

**ANALISIS KEGAGALAN POMPA SENTRIFUGAL FRAMO AKIBAT
PROSES PERAWATAN YANG KURANG OPTIMAL KAPAL
MT. AKRA 103**



Disusun sebagai salah satu syarat penyelesaian Program
Pendidikan Dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I

HANDY FIRDAUS
NIS: 25.01.102.009
AHLI TEKNIK TINGKAT I

PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASAR
2025

PERYATAAN KEASLIAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : HANDY FIRDAUS

Nomor Induk Siswa : 25.01.102.009

Program Pelatihan : Ahli TeknikTingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**ANALISIS KEGAGALAN POMPA SENTRIFUGAL FRAMO AKIBAT
PROSES PERAWATAN YANG KURANG OPTIMAL KAPAL MT. AKRA
103**

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Makassar

Makassar, 20 Februari 2025



HANDY FIRDAUS

**PERSETUJUAN SEMINAR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : ANALISIS KEGAGALAN POMPA SENTRIFUGAL
FRAMO AKIBAT PROSES PERAWATAN YANG
KURANG OPTIMAL PADA KAPAL MT. AKRA 103

NAMA PASIS : HANDY FIRDAUS

NOMOR INDUK SISWA : 25.01.102.009
PROGRAM DIKLAT : AHLI TEKNIK TINGKAT I

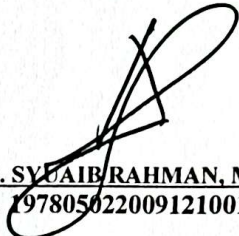
Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 20 Maret 2025

Menyetujui:

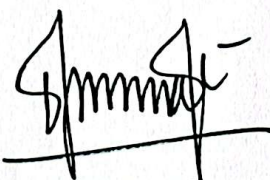
Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. MUH. SYUAIB RAHMAN, M.T., M.Mar.E
NIP. 197805022009121001


Ir. FRANS TANDIBURA, S.T., M.M., M.Mar.E

Mengetahui:
Manager Diklat Teknis
Peningkatan dan Penjenjangan


Ir. SUYUTI, M.Si., M.Mar.E
NIP. 196805082002121002

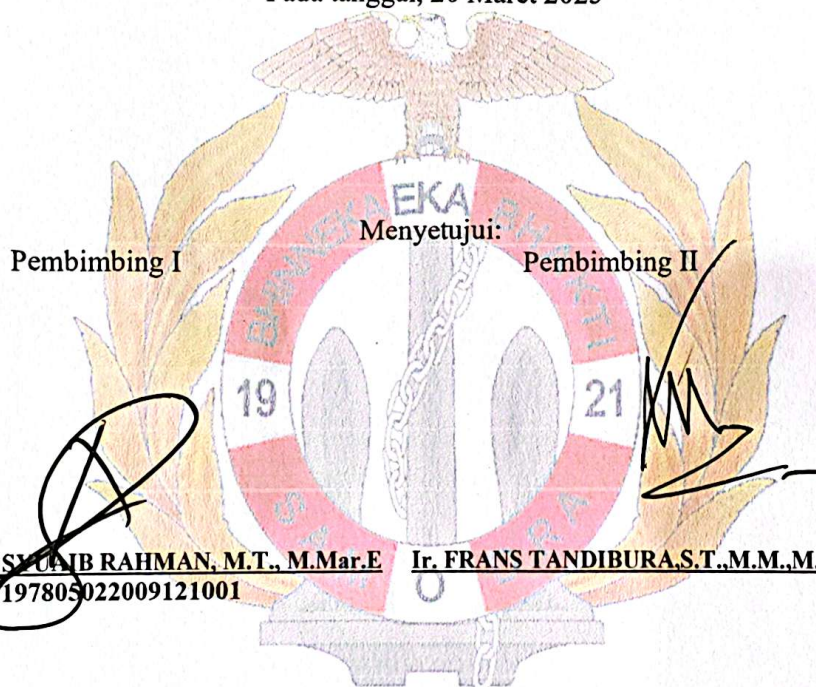
**ANALISIS KEGAGALAN POMPA SENTRIFUGAL FRAMO AKIBAT
PROSES PERAWATAN YANG KURANG OPTIMAL KAPAL MT. AKRA**

103

Disusun dan Diajukan Oleh:

HANDY FIRDAUS
25.01.102.009
AHLI TEKNIK TINGKAT I

Telah di pertahankan di depan panitia Ujian KIT
Pada tanggal, 20 Maret 2025



Mengetahui:

A.n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Capt. FAISAL SARANSI, M.T., M.Mar
NIP. 197503291999031002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi Perwira Siswa Jurusan Ahli TeknikTingkat I (ATT I) dalam menyelesaikan studinya pada program ATT I di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi tata bahasa, struktur kalimat, maupun metode penulisan.

Tak lupa pada penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E. selaku Manager Diklat Teknis Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. Ir. MUH. SYUAIB RAHMAN,M.T., M.Mar.E selaku pembimbing I penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. Ir. FRANS TANDIBURA,S.T.,M.M.,M.Mar.E selaku pembimbing II penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
5. Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti program diklat ahli Teknik tingkat I (I) di PIP Makassar.

6. Rekan-rekan Pasis Angkatan XLIII Tahun 2025

7. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak, Ibu, dan Istriku tercinta yang telah memberikan doa, dorongan, serta bantuan moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini.

Dalam penulisan KIT ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dipandang dari segala sisi. Tentunya dalam hal ini tidak lepas dari kemungkinan adanya kalimat-kalimat atau kata-kata yang kurang berkenan dan perlu untuk diperhatikan. Namun walaupun demikian, dengan segala kerendahan hati penulis memohon kritik dan saran-saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan makalah ini. Harapan penulis semoga karya tulis ilmiah terapan ini dapat dijadikan bahan masukan serta dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, 20 februari 2025



HANDY FIRDAUS

ABSTRAK

HANDY FIRDAUS ,2025 ANALISIS KEGAGALAN POMPA SENTRIFUGAL FRAMO
AKIBAT PROSES PERAWATAN YANG KURANG OPTIMAL KAPAL MT. AKRA 103
di bimbing oleh H. Mahbub Arfa dan Frans Tandibura

Penelitian ini membahas masalah penurunan kinerja pompa sentrifugal Framo di kapal MT. Akra 103 selama operasi *discharging* di Pelabuhan Gresik, Surabaya, pada tanggal 15 Januari 2024. Fokus utama penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab peningkatan suhu dan getaran pada pompa, yang berdampak pada proses *loading* dan *discharging* muatan cair.

Metode penelitian melibatkan pengumpulan data operasional, inspeksi visual, dan analisis komponen kunci seperti sistem pelumasan, seal, dan kondisi fisik pompa. Pengukuran suhu dan getaran dilakukan untuk mendeteksi masalah yang memengaruhi kinerja pompa. Pendekatan ini memungkinkan peneliti menghubungkan penyebab kerusakan dengan kondisi operasional kapal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kinerja pompa sentrifugal Framo disebabkan oleh kurangnya pelumasan, kerusakan seal, dan ketidakseimbangan mekanis pada poros pompa. Temuan ini mengindikasikan bahwa masalah pada pompa dapat mengganggu proses *discharging*, menyebabkan keterlambatan operasional dan peningkatan biaya perbaikan. Penelitian ini menekankan pentingnya pemeliharaan rutin, penggantian komponen aus, dan pelatihan kru untuk mencegah masalah serupa di masa depan.

