

Analisis Fishbone Diagram Pada Kerusakan Roller Ball Bearing Terhadap Kelancaran Kinerja Ballast Pump No. 2 Dikapal MT. Palu Sipat

Dinda Ayu Barbyanavy

Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

Nasri

Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

Prima Yudha Yudianto

Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

Monika Retno Gunarti

Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

Shofa Dai Robbi

Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

Alamat : Jl. Gunung Anyar Boulevard No. 1, Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

Author's correspondence: dindabarny2001@gmail.com

Abstract. *The ballast pump is one of the important components in the ship's balance system that functions to regulate the volume of ballast water in the ship's tank to maintain the stability and trim of the ship. The ball bearing component plays a role in reducing friction between the pump shaft and the pump housing and ensuring that the shaft remains aligned when the pump is operating. This study aims to determine the causes of ball bearing damage to ballast pumps, the impact caused by the damage, and preventive efforts that can be made. The method used in this research is descriptive qualitative with data analysis techniques using the fishbone method, namely with cause-and-effect diagrams. The results showed that the damage to the ball bearing of the ballast pump was caused by the lack of lubrication and the lack of checking and maintenance. The handling of this problem is done by disassembling the ballast pump and replacing the ball bearing and mechanical seal.*

Keywords : *Ballast Pump, Fishbone Method, Pump, Roller Ball Bearing.*

LATAR BELAKANG

Angkutan laut atau angkutan di perairan dalam Undang-undang 17 tahun 2008 tentang Pelayaran didefinisikan sebagai kegiatan mengangkut dan/atau memindahkan penumpang dan/atau barang dengan menggunakan kapal (UU, 2008). Transportasi ini sangat penting, dalam mendukung perdagangan mobilitas manusia terutama bagi negara kepulauan seperti Indonesia, yang memiliki wilayah laut lebih luas dibandingkan daratan (Dwi Sulaksono et al., 2023). Sementara itu, Sanaky et.al., (2023) menyatakan bahwa pemilihan jenis moda transportasi laut akan mempengaruhi terhadap kelancaran

Received Mei 26, 2025; Revised June 04, 2025; Accepted Juni 12, 2025

*Dinda Ayu Berbyanavy, dindabarny2001@gmail.com

transportasi dan logistik, serta risiko keamanan dan keselamatan transportasi (Sanaky et al., 2023). Transportasi laut juga dinilai lebih ramah lingkungan dibanding moda transportasi lainnya, terutama dalam hal emisi karbon per satuan muatan.

Penanganan muatan dan pengaturan stabilitas kapal menjadi hal primer dalam menciptakan keselamatan pelayaran (Sriantini & Ebdasari, 2023). Stabilitas didefinisikan sebagai keseimbangan kapal yang bersifat atau suatu kecenderungan kapal untuk kembali ke posisi semula setelah mengalami kemiringan karena adanya gaya dari luar. Stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali tegak setelah oleng.

Sistem pompa *ballast* berfungsi untuk mengisi tangki *ballast* yang berada di *double bottom*. Sistem *ballast* menggunakan air laut. Pemanfaatan air laut tersebut akan mempengaruhi terhadap efektifitas pengoperasian pompa. Hafid (2024) sistem *ballast* merupakan salah satu penunjang dalam pengoperasian kapal. Gangguan terhadap pengoperasian pompa *ballast* tentu saja akan berdampak pada operasional kapal. Apabila tidak dapat diperbaiki maka operasional kapal akan terganggu. Proses perbaikan dan perawatan pompa *ballast* merupakan suatu langkah untuk memperpanjang usia kerja pompa. Panduan terhadap perawatan dan perbaikan harus mengacu pada *instruction manual book*. Perbaikan rutin dengan sesuai standar diharapkan akan mengurangi risiko kerusakan dan memaksimalkan kinerja dari pompa *ballast*.

