

Analisis Gangguan dan Perawatan pada Mesin *Diesel generator* di KM. Egon

Dufan Willy Syahputra¹, Sri Wahyuningsih^{2*}

¹Teknika, Akademi Maritim Cirebon

²Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon

* Corresponding Author. E-mail: syuni0389@gmail.com

Submitted: 07-11-2023

Accepted: 19-11-2023

Published: 30-11-2023

Abstract

The diesel generator engine is one of the auxiliary machines that has a vital role in generating electrical power on ships. Disruption or damage to diesel generator engine components can cause ship operations to stop and cause problems with the ship's main engine and/or auxiliary engines, endangering human safety and the environment. This research aims to determine the factors that cause problems and maintenance on diesel generator engines in KM. Egon. The research method used is a qualitative approach, where the results of this approach are presented in the form of descriptive data. The data collected consisted of primary and secondary data using data collection techniques, namely interviews, observation, documentation and literature study. The research results show diesel generator engine interference at KM. Egon is low pressure in the lubrication system due to lack of maintenance of the lubricating oil filter. The large amount of dirt in the form of mud mixed with oil will form sediment or crust that sticks to the filter, so that the filter gaps become blocked and the lubricating oil pressure becomes low. Under these conditions, the maintenance carried out is by cleaning the filter from dirt and replacing the filter if necessary, as well as changing the lubricating oil regularly according to the usage time limit (running hours).

Keywords: *Diesel Engines, Generators, Ships*

Abstrak

Mesin *diesel generator* menjadi salah satu permesinan bantu yang mempunyai peran vital dalam menghasilkan daya listrik di kapal. Gangguan atau kerusakan yang terjadi pada komponen mesin *diesel generator* dapat mengakibatkan operasional kapal terhenti dan menyebabkan masalah pada mesin utama dan atau mesin bantu kapal, membahayakan keselamatan manusia dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab gangguan dan perawatan pada mesin *diesel generator* di KM. Egon. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif, dimana hasil pendekatan ini disajikan dalam bentuk data deskriptif. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan sekunder dengan menggunakan teknik pengumpulan data yaitu wawancara, observasi, dokumentasi dan studi pustaka. Hasil penelitian menunjukkan gangguan mesin *diesel generator* di KM. Egon adalah rendahnya tekanan pada sistem pelumasan akibat kurangnya perawatan *filter* minyak pelumas. Banyaknya kotoran berupa lumpur bercampur minyak akan membentuk endapan atau kerak yang menempel pada *filter*, sehingga celah-celah *filter* tersumbat dan tekanan minyak pelumas menjadi rendah. Dengan kondisi tersebut, perawatan yang dilakukan yaitu dengan membersihkan *filter*

dari kotoran dan mengganti *filter* jika diperlukan, serta mengganti minyak pelumas secara rutin sesuai batas waktu pemakaian (*running hours*).

Kata kunci: Mesin *Diesel*, *Generator*, Kapal

1. PENDAHULUAN

Transportasi laut mempunyai peranan besar dalam mewujudkan terciptanya pola distribusi yang dinamis. Transportasi laut dalam hal ini kapal, berfungsi untuk memindahkan barang atau orang dari satu tempat ke tempat lain dengan tujuan meningkatkan kegunaan dan nilai. Pengangkutan menggunakan kapal ini dinilai lebih efisien dibandingkan moda transportasi lainnya, karena kapal mempunyai daya angkut lebih besar (Vandawati, 2019), dan lebih dominan dibandingkan transportasi lainnya (Febriyanti et al., 2021).

Pengoperasian kapal selama di laut harus mengutamakan keselamatan dan keamanan terutama untuk melindungi manusia, muatan, lingkungan dan mesin (Bashan & Demirel, 2018). Untuk mencapai hal tersebut, maka kesiapan kondisi teknis kapal menjadi syarat mutlak yang harus dijaga dengan baik (Wakijo et al., 2022). Oleh karena itu pada mesin kapal, pemeliharaan dan perbaikan terencana sangatlah penting. Jika hal tersebut tidak dilakukan, banyak kesalahan yang terjadi dan memicu kerusakan lain (Bashan & Demirel, 2018).