Kata Kunci: Pompa Sentrifugal Framo, Sistem Pelumasan, Pemeliharaan Kapal, Operasi *Discharging*.

ABSTRACT

HANDY FIRDAUS, 2025 *ANALYSIS OF FAILURE OF FRAMO CENTRIFUGAL PUMP DUE TO LESS OPTIMAL MAINTENANCE PROCESS OF MT. AKRA 103 SHIP* supervised by H. Mahbub Arfa and Frans Tandibura

This study discusses the problem of decreased performance of Framo centrifugal pump on MT. Akra 103 ship during discharging operations at Gresik Port, Surabaya, on January 15, 2024. The main focus of this study is to identify the causes of increased temperature and vibration in the pump, which has an impact on the loading and discharging process of liquid cargo.

The research method involves collecting operational data, visual inspection, and analysis of key components such as the lubrication system, seals, and the physical condition of the pump. Temperature and vibration measurements are carried out to detect problems that affect pump performance. This approach allows researchers to link the cause of the damage to the operational conditions of the ship.

The results of the study indicate that the decreased performance of the Framo centrifugal pump was caused by lack of lubrication, seal damage, and mechanical imbalance on the pump shaft. These findings indicate that pump problems can disrupt the discharging process, causing operational delays and increased repair costs. This study emphasizes the importance of regular maintenance, replacement of worn components, and crew training to prevent similar problems in the future.

Keywords: Framo Centrifugal Pump, Lubrication System, Ship Maintenance, Discharging Operation.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR	iii
PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Hipotesis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pompa Sentrifugal Framo	6
B. Faktor Manusia	12
C. Faktor Organisasi Diatas Kapal	18
D. Faktor Kapal	21
E. Faktor Manajemen Perusahaan	28
F. Faktor Luar Kapal	33
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Lokasi Kejadian	32

B. Situasi dan Kondisi	35
C. Temuan	35
D. Urutan Kejadian	38
E. Tindakan Penanganan	42
BAB IV SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan	52
B. Saran	52
 DAFTAR PUSTAKA	 53
LAMPIRAN	54
RIWAYAT HIDUP	73

DAFTAR TABELTabel 3.1: Penurunan *Kinerja Poma*

41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Seal Yang Rusak. Sumber: Kejadian Kapal MT. Akra 103.	36
Gambar 3.2 Cover M.Seal. Sumber: Kejadian Kapal MT. Akra 103.	37
Gambar 3.3 <i>Shaft bearing</i> . Sumber: Kejadian Kapal MT. Akra 103.	38
Gambar 3.4 Seal Baru. Sumber: Kejadian Kapal MT. Akra 103.	45
Gambar 3.5 Proses Pemeriksaan. Sumber: Kejadian Kapal MT. Akra 103.	47
Gambar 3.6 Casing Pompa yang Terkorosi. Sumber: Kejadian Kapal	.48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal laut merupakan sarana transportasi yang sangat penting dalam perdagangan dan mobilitas antar pulau di Indonesia. Dalam operasionalnya, kapal memerlukan berbagai sistem yang saling mendukung untuk memastikan kelancaran perjalanan dan keselamatan awak kapal. Salah satu sistem yang crucial adalah sistem pompa sentrifugal, yang berfungsi untuk memindahkan muatan cair (cargo) seperti minyak, bahan kimia, atau *air ballast*. Pompa sentrifugal Framo, khususnya, menjadi komponen kritis dalam sistem pengangkutan muatan cair pada kapal tanker. Menurut Smith dan Brown (2021:45), pompa sentrifugal memerlukan perawatan rutin, termasuk pelumasan bearing, pemeriksaan seal, dan pemantauan kondisi mekanis lainnya untuk memastikan kinerja optimal.

Pompa sentrifugal Framo menjadi komponen utama dalam sistem pengangkutan muatan cair pada kapal. Menurut Lee (2021:56), pompa sentrifugal adalah komponen vital yang berkontribusi pada efisiensi dan keandalan sistem pengangkutan muatan. Penurunan kinerja pada pompa sentrifugal dapat menyebabkan gangguan dalam proses *loading* dan *discharging*, yang pada gilirannya memengaruhi kemampuan kapal untuk menyelesaikan operasi pengiriman muatan secara tepat waktu. Oleh karena itu, keandalan pompa

sentrifugal sangat penting untuk memastikan bahwa semua sistem yang bergantung pada aliran muatan cair, termasuk sistem ballast dan pembersihan tangki, berfungsi dengan baik.

Kapal MT. Akra 103 mengalami masalah saat sedang melakukan operasi *discharging* di Gresik, Surabaya. Tiba-tiba, pompa cargo 2 *portside* tidak berputar saat proses *discharging*. Kejadian ini teridentifikasi ketika tekanan dan suhu pada pompa menunjukkan nilai di luar batas normal. Suhu pada bearing pompa meningkat dari suhu operasional normal, yaitu 60°C, menjadi 85°C dalam waktu 10 menit. Peningkatan suhu ini disertai dengan suara berisik dan getaran yang tidak wajar, dengan amplitudo getaran mencapai 6 mm/s, melebihi batas aman yang ditetapkan sebesar 4 mm/s.

Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut, penyebab utama gangguan pada pompa sentrifugal Framo ditemukan adalah kurangnya pelumasan dan adanya keausan pada *shaft bearing* dan seal. Menurut Smith (2021:45), kurangnya pelumasan adalah salah satu penyebab umum kegagalan pada pompa sentrifugal. Kurangnya pelumasan menyebabkan gesekan berlebih, yang memicu *overheating* dan keausan pada komponen bearing dan seal. Selain itu, kondisi ini juga dapat menyebabkan getaran tidak normal dan kerusakan lebih lanjut pada sistem pompa.

Berdasarkan pengalaman langsung penulis pada tanggal 15 Januari 2024, selama operasi *discharging* di Gresik, Surabaya, kejadian dimulai dengan tidak

berputarnya pompa cargo 2 *portside*. Upaya penanganan dilakukan melalui pembongkaran pompa dan pemeriksaan komponen *internal*. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa *shaft bearing* dan seal mengalami kerusakan parah akibat kurangnya pelumasan dan akumulasi kotoran. Kejadian ini menyebabkan kerugian waktu operasional selama 4 jam, yang mengganggu jadwal pengiriman muatan dan menambah beban operasional kapal. Selain itu, penurunan kinerja pompa sentrifugal Framo juga berdampak pada proses *discharging*, yang sempat terhambat dan mengakibatkan keterlambatan dalam penyerahan muatan ke pelabuhan tujuan. Hal ini membahayakan operasional kapal, terutama mengingat kondisi muatan yang bersifat *time-sensitive* dan tekanan dari pihak pemilik muatan.

Mengingat kondisi tersebut, penulis memilih judul Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini: “ANALISIS KEGAGALAN POMPA SENTRIFUGAL FRAMO AKIBAT PROSES PERAWATAN YANG KURANG OPTIMAL KAPAL MT. AKRA 103.”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apa saja faktor-faktor penyebab kegagalan pompa sentrifugal Framo pada Kapal MT. Akra 103?
2. Bagaimana dampak kegagalan pompa sentrifugal Framo terhadap proses *discharging* dan operasional kapal?