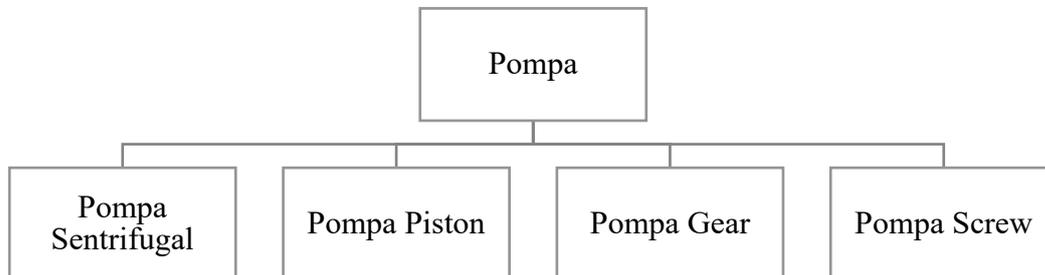
Studi kasus dalam penelitian ini adalah kapal laut MT. Palu Sipat. Pada tanggal 12 Juni 2024, pada saat kapal berlayar menuju ke Jakarta dari Balikpapan yang nantinya akan melakukan bongkar muatan. Pada saat mengatur air *ballast* untuk menyeimbangkan kapal, pompa mengalami *troubleshooting* yaitu ditemukannya kerusakan pada *roller ball bearing*. Permasalahan tersebut menjadikan *crew* mesin harus menambah jam kerja (*overtime*) untuk melaksanakan *overhaul*. Pembongkaran dilakukan untuk mengatasi dan memperbaiki pompa *ballast* agar dapat bekerja kembali. Berdasarkan permasalahan tersebut serta dampak yang ditimbulkan, maka peneliti melaksanakan penelitian dengan judul “Analisis Kerusakan Pada *Roller Ball Bearing* Terhadap Kelancaran Kinerja *Ballast Pump* No. 2 Dikapal MT. Palu Sipat”

Analisis

Syafnidawaty mendefinisikan analisis sebagai sebuah proses penjabaran dari suatu sistem informasi yang lengkap ke dalam berbagai macam bagian komponennya dengan

tujuan agar dapat diidentifikasi atau dievaluasi pada berbagai macam permasalahan yang akan muncul pada suatu sistem, sehingga permasalahan tersebut dapat dimitigasi, diperbaiki atau juga dilakukan pengembangan (Syafnidawaty, 2020).

Pompa

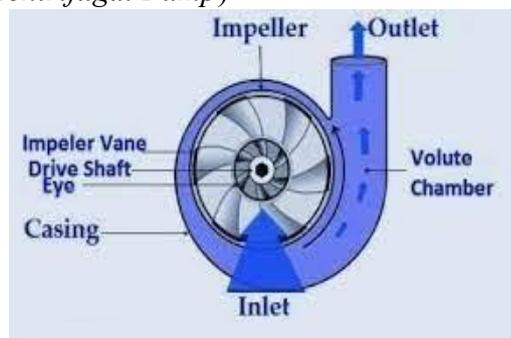


Gambar 1. Pompa Yang Umum Digunakan Di Atas Kapal:

Sumber: Dokumen Peneliti, 2024

Menurut Hidayah (2023) mendefinisikan pompa sebagai suatu alat yang berfungsi memindahkan cairan dari tempat yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi atau ketempat yang mempunyai tekanan yang sama. Pompa memberikan tekanan tambahan (lebih positif) pada cairan sehingga dapat menghilangkan gaya potensial, sehingga cairan dapat mengalir. Berikut adalah beberapa jenis pompa yang umum digunakan di atas kapal:

1. Pompa Sentrifugal (*Centrifugal Pump*)

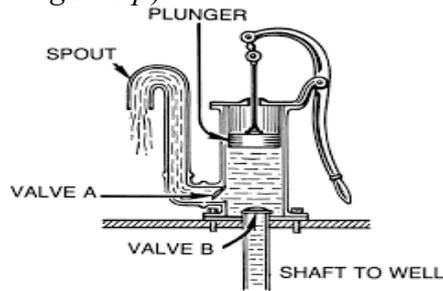


Gambar 2. Centrifugal Pump

(Sumber: <https://vacuumpump.co.id/blog/jenis-jenis-pompa>)

Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang menggunakan prinsip gaya sentrifugal untuk memindahkan cairan. Cairan diarahkan ke tengah impeller yang berputar, kemudian didorong keluar melalui tepi impeller dengan kecepatan dan tekanan yang lebih tinggi. Val S. Lobanoff (1985)