Salah satu peralatan yang mempunyai peran vital pada kapal adalah mesin *diesel generator*, yaitu gabungan antara mesin *diesel* dan generator. *Diesel generator* merupakan peralatan kapal yang berguna untuk menyuplai kebutuhan listrik di kapal (Nugraha, 2020; Wakijo et al., 2022). Daya listrik yang dihasilkan berasal dari hasil pembakaran yang terjadi di dalam mesin itu sendiri (mesin pembakaran dalam) (Prasetya & Kismantoro, 2017; Wakijo et al., 2022). Pembakaran ini terjadi karena adanya udara bertekanan tinggi di dalam ruang bakar (silinder), dimana daya yang dihasilkan ditentukan oleh jumlah bahan bakar yang dapat terbakar dengan sempurna (Djeli & Saidah, 2016). Bahan bakar ini dikabutkan oleh *injector* yang merupakan alat untuk mengabutkan dan menyemprotkan bahan bakar, sehingga terjadi proses pembakaran di dalam silinder dan menghasilkan energi listrik (F, Sujarman et al., 2020). Energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk keperluan di kapal, seperti menggerakkan motor-motor pada peralatan bantu dan mesin geladak, sistem penerangan, sistem komunikasi dan navigasi, sistem sirkulasi udara, sistem keselamatan kapal dan lainnya (Prasetya & Kismantoro, 2017).

Mesin *diesel generator* yang beroperasi dapat saja mengalami gangguan yang dapat menyebabkan generator mengalami kerusakan (Kristianto et al., 2023). Menurut Bashan & Demirel (2018), kegagalan generator karena kerusakan dapat mengakibatkan matinya kapal secara tiba-tiba, sehingga menyebabkan kerusakan serius pada mesin utama dan/atau bantu kapal, keselamatan manusia dan lingkungan laut atau struktur apa pun di jalur kapal. Beberapa kegagalan yang sering terjadi diantaranya terletak pada penghidupan dan penghentian *diesel generator*, sistem bahan bakar, sistem pelumasan dan pendinginan, kesalahan pada beberapa peralatan fisik dan lain-lain. Oleh karena itu, rencana pemeliharaan dan perbaikan sistem *diesel generator* harus terlaksana dengan baik tanpa ada kekurangan atau penundaan.

Prasetya & Kismantoro (2017) melaporkan bahwa kurangnya perawatan terhadap mesin generator menyebabkan pecahnya *cylinder liner* akibat keausan pada dinding

cylinder liner dan kurangnya tekanan air pendingin. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh F, Sujarman et al. (2020) menunjukkan bahwa kurangnya perawatan pada *injector diesel generator* (alat pengabut bahan bakar) menyebabkan kualitas pembakaran yang dihasilkan menjadi tidak sempurna, sehingga berdampak pada penurunan performa mesin.

Mengingat pentingnya peran mesin *diesel generator* dalam mendukung operasional kapal di laut, oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kendala dan perawatan pada mesin *diesel generator* di KM. Egon. Secara praktis hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan informasi untuk dijadikan evaluasi untuk meningkatkan perawatan dan perbaikan komponen mesin *diesel generator*, sehingga meminimalisir kerusakan mesin dan resiko kegagalan lainnya.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif, dimana menurut Siyoto & Sodik (2015) pendekatan kualitatif merupakan proses penelitian yang menyelidiki fenomena sosial dan masalah manusia. Hasil dari pendekatan ini adalah data deskriptif baik berupa kata-kata lisan maupun tertulis dari subjek penelitian yang diamati. Pada penelitian ini, subjek penelitian dipilih menggunakan metode *purposive sampling* dengan pertimbangan informan yang dipilih merupakan *crew* kapal yang terlibat langsung dalam melakukan perawatan mesin bantu.

Pengumpulan data-data dilakukan selama 12 bulan mulai dari Februari 2021 sampai dengan Februari 2022 di KM. Egon. Kapal ini merupakan kapal jenis *roro passenger* yang merupakan armada milik PT. Pelayaran Nasional Indonesia dengan angkutan penumpang dan barang.