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan masalah berdasarkan kejadian yang telah diuraikan di atas, maka penulis membatasi masalah yang berfokus pada penyebab kegagalan pompa sentrifugal Framo akibat proses perawatan yang kurang optimal pada Kapal MT. Akra 103. Kejadian ini teridentifikasi pada tanggal 15 Januari 2024, saat kapal sedang melakukan operasi *discharging* di Gresik, Surabaya. Fokus penelitian ini meliputi analisis faktor-faktor penyebab kegagalan pompa sentrifugal Framo, dampaknya terhadap kinerja sistem pompa cargo dan operasional kapal

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini Penelitian ini bertujuan

1. Untuk mengetahui faktor penyebab kegagalan pompa sentrifugal Framo pada Kapal MT. Akra 103
2. Untuk mengetahui dampak kegagalan pompa sentrifugal Framo terhadap proses *discharging* dan operasional kapal

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penulisan Karya Ilmiah Terapan ini adalah:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pemahaman mengenai faktor-faktor penyebab kegagalan pompa sentrifugal Framo akibat proses perawatan yang kurang optimal, serta memberikan kontribusi pada literatur terkait

manajemen perawatan sistem pompa di industri maritim.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi awak kapal dan pihak terkait dalam meningkatkan sistem perawatan pompa sentrifugal, mengurangi risiko kegagalan operasional, dan meningkatkan efisiensi kinerja sistem pompa cargo. Selain itu, rekomendasi yang dihasilkan dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk perbaikan dan pencegahan masalah serupa di masa depan, sehingga operasional kapal dapat berjalan lebih lancar dan aman.

F. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah bahwa kegagalan pompa sentrifugal Framo pada Kapal MT. Akra 103 diduga disebabkan oleh proses perawatan yang kurang optimal, termasuk kurangnya pelumasan pada *shaft bearing* dan seal, serta akumulasi kotoran yang menyebabkan keausan dan *overheating* pada komponen pompa. Selain itu, faktor beban operasional yang tinggi dan ketidakterediaan jadwal perawatan rutin juga diduga berkontribusi terhadap penurunan kinerja pompa tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pompa Sentrifugal Framo

1. Pengertian Pompa Sentrifugal Framo

Menurut Smith (2020:45), pompa sentrifugal Framo adalah jenis pompa yang menggunakan prinsip gaya sentrifugal untuk memindahkan fluida, seperti minyak, bahan kimia, atau *air ballast*, pada kapal. Pompa ini bekerja dengan mengubah energi kinetik dari impeller yang berputar menjadi energi tekanan yang mendorong fluida melalui sistem pipa. Efisiensi pompa sentrifugal sangat bergantung pada kondisi impeller, *shaft bearing*, dan seal yang berfungsi untuk meminimalkan gesekan dan kebocoran.

Menurut Johnson (2021:30), pompa sentrifugal Framo dilengkapi dengan sistem seal yang berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida dan masuknya kotoran ke dalam sistem pelumasan. Seal yang rusak dapat menyebabkan kontaminasi pelumas dan kerusakan pada komponen internal pompa. Oleh karena itu, menjaga kondisi seal dan sistem pelumasan adalah langkah krusial dalam pemeliharaan pompa sentrifugal.

Kualitas pelumas sangat memengaruhi efisiensi dan kinerja pompa. Pelumas yang terkontaminasi atau berkurang dapat menyebabkan gesekan berlebih dan *overheating* pada *shaft bearing*. Jika pelumas tidak diganti atau ditambahkan secara berkala, komponen pompa akan mengalami keausan yang

memperpendek umur pakainya.

Gambar 2.1 Pompa sentrifugal Framo



Sumber : <https://trademall.id/product/centrifugal-pump-ss-316>

2. Komponen pada Pompa Sentrifugal Framo

Menurut Smith (2021:45), komponen-komponen utama pada pompa sentrifugal Framo meliputi beberapa elemen penting yang memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Impeller: Berfungsi untuk mengubah energi kinetik dari putaran poros menjadi energi tekanan yang mendorong fluida.

Gambar 2.2 Impeller



Sumber : https://www.google.com/search?q=Impeller+kapal&sca_esv

- b. *Shaft bearing*: Menopang poros pompa dan memastikan rotasi poros berjalan lancar dengan gesekan minimal.

Gambar 2.3 *Shaft bearing*



Manual Book Isk Bearing

- c. Seal: Mencegah kebocoran fluida dan masuknya kotoran ke dalam sistem pelumasan.

Gambar 2.4 Seal



Sumber : Manual Book Specialist Rubber Plastic Parts

- d. Casing (Rumah Pompa): Melindungi komponen internal dan memastikan fluida mengalir dengan efisien melalui sistem.

Gambar 2.5 Casing



Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/>

- e. Poros Pompa: Mentransmisikan energi mekanis dari motor ke impeller untuk memindahkan fluida.

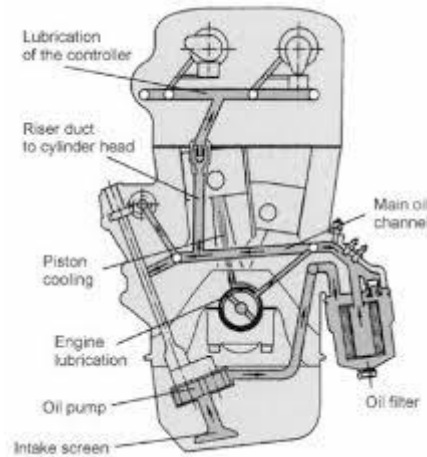
Gambar 2.6 PorosPompa



Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/>

- f. Sistem Pelumasan: Mengurangi gesekan dan mencegah *overheating* pada *shaft bearing* dan komponen lainnya.

Gambar 2.7 Sistem Pelumasan



Sumber: <https://id.welfareengineparts.com/>

- g. Sensor Suhu dan Getaran: Memantau kondisi pompa secara real-time dan memberikan peringatan dini jika terjadi peningkatan suhu atau getaran yang tidak normal.

Gambar 2.8 Sensor suhu dan getaran



Sumber : https://www.google.com/search?sca_esv

3. Fungsi dan Peran Pompa Sentrifugal Framo dalam Sistem Cargo Kapal

Pompa sentrifugal Framo memegang peran krusial dalam sistem pengangkutan muatan cair (cargo) pada kapal tanker. Menurut Lee (2021:56), pompa ini bertanggung jawab untuk memastikan proses *loading* dan *discharging* muatan berjalan lancar dan efisien. Kegagalan pada pompa dapat menyebabkan keterlambatan operasional, kerugian finansial, dan bahkan risiko keselamatan.

4. Faktor-Faktor Penyebab Kegagalan Pompa Sentrifugal Framo

a. Kurangnya Pelumasan

Menurut Smith (2021:45), kurangnya pelumasan pada *shaft bearing* dan seal dapat menyebabkan gesekan berlebih, *overheating*, dan keausan pada komponen.

b. Kontaminasi Pelumas

Kotoran atau air yang masuk ke dalam sistem pelumasan dapat mengurangi efektivitas pelumas dan merusak komponen internal.

c. Keausan Komponen

Impeller, *shaft bearing*, dan seal yang aus akibat beban operasional tinggi atau usia pakai dapat menurunkan kinerja pompa.

d. Kesalahan Operasional

Pengoperasian pompa di luar parameter desain, seperti tekanan atau aliran yang berlebihan, dapat menyebabkan kerusakan.

e. Perawatan yang Tidak Rutin

Tidak adanya jadwal perawatan berkala dapat mempercepat kerusakan komponen dan mengurangi umur pakai pompa.

