantian komponen – komponen katup buang (*exhaust valve*) yang sudah mengalami kerusakan.
- b. Melakukan pembersihan dari kerak – kerak pada setiap komponen katup.
- c. Menyetel celah katup sesuai instruksi dari *manual book*.

- d. Merawat *exhaust valve* secara teratur sesuai dengan jam kerja agar terhindar dari kerusakan fatal.
- e. Memberikan informasi yang berkesinambungan tentang perawatan, agar perwira yang baru naik kapal dapat mengetahui apa yang harus di kerjakan.

4. Perawatan pada *Turning Gear*.

- a. Melakukan pembaharuan terhadap komponen pada turning gear dan dilakukan perbaikan terhadap komponen lainnya,
- b. Selalu lakukan pengecekan pada minyak lumas,
- c. Melakukan penambahan volume minyak lumas yang berada di turning gear lebih tepatnya pada bearing agar shaft mendapatkan pelumasan yang sempurna.

Penyebab *System Safety Device* mengalami kerusakan.

- a. Panas berlebihan pada mesin yang di akibatkan karena gagalnya *Fresh Water Cooler* (FWC) mendinginkan air tawar sebagai media pendingin yang mengakibatkan mesin mengalami over heat.
- b. *Sensor Oil Pressure* bekerja tidak normal, dikarenakan tekanan oli yang terlalu rendah yang menyebabkan penyaluran oli tidak lancar.
- c. Kurangnya tekanan minyak ke *gouverneur* yang menyebabkan hidrolis mekanik menjadi berhenti.
- d. Terjadinya *Oil leaking* yang disebabkan karena bocornya *oil filter, valve, nipple* yang mengalami *lose threat* atau kelonggaran yang mengakibatkan oli keluar ketika ada tekanan pada mesin induk kapal.
- e. Sistem Over speed berubah karena terjadi getaran dan over heat pada mesin.
- f. Tingginya suhu exhaust yang dapat menyebabkan kerusakan pada katup buang, piston, dan silinder.
- g. Tekanan tinggi pada *Crankcase* yang dapat menyebabkan mesin bekerja dalam kondisi buruk.

Pengujian pada *System Safety Device Main engine*.

Pada pengujian menggunakan sistem ini ada beberapa pengujian yang dilakukan yakni pengujian *fresh water cooling, oil preassure, oil leaking, over speed*. Untuk hasil

pengujian tersebut telah diatur sesuai *standart* yang ditetapkan oleh *maker* atau pemilik mesin.

Pengujian	Standar Maker
Fresh Water Cooling	<i>Minimum</i> panas 42 derajat dan <i>maximum</i> panas 98derajat.
Oil Leaking	Kebocoran oli pada mesin induk kapal.
Oil Pressure	Tekanan oli diatas tekanan 0,5 bar dan dibawah 2 bar.
<i>Over Speed</i>	<i>Maximum</i> kecepatan RPM pada mesin induk ialah 1700+

Tabel 2. Standar ketentuan maksimum atau minimum dari Mitsubishi.

1. Pengujian Fresh Water Temperature

Pengujian *fresh water temperature* merupakan pengujian sistem pendingin yang menjaga temperatur suhu pada mesin induk dan pengujian yang sangat penting pada safety device mesin induk / *main engine*.

Cara pengujian pada Fresh water temperature ini yaitu : air dipanaskan dengan pemanas air sampai mendekati suhu 96 derajat, lalu pengukur suhu dimasukkan bersamaan dengan sensor *water temperature* dan *solenoid* yang terhubung dengan mesin. Jika air sudah mendekati panas antara 86 derajat sampai 98 derajat, maka *engine* akan *shut off*.



Sumber : (Dokumen Perusahaan)

Gambar 18. Detektor *Fresh Water Cooling*

Dari pengujian ini, hasil yang didapatkan ialah fresh water cooling mengalami suhu 90 derajat.

	ITEM		SETTING	WORKING	
				MER'S	WITNESS
1	HIGH WATER TEMP.	ALARM	90±2°C	90º	- ºC
2		TRIP	95±2°C	90º	- ºC

Tabel 3. Hasil test record manual book yang dilakukan bersama *maker*.

2. Pengujian Oil Pressure

Pengujian *oil pressure* merupakan pengujian yang berfungsi sebagai tekanan oli tidak tercukupi pada saat mesin kapal dinyalakan, dan akan menyebabkan alarm pada *safety device* menyala.

Cara pengujian pada oil pressure yaitu : pengujian dapat dilihat dari pressure gauge pada 1,5 bar. Jika dibawah kisaran 1,5 bar mesin akan otomatis mati dikarenakan tekanan oli berkurang. Posisi *pressure gauge* di dekat *oil switch*.



Sumber : (Dokumen Perusahaan)

Gambar 20. Detektor *Oil Pressure*

Penjelasan dari hasil yang di dapat dari pengujian *Oil Pressure*, sebagai berikut :

Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat dari pressure gauge pada 1,5 bar. Jika di bawah kisaran 1,5 bar mesin akan otomatis mati dikarenakan tekanan oli berkurang dan posisi *pressure gauge* di dekat *oil switch*. Pengujian *Oil Pressure*

menggunakan alat pressure gauge untuk mengetahui tekanan pada oli dan bisa dapat dilihat pada *tachometer* mesin induk pada bagian *Oil Pressure*.

Dari pengujian ini, didapatkan nilai oil pressure adalah 2 bar.

3. Pengujian Oil Leaking

Pengujian *oil leaking* adalah suatu kejadian yang diakibatkan oleh kebocoran pada *oil filter, valve, nipple*, yang mengalami *lose threat* atau kelonggaran yang mengakibatkan oli keluar ketika ada tekanan pada mesin induk kapal.