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Data primer merupakan sumber data yang didapatkan secara langsung dari lokasi penelitian melalui wawancara dengan informan yang dipilih. Dalam hal ini wawancara dilakukan dengan *crew* KM. Egon yang terlibat langsung dalam melakukan perawatan mesin bantu. Selain melalui wawancara, pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan dokumentasi dan observasi atau pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Sementara data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung atau sudah tersedia. Data sekunder pada penelitian ini berasal dari data yang sudah ada di KM. Egon seperti *ships particular, instruction manual book* dan studi kepustakaan dari internet.

Pengolahan dan analisis data pada penelitian ini sudah dilakukan saat penulis mengumpulkan data di lokasi penelitian. Merujuk pada Rahmadi (2011), tahapan pengolahan data dapat dilakukan dengan urutan sebagai berikut: 1) Pencatatan terhadap semua data yang terkumpul baik dari wawancara, observasi dan dokumentasi yang terkait dengan penelitian; 2) Data direduksi agar tidak ada tumpang tindih satu sama lain; 3) pengelompokkan data sesuai dengan tema; 4) pengecekan kembali data dengan mengidentifikasi data yang sudah terkumpul; dan 5) data valid dan relevan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

KM. Egon merupakan jenis kapal *roro passenger* yang merupakan armada milik PT. Pelayaran Nasional Indonesia (PELNI) dengan tonase 4914 ton. Kapal ini memiliki kapasitas 500 pax dengan angkutan penumpang, muatan barang hingga kendaraan bermotor. Rute yang dilayani oleh KM. Egon adalah Waingapu - Lembar - Waingapu - Lembar - Surabaya - Batulicin - ParePare - Batulicin - Surabaya - Lembar - Waingapu (PT. PELNI, 2021).

Sistem operasional kapal termasuk di KM. Egon sangat bergantung pada *supply* listrik yang dihasilkan oleh *diesel generator*. Oleh karena itu, gangguan yang terjadi pada motor *diesel generator* dapat menyebabkan kerusakan perangkat mesin, sehingga menghambat aktivitas pelayaran dan membahayakan keselamatan penumpang, barang, dan lingkungan. Berikut adalah analisis gangguan dan mekanisme sistem perawatan pada mesin *diesel generator* di KM. Egon.

3.1. Gangguan pada mesin *diesel generator* di KM. Egon

Gangguan pada motor diesel salah satunya adalah tidak berfungsinya sistem pelumasan. Sistem pelumasan merupakan bagian dari mekanisme perawatan terhadap komponen yang bergerak seperti poros engkol, batang torak, dan mekanisme katup. Gerakan komponen antara satu dengan yang lainnya dapat menimbulkan gesekan akibat kontak secara langsung. Efek gesekan ini menimbulkan panas, mengurangi tenaga dan menyebabkan kerusakan yaitu keausan, sehingga umur mesin dan komponen-komponennya menjadi tidak tahan lama. Untuk menghindari hal tersebut, maka pada komponen-komponen tersebut perlu diberikan sistem pelumasan (Pujiono et al., 2019; Hendrawan et al., 2021).

Sistem pelumasan adalah salah satu sistem yang tidak dapat diabaikan dalam pengoperasian motor *diesel generator*. Mengingat motor *diesel generator* di KM. Egon (Type Daihatsu 6DL-19) adalah mesin dengan putaran sedang dengan putaran 900 Rpm maka pelumasan sangatlah penting untuk mencegah terjadinya keausan.

Sistem pelumasan pada motor *diesel generator* di KM. Egon menggunakan sistem pelumasan basah, dimana oli pelumas juga terdapat pada mesin itu sendiri yaitu di dalam *carter*. Ketika mesin *diesel* menggunakan sistem pelumasan *carter* maka pelumasan seluruh komponen mesin sampai pada *turbocharge* berasal dari minyak pelumas pada *carter*. Menurut Mustain et al. (2019) pada sistem pelumasan basah, minyak pelumas dari silinder-silinder yang jatuh menetes ke dalam *sump tank* akan dialirkan dengan pompa minyak lumas dan dikembalikan lagi ke dalam tangki *supply*.

