KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

MENINGKATKAN PERAWATAN *MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM* (MGPS) UNTUK MENUNJANG KINERJA SISTEM PENDINGIN AIR LAUT DI KAPAL SS.TRIPUTRA

Oleh :

MUHAMMAD ARIF MUTOLIB

NRP. 565221680

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2026

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

MENINGKATKAN PERAWATAN *MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM* (MGPS) UNTUK MENUNJANG KINERJA SISTEM PENDINGIN AIR LAUT DI KAPAL SS.TRIPUTRA

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Diploma IV

Oleh :

MUHAMMAD ARIF MUTOLIB

NRP. 565221680

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2026

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	:	Muhammad Arif Mutolib
NRP	:	565221680
Program Pendidikan	:	Diploma IV
Program Studi	:	Teknika
Judul	:	Meningkatkan Perawatan Marine *Growth Prevention System* (MGPS) Untuk Menunjang Kinerja Sistem Pendingin Air Laut Di Kapal SS. Triputra

Jakarta,19 juni 2026



Muhammad Arif Mutolib
NRP. 565221680

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	:	Muhammad Arif Mutolib
NRP	:	565221680
Program Pendidikan	:	Diploma IV
Program Studi	:	Teknika
Judul	:	Meningkatkan Perawatan Marine Growth Prevention System (MGPS) Uuntuk Menunjang Kinerja Sistem Pendingin Air Laut Di Kapal SS. Triputra

Menyetujui,

Jakarta,19 juni 2026

Pembimbing Utama

P.Dwikora Simanjuntak S. Si.T., MM.
Pembina Muda Utama.(IV/c)
NIP. 19640906 199903 1 001

Pembimbing Pendamping

Imam Fachruddin, S.Si., M.SC.
Penata Tk.I(III/d)
NIP. 19881120 201503 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	:	Muhammad Arif Mutolib
NRP	:	565221680
Program Pendidikan	:	Diploma IV
Program Studi	:	Teknika
Judul	:	Meningkatkan Perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) Untuk Menunjang Kinerja Sistem Pendingin Air Laut Di Kapal SS. Triputra

Ketua Penguji	Anggota Penguji 2	Anggota Penguji 3
Nafi Almuzani,M.M.Tr.,M.Mar	Irene Evi Krismawati, M.Pd..	P.Dwikora Simanjuntak, M.M
NIP. 19720901 200502 1 001	NIP : 19880530 202321 2 033	NIP. 19640906 199903 1 001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih atas segala nikmat, kesehatan, kecerdasan, dan kekuatan yang telah penulis terima selama proses penyusunan skripsi ini. Selain itu, doa serta dukungan dari orang tua, keluarga, dan teman-teman sangat berarti dalam membantu penulis menyelesaikan penelitian ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan, baik dari segi tata bahasa, struktur kalimat, maupun metode penulisan. Meskipun demikian, berkat seluruh dukungan tersebut, penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul:

"MENINGKATKAN PERAWATAN *MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM* (MGPS) UNTUK MENUNJANG KINERJA SISTEM PENDINGIN AIR LAUT DI KAPAL SS.TRIPUTRA"

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi serta melengkapi tugas akhir yang menjadi salah satu syarat kelulusan pada Program Diploma IV di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat berbagai kekurangan, baik dalam penyajian materi, teknik penulisan, maupun penggunaan bahasa, yang tidak terlepas dari keterbatasan penulis. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi penyempurnaan skripsi ini, sehingga nantinya dapat memberikan manfaat bagi pembaca maupun bagi penulis sendiri. Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan berkat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penulisan, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. Capt Tricahyadi, M.H., M. Mar. E Selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Dr. Markus Yando, S. Si. T., M.M Selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Bapak Pargaulan Dwikora Simanjuntak, MM Selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi, yang telah rela meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Imam Fachruddin, S. Si., M.SC Selaku Dosen Pembimbing Penulisan, yang telah memberikan motivasi serta bimbingan tentang penulisan skripsi ini.
5. Kepada Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknika dan Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

6. Kepada Kedua Orang Tua saya, Ibu Sinapati dan Bapak Askaria. Karya ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yang telah menghadiahkan saya dunia dan seisinya, mereka yang cintanya lebih dalam dari samudra dan hatinya lebih luas dari daratan dan sabar yang tidak dapat dideskripsikan. Terima Kasih atas setiap doa, pengorbanan, dukungan, kasih sayang, dan kepercayaan yang selalu membersamai setiap langkah saya hingga berada di titik ini. Maaf apabila hasilnya jauh dari kata sempurna, saya berharap karya ini dapat menjadi salah satu bentuk kecil dari rasa terimah kasih saya atas segala pengorbanan dan kasih sayang yang telah kalian berikan.
7. Kepada Saudara saya Terima Kasih atas doa, dukungan, semangat, kebersamaan, perhatian, dan bantuan yang telah diberikan selama ini, serta motivasi dalam setiap langkah perjalanan saya.
8. Qisthi Sabila yang selalu memberikan cinta, doa, dukungan, dan semangat yang tidak pernah putus selama penulis menghadapi berbagai tantangan dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita dan sumber motivasi hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Kepada Direktur Utama PT. Humolco beserta seluruh stafnya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Praktek Kerja Laut (Prala) sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Kepada Anak kamar H-203 Dio Fahrozi, Rafi Labib, maulana affan, Navio Rasyad Falah, Muhammad Rayhan, Raden Ali Astin Wardana, dan Muhammad Hafis yang telah memberikan dukungan dan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Jakarta, Maret 2026