B. Faktor Manusia

1. Keterampilan dan Pengetahuan.

Menurut *International Convention on Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers* (STCW) 1978, sebagaimana diubah pada 2010, Chapter III mengatur standar kompetensi minimal yang harus dimiliki oleh kru kapal, termasuk pengetahuan tentang sistem mekanis dan perawatannya. Pasal ini menekankan pentingnya pelatihan dan sertifikasi untuk memastikan kru mampu menangani sistem teknis kapal dengan aman dan efektif. Kru harus memahami prinsip kerja, prosedur perawatan, dan cara mengidentifikasi tanda-tanda awal kerusakan pada sistem seperti pompa sentrifugal Framo.

International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter II-1, Regulation 3, mengatur persyaratan untuk sistem propulsi dan pembangkit listrik di kapal. Regulasi ini menyatakan bahwa kru harus memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai untuk memastikan sistem tersebut berfungsi dengan baik. Hal ini mencakup pemahaman tentang pelumasan, inspeksi visual, dan tindakan darurat yang harus diambil jika terjadi peningkatan suhu atau getaran yang tidak normal pada pompa sentrifugal Framo.

Kesalahan kru dalam memahami dan menerapkan pengetahuan tentang

perawatan pompa sentrifugal Framo dapat menjadi penyebab utama penurunan kinerja sistem tersebut. Menurut Smith (2020:45), kru yang tidak memahami prosedur pelumasan yang benar, seperti jenis pelumas yang sesuai dan interval pelumasan yang tepat, dapat menyebabkan gesekan berlebih dan *overheating* pada *shaft bearing* dan seal. Kesalahan seperti ini sering terjadi pada kru yang kurang terlatih atau tidak mendapatkan pembaruan pengetahuan secara berkala.

Selain itu, kru yang tidak terampil dalam mengidentifikasi tanda-tanda awal kerusakan, seperti peningkatan suhu atau getaran yang tidak normal, dapat mengabaikan masalah hingga menyebabkan kerusakan lebih parah. Menurut Johnson (2021:32), kemampuan untuk mengenali gejala awal kerusakan pada pompa sentrifugal Framo sangat penting untuk mencegah kegagalan sistem yang lebih serius. Jika kru tidak dapat merespons alarm dengan cepat atau mengambil tindakan yang tepat, seperti menghentikan operasi sementara dan memeriksa kondisi pompa, risiko kerusakan dan downtime operasional akan meningkat.

Kru juga harus memahami tindakan darurat yang harus diambil jika terjadi masalah pada pompa sentrifugal Framo. Menurut Lee (2021:56), kurangnya pemahaman tentang prosedur darurat, seperti pengalihan ke sistem cadangan atau isolasi komponen yang rusak, dapat memperparah situasi. Misalnya, jika kru tidak segera menghentikan operasi saat pompa menunjukkan tanda-tanda *overheating*, kerusakan dapat meluas ke komponen

lain, seperti sistem cargo atau ballast, yang pada akhirnya mengganggu operasional kapal.

Keterampilan yang Harus Dimiliki Kru untuk Mencegah Permasalahan pada Pompa Sentrifugal Framo

a. Keterampilan dalam Melakukan Pelumasan yang Tepat

Kru harus memiliki keterampilan dalam melakukan pelumasan pada *shaft bearing* dan seal pompa sentrifugal Framo sesuai dengan standar operasional. Ini termasuk memahami jenis pelumas yang sesuai, interval pelumasan yang direkomendasikan, dan teknik aplikasi pelumas yang benar. Menurut Smith (2020:45), kesalahan dalam pelumasan, seperti penggunaan pelumas yang tidak sesuai atau pemberian pelumas dalam jumlah yang tidak tepat, dapat menyebabkan gesekan berlebih dan *overheating* pada bearing.

b. Kemampuan dalam Melakukan *Inspeksi visual* dan Pemantauan Kondisi Pompa

Kru harus terampil dalam melakukan *inspeksi visual* dan pemantauan kondisi pompa sentrifugal Framo secara rutin. Ini meliputi kemampuan untuk mengenali tanda-tanda awal kerusakan, seperti peningkatan suhu, getaran yang tidak normal, atau kebocoran pelumas. Menurut Johnson (2021:32), *inspeksi visual* yang teratur dapat membantu mendeteksi masalah sejak dini sebelum berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius.

c. Keterampilan dalam Merespons Alarm dan Tanda-Tanda Awal Kerusakan

Kru harus mampu merespons alarm dan tanda-tanda awal kerusakan

dengan cepat dan tepat. Ini termasuk memahami tindakan darurat yang harus diambil, seperti menghentikan operasi sementara, memeriksa kondisi pompa, dan melakukan pelumasan tambahan jika diperlukan. Menurut Lee (2021:56), respons yang cepat dan tepat dapat mencegah kerusakan lebih parah dan meminimalkan downtime operasional.

d. Pemahaman tentang Prosedur Perawatan dan Pemeliharaan Rutin

Kru harus memahami dan menerapkan prosedur perawatan dan pemeliharaan rutin pada pompa sentrifugal Framo. Ini meliputi pembersihan komponen, penggantian pelumas, dan pemeriksaan kondisi mekanis pompa. Menurut Anderson (2021:78), perawatan rutin yang dilakukan dengan benar dapat memperpanjang umur komponen dan mencegah kegagalan sistem.

e. Keterampilan dalam Menggunakan Alat Monitoring dan Diagnostik

Kru harus terampil dalam menggunakan alat monitoring dan diagnostik, seperti vibration analyzer dan thermal imaging camera, untuk memantau kondisi pompa sentrifugal Framo. Alat-alat ini dapat membantu mengidentifikasi masalah yang tidak terlihat secara visual, seperti ketidakseimbangan impeller atau keausan internal. Menurut Brown (2022:89), penggunaan alat diagnostik yang tepat dapat meningkatkan akurasi dalam mendeteksi masalah dan mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan.

f. Kemampuan dalam Melakukan Tindakan Darurat dan Isolasi Sistem

Kru harus mampu melakukan tindakan darurat dan isolasi sistem jika terjadi kerusakan serius pada pompa sentrifugal Framo. Ini termasuk

mematikan sistem yang terpengaruh, mengalihkan beban ke sistem cadangan, dan melaporkan masalah kepada pihak yang berwenang. Menurut White (2023:102), kemampuan ini sangat penting untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan memastikan keselamatan operasional kapal

2. Jam jaga

Menurut *International Convention on Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers* (STCW) 1978, sebagaimana diubah pada 2010, Chapter VIII mengatur tentang jam jaga dan istirahat bagi kru kapal. Pasal ini menetapkan bahwa kru harus mendapatkan istirahat yang cukup untuk memastikan mereka tetap waspada dan mampu menjalankan tugas dengan baik selama jam jaga. Jika kru kelelahan, kemampuan mereka untuk merespons alarm atau tanda-tanda kerusakan, seperti peningkatan suhu atau getaran pada pompa sentrifugal Framo, dapat menurun secara signifikan. Hal ini dapat menyebabkan masalah tidak terdeteksi atau tidak ditangani dengan cepat, sehingga berpotensi memperparah kerusakan.

