

OPTIMALISASI POMPA PENDINGIN AIR LAUT PADA MAIN ENGINE DI KAPAL MV. KINTOKI DENGAN MENGGUNAKAN RERATA DAN SELISIH SUHU

Samuel Marinus P Silitonga¹, Thaibil Anwar², Andryan Hendry Ole³
R Bagus Wicaksono⁴, Eka Nurmala⁵, Hanna Talita A Hutauruk⁶
^{1,2,3,4,5,6}Politeknik Pelayaran Malahayati, Indonesia

E-mail: thaibil@poltekpelaceh.ac.id

* *Corresponding Author*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami efek yang ditimbulkan oleh penurunan daya hisap pompa pendingin air laut, langkah mencegah agar tidak terjadinya penumpukan kotoran pada *impeller* pompa pendingin air laut, dan perbaikan pompa pendingin air laut di MV. Kintoki. Penelitian ini dilakukan dari tanggal 14 November 2023 hingga 3 Februari 2025, dengan melakukan pengamatan pada tekanan pompa pendingin dan suhu *main engine* sebelum dan sesudah perawatan. Setelah data terkumpul dihitung reratanya 2,6 kg/cm² dan 3,4 kg/cm² dan dibandingkan untuk mengetahui persentase optimalisasi yang terjadi 78 % dan 90 %. Metode penelitian dilakukan dengan melihat kondisi pompa secara langsung, mengukur tekanan, debit aliran, dan menilai efisiensi pompa berdasarkan kondisi operasional sebenarnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa menunjukkan rata-rata suhu *main cylinder engine* sebelum dan sesudah berturut-turut 69,5°C dan 65,5°C. Pada tekanan pada hisap masuk dan tekanan keluar sebelum dilakukan perawatan adalah 2,6 kg/cm² dan 3,4 kg/cm², sedangkan setelah dilakukan perawatan tekanan pada hisap masuk dan tekanan keluar 3 kg/cm² dan 4,4 kg/cm², Untuk optimalisasi, saluran masuk dibersihkan secara berkala, *impeller* diperbaiki atau diganti, dan pengoperasian *valve* disesuaikan untuk meningkatkan laju aliran. Studi ini menemukan bahwa untuk menjaga kinerja pompa pendingin air laut, perawatan dan penyesuaian secara teratur.

Kata kunci: *sea chest*, pompa pendingin, *overheating*, tekanan pompa, *impeller*.

PENDAHULUAN

Pengangkutan laut dilakukan dengan menggunakan kapal, baik yang dioperasikan oleh perusahaan swasta, nasional, maupun individu. Kapal yang dimaksud adalah kapal laut yang digerakkan oleh mesin dan digunakan untuk kegiatan perdagangan, seperti mengangkut barang atau penumpang, dengan bobot lebih dari 500 ton. Pengelolaan serta tatalaksana pengangkutan barang dan penumpang telah memperoleh landasan hukum melalui Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran (Faridah & Fajarwati, 2022).

Peran *sea chest* sangatlah penting maka dari itu perawatan *sea chest* sangat diperhatikan apalagi kapal memasuki alur pelayaran dangkal atau sungai, seperti membersihkan *strainer sea chest* agar hisapan pompa tidak tersumbat karena adanya kotoran yang masuk, *sea chest* juga dilengkapi dengan *zinc anode* untuk mencegah terjadinya korosi, dan Pemeriksaan terhadap instalasi perpipaan yang terhubung ke sistem pendingin dilakukan untuk memastikan tidak adanya kebocoran, guna menjamin kelancaran fungsi sistem pendingin serta mendukung keselamatan pelayaran. Selain itu, dilakukan pengecekan dan pembersihan secara berkala agar suplai air laut yang dibutuhkan dapat terpenuhi secara optimal. (Wahyudi et al., n.d.)