Penulis

Muhammad Arif Mutolib

NRP. 565221680

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ..... Error! Bookmark not defined.
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI ..... Error! Bookmark not defined.
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI ..... Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xii**
ABSTRAK ..... **xiii**
ABSTRACT ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. LATAR BELAKANG 1
B. IDENTIFIKASI MASALAH 4
C. BATASAN MASALAH 4
D. RUMUSAN MASALAH 4
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN 5
F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI 6
BAB II LANDASAN TEORI **8**
A. DEFINISI OPERASIONAL ..... **Error! Bookmark not defined.**
B. TEORI ..... **Error! Bookmark not defined.**
C. PENELITIAN TERDAHULU 24
D. KERANGKA PEMIKIRAN 26
BAB III METODE PENELITIAN **27**
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN 27
B. METODE PENDEKATAN 28
C. SUMBER DATA 28
D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA 29
E. POPULASI SAMPEL DAN TEKNIK SAMPLING ..... **Error! Bookmark not defined.**
F. TEKNIK ANALISIS DATA 31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **33**

A. DESKRIPSI DATA 33
B. ANALISIS DATA 38
C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH 44
D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH 49
E. PEMECAHAN MASALAH 51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 53
A. KESIMPULAN 53
B. SARAN 54
DAFTAR PUSTAKA 55
LAMPIRAN 60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian sederhana MGPS 12
Gambar 2. 2 Prinsip kerja MGPS/66 13
Gambar 2. 3 *Power Control Panel* 15
Gambar 2. 4 *Piping Diagram of MGPS* 15
Gambar 2. 5 *Assembly of Electrode* 16
Gambar 2. 6 *Cell flow indikator* 16
Gambar 2. 7 *Distribution flow indicators* 17
Gambar 2. 8 *Injection Nozzle* 18
Gambar 2. 9 Sistem Pendingin 19
Gambar 3. 1 *Fishbone Analysis* 31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Crew List* 59
Lampiran 2 Spesifikasi instalasi *Marine Growth Prevention System* 60
Lampiran 3 Kapal SS Triputra 61
Lampiran 4 MGPS Kapal Triputra 62
Lampiran 5 *Ships Particular* 63
Lampiran 6 Wawancara dengan masinis 64
Lampiran 7 Foto bersama semua kru 66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu..... 23

DAFTAR SINGKATAN

AC	*Alternating Current*
Cu^{2+}	*Copper Ion*
DC	*Direct Current*
DWT	*Dead Weight Tonnage*
H_2	*Hidrogen*
H_2O	Air
HCl	*Hydrochloric Acid*
HOCl	*Hypochlorous Acid*
Hz	*Hertz*
LNG	*Liquefied Natural Gas*
MGPS	*Marine Growth Prevention System*
NaCl	*Sodium Chloride*
NaClO	*Sodium Hypochlorite*
PMS	*Planned Maintenance System*
Rpm	*Revolution Per Minute*
SCR	*Silicon Controlled Rectifier*
SS	*Steam Ship*

ABSTRAK

Muhammad Arif Mutolib. 2026. "Meningkatkan Perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) untuk Menunjang Kinerja Sistem Pendingin Air Laut di Kapal SS. Triputra."

Marine Growth Prevention System (MGPS) merupakan sistem penting pada kapal yang berfungsi untuk mencegah pertumbuhan biota laut, penumpukan kerak, serta korosi pada sistem pendingin air laut agar kinerja mesin tetap optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya penumpukan endapan kristal garam *dan marine growth* pada komponen MGPS serta mengevaluasi pengaruh pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) terhadap kinerja sistem pendingin air laut di kapal SS. Triputra. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus melalui observasi langsung, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka selama pelaksanaan praktik laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penumpukan endapan kristal garam dan *marine growth* pada *plate anoda* dan *katoda* MGPS menyebabkan proses elektrolisis tidak berjalan optimal sehingga produksi *sodium hypochlorite* menurun. Selain itu, pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) yang belum optimal mengakibatkan beberapa komponen MGPS tidak dirawat secara berkala sehingga mempercepat terjadinya penumpukan kerak dan menurunkan efisiensi sistem pendingin air laut. Upaya peningkatan dilakukan melalui pembersihan komponen MGPS, pelaksanaan *blowing* dan *backwash* secara rutin, serta peningkatan disiplin dalam penerapan PMS. Dengan demikian, peningkatan perawatan MGPS berpengaruh langsung terhadap efektivitas sistem pendingin air laut dan mendukung kelancaran operasional kapal.

Kata Kunci: *Marine Growth Prevention System* (MGPS), Sistem Pendingin Air Laut, *Planned Maintenance System* (PMS), *Marine Growth*, *Sodium Hypochlorite*.

ABSTRACT

Muhammad Arif Mutolib. 2026. “Improving the Maintenance of Marine Growth Prevention System (MGPS) to Support the Performance of the Sea Water Cooling System on SS. Triputra.”