2. Pompa Piston (*Reciprocating Pump*)

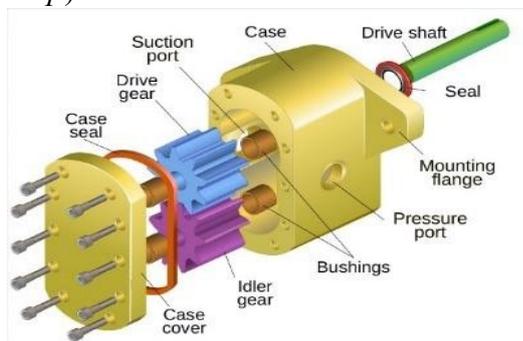


Gambar 3. *Reciprocating Pump*

(Sumber: <https://vacuumpump.co.id/blog/jenis-jenis-pompa>)

Pompa piston (*reciprocating pump*) adalah jenis pompa yang menggunakan gerakan maju-mundur (*reciprocating motion*) piston atau *plunger* untuk memindahkan cairan. Pompa ini dirancang untuk menangani cairan dengan tekanan tinggi dan volume rendah. Deri (2021)

3. Pompa Gear (*Gear Pump*)



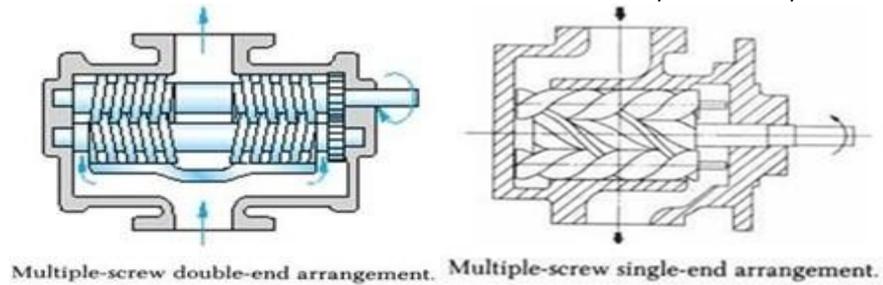
Gambar 4. *Gear Pump*

(Sumber: <https://vacuumpump.co.id/blog/jenis-jenis-pompa>)

Pompa gear adalah jenis pompa positif (*positive displacement pump*) yang menggunakan dua roda gigi (*gear*) untuk memindahkan cairan. Gerakan gigi-gigi ini menciptakan ruang vakum untuk menarik cairan dan mendorongnya ke arah keluar. (Igor J. Karassik & Joseph P. Messina Paul Cooper (2008)

4. Pompa Screw (*Screw Pump*)

Pompa screw (*screw pump*) adalah jenis pompa perpindahan positif (*positive displacement pump*) yang menggunakan satu atau lebih sekrup berputar untuk memindahkan cairan. Firman (2018)



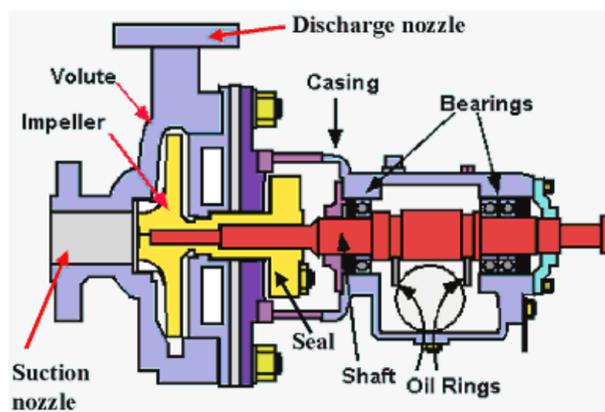
Gambar 5. Screw Pump
(Sumber: <https://sttal.ac.id/wp-content/uploads/2017/06/Pompa-OK.pdf>)

Pompa Ballast



Gambar 6. Ballast Pump
(Sumber: <https://velascoindonesia.com/wpcontent/uploads/2016/10/mengatur-pompa-pada-kapal-861x393.jpg>)