Pengoperasian mesin induk (*main engine*) memerlukan dukungan dari mesin bantu (*auxiliary engine*) yang harus berada dalam kondisi siap dan berfungsi dengan baik. Salah satu komponen mesin bantu yang krusial adalah pompa air laut (*sea water pump*), yang memiliki peran signifikan terhadap kinerja mesin induk kapal (Aritonang et al., 2023). Mesin induk, atau sistem penggerak utama kapal, terdiri dari keseluruhan unit yang terintegrasi dalam sistem permesinan, yang dirancang untuk menggerakkan kapal dan menjaga kekayaan lautnya (*seaworthiness*). Oleh karena itu, kapal dapat dioperasikan setiap saat untuk kegiatan pelayaran dengan performa yang stabil dan optimal. (Illahi et al., 2023).

Pompa, sebagai salah satu komponen dalam sistem aliran fluida hidrolik, pada prinsipnya berfungsi untuk memindahkan fluida yang tidak dapat dimampatkan (*incompressible fluids*) dari satu lokasi ke lokasi lainnya melalui jaringan perpipaan. (Mustain, 2020). Prinsip kerja pompa adalah mengubah energi mekanik dari *impeller* menjadi energi kinetik pada fluida. Meskipun fluida mengalami percepatan, kecepatannya akan menurun saat melewati sudu menuju pipa keluaran (*outlet*) akibat adanya peningkatan tekanan. Tekanan yang dihasilkan oleh pompa sangat dipengaruhi oleh kecepatan aliran fluida tersebut. (Febriyanti, 2023).

METODE PENELITIAN

Pompa pendingin air laut di observasi dengan spesifikasi Taikokikai Industries CO.LTD TMC-658 30 M3/H. Data dikumpulkan dengan mengobservasi hisapan masuk dan tekanan keluar sebelum dan sesudah perawatan data yang didapat dicari rata-rata nya, dicari selisih sebelum dan sesudah, kemudian dicari persentase perubahannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

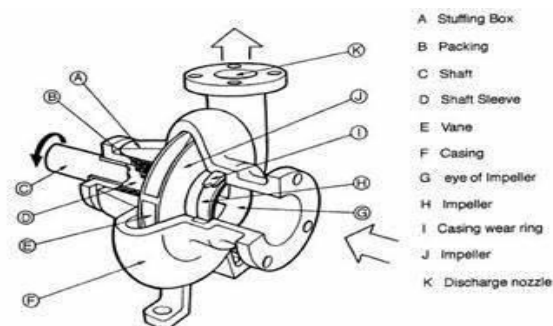
Dalam pembahasan teori ini, penulis berusaha mengemukakan dasar-dasar teori yang memiliki keterkaitan langsung dengan topik penelitian. Pemaparan tersebut disusun berdasarkan analisis data yang diperoleh melalui pendekatan kualitatif.

Sistem pendingin berfungsi sebagai media untuk menyerap panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar di dalam ruang silinder. Sistem ini terdiri atas berbagai komponen yang saling terintegrasi, antara lain pendingin air tawar, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *sea water strainer*, dan *sea chest*. Keempat komponen ini memiliki potensi menjadi faktor penyebab terganggunya proses pendinginan mesin induk secara optimal.

1. Pompa

Pompa beroperasi dengan menciptakan perbedaan tekanan antara sisi hisap (masuk) dan sisi debit (keluar). Dengan demikian, pompa berperan dalam mengkonversi energi mekanik dari mesin penggerak menjadi energi kinetik, yang dimanfaatkan untuk mengalirkan fluida serta mengatasi hambatan yang terdapat di sepanjang jalur alirannya. (Haryadi et al., 2023).

Pompa sentrifugal berfungsi dengan mengonversi energi kinetik dari aliran fluida menjadi energi potensial atau energi dinamis. Prinsip kerja hidrolis pompa ini melibatkan pemindahan energi pada bilah-bilah *impeller* melalui perubahan arah aliran fluida, yang dikenal sebagai fluida dinamis. (Christofel Jarot Yudo Putranto, 2024).



