

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTARAN MESIN INDUK TERHADAP TEMPERATUR AIR PENDINGIN DALAM MENDUKUNG KINERJA PADA KAPAL ARKONA

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MAIN ENGINE ROTATION SPEED ON COOLING WATER TEMPERATURE IN SUPPORTING PERFORMANCE ON ARKONA SHIP

I Made Aditya Nugraha^{1*)}, Febi Luthfiani²⁾, Sandi Karipi Rundi³⁾

^{1, 2, 3}Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang, Jl Kampung Baru, Pelabuhan Ferry Bolok, Kupang, 85351, Indonesia

*Corresponding Author: made.nugraha@kcp.go.id

ABSTRAK

Dalam mendukung pelayanan pelayaran di Nusa Tenggara Timur khususnya untuk penyeberangan Adonara dan Larantuka, Kapal Arkona harus didukung dengan mesin induk dengan sistem pendingin yang baik. Peranan sistem pendingin mesin induk ini sangat penting. Kinerja dari sistem pendingin ini dapat dilihat dari proses mensirkulasikan panas dari mesin ke media pendingin dengan temperatur yang sesuai. Metode deskriptif analitik dipergunakan dalam mendukung kegiatan penelitian ini, didukung dengan observasi, wawancara, Uji Distribusi Frekuensi, dan Uji Friedman. Hasil menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kecepatan putaran mesin induk dan temperatur air pendingin pada Kapal Arkona. Semakin besar putaran mesin induk, maka semakin naik suhu air pendingin. Hasil Uji Friedman dengan melakukan enam kali pengukuran didapatkan juga hasil bahwa dari seluruh parameter tidak ditemukan hasil yang berbeda pada seluruh hasil pengukuran, dengan nilai $p > 0,05$. Berdasarkan data ini dapat dinyatakan bahwa temperatur air pendingin pada masih berada pada batas normal. Untuk menjaga kinerja sistem pendingin pada Kapal Arkona dapat dilakukan perawatan dengan cara mengontrol air pendingin pada tangki, pemeriksaan sirkulasi air pendingin, menjaga pompa air laut dari karatan, membersihkan filter atau saringan dari kotoran-kotoran, dan menjaga pompa air tawar dari kotoran.

Kata kunci: kapal, kecepatan putaran mesin, kinerja, mesin induk, sistem pendingin.

ABSTRACT

In supporting shipping services in East Nusa Tenggara, especially for crossings between the Adonara and Larantuka Regions, the Arkona Ship must be supported by a main engine with a good cooling system. The role of the main engine cooling system is very important. The performance of this cooling system can be seen from the process of circulating heat from the engine to the cooling medium at the appropriate temperature. The analytical descriptive method was used to support this research activity, supported by observation, interviews, Frequency Distribution Test, and Friedman Test. The results show that there is a relationship between the main engine rotation speed and the cooling water temperature on the Arkona Ship. The greater the rotation of the main engine, the higher the temperature of the cooling water. The results of the Friedman test by carrying out six measurements also showed that all parameters found no different results in all measurement results, with a value of $p > 0.05$. Based on these data it can be stated that the cooling water temperature is still within normal limits. To maintain the performance of the cooling system on the Arkona Ship, maintenance can be carried out by controlling the cooling water in the tank, checking the cooling water circulation, keeping the sea water pump from rusting, cleaning the filter or filters from dirt, and keeping the fresh water pump from dirt.

Keywords: ships, engine rotation speed, performance, main engine, cooling system.

PENDAHULUAN

Kapal Arkona merupakan salah satu kapal niaga yang melayani penyebrangan dengan rute Adonara-Larantuka. Kapal ini memiliki berat kotor 174 GT dan sudah dibuat sejak tahun 1999. Kapal ini didukung dengan fasilitas dan konstruksi yang baik, mulai dari haluan sampai buritan. Kapal ini terdiri dari beberapa ruangan, yaitu ruang kemudi, kamar mesin, dan kamar anak buah kapal (ABK). Selain daripada itu, kapal ini juga didukung dengan permesinan yang handal dan memiliki peranan yang sangat penting dan sangat dibutuhkan untuk menunjang kelancaran aktivitas pelayaran di atas kapal. Mulai dari kegiatan olah gerak kapal, alat-alat kenavigasian, penerangan, pendinginan dan masih banyak kegunaan dari permesinan di atas kapal untuk memudahkan berbagai aktivitas di Kapal Arkona.