International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter V, Regulation 14, mengatur tentang kewaspadaan dan kesiapan operasional kru kapal. Regulasi ini menyatakan bahwa kru harus selalu siap untuk merespons situasi darurat, termasuk kegagalan fungsi sistem teknis seperti pompa sentrifugal Framo. Jika kru dalam kondisi lelah atau kurang waspada, respons mereka terhadap alarm atau tanda-tanda kerusakan dapat terlambat, yang berpotensi memperparah kerusakan dan membahayakan keselamatan

kapal. Misalnya, kru yang kelelahan mungkin tidak segera melakukan *inspeksi visual* atau mengambil tindakan darurat, seperti menghentikan operasi sementara untuk memeriksa kondisi pompa.

International Safety Management (ISM) Code, Section 8, mengatur tentang manajemen sumber daya manusia dan tanggung jawab kru dalam menjaga kesiapan operasional. Regulasi ini menekankan pentingnya memastikan kru dalam kondisi fisik dan mental yang optimal selama jam jaga. Jika kru kelelahan, perusahaan pelayaran dapat dianggap melanggar kewajiban untuk memastikan keselamatan operasional kapal. Kelelahan kru dapat mengurangi kewaspadaan mereka dalam memantau sistem teknis, seperti pompa sentrifugal Framo, sehingga meningkatkan risiko kerusakan yang tidak terdeteksi atau tidak tertangani dengan cepat.

Kelelahan atau kurangnya kewaspadaan kru yang bertugas pada jam jaga saat terjadinya kegagalan fungsi pompa sentrifugal Framo dapat menjadi faktor penyebab utama masalah tidak tertangani dengan cepat. Menurut Smith (2020:45), kru yang kelelahan cenderung memiliki respons yang lambat terhadap alarm atau tanda-tanda awal kerusakan, seperti peningkatan suhu atau getaran yang tidak normal. Hal ini dapat menyebabkan masalah pada pompa tidak terdeteksi atau tidak ditangani segera, sehingga berpotensi memperparah kerusakan dan mengganggu operasional kapal. Selain itu, kru yang kurang waspada mungkin tidak melakukan *inspeksi visual* atau pemantauan kondisi pompa secara rutin selama jam jaga. Menurut Johnson (2020:32), *inspeksi*

visual yang teratur sangat penting untuk mendeteksi masalah sejak dini. Jika kru tidak waspada, tanda-tanda awal kerusakan, seperti kebocoran pelumas atau suara berisik dari pompa, dapat terabaikan hingga menyebabkan kerusakan lebih serius.

Lebih lanjut, kelelahan juga dapat memengaruhi kemampuan kru dalam mengambil tindakan darurat yang tepat. Menurut Lee (2021:56), kru yang kelelahan mungkin tidak segera menghentikan operasi atau mengisolasi sistem yang bermasalah, sehingga risiko kerusakan meluas ke komponen lain, seperti sistem cargo atau ballast, menjadi lebih tinggi. Misalnya, jika kru tidak segera merespons alarm *overheating* pada pompa sentrifugal Framo, kerusakan dapat meluas dan mengganggu proses *discharging*, yang berpotensi membahayakan operasional kapal. Oleh karena itu, memastikan kru dalam kondisi fisik dan mental yang optimal selama jam jaga adalah kunci untuk mencegah kegagalan fungsi dan kerusakan pada sistem kapal

C. Faktor Organisasi diatas kapal

Tanggung jawab Pekerjaan

Penanggung jawab pekerjaan memiliki peran crucial dalam pengoperasian dan pemeliharaan pompa sentrifugal Framo di kapal. Jika penanggung jawab tidak memiliki kualifikasi atau pengalaman yang memadai, mereka mungkin tidak memahami spesifikasi teknis yang diperlukan untuk menjaga pompa dalam kondisi optimal. Misalnya, mereka mungkin mengabaikan prosedur penting dalam pemeriksaan pelumasan atau *inspeksi visual* yang diperlukan untuk mencegah

penurunan kinerja pompa. Menurut Davis (2020:33), ketidakpahaman ini dapat menyebabkan pengabaian tanda-tanda kerusakan, seperti peningkatan suhu atau getaran yang tidak normal, yang berpotensi memperparah kerusakan. Menurut Wilson (2023:56), jika penanggung jawab tidak melakukan pengawasan yang cukup terhadap kru, kesalahan dalam pemeliharaan dapat terlewatkan, sehingga memperburuk kondisi pompa. Oleh karena itu, menurut Smith (2021:45), penting untuk memastikan bahwa penanggung jawab pekerjaan memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai untuk menjalankan tugas mereka dengan baik.

Tugas dan Tanggung Jawab Kru di Atas Kapal

a. Nahkoda

Menurut Smith (2021:45), nahkoda bertanggung jawab penuh atas keselamatan kapal dan pengoperasian mesin. Jika nahkoda tidak melakukan perencanaan navigasi yang baik atau mengabaikan kondisi cuaca yang dapat mempengaruhi stabilitas kapal, hal ini dapat menyebabkan beban yang tidak seimbang pada mesin (Johnson, 2020:78). Keputusan yang tidak tepat dalam pengoperasian kapal dapat menyebabkan tekanan berlebih pada pompa sentrifugal Framo, berpotensi menyebabkan penurunan kinerja dan kerusakan (Brown, 2022:102).

b. *Chief Engineer*

Menurut Davis (2020:33), *Chief Engineer* bertanggung jawab untuk memastikan bahwa semua sistem mesin, termasuk pompa sentrifugal Framo, berfungsi dengan baik dan melakukan pemeliharaan rutin. Jika *Chief Engineer*

tidak melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan yang tepat, seperti penggantian pelumas yang sudah aus atau pengabaian inspeksi visual, hal ini dapat menyebabkan penurunan efisiensi pompa dan kerusakan lebih lanjut.

c. Second Engineer

Menurut Smith (2021:45), *Second Engineer* membantu *Chief Engineer* dalam pengoperasian dan pemeliharaan mesin. Jika mereka tidak mengikuti prosedur pemeliharaan yang benar atau melewatkan langkah-langkah penting dalam pemeriksaan pompa, ini dapat menyebabkan masalah pada pompa sentrifugal Framo. Keterlambatan dalam menangani masalah kecil dapat berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius, termasuk peningkatan suhu dan getaran yang tidak normal.

d. Chief Officer

Menurut Davis (2020:33), *Chief Officer* bertanggung jawab atas keselamatan dan keamanan kapal, termasuk pengawasan terhadap operasi dek yang dapat mempengaruhi mesin. Jika ada masalah dalam komunikasi antara dek dan ruang mesin, seperti saat pemuatan atau pembongkaran, hal ini dapat menyebabkan beban yang tidak seimbang pada mesin, berpotensi mempengaruhi kinerja pompa sentrifugal Framo.

e. Bosun (Kepala AB)

Menurut Smith (2021:45), Bosun (Kepala AB) mengawasi AB (Able Seaman) dan memastikan bahwa semua tugas dek dilaksanakan dengan baik. Jika Bosun tidak mengawasi dengan baik atau jika ada kekurangan dalam

pelatihan kru dek, hal ini dapat menyebabkan kesalahan dalam pengoperasian peralatan yang berhubungan dengan mesin, yang dapat berdampak pada kinerja pompa sentrifugal Framo.