Gambar 1. 2 Komponen pompa sentrifugal

Secara umum bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut:

- 1.a *Stuffing box* adalah bagian penting dalam sistem pompa yang berfungsi sebagai segel antara poros pompa (*shaft*) dan *casing*, guna mencegah kebocoran fluida. Komponen ini juga menjadi tempat pemasangan beberapa *mechanical packing* yang mengelilingi *shaft sleeve*. Selain itu, *stuffing box* berperan untuk menghindari terjadinya kebocoran pada area dimana poros melewati *casing* pompa. (Winarto, 2023). *Gland* (penutup) yang berfungsi menekan

bahan penyegel (*packing*) agar tetap berada di posisi semestinya, serta *packing ring*, yaitu lapisan penyegel yang biasanya terbuat dari bahan fleksibel seperti grafit.



Gambar 1. 3 *Stuffing Box* pompa sentrifugal

2.b *Packing* berperan menjaga kerapatan antara poros pompa yang berputar dengan *casingnya*. Fungsi *packing* pada pompa adalah mengontrol kebocoran fluida yang dapat terjadi di titik pertemuan antara komponen bergerak (poros) dan bagian yang diam (statis). *Gland packing* terbuat dari anyaman bahan seperti grafit, akrilik, PTFE, asbes, dan material lain dengan penampang berbentuk kotak berukuran sekitar 3x4 mm. Umur pakai *gland packing* relatif singkat, yakni sekitar dua bulan, yang dianggap cukup pendek untuk pemakaian pada pompa. Oleh karena itu, penggunaan pompa dengan *gland packing* menimbulkan kerugian akibat penggantian yang sering diperlukan (Muhammad et al., 2024). Bahan *gland packing* dapat bervariasi tergantung aplikasi penggunaannya, seperti:

- Graphite* → Tahan panas dan tekanan tinggi
- PTFE (Teflon) → Tahan bahan kimia korosif
- Asbes (jarang digunakan saat ini) → Tahan suhu tinggi, tetapi berbahaya bagi kesehatan
- Aramid & Kevlar → Sangat tahan aus dan sering digunakan di lingkungan *abrasive*



Sumber : MV. Kintoki (2024)

Gambar 1. 4 *Gland packing* pompa

3.c *Shaft*/poros berfungsi meneruskan putaran dari motor penggerak ke *impeller* saat pompa beroperasi. Selain itu, poros juga menjadi tempat duduk bagi *impeller* dan komponen berputar lainnya. Untuk menghubungkan poros pompa dengan poros motor penggerak digunakan kopling. Bagian luar poros biasanya dilindungi

oleh *shaft sleeve* sebagai pelindung (Maulana, 2023). *Shaft* biasanya terbuat dari baja tahan karat (*stainless steel*), baja karbon, atau paduan khusus agar tahan terhadap keausan, korosi, dan gaya mekanis yang tinggi selama operasi.

Fungsi *shaft* pada pompa

1. Meneruskan putaran dari motor ke *Impeller*
2. Menjaga keseimbangan dan stabilitas *Impeller*
3. Memastikan kinerja pompa yang optimal
4. Mendukung komponen penyegel (*Stuffing Box* atau *Mechanical Seal*)
5. Meminimalkan gesekan dan keausan



Gambar 1. 5 *Shaft* pompa sentrifugal.

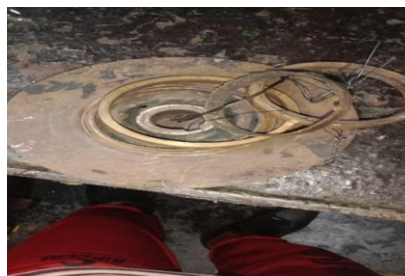
- 4.d *Shaft sleeve* merupakan bagian statis pada pompa yang berfungsi melindungi poros (*shaft*) dari keausan akibat gesekan dengan *stuffing box*. Selain itu, komponen ini juga dapat berperan sebagai bantalan internal, sambungan anti-kebocoran, serta sebagai *distance sleeve*. *Shaft sleeve* berbentuk silinder berlubang yang melindungi poros utama. Apabila poros utama mengalami kerusakan, poros tersebut tidak bisa diperbaiki dan harus diganti dengan yang baru.. (Maulana, 2023).