The Marine Growth Prevention System (MGPS) is an important system on board ships that functions to prevent marine organism growth, scale buildup, and corrosion in the sea water cooling system to maintain optimal engine performance. This study aims to analyze the causes of salt crystal deposits and marine growth accumulation on MGPS components and to evaluate the effect of Planned Maintenance System (PMS) implementation on the performance of the sea water cooling system on board SS. Triputra. The research method used was descriptive qualitative with a case study approach through direct observation, interviews, documentation, and literature study during sea practice. The results showed that the accumulation of salt crystal deposits and marine growth on the anode and cathode plates of the MGPS caused the electrolysis process to run inefficiently, resulting in decreased sodium hypochlorite production. In addition, the implementation of the Planned Maintenance System (PMS), which was not yet optimal, caused several MGPS components to not receive periodic maintenance, thereby accelerating scale buildup and reducing the efficiency of the sea water cooling system. Improvement efforts were carried out through cleaning MGPS components, performing routine blowing and backwash, and increasing discipline in the implementation of PMS. Therefore, improving MGPS maintenance has a direct effect on the effectiveness of the sea water cooling system and supports the smooth operation of the ship.

***Keywords**: Marine Growth Prevention System (MGPS), Sea Water Cooling System, Planned Maintenance System (PMS), Marine Growth, Sodium Hypochlorite.*

BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki potensi besar untuk menjadi poros maritim dunia. Konsep poros maritim bertujuan menjadikan Indonesia sebagai bangsa maritim yang tangguh, sejahtera, dan berdaulat dengan cara mengembalikan jati diri sebagai negara maritim, menjaga keamanan serta kepentingan maritim, dan mengoptimalkan potensi kelautan guna mewujudkan pemerataan ekonomi nasional. Transportasi laut memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi global, terutama dalam kegiatan distribusi barang. Oleh karena itu, sektor pelayaran perlu terus dikembangkan dan ditingkatkan di berbagai bidang.

Transportasi laut memiliki peranan penting dalam mendukung arus distribusi barang dan jasa di tingkat global. Dalam kegiatan pelayaran, kapal menjadi sarana utama yang mengandalkan kinerja optimal dari seluruh sistem permesinannya. Setiap perusahaan pelayaran tentu mengharapkan kapal-kapal yang beroperasi dalam armadanya memiliki kinerja yang efisien dan andal, terutama pada bagian mesin penggerak utama dan sistem bantu seperti sistem pendinginan air laut. Sistem ini berfungsi untuk menjaga suhu mesin agar tetap stabil selama proses pembakaran dan mencegah terjadinya *overheat* (Astriawati & Wibowo, 2020).

Penggunaan air laut sebagai media pendingin memberikan tantangan tersendiri karena mengandung berbagai mineral, garam, dan organisme hidup seperti alga, lumut, kerang, serta mikroorganisme lainnya. Kandungan tersebut dapat menyebabkan *biofouling*, yaitu proses menempelnya organisme laut pada permukaan internal sistem pendingin. *Biofouling* secara signifikan menghambat laju aliran air, menurunkan kapasitas perpindahan panas, dan mempercepat korosi pada pipa. Penelitian oleh Hewitt et al., 2025menunjukkan bahwa *biofouling* dapat menurunkan efisiensi perpindahan panas hingga lebih dari 50% dan meningkatkan beban kerja sistem pendinginan secara drastis. Selain itu, sifat korosif air laut menyebabkan material perpipaan cepat mengalami degradasi, yang dalam jangka panjang dapat meningkatkan biaya perawatan kapal.

Untuk mengatasi masalah tersebut, banyak kapal dilengkapi dengan *Marine Growth Prevention System* (MGPS). MGPS bekerja menggunakan sistem elektrolisis yang menghasilkan ion tembaga (Cu^{2+}) dan aluminium untuk menghambat pertumbuhan organisme laut di dalam *sea water chest, sea suction,* dan jaringan pipa pendingin. Sistem ini telah terbukti efektif dan banyak digunakan dalam industri perkapalan karena mampu memberikan perlindungan jangka panjang dari *fouling* tanpa mengganggu aliran air laut. MGPS menjadi komponen vital dalam menjaga kebersihan dan keandalan sistem pendinginan air laut (Astriawati & Wibowo, 2020).

Pada kapal SS. Triputra, MGPS memegang peranan penting dalam mencegah terjadinya *fouling* pada sistem pendinginan. Namun, hasil observasi selama masa operasional menunjukkan adanya penurunan kinerja MGPS. Beberapa permasalahan yang muncul antara lain terbentuknya endapan kerak pada anoda tembaga dan aluminium, gangguan pada kestabilan arus dan tegangan sistem elektrolisis, serta meningkatnya indikasi *fouling* pada pipa-pipa pendingin air laut. Penurunan kinerja MGPS tersebut menyebabkan berkurangnya efektivitas perlindungan terhadap organisme laut yang masuk melalui *sea suction* dan berdampak pada kurang optimalnya proses pendinginan mesin. Kenaikan temperatur air pendingin tercatat mulai terjadi, terutama saat mesin bekerja pada beban tinggi, sehingga meningkatkan risiko *overheating*.