Mesin induk adalah tenaga penggerak utama yang berfungsi untuk merubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal agar kapal dapat bergerak (Budiyanto & Suryaningsih, 2021; Hartaya et al., 2022; Nugraha et al., 2021, 2022; Ziliwu, 2022; Ziliwu et al., 2020). Dalam pengoperasiannya, mesin induk selalu dalam kondisi hidup secara terus menerus (Ahmad Puji Nugroho et al., 2018; Mustain, 2020; Rachman et al., 2020; Sa'id, 2011; Yando et al., 2021). Pembakaran yang terjadi pada ruang silinder menimbulkan panas yang cukup tinggi pada bagian mesin, dan akibat dari panas hasil pembakaran dapat mengakibatkan terjadinya kenaikan temperatur, terutama pada bagian-bagian yang saling bersentuhan langsung dengan ruang bakar. jika hal tersebut tidak didinginkan maka mesin tersebut mengalami. Untuk mendinginkan sistem ini, maka diperlukan sistem pendingin pada sistem pengoperasian mesin induk (Galang, 2020; Hartaya et al., 2022; Pongkessu et al., 2018).

Sistem pendingin pada mesin induk adalah salah satu bagian penting pada sebuah kapal yang memerlukan perhatian yang cukup, karena kelancaran pengoperasian kapal sangat tergantung pada hasil kerja mesin induk (EKO, 2019). Agar komponen mesin induk terpelihara dari tegangan akibat panas, maka panas yang timbul harus dapat dikendalikan (Ridwan et al., 2020; Sitompul et al., 2021). Keadaan tersebut bisa diatasi dengan cara mensirkulasikan media pendingin dengan tekanan yang konstan ke seluruh komponen mesin induk.

Sistem ini harus menjadi pengawasan bagi para kru mesin agar aliran pendingin selalu lancar (EKO, 2019; Sitompul et al., 2021; Sroyer et al., 2019; Ziliwu, Musa et al., 2021; Ziliwu, Situmorang, et al., 2021). Sebagai media pendingin pada motor diesel dapat digunakan seperti udara, air dan minyak. Dari ketiga media pendingin ini air merupakan media pendingin yang sangat baik untuk menyerap panas.

Air laut biasa digunakan dalam sistem pendingin tetapi dapat mengakibatkan timbulnya korosi pada permukaan yang dikenai air pendingin dan juga akan terjadi pembentukan kerak keras pada bagian permukaan yang didinginkan sehingga mengganggu perpindahan panas dan membuat saluran pendingin yang sempit dan menjadi tersumbat. Permasalahan ini menyebabkan saat ini lebih banyak digunakan adalah sistem pendinginan tertutup (media air tawar dan air laut) sebagai pendingin karena memiliki keuntungan yaitu semua permukaan logam yang dikenai air pendingin terhindar dari karat, material tersebut mempunyai daya tahan lebih lama dan tidak mengakibatkan pengendapan kerak pada suatu permukaan logam. Untuk pendinginan dari sebuah mesin diesel diperlukan suatu sistem yang terdiri dari tangki persediaan air tawar (tank ekspansi), alat penukar panas (*heat exchanger*), saringan, *sea cheat*, *sea grating*, katup, pompa, sistem perpipaan, dan alat pengukur suhu (Eko, 2019; Galang, 2020; Sroyer et al., 2019; Ziliwu, Musa, et al., 2021; Ziliwu, Situmorang et al., 2021).

Dalam proses untuk mengetahui kinerja suatu sistem pendingin yang baik, maka perlu adanya pengecekan pada saat mesin induk beroperasi. Hal ini diperlukan untuk memastikan sistem pendingin dapat memberikan kinerja yang baik (Djeli & Saidah, 2016; Lode et al., 2020). Kinerja yang baik ini dapat dilihat temperatur air pendingin yang masuk atau keluar dari sistem pendingin (Ridwan et al., 2020; Sitompul et al., 2021). Media pendingin air tawar masuk ke ruang pendingin antara 40°C dan setelah keluar suhunya akan meningkat antara 60°C-80°C. Proses selanjutnya sebelum masuk kembali ke dalam mesin, air pendingin tersebut didinginkan kembali dengan menggunakan *heat exchanger* hingga suhunya mencapai antara 50°C-60°C.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Kapal Arkona dari 1 Maret 2023 – 3 Mei 2023. Kapal ini merupakan salah satu kapal niaga yang melayani penyeberangan di Nusa Tenggara Timur, khususnya untuk wilayah Adonara dan Larantuka. Metode penelitian yang digunakan dalam mendukung kegiatan ini menggunakan deskriptif analitik. Metode ini dipilih karena dapat memberikan gambaran secara jelas dan melakukan perbandingan dari beberapa parameter yang ditemukan dari hasil yang diperoleh di Kapal Arkona. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, langkah observasi, wawancara, Uji Distribusi Frekuensi dan Uji Friedman digunakan untuk mendukung kegiatan ini.

Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung pada sistem pendingin dan mesin induk pada Kapal Arkona. Spesifikasi mesin induk dan sistem pendingin, media pendingin, lama beroperasi, kecepatan mesin induk, dan pengukuran temperatur air pendingin dilakukan pada observasi. Untuk mendukung kegiatan observasi ini dipergunakan termometer untuk mengukur temperatur air pendingin, dan alat dokumentasi untuk memberikan gambaran yang lebih jelas atas kegiatan observasi yang dilakukan. Pengukuran untuk mendapatkan data kecepatan putaran mesin induk dan temperatur dilakukan sebanyak enam kali.

Kegiatan wawancara dilakukan dengan melakukan wawancara langsung kepada ABK Kapal Arkona. Wawancara yang dilakukan sebatas data yang dibutuhkan, yaitu sistem pendingin dan mesin induk pada Kapal Arkona. Spesifikasi mesin induk dan sistem pendingin, media pendingin, lama beroperasi, dan kecepatan mesin induk. Wawancara yang dilakukan menggunakan wawancara tidak terstruktur. Hal ini dipilih agar mendapatkan jawaban yang lebih mendalam terhadap data yang ingin diperoleh.

Pengujian dengan Uji Distribusi Frekuensi dan Uji Friedman dilakukan dengan menggunakan pengujian dengan program SPSS. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sebaran data dan mengetahui hubungan antara beberapa parameter yang ditemukan dari hasil observasi. Dalam pengujian validitas dan reliabilitas didapatkan nilai yang valid dan reliabel, dengan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,997.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapal Arkona merupakan kapal yang berbahan kayu yang dilapisi kayu (Gambar 1). Kapal ini berfungsi untuk menahan dan memperkuat kapal dari korosi dan menahan kemungkinan air masuk melalui celah-celah kecil yang tidak tertutup rapat. Kapal Arkona merupakan kapal penumpang yang melayani rute pelayaran Adonara-Larantuka. Kapal Arkona ini memiliki berat kotor 174 GT dan didukung sebuah mesin induk untuk menjalankan operasi pelayarannya. Spesifikasi dari kapal dan mesin induk pada Kapal Arkona dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.



Gambar 1. Kapal Arkona

Figure 1. Arkona Ship

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Tabel 1. Spesifikasi Kapal Arkona

Table 1. Arkona Ship Specifications

Uraian	Spesifikasi
Nama Kapal	KM. Arkona
Jenis Kapal	Kapal penumpang
Jumlah baling-baling	1
Tanda Pengenal Kapal	GT.174 No.126/002
Kebangsaan	00NN038/L
Tahun Pembuatan	Indonesia
Isi Kotor	1999
Jumlah Crew	174 GT
Merek Mesin	9 Orang
Panjang (LOA)	Mercedes Bends
Lebar (Breath)	26,93 meter
Dalam (Depth)	6,20 meter
Isi Kotor	2,25 meter
	174 GT

Sumber: Kapal Arkona, 2023

Tabel 2. Spesifikasi Mesin Induk Kapal Arkona

Table 2. Main Engine Specifications of Arkona Ship

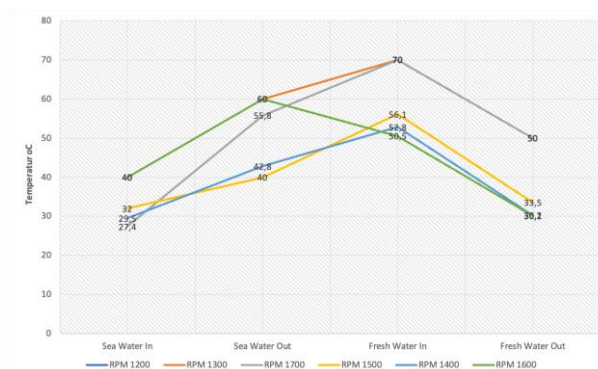
Uraian	Spesifikasi
Merk / type	Mercedes Bends
Tahun Pembuatan	1999
Jenis Bahan Bakar	Solar
Sistem Start	Elektrik
Jumlah silinder	12
Sistem pendingin	Tertutup