Menurut Hidayah (2023) pompa *ballast* adalah suatu permesinan bantu untuk memposisikan kapal dalam keadaan seimbang, baik dalam keadaan trim depan maupun belakang. Pompa *ballast* merupakan salah satu jenis pompa sentrifugal. Keseimbangan kapal sangat penting bagi keselamatan muatan dan seluruh awak kapal. Pompa *ballast* terdiri dari beberapa bagian yaitu:



Gambar 7. Bagian Pompa Ballast
(Sumber: <https://sttal.ac.id/wp-content/uploads/2017/06/Pompa-OK.pdf>)

1. Impeller

Impeller adalah cakram logam yang berbentuk lingkaran dengan saluran yang sudah dipasang sebelumnya untuk aliran fluida. Material *impeller* diproduksi dari

perunggu, kuningan, minyak karbonat, *stainless steel* atau besi tuang, dan bahan lain juga dapat digunakan.

2. *Shaft*

Shaft adalah salah satu komponen utama dalam pompa, yang berfungsi untuk menghubungkan sumber tenaga (motor atau mesin penggerak) dengan bagian pemutar pompa, seperti *impeller* atau *rotor*. *Shaft* berfungsi untuk meneruskan torsi penggerak dan *impeller* serta bagian putar lainnya.

3. Motor Listrik (*Electromotor*)

Electromotor berfungsi sebagai penggerak utama untuk menghasilkan energi mekanik dari energi listrik. *Electromotor* mengkonversi energi listrik yang disuplai ke motor menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran *shaft*.

4. *Mechanical Seal*

Mechanical seal adalah komponen penting yang berfungsi sebagai penghalang kedap antara bagian stasioner dan bagian bergerak pada pompa. Komponen ini dirancang untuk mencegah kebocoran cairan atau gas dari ruang bertekanan tinggi di dalam pompa ke lingkungan luar

5. *Bearing*

Bantalan (*bearing*) berperan dan mendorong rotasi *shaft* serta menjaga tetap berada pada tempatnya, sehingga meminimalkan kehilangan gesekan. Adapun beberapa jenis bearing, seperti *single groove ball bearing*, *double row self-aligning bearing*, *single row angular contact bearing*, *double row angular contact bearing*, *single row cylindrical bearing*, *tapered roller bearing*, *single direction thrust ball bearing*, *double direction thrust bearing*. Andi Sayyep Dembillahi (2024)