Sumber : MV. Kintoki (2024)

Gambar 1. 6 pompa sentrifugal

1. *Vane* adalah celah pada *impeller* yang berfungsi sebagai jalur aliran cairan yang dipompa.
2. *Eye of Impeller* merupakan bagian pompa yang menjadi titik masuk cairan yang akan dipompa.
3. *Impeller* bagian yang berputar dari pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mentransfer energi dari putaran motor penggerak pompa menuju fluida yang dipompa dengan jalan alirannya dari tengah *impeller* ke luar sisi *impeller*.
4. *Impeller* adalah komponen berputar pada pompa sentrifugal yang bertugas mentransfer energi dari putaran motor penggerak ke fluida, dengan mengalirkan cairan dari bagian tengah *impeller* ke bagian luarnya. *Impeller* biasanya terbuat dari berbagai bahan seperti besi, baja, perunggu, kuningan, aluminium, atau plastik, yang berfungsi mempercepat aliran cairan keluar dari pusat rotasi (Wicaksono & Fahrudin, 2023). Pemilihan bahan *impeller* disesuaikan dengan jenis fluida dan aplikasi, dengan material tahan korosi seperti stainless steel, kuningan, atau plastik.
5. *Casing wear ring* adalah cincin yang terletak di atas dan bawah *impeller*, berfungsi untuk mengurangi kebocoran cairan yang melewati celah antara *impeller* dan *casing* pompa. Dalam pompa, sebagian besar disediakan oleh bantalan dan cairan yang terperangkap di antara rotor dan stator dalam “segel melingkar” seperti cincin (*wear ring*) dan piston penyeimbang (Marscher et al., 2024). *Wear ring* ini membantu mengurangi kebocoran internal dan mempertahankan efisiensi pompa dengan meminimalkan celah antara *impeller* dan *casing*. *Wear ring* biasanya terbuat dari bahan seperti *stainless steel*, perunggu, atau bahan tahan abrasi lainnya, tergantung pada aplikasi dan jenis fluida yang dipompa.



Sumber : MV. Kintoki (2024)

Gambar 1. 12 *Casing wear ring* pompa sentrifugal

- 6f. *Bearing* adalah komponen yang menahan beban dan mencegah kerusakan akibat gesekan pada poros yang berputar. Bearing berfungsi menjaga poros (*shaft*) agar tetap berputar dengan stabil pada sumbu porosnya, serta memastikan komponen yang bergerak secara linear tetap berada pada jalurnya. (Siregar & Kamal, 2023).

Bearing untuk menahan (*constraint*) posisi rotor relatif terhadap stator sesuai dengan jenis *bearing* yang digunakan.



Gambar 1. 13 *Van Bearing & Ball Bearing* pompa sentrifugal

Tabel 3. 1 Langkah – langkah perbaikan dan perawatan.

No	Langkah Perbaikan dan perawatan
1.	Menjalankan proses pembersihan pada <i>sea chest strainer</i>. Persiapkan terlebih dahulu peralatan yang diperlukan untuk membuka baut penutup <i>sea chest strainer</i>. Sebelum membuka penutup, pastikan kran aliran air laut ditutup untuk menghindari aliran masuk saat proses pelepasan. Setelah semua baut pengikat penutup <i>sea chest strainer</i> dilepas, keluarkan saringan dari dalam <i>sea chest</i>, lalu bersihkan dengan menyikat hingga seluruh kotoran hilang dan aliran tidak tersumbat lagi. Setelah proses pembersihan selesai, masukkan kembali <i>strainer</i> ke posisinya di dalam <i>sea chest</i>, pasang kembali penutupnya, dan kencangkan semua baut dengan baik. Dengan demikian, <i>sea chest strainer</i> dapat kembali berfungsi secara normal.
2.	Melakukan perbaikan pada poros pompa air laut yang rusak. Berikut adalah tahapan penanganan ketidaksejajaran poros pada pompa air laut: pertama, lepaskan seluruh baut pengikat pada kopling, kemudian buka baut pada <i>casing</i> dan <i>flange</i> pipa. Selanjutnya, buka mur <i>impeller</i> dan keluarkan <i>impeller</i> dari poros. Setelah <i>impeller</i> dilepas, lakukan penyetelan untuk meluruskan posisi poros pompa air laut agar sejajar dengan poros penggerak. Setelah posisi poros dikoreksi, pasang kembali penutup (<i>cover</i>) ke <i>stuffing box</i>, kencangkan <i>set screw</i>, dan pasang kembali <i>impeller</i> pada poros. Terakhir, pasang kembali seluruh baut pada <i>casing</i> dengan kencang untuk memastikan komponen terpasang dengan stabil.
3.	Mengganti <i>mechanical seal</i> yang bocor pada pompa air laut. Berikut langkah-langkah mengganti <i>mechanical seal</i> pada pompa air laut : Lepaskan seluruh baut pengikat pada kopling, kemudian buka baut pada <i>casing</i> dan <i>flange</i> pipa. Setelah itu, buka mur <i>impeller</i> dan keluarkan <i>impeller</i> dari poros. Langkah selanjutnya adalah melepas penutup <i>casing</i>, kemudian kendorkan dan lepaskan <i>set screw</i> pada <i>mechanical seal</i>. Keluarkan <i>mechanical seal</i> secara hati-hati, lalu ganti dengan komponen baru jika ditemukan kerusakan. Pasang kembali <i>impeller</i> ke poros dengan hati-hati, lalu pasang penutup <i>casing</i> ke <i>stuffing box</i>. Kencangkan kembali <i>setscrew</i>, pasang <i>impeller</i> pada posisinya, dan pastikan semua baut pada <i>casing</i>.