Sumber: Kapal Arkona, 2023

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran
Table 3. Measurement Result Data

Pengukuran	Mean±sb	Median (Minimum-Maksimum)
RPM	1450±187,083	1450 (1200-1700)
Sea Water In (°C)	34,82±5,86	36 (27,4-40)
Sea Water Out (°C)	53,1±9,25	57,9 (40-60)
Fresh Water In (°C)	61,57±9,41	63,05 (50,5-70)
Fresh Water Out (°C)	40,63±10,33	41,75 (30,1-50)

Sumber: Hasil pengukuran, 2023



Gambar 2. Perbandingan RPM Mesin Induk Terhadap Temperatur Air Pendingin

Figure 2. Comparison of Main Engine RPM to Cooling Water Temperature

Sumber: Hasil pengukuran

Pada sistem pendingin mesin induk, Kapal Arkona menggunakan sistem pendingin tidak langsung atau tertutup. Peranan dari sistem ini memberikan keuntungan kepada Kapal Arkona, antara lain biaya pemeliharaan rendah, kecepatan pendinginan air tawar lebih tinggi, penggunaan bahan lebih murah, dan tingkat suhu yang lebih stabil. Hal lain yang menjadi pertimbangan adalah pada saat mesin beroperasi atau sedang melakukan pelayaran mesin tidak pernah mati hingga menghasilkan suhu panas yang sangat tinggi. Tabel 3 adalah distribusi frekuensi hasil pengukuran temperatur air pendingin dengan kecepatan putaran mesin induk yang berbeda. Pengukuran dilakukan sebanyak enam kali. Gambar 2 adalah perbandingan kecepatan putaran mesin induk terhadap temperatur air pendingin pada Kapal Arkona.

Parameter kerja sistem pendingin mesin induk terjadi karena pertukaran kalor pada sistem pendingin di atas kapal dengan cairan pendingin yang berasal dari laut yang akan mendinginkan air tawar yang panas dalam *heat exchanger*.

Parameternya dipengaruhi oleh putaran mesin induk (*RPM*) sehingga semakin besar putaran mesin induk, maka semakin naik suhu air pendingin (Gambar 2). Adapun rata-rata temperatur air laut saat masuk kisaran 34,82(°C) dengan temperatur antara 27,4-40°C, dan pada saat keluar rata-rata temperaturnya menjadi 53,1°C. Sedangkan, rata-rata temperatur air tawar saat masuk kisaran 61,57(°C), dan pada saat keluar rata-rata temperaturnya menjadi 40,63°C. Berdasarkan data ini dapat dinyatakan bahwa temperature air pendingin pada masih berada pada batas normal, yaitu 60-70°C.

Tabel 4. Hasil Uji Friedman
Table 4. Friedman test results

Pengukuran	Median (Minimum-Maksimum)	Nilai p
Pengukuran 1	60 (40-1200)	0,318
Pengukuran 2	60 (40-1300)	
Pengukuran 3	55,8 (27,4-1700)	
Pengukuran 4	40 (32-1500)	
Pengukuran 5	42,8 (29,5-1400)	
Pengukuran 6	50,5(30,1-1600)	

Sumber: Hasil pengujian, 2023

Tabel 4 menyajikan hasil analisis Uji Friedman yang dilanjutkan dengan post hoc Wilcoxon. Dengan Uji Friedman, diperoleh nilai p = 0,318 untuk membandingkan semua kegiatan pengukuran. Nilai *Significancy* yang diperoleh adalah >0,05, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak terdapat hasil yang berbeda dari pengukuran 1 sampai dengan pengukuran 6

Untuk menjaga kinerja sistem pendingin pada Kapal Arkona, dan dengan kemajuan teknologi, eksistensi mesin induk ini dapat dipertahankan sampai batas waktu yang ditetapkan apabila dirawat secara sesama. Perawatan dan serangkaian pencegahan kerusakan sistem pendingin dapat dilakukan juga dengan cara sebagai berikut:

1. Mengontrol air pendingin pada tangki
Kegiatan ini dilakukan setiap hari sebelum mesin dioperasikan dan pemeriksaan ini dilakukan oleh Kepala Kamar Mesin (KKM). Kegiatan ini sangat penting karena air pendingin dalam tangki jika habis maka tidak ada media untuk mendinginkan mesin jadi dapat mempengaruhi kerusakan pada mesin induk.
2. Pemeriksaan sirkulasi air pendingin
Pendinginan dimaksudkan untuk menjaga agar suhu dari bagian motor tidak terlalu tinggi,

akibat pembakaran bahan bakar atau gesekan dari bagian-bagian yang bergerak antara satu dengan yang lainnya. Agar terjadi pendinginan yang baik, air pendingin harus dapat kontak langsung terhadap permukaan-permukaan yang didinginkan. Kontak ini dapat terganggu bila ada yang menghalangi, misalnya: karat, lumpur, garam, kotoran-kotoran, gelembung udara, dan lainnya.

3. Menjaga pompa air laut dari karatan
Pompa air laut rutin dibersihkan agar terhindar dari karatan karena air laut yang mengandung zat sulfat sehingga dapat menyebabkan karatan pada pompa. Jika pompa mengalami karatan maka pompa air laut tidak dapat berfungsi dengan baik.
4. Membersihkan filter atau saringan dari kotoran-kotoran
Saringan terus dikontrol oleh KKM agar tetap bersih dan terhindar dari kotoran yang terbawa bersamaan dengan air laut
5. Menjaga pompa air tawar dari kotoran
Pompa air tawar harus tetap terjaga agar terhindar dari kotoran agar sirkulasi air tawar bisa berjalan dengan baik.

KESIMPULAN

Pengaruh kecepatan putaran mesin induk terhadap temperatur air pendingin pada Kapal Arkona menyebabkan peningkatan suhu air pendingin. Semakin besar putaran mesin induk, maka semakin naik suhu air pendingin. Hasil Uji Friedman dengan melakukan enam kali pengukuran didapatkan juga hasil bahwa dari seluruh parameter tidak ditemukan hasil yang berbeda pada seluruh hasil pengukuran, dengan nilai $p > 0,05$. Berdasarkan data ini dapat dinyatakan bahwa temperatur air pendingin pada masih berada pada batas normal. Untuk menjaga kinerja sistem pendingin pada Kapal Arkona dapat dilakukan perawatan dengan cara mengontrol air pendingin pada tangki, pemeriksaan sirkulasi air pendingin, menjaga pompa air laut dari karatan, membersihkan filter atau saringan dari kotoran-kotoran, dan menjaga pompa air tawar dari kotoran

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada seluruh manajemen Kapal Arkona dan Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Puji Nugroho, Darjono, & Okvita Wahyuni. (2018). Pengaruh Pengabutan Bahan Bakar Terhadap Kualitas Pembakaran Pada Mesin Induk Di Mt. Bauhinia. *Dinamika Bahari*, 9(1). <https://doi.org/10.46484/db.v9i1.88>
- Budiyanto, L., & Suryaningsih, E. I. (2021). Pengaruh Putaran Mesin Induk (RPM) Kapal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Diesel 31990 KW. *Prosiding Kemaritiman*.
- Djeli, M. Y., & Saidah, A. (2016). Pengaruh Temperatur Pendingin Mesin terhadap Kinerja Mesin Induk di KM TRIAKSA. *Seminar Nasional TEKNOKA*.
- Eko, R. (2019). Perawatan Dan Perbaikan Sistem Pendingin Air Tawar Pada Mesin Induk Di Kapal Motor. Mahkota Nusantara. *Karya Tulis*, 2.
- Galang, R. (2020). Sistem Pengoperasian Dan Perawatan Air Pendingin Untuk Menunjang Mesin Induk Di Tb. Alim Ii Pt Kaltim Shipyard Samarinda. *KARYA TULIS*.
- Hartaya, H., Susanto, J. D., Ridwan, M., & Halomoan Hutasoit, S. P. (2022). Upaya Mengatasi Menurunnya Putaran Mesin Induk Guna Menunjang Kelancaran Operasi Pada Kapal MV. HIPPO. *Meteor STIP Marunda*, 15(2). <https://doi.org/10.36101/msm.v15i2.253>
- Lode, E. A., Samsuddin, S., & Musa, L. (2020). Analisis Meningkatnya Temperatur Pendingin Air Tawar Pada Mesin Induk Di MT. Bull Flores. *Jurnal Karya Ilmiah ...*, 04(01).
- Mustain, I. (2020). Penurunan Tekanan pada Pompa Air Laut pada Mesin Induk Kapal. *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 22(1). <https://doi.org/10.37612/gema-maritim.v22i1.48>
- Nugraha, I. M. A., Idrus, M. A., Luthfiani, F., & Malelak, F. Y. (2022). Fuel Consumption Analysis On The Putra Makmur 86 Vessel. *Jurnal Megaptera*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.15578/jmtr.v1i1.11505>