Dalam praktiknya, perawatan MGPS perlu dilakukan secara berkala agar sistem dapat bekerja dengan optimal. Perawatan umum meliputi pembersihan anoda dari kerak, pengecekan kondisi fisik elektroda, pemeriksaan kelistrikan panel MGPS, hingga penyesuaian *output* arus dan tegangan agar sesuai dengan standar operasional. Upaya peningkatan perawatan ini penting untuk memastikan bahwa sistem mampu menghambat pertumbuhan organisme laut secara efektif dan mempertahankan kelancaran aliran air laut di dalam jaringan pipa pendingin kapal. Hal tersebut menjadi krusial karena penurunan kinerja *Marine Growth Prevention System* (MGPS) pada umumnya tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis dan aspek perawatan.

Berdasarkan hasil observasi langsung yang dilakukan di kapal SS. Triputra pada bulan Maret 2025, ditemukan bahwa penyebab penurunan kinerja *Marine Growth Prevention System* (MGPS) adalah terbentuknya endapan kristal garam serta pertumbuhan organisme laut (*marine growth*) pada bagian anoda dan katoda sistem. Endapan tersebut terlihat menutupi permukaan elektroda dan membentuk lapisan kerak yang cukup tebal. Kondisi ini terjadi sebagai akibat dari proses elektrolisis yang berlangsung secara terus-menerus

di lingkungan air laut dengan tingkat salinitas dan kandungan mineral yang tinggi. Apabila kondisi tersebut tidak diimbangi dengan kegiatan pembersihan dan pemeriksaan secara berkala, maka pelepasan ion logam sebagai penghambat pertumbuhan organisme laut menjadi tidak optimal. Akibatnya, efektivitas MGPS dalam melindungi jaringan pipa pendingin air laut mengalami penurunan.

Selain permasalahan endapan dan pertumbuhan organisme laut, hasil pengamatan selama periode tersebut juga menunjukkan bahwa penurunan kinerja MGPS berkaitan dengan tidak optimalnya pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS). Dalam kegiatan operasional kapal, perawatan berkala yang seharusnya dilaksanakan sesuai jadwal sering mengalami keterlambatan atau tidak dilakukan secara menyeluruh. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan waktu operasional kapal, tingginya beban kerja awak mesin, serta kurangnya pengawasan teknis terhadap sistem MGPS. Ketidakteraturan dalam pelaksanaan perawatan tersebut berdampak pada menurunnya kondisi komponen MGPS, seperti elektroda yang tertutup endapan, panel kontrol yang tidak terpantau secara rutin, serta kestabilan arus listrik yang dihasilkan sistem. Kondisi tersebut secara langsung memengaruhi efektivitas MGPS dalam mencegah terjadinya *fouling* pada sistem pendinginan air laut.

Penelitian mengenai peningkatan perawatan MGPS sangat relevan mengingat sistem pendinginan air laut merupakan salah satu sistem yang berperan penting dalam menjaga temperatur kerja mesin kapal. Apabila sistem pendinginan mengalami gangguan, maka efisiensi kerja mesin dapat menurun dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada komponen permesinan kapal (Handoyo, 2014). Oleh karena itu, perawatan yang tepat pada MGPS dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keandalan kapal serta mengurangi risiko *down time* akibat masalah pendinginan. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka topik pembahasan ini diangkat dalam penelitian berjudul :

"MENINGKATKAN PERAWATAN *MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM* (MGPS) UNTUK MENUNJANG KINERJA SISTEM PENDINGIN AIR LAUT DI KAPAL SS.TRIPUTRA"

Penelitian ini berfokus pada analisis peningkatan perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) sebagai sistem utama yang berperan dalam mencegah terbentuknya kerak, korosi, serta pertumbuhan organisme laut pada sistem perpipaan pendingin air laut di kapal. Analisis dilakukan untuk menilai sejauh mana peningkatan perawatan MGPS mampu mendukung kelancaran aliran air laut, menjaga efisiensi

perpindahan panas, serta memastikan sistem pendinginan kapal SS. Triputra bekerja secara optimal selama operasi.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan hasil pengamatan dan data operasional di kapal SS. Triputra, diketahui bahwa sistem *Marine Growth Prevention System* (MGPS) memiliki peran penting dalam menjaga kelancaran sirkulasi air laut pada sistem pendinginan dan proses kondensasi. Namun, dalam pelaksanaannya ditemukan beberapa kendala yang menyebabkan penurunan kinerja kedua sistem tersebut. Permasalahan yang teridentifikasi antara lain:

1. Terdapat endapan kristal garam dan pertumbuhan *marine growth* pada anoda-katoda MGPS.
2. Perawatan berkala atau *Planned Maintenance System* (PMS) pada MGPS tidak dilakukan secara rutin.
3. Kurangnya pembersihan *electrolytic cell* secara berkala sehingga sisa hasil elektrolisis dan kotoran menumpuk pada permukaan elektroda.
4. Menurunnya kinerja MGPS dalam menghasilkan *sodium hypochlorite* (NaClO) sebagai zat *anti-fouling* akibat terganggunya proses elektrolisis.

C. BATASAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, serta untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas, maka penelitian ini dibatasi pada permasalahan yang berkaitan langsung dengan peningkatan perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) di kapal SS. Triputra, yaitu:

1. Terjadinya endapan kristal garam dan pertumbuhan *marine growth* yang menumpuk dan menutupi permukaan anoda katoda MGPS.
2. Tidak optimalnya pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) pada MGPS.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa penyebab tidak optimalnya *Planned Maintenance System* (PMS) pada sistem *Marine Growth Prevention System* (MGPS) di kapal SS. Triputra?

2. Apa penyebab terjadinya endapan kristal garam dan *marine growth* yang menumpuk dan menutupi permukaan *plate* anoda katoda *Marine Growth Prevention System* (MGPS)?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

a. Mengetahui penyebab terjadinya endapan kristal garam dan *marine growth* yang menumpuk dan menutupi permukaan *plate* anoda katoda *Marine Growth Prevention System* (MGPS.)

b. Mengetahui penyebab tidak optimalnya *Planned Maintenance System* (PMS) pada sistem *Marine Growth Prevention System* (MGPS)

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Teoritis

1) Penelitian ini memberikan tambahan referensi ilmiah mengenai proses terjadinya penumpukan *scale* atau kristal garam pada anoda *Marine Growth Prevention System* (MGPS), sehingga dapat memperkaya kajian akademis di bidang teknik permesinan kapal, khususnya mengenai mekanisme *fouling* dan efektivitas elektrolisis pada sistem pencegah pertumbuhan organisme laut.

2) Penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan teori mengenai pentingnya penerapan *Planned Maintenance System* (PMS) pada MGPS, karena hasil penelitian memberikan gambaran nyata mengenai hubungan antara ketidakrutinan PMS dengan penurunan kinerja sistem serta kerusakan yang muncul pada komponen MGPS.

b. Manfaat Praktis

1) Penelitian ini dapat digunakan oleh masinis dan teknisi kapal sebagai panduan dalam melakukan pemeriksaan dan perawatan MGPS, terutama terkait penanganan penumpukan *scale* atau kristal garam pada anoda agar sistem tetap bekerja optimal.

2) Penelitian ini dapat digunakan oleh masinis dan teknisi kapal sebagai panduan dalam melakukan pemeriksaan dan perawatan MGPS, terutama terkait penanganan penumpukan *scale* atau kristal garam pada anoda agar sistem tetap bekerja optimal.

3) Penelitian ini dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan pelayaran dalam memperbaiki dan menyempurnakan SOP perawatan MGPS, meningkatkan

pengawasan PMS, serta menentukan kebutuhan penggantian atau perbaikan komponen MGPS secara lebih terencana dan efisien.

F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI

Penulisan skripsi ini terdiri atas beberapa bab yang saling berhubungan dan membentuk satu kesatuan pembahasan yang utuh. Setiap bab disusun secara sistematis agar pembahasan penelitian dapat dipahami dengan jelas. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Pada bab ini dijelaskan dasar pemikiran yang melatar belakangi penelitian tentang Meningkatkan Perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) untuk menunjang kinerja sistem pendingin air laut di kapal SS.Triputra.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori dan literatur yang mendukung penelitian, meliputi konsep dasar sistem pendinginan air laut, prinsip kerja *Marine Growth Prevention System* (MGPS), serta kajian mengenai *fouling*, korosi, dan faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas sistem pendinginan air laut. Landasan teori ini digunakan sebagai dasar penyusunan kerangka berpikir dan menjadi acuan dalam menganalisis hasil penelitian terkait peningkatan perawatan MGPS di kapal SS. Triputra.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang lokasi dan waktu penelitian, metode penelitian, jenis dan sumber data, teknik pengumpulan data, serta metode analisis yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan deskriptif kualitatif, dengan data yang diperoleh melalui observasi langsung, dokumentasi operasional kapal, dan wawancara dengan teknisi terkait kondisi dan kinerja *Marine Growth Prevention System* (MGPS) di kapal SS. Triputra.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil pengumpulan dan analisis data yang berkaitan dengan kondisi aktual *Marine Growth Prevention System* (MGPS) setelah dilakukan peningkatan perawatan. Pada bab ini juga disajikan pembahasan mengenai pengaruh peningkatan perawatan MGPS terhadap kelancaran aliran air laut, efisiensi proses pendinginan, serta

evaluasi teknis terhadap kinerja sistem pendinginan air laut secara keseluruhan di kapal SS. Triputra.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang bersifat konstruktif bagi pengoperasian dan perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) di kapal. Saran ditujukan bagi pihak teknisi dan perusahaan pelayaran agar perawatan sistem pendinginan air laut dapat dilakukan secara lebih efektif, terarah, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka pada skripsi ini berisi sumber bacaan yang digunakan sebagai bahan acuan dalam penulisan skripsi sesuai dengan pokok permasalahan dan variabel yang diteliti.

LAMPIRAN

Lampiran berisi data pendukung penelitian seperti hasil observasi, gambar teknis, data operasional, dokumentasi sistem, dan dokumen pendukung lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

BAB II
LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan istilah-istilah teknis yang digunakan dalam penelitian terkait peningkatan perawatan *marine growth prevention system* (MGPS) untuk menunjang kinerja sistem pendingin air laut di kapal SS. Triputra. Definisi operasional ini bertujuan untuk memberikan batasan yang jelas terhadap variabel penelitian agar tidak tejadi perbedaan penafsiran dalam pembahasan.