f. Third Engineer

Menurut Brown (2022:102), *Third Engineer* bertanggung jawab untuk memantau dan melaporkan kondisi mesin, termasuk pompa sentrifugal Framo. Jika mereka tidak melaporkan masalah yang terdeteksi, seperti peningkatan suhu atau getaran yang tidak biasa dari pompa, ini dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut. Keterlambatan dalam penanganan masalah dapat berkontribusi pada penurunan kinerja pompa dan gangguan pada sistem cargo.

g. Electrician

Menurut Smith (2021:45), *Electrician* bertanggung jawab untuk pemeliharaan sistem listrik yang mendukung operasi mesin, termasuk pompa sentrifugal Framo. Jika ada masalah dalam sistem kelistrikan yang tidak ditangani dengan baik, ini dapat menyebabkan gangguan pada pengoperasian pompa, yang dapat mempengaruhi kinerjanya dan berpotensi menyebabkan kerusakan lebih lanjut

D. Faktor Kapal

1. Desain Kapal

Desain kapal yang tidak memadai dapat menjadi faktor penyebab kejadian penurunan kinerja pompa sentrifugal Framo. Misalnya, jika desain

sistem pelumasan pada pompa tidak optimal, seperti saluran pelumas yang terlalu kecil atau posisi pompa yang sulit dijangkau untuk perawatan, hal ini dapat menyebabkan distribusi pelumas yang tidak merata dan meningkatkan risiko *overheating* serta keausan. Menurut Smith (2020:45), desain yang buruk pada sistem mekanis kapal seringkali menjadi akar masalah kerusakan komponen, termasuk pompa sentrifugal. Selain itu, desain kapal yang tidak mempertimbangkan beban operasional tinggi pada sistem cargo dapat menyebabkan beban berlebih pada pompa, yang mempercepat keausan dan kerusakan.

Menurut *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)* Chapter II-1, Regulation 3, desain kapal harus memastikan bahwa semua sistem mekanis, termasuk pompa sentrifugal Framo, dapat beroperasi dengan aman dan efisien dalam berbagai kondisi operasional. Jika desain kapal tidak memenuhi standar ini, seperti sistem pelumasan yang tidak memadai atau penempatan pompa yang sulit diakses, hal ini dapat meningkatkan risiko kegagalan sistem. Regulasi ini menekankan pentingnya desain yang mempertimbangkan kemudahan perawatan dan kemampuan sistem untuk menahan beban operasional yang tinggi.

Selain itu, *International Safety Management (ISM) Code*, Section 6, mengatur bahwa desain kapal harus memfasilitasi perawatan rutin dan inspeksi yang mudah dilakukan oleh kru. Jika desain kapal tidak memungkinkan akses yang memadai untuk perawatan pompa sentrifugal Framo, seperti posisi

pompa yang terlalu sempit atau sulit dijangkau, hal ini dapat menghambat pelaksanaan perawatan rutin dan meningkatkan risiko kerusakan. Menurut Anderson (2021:78), desain yang buruk seringkali menjadi penyebab utama masalah perawatan yang tidak optimal, yang pada akhirnya memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.

Dengan mengacu pada standar peralatan yang ditetapkan oleh pabrikan, regulasi internasional, dan nasional, perusahaan pelayaran dapat memastikan bahwa pompa sentrifugal Framo beroperasi dengan aman dan efisien. Hal ini tidak hanya mencegah penurunan kinerja pompa tetapi juga meningkatkan keandalan sistem dan mengurangi biaya perbaikan.

Jika desain kapal tidak sesuai dengan standar yang diperlukan, hal ini dapat menyebabkan berbagai masalah pada sistem pompa sentrifugal Framo. Pertama, desain yang buruk pada sistem pelumasan, seperti saluran pelumas yang terlalu kecil atau tidak merata, dapat mengakibatkan distribusi pelumas yang tidak optimal. Menurut Smith (2020:45), hal ini dapat menyebabkan gesekan berlebih dan *overheating* pada *shaft bearing* dan seal, yang pada akhirnya mempercepat keausan dan kerusakan komponen. Selain itu, posisi pompa yang sulit dijangkau untuk perawatan juga dapat menghambat *inspeksi visual* dan pelumasan rutin, sehingga masalah kecil tidak terdeteksi hingga berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius.

Desain kapal yang tidak mempertimbangkan beban operasional tinggi pada sistem cargo dapat menyebabkan beban berlebih pada pompa sentrifugal

Framo. Misalnya, jika kapal sering beroperasi dalam kondisi muatan yang fluktuatif atau dengan tekanan aliran yang tinggi, desain pompa yang tidak mampu menahan beban tersebut dapat mengalami keausan lebih cepat. Menurut Johnson (2021:32), desain yang tidak memadai seringkali menjadi penyebab utama kegagalan sistem mekanis, terutama pada komponen yang mengalami beban tinggi seperti pompa sentrifugal. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan kinerja pompa dan gangguan pada sistem cargo, yang membahayakan operasional kapal.

Desain kapal yang tidak memfasilitasi perawatan rutin dan inspeksi yang mudah dapat meningkatkan risiko kerusakan pada pompa sentrifugal Framo. Menurut Anderson (2021:78), desain yang buruk seringkali membuat komponen seperti pompa sulit diakses, sehingga kru kesulitan melakukan pemeliharaan rutin. Misalnya, jika pompa ditempatkan di area yang sempit atau terhalang oleh peralatan lain, *inspeksi visual* dan penggantian pelumas menjadi lebih sulit dilakukan. Hal ini dapat menyebabkan akumulasi kotoran, keausan, dan kerusakan yang tidak terdeteksi hingga menyebabkan kegagalan sistem. Oleh karena itu, desain kapal yang sesuai dengan standar dan mempertimbangkan kemudahan perawatan sangat penting untuk mencegah masalah pada pompa sentrifugal Framo.

2. Perawatan Pompa Sentrifugal Framo

Perawatan pompa sentrifugal Framo merupakan langkah penting untuk mencegah penurunan kinerja dan memastikan sistem berfungsi secara

optimal. Menurut Smith (2020:15), perawatan rutin harus mencakup inspeksi visual, pelumasan yang tepat, dan penggantian komponen yang aus. Jika perawatan ini diabaikan, risiko kerusakan pompa akan meningkat, dan penurunan kinerja dapat terjadi. Misalnya, kurangnya pelumasan dapat menyebabkan gesekan berlebih, yang memicu *overheating* dan keausan pada *shaft bearing* dan seal.