4.	Perawatan mingguan (<i>Weekly maintenance</i>) 1. Inspeksi pompa sentrifugal (<i>Centrifugal Pump inspection</i>) 2. Periksa pelumasan pompa (<i>Check pump lubrication</i>) 3. Periksa pompa dari kebocoran (<i>Check the pump for leaks</i>) 4. Periksa kondisi impeller (<i>Check the condition of the impeller</i>) 5. Periksa kondisi motor (<i>Check the condition of the motor</i>)
5.	Perawatan bulanan (<i>Monthly treatment</i>) 1. Periksa getaran dan kebisingan pada pompa (<i>check vibration and noise on the pump</i>) 2. Periksa kondisi komponen (impeller, bantalan, kopling, poros, pengepakan kelenjar, segel mekanis, botol isian, cincin aus, motor) <i>Check the condition of components (impeller, bearing, clutch, shaft, gland packing, mechanical seal, stuffing bottle, wearing ring, motor)</i>
6.	Perawatan korektif (<i>Corrective treatment</i>) 1. Penggantian bantalan (<i>bearing replacement</i>) 2. Penggantian kemasan kelenjar (<i>replacement of gland packing</i>) 3. Perubahan cincin pemakaian (<i>change of wearing ring</i>) 4. Penggantian kopling (<i>clutch replacement</i>) 5. Penggantian segel mekanis (<i>Replacement of mechanical seal</i>)

Air laut yang sudah melalui proses penyaringan selanjutnya mengalir lewat pipa hisap menuju pompa pendingin air laut. Pipa ini menghubungkan strainer dengan pompa dan dirancang khusus agar tahan terhadap tekanan serta korosi akibat air laut. *Sea water cooling pump* (pompa air laut) Pompa berfungsi untuk mengalirkan air laut yang telah bersih dari kotoran ke sistem penukar panas. Pompa ini menciptakan tekanan dan aliran yang dibutuhkan agar air laut dapat bersirkulasi secara konstan ke seluruh sistem pendingin.

Setelah melewati pompa, air laut dialirkan ke heat *exchanger* atau *cooler*, yang biasanya dikenal sebagai *fresh water cooler* dalam sistem pendingin tertutup. Dalam proses ini, air laut berperan sebagai media pendingin yang menyerap panas dari air tawar yang digunakan untuk mendinginkan mesin induk. Meskipun air laut dan air tawar tidak saling bercampur, perpindahan panas terjadi melalui dinding logam pada pipa atau pelat penukar panas. Untuk memastikan bahwa pompa pendingin air laut selalu berada dalam kondisi terbaik selama operasional kapal, diperlukan suatu rencana pemeliharaan sistematis dan terjadwal, yang dikenal sebagai Sistem Pemeliharaan Terencana (PMS), untuk menjaga suhu mesin dan komponen lainnya yang memerlukan pendinginan terus-menerus.