Penggunaan air laut sebagai media pendingin pada kapal sangat rentan terhadap terbentuknya endapan kristal garam, *fouling*, pertumbuhan *marine growth*. Kondisi ini dapat menempel pada *sea chest*, pipa pendingin, serta anoda MGPS sehingga mengganggu proses elektolisis dan aliran air laut.

Permasalahan pada MGPS yang tidak dirawat dengan baik dapat menimbulkan dampak sebagai berikut :

1. Terhambatnya pelepasan ion tembaga akibat tertutupnya permukaan anoda katoda oleh endapan kristal garam dan *marine growth*.
2. Menurunnya efektivitas pencegahan *fouling* pada sistem pendingin air laut.
3. Terganggunya kinerja sistem pendinginan yang berpotensi menyebabkan kenaikan temperatur kerja mesin.

Oleh karena itu, perawatan MGPS yang terencana dan berkelanjutan sangat diperlukan untuk menjaga kinerja sistem pendingin air laut tetap optimal.

1. Perawatan

Perawatan merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau mengembalikan fungsi peralatan agar tetap bekerja sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Menurut Astriawati dan Wibowo (2020), perawatan adalah tindakan teknis yang bertujuan untuk mempertahankan fungsi peralatan agar tetap andal selama masa operasinya. Perawatan yang dilakukan secara rutin dan terencana dapat mencegah terjadinya kerusakan, memperpanjang umur pakai peralatan, serta memastikan sistem tetap berfungsi secara optimal. Sebaliknya, perawatan yang tidak dilaksanakan dengan baik dapat menyebabkan penurunan kinerja sistem dan mengganggu kelancaran operasional.

Dalam pelaksanaannya, perawatan dapat dilakukan melalui pemeriksaan berkala, pembersihan, pelumasan, penyetelan, serta penggantian komponen yang mengalami keausan atau kerusakan. Kegiatan tersebut bertujuan untuk menjaga keandalan peralatan sehingga dapat beroperasi dengan aman, efisien, dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Dengan adanya perawatan yang baik, risiko terjadinya gangguan operasional dapat diminimalkan dan kontinuitas kerja peralatan dapat terjaga.

Salah satu bentuk perawatan yang diterapkan di kapal adalah *Planned Maintenance System* (PMS). *Planned Maintenance System* (PMS) merupakan sistem perawatan terencana yang bertujuan untuk menjaga keandalan dan kinerja peralatan kapal melalui kegiatan inspeksi, perawatan, dan perbaikan secara berkala. Penerapan PMS pada *Marine Growth Prevention System* (MGPS) sangat penting karena sistem ini bekerja secara kontinu dan bersentuhan langsung dengan air laut yang bersifat korosif (Sidiq, 2013).

Secara umum, prinsip perawatan tersebut berlaku untuk seluruh peralatan dan sistem yang digunakan dalam operasional, termasuk pada *Marine Growth Prevention System* (MGPS). Dalam penerapannya, perawatan pada MGPS difokuskan pada komponen utama yang berperan dalam proses pelepasan ion, seperti anoda tembaga dan besi, panel kontrol, serta sistem kelistrikan. Kegiatan perawatan meliputi pemeriksaan dan pembersihan anoda dari kerak atau endapan, pengecekan arus dan tegangan *output* agar sesuai dengan spesifikasi, serta memastikan kondisi kabel dan terminal dalam keadaan baik. Apabila terjadi penurunan kinerja, dilakukan kalibrasi atau penggantian komponen yang telah aus.

Dengan demikian, pelaksanaan Planned Maintenance System (PMS) yang meliputi pemeriksaan anoda, pengukuran arus elektrolisis, serta pembersihan endapan kristal garam secara berkala menjadi faktor penting dalam menjaga efektivitas proses

elektrolisis. Apabila kegiatan tersebut tidak dilaksanakan sesuai jadwal, endapan kristal garam akan menumpuk pada permukaan anoda sehingga kinerja MGPS dalam menghasilkan *sodium hypochlorite* (NaClO) menurun (Desamen Simatupang et al., 2022).

Ketidakterlaksanaan PMS pada MGPS dapat menyebabkan berbagai gangguan, seperti penurunan efektivitas elektrolisis, tertutupnya permukaan anoda oleh endapan kristal garam, serta kerusakan pada komponen listrik. Kondisi tersebut mengakibatkan berkurangnya kemampuan MGPS dalam mencegah pertumbuhan organisme laut, sehingga *fouling* meningkat dan kinerja sistem pendingin air laut menurun (Kuncoro, 2020). Oleh karena itu, perawatan yang dilakukan secara terjadwal sesuai Planned Maintenance System (PMS) bertujuan menjaga efektivitas MGPS dalam mencegah pertumbuhan biota laut dan mempertahankan kinerja sistem pendingin air laut (Desamen Simatupang et al., 2022).