Cara pengujian *oil leaking* adalah, pada *solenoid oil pressure* ditekan atau dibuka. Jika oli keluar dari mesin akan otomatis mati dan mengeluarkan alarm.



Sumber : (Dokumen Perusahaan)

Gambar 22. Detektor *Oil Leaking*

Dari pengujian ini, hasil yang didapatkan ialah mesin induk akan otomatis mati apabila nipple dibuka sedikit hingga mengeluarkan oli.

4. Pengujian Over Speed

Pengujian *over speed (endurance)* merupakan suatu bagian untuk mengetahui kondisi mesin apakah akan terjadi perubahan kondisi semisal mesin bergetar, *over heat*, gejala yang akan mempengaruhi performa mesin selanjutnya. Proses ini diawasi dan disetujui oleh *vendor* dan *surveyor* BKI dan mengetahui ketahanan pada mesin induk yang akan mengalami panas pada mesin dan mesin bisa bergetar jika kecepatan melebihi rata rata.

Cara menguji pengujian ini adalah mesin induk diuji dengan kecepatan 1700+ RPM. Mesin induk akan berhenti apabila kecepatan mesin induk memiliki kecepatan

lebih dari 1650 RPM dan alarm akan berbunyi menandakan mesin mengalami *over speed*. Dari pengujian ini, hasil yang didapatkan ialah RPM pada mesin induk akan mati apabila RPM mencapai maksimum 1650 RPM dan alarm safety device akan berbunyi. Maka pada proses sea trial ataupun pengoperasian kapal, RPM tidak boleh mencapai 1650 RPM.

	OVER SPEED	TRIP	1645~1680min-1	1653 min-1	- min-1	0
1	F/O LEAK SW.		(FLOAT UP)	*	-	0
2	ENGINE STOP S.W.		(WHEELHOUSE)	*	-	-
			(ENGINE ROOM)	*	-	-
			(ALARM PANEL)	*	-	-

Tabel 4.
 Hasil Test

Record Manual Book yang di lakukan Bersama Engineer.

Hasil

Hasil penulisan dan pembahasan di atas dapat ditarik beberapa hal penting sebagai berikut:

1. Pentingnya Perawatan pada *system safety device* sebagai cara untuk mengamankan jalannya proses, serta mencegah kerusakan pada komponen mesin induk mulai dari unit yang paling kecil sampai keseluruhan komponen besar pada system.
2. Teknisi di kapal dapat melakukan pencegahan agar tidak terjadi kerusakan pada *system safety device*, dan bisa meminimalisir penyebab kerusakan dengan rutin melakukan pengecekan pada komponen *Safety Device*.
3. Setelah dilakukan pengujian pada komponen *Safety Device*, pekerjaan yang dilakukan oleh Teknisi kapal menjadi lebih aman dan dapat menghemat waktu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian-uraian sebelumnya dalam pembahasan mengenai *Safety Device Main Engine* di TB. MBS 2000 1, maka diambil kesimpulan dari analisa data adalah sebagai berikut:

1. Pentingnya perawatan pada komponen – komponen *Safety Device*, agar komponen dapat bekerja dengan optimal pada mesin, dan mesin tidak mudah mengalami kerusakan.
2. Yang dapat mengakibatkan terjadinya kegagalan pada *system safety device* yang bisa menyebabkan *black out* antara lain : *high temperature*, *L.O low preassure*, *Oil leaking*, dan *overspeed trip*.
3. Pentingnya keamanan sistem *main engine* adalah agar tidak terjadi hal yang tidak di inginkan pada *main engine*, contoh tekanan oli kurang pada mesin yang bisa menyebabkan *black out*.

Upaya mengoptimalkan kerja dari *system safety device* antara lain: pengujian dan perawatan pada komponen *safety device* harus sesuai dengan *instruction manual book*, tentang perawatan, dan pengecekan berkala.

DAFTAR REFERENSI

- A Tri Novian, (2015), “SISTEM INFORMASI AUXILIARY ENGINE HND MWM TBD 234 V8 MENGGUNAKAN VISUAL BASIC PADA KAPAL KM. MERATUS BENOA”. <https://repository.its.ac.id>
- Abdul Halim, (2021), “PEMBUAT SAFETY DEVICE COOLING DOWN AUTOMATIC PADA UNIT HEAVY EQUIPMENT DOZER D3K CATERPILLAR BERBASIS MICROCONTROLLER”. <https://jurnal.pnj.ac.id>
- Hidayat, (2016), “Metode Pengamatan Kualitatif: Sebuah Upaya Mendukung Penggunaan Penelitian Kualitatif.” Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Loekman Satibi, Irfan Purnawan, Lisa Nazifah, (2013), “Mesin Penggerak Utama (Prime Mover)”. Graha Ilmu , Jakarta.
- M. Darma, (2010), “ANALISIS KONDISI MESIN INDUK KAPAL DENGAN APLIKASI METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM”. <https://mmt.its.ac.id>

M. Iqbal Amanulloh, (2019), “KINERJA SAFETY DEVICE PADA ENGINE CATERPILLAR 3066”. <https://prosiding.pnj.ac.id>

Mitsubishi, (2011), “Operation & Maintenance Manual,” Mitsubishi Diesel S6R,S6R2, p.47,. <https://www.det-mitsubishi.com>

M. Othling and C. Four, (1984), “Engines for Power Generation,” Mech. Eng., p.5,. <https://f.hubspotusercontent10.net>

Rabiman, Zainal Arifin, (2011), “Sistem Bahan Bakar Motor Diesel”. Graha Ilmu , Yogyakarta.

Sugiyono, (2019), “Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.” Bandung:Alphabet