Tabel 3. 3 Observasi pompa air laut sebelum perawatan

Waktu pengamatan	Hisapan masuk (kg/cm ²)	Tekanan keluar (kg/cm ²)	keterangan
02/02/2024	2,5 kg/cm ²	3 kg/cm ²	Tidak normal
04/02/2024	2,5 kg/cm ²	3,2 kg/cm ²	Tidak normal
08/02/2024	2,5 kg/cm ²	3,4 kg/cm ²	Tidak normal
12/02/2024	2,7 kg/cm ²	3,4 kg/cm ²	Tidak normal
15/02/2024	2,7 kg/cm ²	3,4 kg/cm ²	Tidak normal
19/02/2024	2,5 kg/cm ²	3,4 kg/cm ²	Tidak normal
21/02/2024	2,6 kg/cm ²	3,4 kg/cm ²	Tidak normal
23/02/2024	2,7 kg/cm ²	3,2 kg/cm ²	Tidak normal
25/02/2024	2,6 kg/cm ²	3 kg/cm ²	Tidak normal
28/02/2024	2,6 kg/cm ²	3,4 kg/cm ²	Tidak normal

Sumber : MV. Kintoki (2024)

Keterangan :

1. Hisapan masuk (*suction*) normal: 3 kg/cm²
2. Tekanan keluar (*discharge*) normal: 4 kg/cm²- 4,3 kg/cm²

Tabel 3.3 Data ini menunjukkan tekanan masuk (*suction*) dan tekanan keluar (*discharge*) sebelum dilakukan perbaikan. Penurunan tekanan terjadi akibat adanya kotoran yang masuk ke dalam pompa, yang dapat menyebabkan kinerja pompa menjadi tidak optimal. Ketika jumlah kotoran berlebihan, hal ini dapat menurunkan daya hisap (*suction*) pompa. Contoh yang terjadi pada tabel baris pertama pada tanggal 2 februari 2024 dan 19 februari 2024 berturut-turut, hisapan masuk terjadi penurunan hingga 2,5 kg/cm². Kondisi penumpukan kotoran di dalam pompa mengakibatkan penurunan pada tekanan hisap maupun tekanan keluaran. (*suction*) normal: 3 kg/cm² serta tekanan keluar (*discharge*) normal: 4 kg/cm²- 4,3 kg/cm².

Tabel 3. 4 Observasi pompa setelah perawatan

Waktu pengamatan	Hisapan masuk (kg/cm ²)	Tekanan keluar (kg/cm ²)	keterangan
18/05/2024	3 kg/cm ²	4 kg/cm ²	Normal
21/05/2024	3 kg/cm ²	4,3 kg/cm ²	Normal
23/05/2024	3 kg/cm ²	4,2 kg/cm ²	Normal
25/05/2024	3 kg/cm ²	4 kg/cm ²	Normal
27/05/2024	3 kg/cm ²	4 kg/cm ²	Normal
02/06/2024	3 kg/cm ²	4,2 kg/cm ²	Normal
04/06/2024	3,2 kg/cm	4,4 kg/cm ²	Normal
06/06/2024	3 kg/cm ²	4 kg/cm ²	Normal
08/06/2024	3 kg/cm ²	4,3 kg/cm ²	Normal

Sumber : MV. Kintoki (2024)

1. Hisapan masuk (*suction*) normal: 3 kg/cm²
2. Tekanan keluar (*discharge*) normal: 4 kg/cm²- 4,4 kg/cm²
3. *Inert part* pada pompa pendingin air laut yang sudah tua, aus atau rusak mungkin tidak dapat beroperasi dengan optimal. Setelah *inert part* pada pompa melakukan pergantian serta perawatan, performa pada pompa kembali lagi dengan normal. Hisapan masuk (*suction*) normal: 3 kg/cm². Tekanan keluar (*discharge*) normal: 4 kg/cm²- 4,3 kg/cm² seperti pada data diatas.