Berdasarkan hasil pengamatan penulis selama di KM. Egon, didapati bahwa masalah yang terjadi pada motor *diesel* adalah rendahnya tekanan pada sistem pelumasan, sehingga kurangnya minyak pelumas pada benda-benda yang bergerak dan saling bergesekan menyebabkan keausan. Lama kelamaan kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen yang bergesekan, sehingga berakibat pada kerja mesin *diesel generator* yang tidak optimal.

Beberapa faktor lain penyebab turunnya tekanan minyak pelumas pada mesin *diesel generator* menurut Abdurrohman (2022) adalah sebagai berikut:

- a. Kurangnya minyak pelumas pada tangki endap (*carter* atau *sumptank*) yang bisa disebabkan oleh kebocoran pada pipa pendingin minyak pelumas
- b. Penyumbatan oleh kotoran pada tangki saringan/*filter*, sehingga terdapat perbedaan antara tekanan minyak pelumas sebelum saringan dan sesudah saringan.
- c. Viskositas minyak pelumas berkurang kondisi panas berlebih (*overheat*) pada motor diesel yang menyebabkan minyak pelumas menjadi encer sehingga viskositasnya berkurang
- d. Lemahnya pegas pada katup pengatur atau *relief valve*
- e. Tersumbatnya pipa isap dari pompa akibat banyaknya endapan minyak pelumas ataupun kotoran
- f. *Manometer* atau alat pengukur tekanan rusak

Kejadian gangguan pada sistem pelumasan di KM. Egon terjadi ketika pelayaran dari Surabaya menuju Pelabuhan Batulicin. Masinis II sebagai masinis jaga saat itu

melaporkan bahwa tekanan minyak pelumas pada motor *diesel generator* no. 1 rendah. Selanjutnya masinis II melapor kepada KKM (Kepala Kamar Mesin), KKM segera memerintahkan untuk start motor *diesel generator* no. 2 dan mengalihkan pemakaian beban kepada *diesel generator* no. 2. Setelah motor *diesel generator* no. 1 dimatikan maka dilakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap *diesel generator* no. 1. Hasil dari pemeriksaan tersebut ditemukan bahwa kondisi minyak pelumas yang sangat kotor karena terdapat banyak kotoran, sehingga menyebabkan *filter* minyak pelumas buntu karena tersumbat kotoran. Komponen *filter* minyak pelumas berperan sebagai penyaring minyak lumas dari kotoran, sehingga minyak pelumas yang dialirkan tidak cepat kotor. Apabila minyak lumas yang diproses dalam sistem dalam kondisi kotor, maka akan mengganggu proses penyaringan akibat celah-celah saringan tertutup oleh kotoran.

3.2. Perawatan pada mesin *diesel generator* di KM. Egon

Perawatan mesin *diesel generator* menjadi hal utama yang harus dilakukan secara teratur pada setiap kapal. Hal ini dikarenakan operasional kapal sangat bergantung pada kondisi mesin, dimana mesin *diesel generator* menjadi salah satu komponen penunjang kelancaran jalannya kapal. *Diesel generator* sebagai penyuplai kebutuhan daya listrik yang digunakan untuk menggerakkan motor-motor pada peralatan bantu, sistem navigasi, sistem komunikasi dan sistem penting lainnya di kapal. Menurut Wakijo et al. (2022), karena tingginya intensitas penggunaan *diesel generator* ini menyebabkan potensi kerusakan menjadi lebih besar. Kerusakan dapat terjadi pada suatu komponen, karena kerja mesin diesel genarator didukung oleh banyak komponen seperti sistem pelumasan, sistem udara, sistem bahan bakar, sistem pendingin mesin dan lainnya. Untuk itu upaya perawatan harus senantiasa dilakukan untuk mencegah kerusakan komponen-komponen tersebut.