- Nugraha, I. M. A., Rajab, R. A., & Rasdam, Rasdam. (2021). Peningkatan Kegiatan Dinas Jaga Mesin pada Pengoperasian Mesin Penggerak Utama pada KM. Hasil Melimpah 18. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(4). <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.Vol.5.No.4.179>
- Pongkessu, P., Pesulima, Y., Nari, H. P., & Sirman, A. M. (2018). Analisis Pengaruh Perubahan Temperatur Air Pendingin Terhadap Kinerja Fresh Water Cooler Pada Mesin Induk Di Kapal MV. Kalla Lines XV. *Jurnal VENUS*, 6(12).
- Rachman, A., Bagaskoro, & Rizki, G. (2020). Optimalisasi Perawatan Kompresor Udara Guna Menunjang Operasional Mesin Induk Di Kapal MT Java Palm. *Meteor STIP Marunda*, 13(2). <https://doi.org/10.36101/msm.v13i2.154>
- Ridwan, M., Sijabat, P., Manurung, M. Y., & Nofandri, G. (2020). Analisis Tingginya Suhu Sistem Pendingin Pada Generator Guna Kelancaran Operasional Di Kapal KM. Pulau Layang. *Meteor STIP Marunda*, 13(2). <https://doi.org/10.36101/msm.v13i2.152>
- Sa'id, S. D. (2011). Analisis Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar Mesin Induk Kapal Purse Seiner Di Pelabuhan Pendaratan Nusantara Pekalongan. *Gema Teknologi*, 16(2). <https://doi.org/10.14710/gt.v16i2.22135>
- Sitompul, A. M., Effendi, & Adisurya, D. (2021). Analisis Penurunan Performa Sistem Pendingin Main Engine Guna Kelancaran Pengoperasian Kapal MT. Medelin Expo. *Meteor STIP Marunda*, 14(1). <https://doi.org/10.36101/msm.v14i1.179>
- Sroyer, D. W., Abrori, M. Z. L., & Sidhi, S. D. P. (2019). Perawatan Fresh Water Cooler Pada Sistem Pendinginan Mesin Diesel Penggerak Generator Listrik Di Kapal Navigasi Milik Distrik Navigasi Kelas I Ambon. *Aurelia Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.15578/aj.v1i1.8845>
- Yando, M., Kusumaningrum, S., & Akbara, N. R. (2021). Analisis Pengaruh Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Terhadap Fresh Water Cooler Mesin Induk MV. Ibrahim Zahier. *Meteor STIP Marunda*, 14(1). <https://doi.org/10.36101/msm.v14i1.182>
- Ziliwu, B. W. (2022). Studi Konsumsi Bahan Bakar Solar Pada Mesin Induk Km. Fortuna. *Machine : Jurnal Teknik Mesin*, 8(2). <https://doi.org/10.33019/jm.v8i2.3015>
- Ziliwu, B. W., Musa, I., Hutapea, R. Y. F., & Ziddin, H. (2020). Penggunaan Mesin Induk Pada Alat Tangkap Purse Seine di KM. Surya Jaya. *Aurelia Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.15578/aj.v2i1.9201>
- Ziliwu, B. W., Musa, I., Priharanto, Y. E., & Tono, T. (2021). Perawatan Dan Pengoperasian Sistem Pendingin (Heat Exchanger) Pada Mesin Induk Kapal Km. Sido Mulyo Santoso Di Ppn Sibolga. *Aurelia Journal*, 2(2). <https://doi.org/10.15578/aj.v2i2.9533>
- Ziliwu, B. W., Situmorang, A. J., & Rambung, R. A. (2021). Perawatan dan Perbaikan Sistem Pendingin Mesin Induk Pada Kapal Perikanan. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 26(1). <https://doi.org/10.31258/jpk.26.1.1-6>