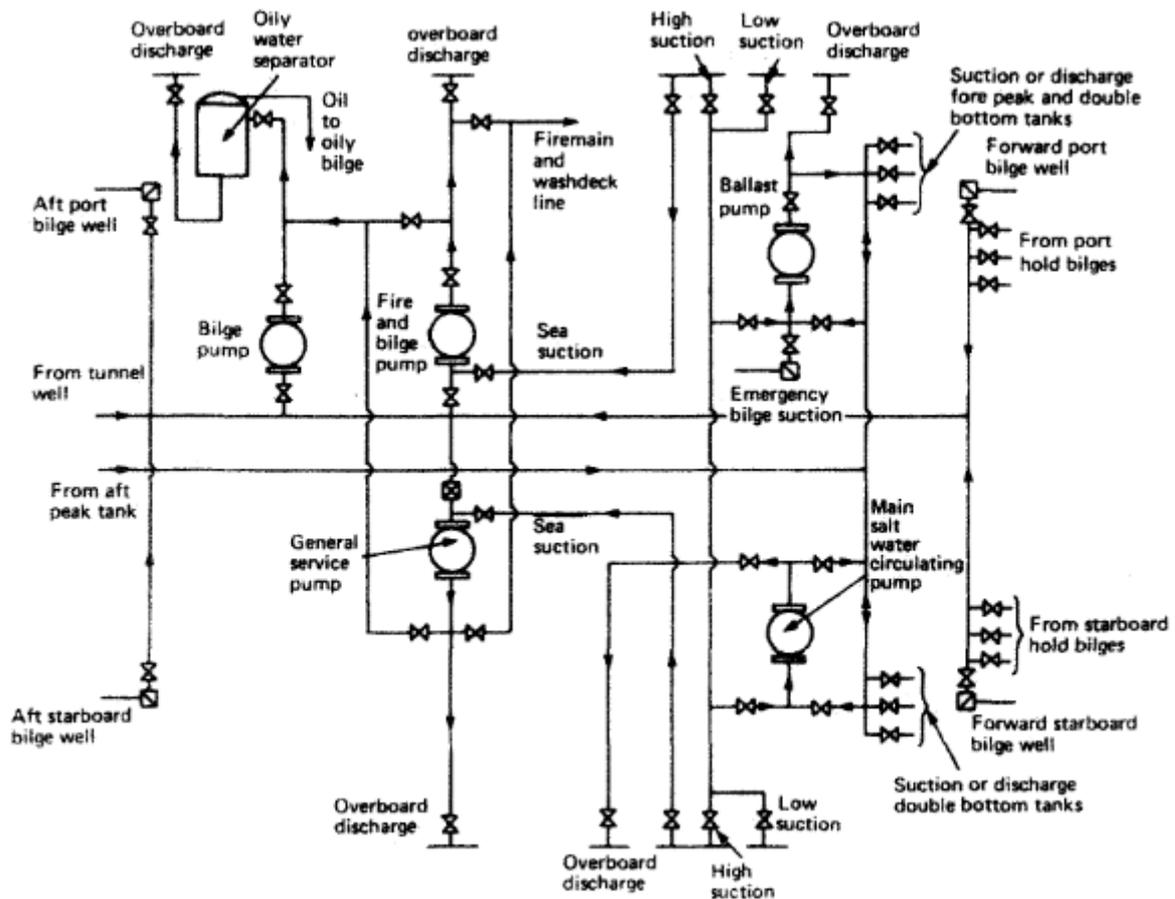
6. *Coupling*

Pada dasarnya *coupling* berfungsi untuk menghubungkan dua *shaft*, dimana yang satu adalah poros penggerak dan lainnya adalah poros yang digerakkan.

Sistem *Ballast*

Sistem *ballast* adalah salah satu sistem dikapal yang berperan dalam mengalirkan dan mengisi air *ballast*. Air *ballast* tersebut diambil dari air laut yang dipompa masuk ke dalam pipa utama (*main pipe*) kemudian dialirkan ke pipa-pipa cabang (*branch pipe*). Sistem pompa *ballast* ditujukan untuk menjaga stabilitas tingkat kemiringan dan garis muat kapal, hal tersebut sebagai akibat dari adanya perubahan muatan di atas kapal

sehingga stabilitas kapal dapat dipertahankan.



Gambar 8. Ballast System Piping Diagram
(Sumber: Taylor, 2003)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, dimana analisis data dilakukan secara induktif berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh di lapangan. Data yang dikumpulkan kemudian diolah dan dirumuskan menjadi teori. Hasil penelitian dengan metode ini disajikan dalam bentuk narasi, yang memberikan penjelasan deskriptif mengenai temuan secara terperinci. Pendekatan kualitatif ini berfokus pada penggunaan berbagai metode, bersifat alami dan holistik, mengutamakan aspek kualitas, serta disajikan dalam bentuk narasi dalam penelitian ilmiah. (Sugiyono, 2013)