Perawatan merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan atau mengembalikan kondisi suatu peralatan agar tetap berfungsi sesuai dengan tujuan operasionalnya. Pada *Marine Growth Prevention System* (MGPS), perawatan dilakukan untuk memastikan sistem mampu menghasilkan ion tembaga dan ion besi secara optimal sehingga dapat mencegah pertumbuhan organisme laut pada sistem pendingin air laut. Pelaksanaan perawatan MGPS dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis sebagai berikut.

1) Perawatan Harian (*Routine Maintenance*)

   Perawatan harian merupakan kegiatan pemeriksaan sederhana yang dilakukan secara rutin untuk memastikan MGPS beroperasi dengan normal. Pemeriksaan ini meliputi:

   - Memeriksa indikator panel MGPS.
   - Memastikan tegangan dan arus sesuai nilai operasi.
   - Memeriksa alarm atau gangguan pada panel kontrol.
   - Memastikan aliran air laut menuju sistem berjalan lancar.
   - Mengamati kondisi fisik panel dan kabel.

   Perawatan harian bertujuan untuk mendeteksi gangguan sejak dini sehingga kerusakan yang lebih besar dapat dicegah.

2) Perawatan Berkala (*Preventive Maintenance*)

   Perawatan berkala merupakan perawatan yang dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan dalam Planned Maintenance System (PMS). Tujuannya adalah

mencegah terjadinya kerusakan sebelum sistem mengalami kegagalan fungsi. Kegiatan preventive maintenance pada MGPS meliputi.

- Membersihkan elektroda (anoda) dari endapan garam atau kerak.
- Memeriksa tingkat keausan elektroda.
- Mengencangkan sambungan kabel dan terminal.
- Memeriksa kondisi rectifier dan panel kontrol.
- Menguji keluaran arus listrik sistem.
- Mengkalibrasi pengaturan output apabila diperlukan.

Perawatan ini sangat penting karena elektroda merupakan komponen utama yang menghasilkan ion anti-fouling.

3) Perawatan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Perawatan korektif dilakukan apabila ditemukan kerusakan atau penurunan kinerja MGPS. Tujuannya adalah mengembalikan sistem agar dapat bekerja secara normal kembali. Contoh *corrective maintenance* meliputi:

- Mengganti elektroda yang telah habis atau rusak.
- Memperbaiki rectifier yang mengalami gangguan.
- Mengganti fuse atau komponen listrik yang rusak.
- Memperbaiki kabel yang putus atau mengalami korosi.
- Mengatasi gangguan pada panel kontrol.

Perawatan korektif biasanya dilakukan setelah ditemukan hasil inspeksi atau ketika sistem menunjukkan alarm kerusakan.

4) Perawatan Prediktif (*Predictive Maintenance*)

Perawatan prediktif dilakukan berdasarkan hasil pemantauan kondisi komponen sehingga tindakan perawatan dapat dilakukan sebelum terjadi kerusakan. Pada MGPS, kegiatan predictive maintenance meliputi:

- Memonitor besarnya arus dan tegangan keluaran.
- Mengukur laju keausan elektroda.
- Menganalisis data operasi yang tercatat pada PMS.
- Mengevaluasi efektivitas produksi ion terhadap kondisi sistem pendingin.

Dengan metode ini, penggantian komponen dapat dilakukan berdasarkan kondisi aktual, bukan hanya berdasarkan jadwal.

5) Perawatan Darurat (*Breakdown Maintenance*)

Perawatan darurat dilakukan ketika MGPS mengalami kegagalan fungsi secara tiba-tiba sehingga memerlukan tindakan segera agar sistem pendingin air laut tetap bekerja.

Contohnya

- Penggantian rectifier yang terbakar.
- Penggantian elektroda yang patah.
- Perbaikan panel kontrol akibat hubungan arus pendek.
- Perbaikan kabel listrik yang mengalami kerusakan. *

2. *Marine Growth Prevention System* (MGPS)

a. Pengertian

Marine Growth Prevention System (MGPS) adalah sistem yang diaplikasikan pada kapal untuk mencegah pertumbuhan organisme laut (*marine growth* atau *biofouling*) yang dapat menyumbat aliran dan menyebabkan kerusakan atau korosi pada sistem pipa air laut. MGPS bekerja berdasarkan prinsip *electrolysis*, dimana anoda seperti tembaga atau alumunium menghasilkan ion aktif yang disalurkan ke aliran air laut sehingga menghambat pertumbuhan organisme laut (Dwiseitono, 2022).

Panel power supply berfungsi mengatur dan menyalurkan tegangan rendah ke anoda dan katoda yang terpasang dan bersentuhan langsung dengan air laut. Melalui proses elektrolisis air laut tersebut, sistem MGPS menghasilkan senyawa *sodium hipoklorit* (NaClO) yang berperan dalam mencegah pertumbuhan organisme laut. Proses ini juga membantu menekan dampak konsentrasi zat asam yang dapat mempercepat terjadinya korosi pada jaringan perpipaan. Ion-ion yang dihasilkan dari proses elektrolisis memiliki kemapuan untuk menghambat perkembangan organisme seperti kerang dan teritip di sepanjang jalur aliran arus elektrolisis pada sistem MGPS (Susilowati & Sumardiyanto, 2018).