Hasil dari perbandingan menunjukkan bahwa hisapan masuk dan tekanan keluar sebelum dan sesudah sangat berbeda untuk mengoptimalkan daya hisap pompa pendingin air laut. Setelah perawatan, tekanan keluar dan hisapan masuk berubah. Sebelum perawatan, hisapan masuk turun 2,6 kg/cm² dan tekanan keluar 3,4 kg/cm². Setelah perawatan, hisapan masuk naik 3 kg/cm² dan tekanan keluar naik 4,4 kg/cm². Perbedaan ini hanya 0,4 kg/cm² pada hisapan masuk dan 1 kg/cm² pada tekanan keluar. Sehingga persentase optimal hisapan dan tekanan keluar berturut-turut 78% dan 90% hal ini ditentukan dari hisapan masuk normal: 3 kg/cm² dan tekanan keluar normal: 4 kg/cm² - 4,4 kg/cm².

Tabel 3. 8 Perbandingan antara sebelum dan sesudah

No	Kondisi Perawatan	Rerata Hisapan dan Tekanan keluar		Ket
1.	Sebelum	2,6 kg/cm ²	3,4 kg/cm ²	
2.	Sesudah	3 kg/cm ²	4,4 kg/cm ²	
Selisih		0,4 kg/cm ²	1 kg/cm ²	
Persentase Optimal (%)		78 %	90 %	

Sumber : MV. Kintoki (2024)

KESIMPULAN

Penulis dapat mencapai beberapa kesimpulan berdasarkan data yang diolah melalui penelitian dan diskusi yang dilakukan dengan metode kualitatif, antara lain :

1. Untuk mengatasi efek penurunan daya hisap pompa, perawatan teratur, penyelarasan poros dan motor, dan kebersihan jalur aliran seperti pipa hisap dan *strainer sea chest* harus dilakukan secara teratur. Sistem akan bekerja dengan efisien dan mendukung operasional kapal secara aman dan berkelanjutan Jika standar operasional prosedur diikuti dengan baik dan jadwal overhaul dilakukan secara teratur.
2. Langkah - langkah yang dilakukan untuk mencegah agar tidak terjadi penumpukan kotoran pada *impeller* dilakukan perbaikan preventif yang meliputi penggantian *inner part* pompa secara berkala, pengoperasian pompa sesuai jam kerja yang ditentukan, serta pembersihan rutin *sea chest strainer* dari lumpur dan sampah laut. Selain itu, peningkatan kompetensi awak kapal melalui pelatihan dan evaluasi sebelum penugasan turut memastikan pengoperasian dan perawatan pompa dilakukan secara tepat dan profesional.
3. Penurunan daya hisap pada pompa pendingin air laut di MV. *Kintoki* meliputi pemeriksaan integritas jalur hisap, pengawasan kebersihan pipa endapan, pengukuran RPM motor sesuai