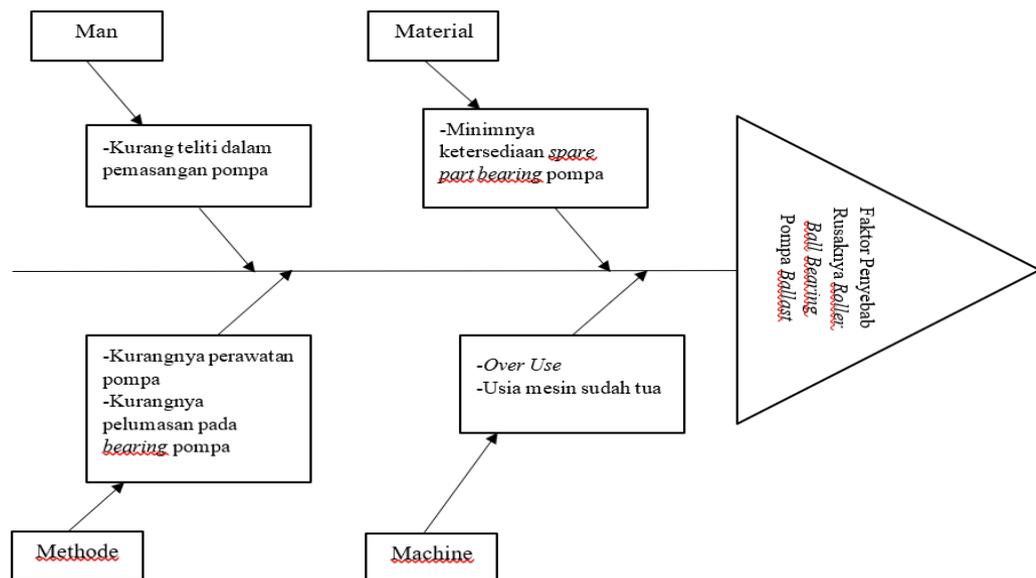
Teknik Pengumpulan Data

Peneliti kualitatif menggunakan berbagai metode, termasuk semiotika, analisis naratif, analisis isi, kajian wacana, studi arsip, dan bahkan statistik. Mereka juga menggunakan metode dan teknik lain, wawancara, survei, dan observasi partisipatif.

Metode ini dianggap memberikan pengetahuan dan pemahaman yang berharga. Tidak ada metode yang lebih baik daripada yang lain, dan tidak ada yang diabaikan sepenuhnya. (Sugiyono, 2013)

Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menganalisis data dalam skripsi ini adalah *fishbone* diagram. Diagram *fishbone* digunakan sebagai alat visual untuk mengidentifikasi, menyelidiki, dan menggambarkan secara visual setiap komponen yang berkontribusi pada masalah. Roosinda (2021)



Gambar 9. Diagram Fishbone
(Sumber: Peneliti, 2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan pada saat peneliti melakukan praktek laut selama 12 bulan di kapal MT. Palu Sipat. Kapal ini berjenis kapal tanker tipe “P” dengan muatan minyak jadi yaitu minyak hitam (LSFO) yang digunakan untuk salah satu pembuatan olahan aspal. Kapal tanker ini merupakan kapal perusahaan milik PT. Pertamina International Shipping. Penelitian berfokus pada *roller ball bearing* pada *ballast pump*.

Hasil Observasi

Pada tanggal 12 Juni 2024, kapal MT. Palu Sipat berlayar menuju ke Jakarta dari Balikpapan untuk melakukan proses bongkar muatan. Lalu, pada pukul 09.00 WITA, *Chief Officer* memberikan perintah kepada *4Th Engineer* untuk mengisi air *ballast*. Pada saat

melakukan pengecekan sebelum *start* pompa *ballast*, tidak terdapat tanda – tanda yang mencurigakan pada pompa tersebut. Namun, setelah di *start* oleh *Pumpman* dari *Pump Room*, ternyata terdapat kebocoran dan juga timbulnya getaran serta suara bising pada pompa. Lalu, *Pumpman* menginformasikan kepada *4th Engineer* melalui *Handy Talkie* (HT) agar segera menuju ke *Pump Room* untuk mengeceknya. Kemudian, *4th Engineer* memerintahkan *Oiler* jaga untuk *men-stop* tombol *power* yang ada pada panel *Engine Control Room* (ECR). Setelah *stop* pompa, *4th Engineer* melakukan *overhaul* pada hari itu juga dan berlanjut sampai pada tanggal 15 Juni 2024, berlangsung selama 3 hari.



Gambar 10. Overhaul Ballast Pump
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Selama *overhaul* berlangsung, *4th Engineer* dibantu oleh *crew* mesin lainnya. Setelah pompa dibongkar, ditemukan kerusakan pada *roller ball bearing* dan dilanjutkan dengan pembongkaran komponen pompa yang lainnya untuk di *check* dan di analisis lebih lanjut. Selanjutnya, pada tanggal 14 Juni 2024 dilakukan pergantian *spare part roller ball bearing* pompa *ballast* dan lanjut melakukan perawatan komponen pompa lainnya. Lalu, pada tanggal 15 Juni 2024, pukul 11.00 WIB, pompa *ballast* sudah diperbaiki dan siap untuk di operasikan kembali.