Sistem perawatan pada mesin diesel genarator di KM. Egon pada umumnya sudah cukup baik, namun pada sistem pelumasan dilakukan penanganan rutin untuk menanggulangi rendahnya tekanan minyak pelumas. Sistem pelumasan pada *diesel generator* di KM. Egon mengalami gangguan pada bagian *filter* minyak pelumas. Banyaknya kotoran seperti lumpur membuat minyak menjadi kotor dan membentuk kerak atau endapan yang menempel pada *filter* minyak pelumas. Akibatnya celah-celah dari *filter* minyak pelumas tersumbat dan buntu, sehingga mengganggu sistem pelumasan. Pemeriksaan dan perawatan dilakukan terutama pada komponen *filter* yang berperan dalam menyaring kotoran, sehingga tidak ikut terbawa bersama aliran minyak pelumas. Merujuk pada Mustain et al. (2019), pemeriksaan pada *filter* minyak pelumas dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut; 1) Menyaring minyak pelumas pada *filter*; 2) *Filter* dilepas dengan menggunakan alat khusus; 3) Saringan dikeluarkan dan dibuka; 4) Elemen-elemen pada *filter* diperiksa dan dibersihkan atau diganti apabila rusak; 5) Pegas-pegas *filter* diperiksa atau diganti apabila rusak; 6) *Filter* dipasang kembali, namun apabila mesin masih mengalami kendala maka *filter* harus diganti.

Perawatan *filter* minyak pelumas di KM. Egon sendiri dilakukan dengan melakukan pengantian *filter* atau dengan membersihkan *filter* dari kotoran. Selain itu dilakukan penggantian minyak pelumas yang dilakukan sesuai *running hours* atau batas waktu pemakaian. Hal ini dilakukan untuk mengganti kualitas minyak pelumas yang turun akibat terkontaminasi kotoran.

Selain mengganti dan membersihkan *filter* minyak pelumas, pemeriksaan secara visual pun dilakukan untuk melihat kemungkinan terjadinya kebocoran pada pipa-pipa saluran minyak pelumas. Menurut Mustain et al. (2019) pemeriksaan terhadap pipa-pipa

saluran minyak pelumas dilakukan untuk menghindari adanya kebocoran, sehingga tidak terjadi penurunan tekanan dan borosnya minyak lumas.

Menurut Wakijo et al. (2022) terdapat beberapa kelemahan dalam pemeliharaan sistem *diesel generator* yang dilakukan oleh personel kapal, kelemahan tersebut diantaranya adalah 1) Bentuk kartu pemeliharaan untuk sistem pemeliharaan terencana belum tersedia; 2) Buku panduan peralatan tidak lengkap, 3) Suku cadang dan peralatan pemeliharaan peralatan tidak tersedia; 4) Kurangnya pemahaman pemeliharaan oleh operator; 5) Operator masih kesulitan menemukan akar penyebab kerusakan peralatan; dan 6) Peralatan dioperasikan terus menerus sampai terjadi kerusakan.

Untuk itu menurut Kristianto et al. (2023) perawatan terhadap generator harus dilakukan secara rutin, yakni minimal satu minggu sekali. Perawatan yang dapat dilakukan yaitu pemeliharaan, perbaikan atau penggantian komponen tertentu, sehingga mesin selalu dalam kondisi yang optimal. Selain itu dibutuhkan kemampuan, pengalaman, dan ketekunan sehingga ketika terjadi kerusakan dapat diantisipasi dengan cepat dan tepat.

4. KESIMPULAN

Gangguan yang terjadi pada mesin *diesel generator* di KM. Egon adalah rendahnya tekanan pada sistem pelumasan. Kurangnya perawatan pada *filter* minyak pelumas menyebabkan kotoran berupa lumpur bercampur minyak akan membentuk kerak yang menempel pada *filter*, sehingga celah-celah *filter* tersumbat dan tekanan minyak pelumas menjadi rendah. Perawatan yang dilakukan terhadap kondisi tersebut adalah dengan membersihkan *filter* dari kotoran atau menggantinya jika sudah tidak layak digunakan. Selain membersihkan atau mengganti *filter*, minyak pelumas yang digunakan dilakukan penggantian sesuai *running hours* atau batas waktu pemakaian. Karena banyaknya komponen yang berpengaruh pada kerja mesin *diesel generator*, maka penelitian selanjutnya perlu dilakukan untuk menganalisis kendala komponen lain pada mesin *diesel generator*. Hal ini berguna untuk membantu kru mesin kapal dalam memahami penyebab masalah pada mesin *diesel generator* dan hubungannya dengan komponen atau sistem lainnya.