Menurut Johnson (2021:30), perawatan preventif adalah kunci untuk menghindari penurunan kinerja pada pompa sentrifugal Framo. Hal ini mencakup pemeriksaan berkala terhadap komponen-komponen kritis seperti pelumas, seal, dan kondisi fisik pompa. Jika komponen-komponen ini tidak diganti atau diperbaiki sesuai jadwal, kinerja pompa dapat menurun, dan risiko kerusakan akan lebih besar.

a. *Inspeksi visual* Rutin

Menurut Smith (2020:15), *inspeksi visual* rutin adalah langkah pertama dalam perawatan pompa sentrifugal Framo. Hal ini mencakup pemeriksaan terhadap komponen-komponen seperti pelumas, seal, dan kondisi fisik pompa untuk mendeteksi tanda-tanda keausan atau kerusakan sejak dini. Jika inspeksi tidak dilakukan secara berkala, masalah seperti kebocoran pelumas atau keausan pada *shaft bearing* dapat terlewatkan, yang berpotensi menyebabkan penurunan kinerja dan kerusakan lebih lanjut. Misalnya, peningkatan suhu atau getaran yang tidak normal pada pompa seringkali merupakan indikator awal masalah yang dapat dideteksi

melalui inspeksi visual.

b. Pelumasan yang Tepat

Pelumasan yang tepat pada *shaft bearing* dan seal pompa sentrifugal Framo merupakan langkah penting dalam perawatan rutin. Menurut Williams (2021:45), pelumasan yang tidak memadai dapat menyebabkan gesekan berlebih, yang berpotensi mengakibatkan *overheating* dan keausan pada bearing. Pelumasan rutin harus dilakukan sesuai dengan rekomendasi pabrikan, termasuk penggunaan jenis pelumas yang sesuai dan interval pelumasan yang tepat. Jika pelumasan tidak dilakukan dengan benar, bearing dapat mengalami kerusakan yang mengganggu kinerja pompa dan sistem cargo.

c. Penggantian Komponen yang Aus

Menurut Johnson (2021:30), penggantian komponen yang aus, seperti seal dan *shaft bearing*, harus dilakukan sesuai dengan jadwal yang direkomendasikan oleh pabrikan. Jika komponen-komponen ini tidak diganti secara teratur, kinerja pompa dapat menurun, dan risiko kerusakan akan lebih besar. Misalnya, seal yang rusak dapat menyebabkan kebocoran pelumas, yang pada akhirnya mengurangi efektivitas pelumasan dan mempercepat keausan bearing. Dengan mengganti komponen yang aus secara teratur, kinerja pompa sentrifugal Framo dapat dipertahankan dalam kondisi optimal.

d. Pemeriksaan Sistem Pendingin

Sistem pendingin pada pompa sentrifugal Framo harus diperiksa secara rutin untuk mencegah *overheating*. Menurut Miller (2022:60), *overheating* dapat menyebabkan penurunan efisiensi dan kerusakan pada pompa. Pemeriksaan ini mencakup inspeksi terhadap sirkulasi pelumas dan kondisi sistem pendingin yang mendukung operasi pompa. Jika sistem pendingin tidak berfungsi dengan baik, risiko *overheating* dan kerusakan pompa akan meningkat.

e. Pembersihan Komponen

Pembersihan komponen seperti impeller, *shaft bearing*, dan saluran pelumas harus dilakukan secara berkala. Menurut Anderson (2020:37), kotoran dan debu yang menumpuk dapat menghambat aliran pelumas dan mengurangi efisiensi pompa. Pembersihan rutin dapat mencegah penyumbatan dan memastikan bahwa pompa beroperasi dalam kondisi optimal.

f. Pengujian dan Kalibrasi

Pengujian dan kalibrasi pompa sentrifugal Framo harus dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi teknis. Menurut Roberts (2021:50), pengujian ini mencakup pemeriksaan getaran, suhu, dan kinerja keseluruhan pompa. Jika pengujian tidak dilakukan, masalah teknis dapat terlewatkan, yang berpotensi menyebabkan penurunan kinerja dan kerusakan lebih lanjut.

g. Pelaporan

Menurut Kementerian Perhubungan (2021:22), semua kegiatan perawatan harus didokumentasikan sebagai bukti kepatuhan terhadap regulasi. Dokumentasi ini mencakup catatan inspeksi, penggantian komponen, dan hasil pengujian. Dengan mendokumentasikan semua kegiatan perawatan, perusahaan dapat memastikan bahwa pompa sentrifugal Framo dirawat dengan baik dan beroperasi dalam kondisi optimal.

E. Faktor Manajemen Perusahaan Pelayaran

1. Kebijakan Perusahaan tentang Pemeliharaan Rutin

Menurut *International Safety Management (ISM) Code*, Section 10, perusahaan pelayaran diwajibkan untuk memiliki kebijakan pemeliharaan rutin yang jelas dan terdokumentasi untuk semua sistem dan peralatan kapal, termasuk pompa sentrifugal Framo. Kebijakan ini harus mencakup jadwal perawatan, prosedur inspeksi, dan tanggung jawab kru dalam melaksanakan pemeliharaan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa semua sistem kapal berfungsi dengan aman dan efisien, serta mencegah kerusakan yang dapat mengganggu operasional kapal.

International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter II-1, Regulation 3, juga mengatur bahwa perusahaan harus memastikan sistem mekanis kapal, termasuk pompa sentrifugal Framo, dipelihara sesuai dengan standar yang ditetapkan. Regulasi ini menekankan pentingnya pemeliharaan

rutin untuk mencegah kegagalan sistem yang dapat membahayakan keselamatan kapal. Perusahaan harus memastikan bahwa kru memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai untuk melaksanakan pemeliharaan sesuai dengan kebijakan yang telah ditetapkan (IMO, 1974:78).

Selain itu, ISO 9001 tentang Sistem Manajemen Mutu menekankan pentingnya dokumentasi dan evaluasi kebijakan pemeliharaan rutin. Perusahaan harus memiliki sistem manajemen yang memastikan bahwa semua kegiatan pemeliharaan terdokumentasi dengan baik dan dievaluasi secara berkala untuk memastikan efektivitasnya. Hal ini mencakup pelaporan inspeksi, penggantian komponen, dan tindakan perbaikan yang dilakukan.

Kebijakan perusahaan tentang pemeliharaan rutin memegang peran crucial dalam menjaga kinerja pompa sentrifugal Framo dan sistem terkait lainnya di kapal. Menurut Brown (2020:25), kebijakan ini harus mencakup jadwal perawatan yang terstruktur, seperti inspeksi visual, pelumasan, dan penggantian komponen yang aus. Jika kebijakan ini tidak diterapkan dengan baik, risiko kerusakan pada pompa akan meningkat, yang dapat mengganggu proses *loading* dan *discharging* muatan serta membahayakan operasional kapal. Misalnya, kurangnya pelumasan yang teratur dapat menyebabkan *overheating* dan keausan pada *shaft bearing* dan seal, yang pada akhirnya memengaruhi kinerja kapal secara keseluruhan.

Selain itu, kebijakan pemeliharaan rutin harus mencakup prosedur inspeksi yang jelas untuk mendeteksi tanda-tanda awal kerusakan pada pompa

sentrifugal Framo. Menurut Lee (2021:40), *inspeksi visual* rutin dapat membantu mengidentifikasi masalah seperti kebocoran pelumas, peningkatan suhu, atau getaran yang tidak normal. Jika kebijakan ini tidak dilaksanakan dengan disiplin, masalah kecil dapat terabaikan hingga berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius. Hal ini dapat menyebabkan downtime operasional dan kerugian finansial yang signifikan bagi perusahaan.

Kebijakan perusahaan juga harus memastikan bahwa kru memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai untuk melaksanakan pemeliharaan rutin dengan benar. Menurut Wilson (2021:65), pelatihan rutin dan pembaruan pengetahuan tentang sistem pompa sentrifugal Framo sangat penting untuk memastikan kru dapat melakukan perawatan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Jika kru tidak terlatih dengan baik, kesalahan dalam pelumasan atau inspeksi dapat terjadi, yang berpotensi memperparah kerusakan pada pompa.