Hasil Wawancara

Berikut hasil wawancara yang dilakukan peneliti dengan *4th Engineer*:

- 1) Apa saja penyebab kerusakan pada *roller ball bearing* pompa *ballast*?

”Penyebab pertama yaitu kurang pelumasan pada *roller ball bearing*. Kedua, pemasangan *shaft* pompa juga tidak *central* atau miring. Ketiga, kurangnya perawatan serta minimnya ketersediaan *spare part*. Keempat, karena usia mesin sudah tua, dan *running hours* sudah melebihi batas waktu yang telah ditentukan.”

- 2) Apa dampak yang akan terjadi jika *roller ball bearing* pompa *ballast* rusak?

“Ada beberapa dampak dari kerusakan *roller ball bearing*, yaitu *overheat* karena

terjadi gesekan dan juga adanya getaran serta suara *abnormal* pada pompa. Selain itu, pada dampak operasional, akan terganggunya proses isi dan buang *ballast*.”

3) Bagaimana cara mencegah *troubleshooting* tersebut?

“Perlunya dilakukan perawatan secara rutin. Dan juga pada saat melakukan *overhaul* pompa, perlu diperhatikan dengan teliti agar tidak terjadi kesalahan pemasangan maupun pembongkaran pada setiap komponennya.”

PEMBAHASAN

Pompa *ballast* merupakan bagian integral dari sistem manajemen stabilitas kapal. Fungsinya adalah untuk mengatur volume air *ballast* dalam tangka-tangki kapal demi menjaga keseimbangan, stabilitas, dan draft kapal saat berlayar, memuat, atau bongkar muatan. Sistem ini bekerja secara periodik dan harus memiliki kinerja yang andal untuk mendukung operasional secara keseluruhan.

Salah satu komponen penting dalam pompa *ballast* adalah *roller ball bearing*, yang berperan sebagai bantalan untuk mendukung poros berputar di dalam pompa. Faizal (2018) *Bearing* bertugas mengurangi gesekan dan menahan beban radial maupun aksial selama proses pemompaan berlangsung. Komponen ini sangat krusial dalam menjamin kelancaran putaran poros pompa dan menjaga performa sistem tetap stabil.

Dari hasil penelitian, *roller ball bearing* sering mengalami kerusakan yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kurangnya perawatan pompa *ballast*, kurangnya pelumasan pada bearing pompa, pemasangan pompa kurang tepat, minimnya ketersediaan *spare part bearing* pompa, dan usia mesin sudah tua. Kerusakan *roller ball bearing* yang tidak segera ditangani dapat berdampak serius terhadap kinerja pompa *ballast*, seperti meningkatnya getaran, penurunan efisiensi pompa, hingga kerusakan total pada sistem pemompaan.



Gambar 11. Patahan *Roller Ball Bearing* Pompa *Ballast*
(Sumber: Dokumen Peneliti, 2024)

Kondisi ini sangat berisiko dalam konteks operasional kapal. Keterlambatan atau kegagalan dalam mengatur sistem *ballast* dapat mengganggu kestabilan kapal, terutama saat melakukan *manuver* di pelabuhan, melewati perairan dangkal, atau menghadapi kondisi laut yang ekstrim. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam terhadap karakteristik kerusakan *roller ball bearing* dan dampaknya terhadap sistem pompa ballast sangat penting untuk meningkatkan keandalan sistem serta mendukung keselamatan pelayaran.



Gambar 12. Roller Ball Bearing Pompa Ballast Rusak
(Sumber: Dokumen Peneliti, 2024)

Pada gambar 10, merupakan kondisi *roller ball bearing* rusak disertai tiap-tiap ball hancur satu persatu. Kerusakan pada *roller ball bearing* pompa *ballast* memiliki dampak yang sistemik, bukan hanya terbatas pada satu komponen. Efeknya bisa menjalar dari kerusakan mekanik, gangguan sistem, hingga risiko terhadap keselamatan kapal dan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan kondisi *bearing* secara berkala, pelumasan yang tepat, dan perawatan preventif untuk menjaga keandalan sistem ballast.