5. REFERENSI

- Abdurohman. (2022). Analisis Pengaruh Turunnya Tekanan Minyak Pelumas Terhadap Kinerja Motor Diesel Penggerak Utama. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim* Vol. 4 (1), 28-37.
- Bashan, V., & Demirel, H. (2018). Evaluation of Critical Operational Faults of Marine *Diesel generator* Engines by Using DEMATEL Method. *Journal of ETA Maritime Science* Vol. 6 (2), 119-128.
- Djeli, M. Y., & Saidah, A. (2016). Pengaruh Temperatur Pendingin Mesin Terhadap Kinerja Mesin Induk di KM Triaksa. Seminar Nasional TEKNOKA_FT UHAMKA. 194-198.
- Febriyanti, D., Rachmanyar, B. W., Suparman A., & Firdaus M. I. (2021). An Analysis of Containers Loading and Unloading Performance at Terminal I of PT Pelabuhan Tanjung Priok. *Global Research on Sustainable Transport & Logistics*.

- F, Sujarman., W, Hermanto, A., & D, Halimah, N. (2020). Perawatan *Injector* Meningkatkan Performa *Diesel generator* di MT. Serang Jaya. *Prosiding Seminar Bidang Teknik Pelayaran* Vol. 12, 1-9.
- Hendrawan, A., D, Aris, S., Dafa, M. (2021). Pengaruh Umur Pelumasan Terhadap Suhu Mesin Induk KM. *Logistik Nusantara 4. Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim* Vol. 3 (2), 1-9.
- Kristianto, L., Wibowo, W., Astriawati, N., & Kristiawan, N. (2023). Perawatan Mesin *Diesel generator* pada Kapal KN. SAR Sadewa 231. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy (Jamere)* Vol. 3 (2), 45-50.
- Mustain, I., Hidayat, t., & Abdurrohman. (2019). Metode Perawatan Sistem Pelumasan Untuk Menunjang Kinerja Motor Induk di Atas Kapal KM. Djo Pada PT. Dharma Bahari Riau. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim* Vol. 1 (1), 19-26.
- Nugraha, I. M. A. (2020). Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi pada Kapal Nelayan: Suatu Kajian Literatur. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik* Vol. 4 (2), 101-110.
- Prasetya, A. Y., & Kismantoro, T. (2017). Penyebab Pecahnya *Cylinder Liner* pada *Generator Engine* Di MT. Martha Option. *Jurnal Dinamika Bahari* Vol. 7 (2), 1633-1641.
- Pujiono, A., Feriansyah, A., Pratama, D. (2019). Analisa dan Cara Mengatasi Gangguan Sistem Pelumas pada Mesin *Diesel* Mitsubishi PS 100. *SURYA TEKNIKA* Vol. 3 (2), 3-6.
- PT. PELNI (Pelayaran Nasional Indonesia). (2021). *Angkut Bantuan Kemanusiaan, KM Egon Bertolak dari Pelabuhan Surabaya* (online), <https://pelni.co.id/angkut-bantuan-kemanusiaan-km-egon-bertolak-dari-pelabuhan-surabaya>, diakses 27 November 2023.
- Rahmadi. (2011). *Pengantar Metodologi Penelitian*. Antasari Press. Banjarmasin.
- Siyoto, S., & Sodik, M. A. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. Literasi Media Publishing, Sleman.
- Vandawati, Z. (2019). The implementation of Unloading Agreements in The Port From Transportation Law Perspectives. *Yuridika*, Vol. 34 (1), 175-193.
- Wakijo., Suparno., Krisdiono, E., & Nugroho, A. (2022). Optimization of Preventive Maintenance and Replacement Interval of Critical Components in The Cummins KTA 38D *Diesel generator*. *International Journal of ASRO* Vol. 13 (4), 74-86.