spesifikasi, dan evaluasi kondisi kopling adalah beberapa tindakan teknis yang dapat dilakukan untuk mengurangi daya hisap pada pompa pendingin air laut MV. Kintoki. Metode yang diukur ini memastikan bahwa sistem pendinginan mesin induk bekerja dengan baik dan membantu performa kapal secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, S., Anwar, T., Nurmala, E., Sultan, S., & Romadhoni, D. (2023). Selisih Persentase ISGOTT pada Analisis Prosedur Keselamatan Kerja Pencucian Tangki di Kapal MT Ratu Ruwaidah. *Points: Jurnal Matematika Dan Sains Pada Pelayaran*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14545987>
- Chotimah, H. C., Iswardhana, M. R., & Rizky, L. (2022). Model Collaborative Governance dalam Pengelolaan Sampah Plastik Laut Guna Mewujudkan Ketahanan Maritim di Indonesia. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 27(3), 348. <https://doi.org/10.22146/jkn.69661>
- Christofel Jarot Yudo Putranto. (2024). ANALISA KINERJA POMPA SENTRIFUGAL KAPAL KERUK. *Jurnal Teknik dan Science*, 3(2), 77–83. <https://doi.org/10.56127/jts.v3i2.1533>
- Faridah, H., & Fajarwati, R. A. (2022). Pengawasan Transportasi Laut demi Mewujudkan Keselamatan dan Keamanan Pelayaran Nasional. *Jurnal Keamanan Nasional*, 8(2), 396–407. <https://doi.org/10.31599/jkn.v8i2.558>
- Febriyanti, E. (2023). Analisis Kegagalan Impeller Penyebab Kerusakan Pompa Air Kapal Laut. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 11(2), 85–94. <https://doi.org/10.29122/mipi.v11i2.1621>
- Hakim, A. R., Wibowo, W., & Astriawati, N. (2020). Sistem Pendingin Diesel Pada WHEEL LOADER KOMATSU WA 120-3CS. 07.
- Haryadi, S., Hermawati, L., & Pratomo, S. A. (2023). Analisa Sistem Manajemen Perawatan Pompa Roda Gigi Di Kapal KM. Kelimutu. *Ocean Engineering : Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim*, 2(2), 57–70. <https://doi.org/10.58192/ocean.v2i2.1111>
- Illahi, R., Sarifuddin, S., & Erlinda, N. (2023). Analisa Turunnya Kinerja Pompa Air Laut pada Proses Pendinginan Mesin Induk di Kapal KM Surya Pioneer. *Jurnal Cakrawala Bahari*, 6(1), 1–6. <https://doi.org/10.70031/jkb.v6i1.53>
- Maulana, A. (2023). Penerapan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Studi Kasus Kerusakan Bearing Pada Pompa Air Sentrifugal Fwp 41 Sse Di Pt Xyz.
- Marscher, W. D., Coppola, J. D., & Onari, M. M. (2024). An End-User's Guide To Centrifugal Pump Rotordynamics.
- Muhammad, R., Safi'i, M., & Baiti Jannati, N. (2024). Analisa Kerusakan Pompa Oli Temperature Control Unit Pada Mesin Longitudinal Stretcher Ditinjau Dari Kerugian Biaya Produksi Di PT. Polidayaguna Perkasa Ungaran: STORAGE: *Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 3(1), 106–115. <https://doi.org/10.55123/storage.v3i1.3173>
- Mustain, I. (2020). Penurunan Tekanan pada Pompa Air Laut pada Mesin Induk Kapal. *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 22(1), 27–33. <https://doi.org/10.37612/gema-maritim.v22i1.48>
- Nasution, M., Bakhori, A., & Novarika, W. (n.d.). Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri.

- Pattiasina, M., Pattikayhatu, E. B., & Lekatompessy, R. R. (2023). Evaluasi Unjuk Kerja Pompa Produk Avtur di Integrated Terminal PT Pertamina Patra Niaga Wayame Ambon. 1(2).
- Pratama, A. A., Astriawati, N., Waluyo, P. S., & Wahyudiana, R. (2022). Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Mesin Utama Di Kapal MV. Nusantara Pelangi 101. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 20(1), 1–11. <https://doi.org/10.33489/mibj.v20i1.289>
- Pratama, E., Nasri, & Ritonga, A. I. (2020). Optimalisasi Kinerja MGPS Pada Sistem Pendinginan di Kapal MT. Ketaling. *Dinamika Bahari*, 1(1), 71–78. <https://doi.org/10.46484/db.v1i1.172>
- Siregar, J., & Kamal, D. M. (2023). Analisis Kerusakan Bearing Pada Pompa Sentrifugal Type ZLND 100-200.
- Subekti, J., Wibowo, W., Ningrum Astriawati, & Muhammad Hamzah Fadholy. (2022). Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Mesin Utama Tipe Hanshin GLU28AG Pada Kapal. *Dinamika Bahari*, 3(1), 60–68. <https://doi.org/10.46484/db.v3i1.303>
- Wahyudi, R., Marsudi, S., & Awwalin, R. (n.d.). Rekayasa Konstruksi Strainer Sea Chest Pada Sistem Pendingin Di Mesin Induk Kapal.
- Wicaksono, F. G., & Fahrudin, A. (2023). Pengaruh variasi panjang impeller pada pompa air rumah tangga terhadap debit dan tekanan. 1.
- Winarto, S. (2023). Perencanaan Perawatan Pompa Distribusi I pada Unit Water Treatment Plant Berdasarkan Metode Ismo. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi Migas Zoom*,