Dari hasil analisis yang dilakukan oleh peneliti bahwa penelitian dilakukan dengan berbagai teknik pengumpulan data seperti observasi, dokumentasi, dan wawancara. Kesimpulan dari hasil akhir penelitian bahwa kerusakan pada *roller ball bearing* pompa *ballast* disebabkan oleh beberapa faktor serta beberapa dampak yang akan terjadi ketika *roller ball bearing* mengalami kerusakan. Untuk penjelasan lebih lanjut terkait faktor dan dampak dari kerusakan *roller ball bearing* pompa *ballast* telah dijelaskan pada bagian kesimpulan.

SIMPULAN

Kerusakan pada *roller ball bearing* pompa *ballast* disebabkan oleh kombinasi faktor *human error* saat pemasangan, kelebihan jam kerja pompa (*running hours*), kurangnya perawatan rutin sesuai petunjuk *manual book*, keterbatasan ketersediaan suku cadang di kapal, pelumasan *bearing* yang tidak memadai, serta usia mesin yang sudah tua yang berdampak pada penurunan performa dan keandalan komponen mesin. Kerusakan pada *roller ball bearing* berdampak serius terhadap kelancaran kinerja pompa *ballast*, yang ditandai dengan penurunan performa dan efisiensi, munculnya getaran serta suara *abnormal*, terjadinya *overheating* dan kebocoran pada seal, hingga berujung pada kegagalan total pompa apabila tidak segera ditangani.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Sayyep Dembillahi, A. S. D. (2024). *Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Pada Bearing Pompa Ballast di Kapal MV. SEA ROSE*. Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
- Deri, Z. K. (2021). *Analisis Pengaruh Kerusakan Ball Bearing Terhadap Pompa Ballast di MV. DK 03*.
- Dwi Sulaksono, E., Septianto Rachman, F., Adibrata, G., Haritsah, dan, Raya Puspiptek, J., Pamulang, K., & Tangerang Selatan, K. (2023). HUMANIS Transportasi Laut di Masa Depan Program Pascasarjana Magister Manajemen Webinar Nasional HUMANIS 2023. In *Management and Science Proceedings* (Vol. 3, Issue 2). <http://www.openjournal.unpam.ac.id/index.php/SNH>
- Faizal, K. I. (2018). *Analisis Pengaruh Kerusakan Ball Bearing Terhadap Kinerja Pompa Ballast di MV. SARI INDAH*. Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Hafid, Y. (2024). *Pengaruh Kerusakan Ball Bearing Terhadap Kerja Pompa Ballast di MV. MERATUS ULTIMA 2*. Doctoral dissertation, POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG.
- Hidayah, N. A. , J. E. , & P. L. (2023). *Desain Ballast Water Treatment System Kapal Sesuai Standar IMO. In Proceedings Conference on Marine Engineering and its Application*. 6(No 1).
- Igor J. Karassik, & Joseph P. Messina Paul Cooper, C. C. H. (2008). *Pump Handbook, 4th Edition*.
- Roosinda, F. W. , L. N. S. , U. A. G. S. , A. H. U. , S. A. L. S. , I. S. H. D. , . . . & F. M. I. (2021). *Metode penelitian kualitatif. Zahir Publishing*.

- Analisis Fishbone Diagram Pada Kerusakan Roller Ball Bearing Terhadap Kelancaran Kinerja Ballast Pump No. 2 Dikapal Mt. Palu Sipat*
- Sanaky, F. M., Titaley, S., & Mandaku, H. (2023). MODEL PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI LAUT UNTUK PERJALANAN ANTAR-PULAU PADA RUTE TULEHU – AMAHAI. *ALE Proceeding*, 6. <https://doi.org/10.30598/ale.6.2023.62-67>
- Sriantini, A., & Ebdasari, A. D. D. (2023). Studi Kasus Pengaruh Pergeseran Muatan Terhadap Stabilitas Kapal di MV. Kutai Raya Dua. *JURNAL APLIKASI PELAYARAN DAN KEPELABUHANAN*, 14(1). <https://doi.org/10.30649/japk.v14i1.97>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (19th ed., Vol. 19). Alfabeta, .
- Syafnidawaty. (2020). Fungsi dan Tujuan Analisis. *Analisis*.
- UU. (2008). UU 17 tahun 2008 tentang Pelayaran. *The Visual Computer*, 24(3).