2. Jadwal Berlayar yang Padat

Menurut *International Safety Management (ISM) Code*, Section 7, perusahaan pelayaran diwajibkan untuk memastikan bahwa jadwal berlayar yang ditetapkan tidak mengorbankan keselamatan kapal dan awaknya. Jadwal yang terlalu padat dapat menyebabkan kelelahan kru dan mengurangi waktu yang tersedia untuk pemeliharaan rutin, yang pada akhirnya meningkatkan risiko kerusakan pada sistem kapal, termasuk pompa sentrifugal Framo. Perusahaan harus memastikan bahwa jadwal berlayar mempertimbangkan

waktu yang cukup untuk istirahat kru dan perawatan kapal.

International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter V, Regulation 14, juga mengatur bahwa perusahaan harus memastikan jadwal berlayar tidak membahayakan keselamatan operasional kapal. Regulasi ini menekankan pentingnya keseimbangan antara efisiensi operasional dan keselamatan, termasuk memastikan bahwa kru memiliki waktu yang cukup untuk melakukan pemeliharaan rutin dan merespons situasi darurat. Jika jadwal berlayar terlalu padat, risiko kegagalan sistem dan kecelakaan dapat meningkat.

Selain itu, *Maritime Labour Convention (MLC)* Regulation 2.3, mengatur tentang jam kerja dan istirahat bagi kru kapal. Perusahaan harus memastikan bahwa jadwal berlayar yang padat tidak melanggar ketentuan tentang jam kerja maksimum dan istirahat minimum yang ditetapkan. Jika kru kelelahan akibat jadwal yang terlalu padat, kemampuan mereka untuk melakukan pemeliharaan rutin dan merespons masalah teknis, seperti kerusakan pada pompa sentrifugal Framo, dapat menurun secara signifikan.

Jadwal berlayar yang padat dapat memberikan tekanan besar pada kru dan sistem kapal, termasuk pompa sentrifugal Framo. Menurut Brown (2020:25), jadwal yang terlalu padat seringkali mengurangi waktu yang tersedia untuk pemeliharaan rutin, seperti *inspeksi visual* dan pelumasan pada pompa. Jika pemeliharaan rutin diabaikan, risiko kerusakan pada pompa akan meningkat, yang dapat mengganggu proses *loading* dan *discharging* muatan serta membahayakan operasional kapal. Misalnya, kurangnya pelumasan yang

teratur dapat menyebabkan *overheating* dan keausan pada *shaft bearing* dan seal, yang pada akhirnya memengaruhi kinerja kapal secara keseluruhan.

Selain itu, jadwal berlayar yang padat dapat menyebabkan kelelahan pada kru, yang mengurangi kewaspadaan dan kemampuan mereka untuk merespons masalah teknis dengan cepat. Menurut Lee (2021:40), kru yang kelelahan cenderung kurang teliti dalam melakukan *inspeksi visual* atau mengambil tindakan darurat jika terjadi masalah pada pompa sentrifugal Framo. Hal ini dapat menyebabkan masalah kecil terabaikan hingga berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius, yang berpotensi mengganggu operasional kapal dan meningkatkan risiko kecelakaan.

Perusahaan juga harus mempertimbangkan dampak jadwal berlayar yang padat terhadap kondisi fisik kapal. Menurut Wilson (2021:65), operasi yang terus-menerus tanpa waktu yang cukup untuk perawatan dapat mempercepat keausan pada komponen kapal, termasuk pompa sentrifugal Framo. Jika jadwal berlayar tidak memungkinkan waktu untuk perawatan rutin, risiko kerusakan dan downtime operasional akan meningkat, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kerugian finansial bagi perusahaan.

Oleh karena itu, perusahaan harus menyeimbangkan antara efisiensi operasional dan keselamatan dengan memastikan bahwa jadwal berlayar mempertimbangkan waktu yang cukup untuk pemeliharaan rutin dan istirahat kru. Menurut Roberts (2021:50), perusahaan dapat mengoptimalkan jadwal berlayar dengan menggunakan teknologi manajemen logistik yang canggih dan

memastikan bahwa kru memiliki sumber daya yang memadai untuk melaksanakan tugas mereka dengan baik. Dengan demikian, perusahaan dapat meminimalkan risiko kerusakan pada sistem kapal, termasuk pompa sentrifugal Framo, dan memastikan keselamatan operasional kapal.

F. Faktor Dari Luar Kapal

Kondisi Laut

SOLAS (Safety of Life at Sea): Pasal 10.1 dari SOLAS mengharuskan kapal untuk memiliki prosedur yang jelas untuk menghadapi kondisi cuaca ekstrem. Regulasi ini menekankan pentingnya keselamatan dan kinerja mesin dalam situasi yang berisiko. Dengan mengikuti regulasi ini, perusahaan dapat mengurangi risiko kerusakan pada pompa sentrifugal Framo dan memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik.

Resolusi A.1045(27) dari IMO: Regulasi ini mengharuskan perusahaan untuk melakukan penilaian risiko terkait cuaca sebelum melakukan perjalanan. Penilaian ini harus mencakup analisis tentang bagaimana kondisi cuaca dapat mempengaruhi kinerja mesin dan keselamatan kapal. Dengan mengikuti regulasi ini, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk melindungi pompa sentrifugal Framo dari kerusakan akibat kondisi cuaca yang ekstrem.

ISM Code (*International Safety Management Code*): Kode ini mendorong perusahaan untuk mengadopsi praktik terbaik dalam pengoperasian kapal, termasuk pemantauan kondisi cuaca. Pasal 6.1 dari ISM Code mengharuskan perusahaan untuk memastikan bahwa semua personel terlatih dan memiliki pemahaman yang baik tentang prosedur keselamatan. Dengan mengikuti regulasi ini, perusahaan dapat meningkatkan kesadaran kru tentang pentingnya menjaga kinerja pompa sentrifugal Framo dalam kondisi cuaca yang sulit.

Kondisi lingkungan operasional, seperti cuaca buruk dan gelombang tinggi,

dapat menyebabkan beban berlebih pada pompa sentrifugal Framo. Menurut Brown (2020:25), operasi kapal dalam kondisi cuaca buruk dapat menyebabkan getaran yang tidak normal dan tekanan berlebih pada sistem mekanis, termasuk pompa. Misalnya, gelombang tinggi dapat menyebabkan kapal bergerak tidak stabil, yang berpotensi mempercepat keausan pada *shaft bearing* dan seal. Hal ini dapat mengurangi umur pakai pompa dan meningkatkan risiko kerusakan yang mengganggu operasional kapal.

Selain itu, suhu ekstrem, baik panas maupun dingin, dapat memengaruhi viskositas pelumas dan mengurangi efektivitas pelumasan pada pompa sentrifugal Framo. Menurut Lee (2021:40), pelumas yang terlalu kental dalam suhu dingin atau terlalu encer dalam suhu panas dapat menyebabkan distribusi pelumas yang tidak merata, yang berpotensi meningkatkan gesekan dan *overheating* pada *shaft bearing*. Jika kondisi lingkungan tidak diantisipasi dengan baik, seperti dengan menggunakan pelumas yang sesuai untuk suhu ekstrem, risiko kerusakan pada pompa akan meningkat.