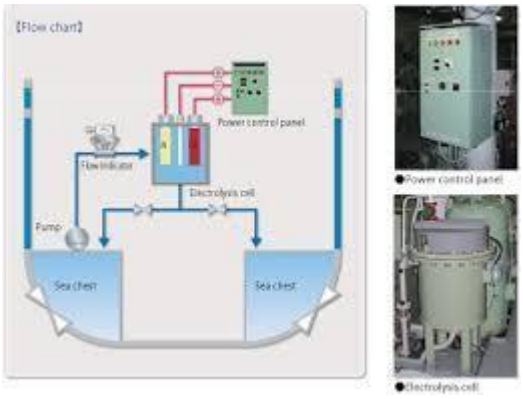
Menurut beberapa studi akademik, jika MGPS tidak bekerja secara optimal (misalnya akibat endapan kristal garam atau saluran *output* yang tersumbat), maka kemampuan sistem ini dalam mencegah *fouling* akan menurun, yang akhirnya berdampak pada menurunnya performa keseluruhan sistem pendingin air laut di kapal.

b. Prinsip Kerja *Marine Growth Prevention System*

Pada kapal, *Marine Growth Prevention System* (MGPS) memiliki peranan penting dalam menghambat dan mencegah pertumbuhan biota laut melalui proses elektrolisis air

laut yang menghasilkan senyawa *sodium hypochlorite*. Susunan sederhana sistem MGPS dapat dilihat pada Gambar 2.1, dimana air laut masuk ke dalam sistem melalui *sea chest* atau *scoop.* Sebagian aliran air laut tersebut kemudian dialirkan menuju unit MGPS dan diteruskan ke sel-sel elektrolisis. Aliran air yang memasuki sel elektrolisis dikendalikan oleh *cell flow indicator*, sehingga proses elektrolisis dapat berlangsung secara optimal melalui kepingan elektroda yang terdiri dari anoda dan katoda.

Pada saat proses elektrolisis berlangsung, arus listrik yang dialirkan ke dalam *electrolytic cell* akan memecah kandungan garam pada air laut dan menghasilkan *sodium hypochlorite* (NaClO) sebagai zat *anti-fouling*. Zat tersebut kemudian dialirkan menuju sistem pendingin air laut untuk mencegah pertumbuhan organisme laut seperti lumut, kerang, dan teritip pada pipa maupun komponen pendingin lainnya. Dengan demikian, sistem pendingin kapal dapat bekerja dengan lebih lancar dan efisien. Oleh karena itu, kondisi komponen MGPS seperti *electrolytic cell*, anoda, dan katoda harus selalu dijaga melalui pelaksanaan perawatan dan pemeriksaan secara berkala agar proses elektrolisis tetap berjalan optimal serta tidak terjadi penumpukan *scale* atau *marine growth* pada sistem (Desamen Simatupang et al., 2022).



Gambar 2.2 Rangkaian sederhana MGPG

Sumber : *The Nippon Corrosion Engineering CO,LTD. Instruction Manual For Marine Growth Preventing System.*

Sistem ini menghasilkan ion *anti-fouling* dengan memanfaatkan anoda dan katoda berbahan paduan khusus yang terbuat dari titanium dan platinum. Masing-masing kompartemen dipisahkan oleh membran yang bersifat *permeable* terhadap ion, sehingga memungkinkan terjadinya pemisahan antara komponen yang bersifat asam dan basa. Pada proses elektrolisis, reaksi oksidasi terjadi di bagian anoda yang menghasilkan air bersifat asam, sedangkan pada kompartemen katoda berlangsung reaksi reduksi yang menghasilkan air bersifat alkali.

Air laut yang merupakan larutan alkali dan mengandung sekitar 3% sodium klorida (NaCl) dialirkan melalui sel elektrolisis yang dilengkapi kepingan elektroda dan dihubungkan dengan arus searah (DC). Ketika arus DC dialirkan, senyawa dalam air laut akan terurai menjadi ion-ion penyusunnya, yaitu garam (NaCl) yang terdiosiasi menjadi ion Na^+ dan CI^-, serta molekul air (H_2O) yang terurai menjadi ion H^+ dan O^{2-}. Ion-ion tersebut selanjutnya berinteraksi membentuk ikatan yang lebih stabil sehingga menghasilkan senyawa sodium hipoklorit (NaOCl) yang berperang sebagai zat *anti fouling*. Proses pembentukan ikatan ion tersebut digambarkan secara visual pada gambar 2.2.

Reaksi elektrokimia pada proses elektrolisis air garam diawali dengan terjadinya oksidasi ion klorida (Cl^-) pada sisi anoda yang menghasilkan gas klorin (Cl_2). Gas klorin yang terbentuk selanjutnya mengalami reaksi hidrolisis dengan air sehingga menghasilkan asam hipoklorit (HOCl) dan asam klorida (HCl). Pada sisi katoda, berlangsung reaksi reduksi yang melibatkan ion natrium, di mana natrium bereaksi cepat dengan air dan menghasilkan natrium hidroksida (NaOH) serta gas hidrogen (H_2). Produk asam yang terbentuk pada anoda, yaitu HCl dan HOCl, selanjutnya bereaksi dengan basa NaOH yang dihasilkan di katoda. Reaksi tersebut menghasilkan kembali natrium klorida (NaCl) dan air, serta membentuk senyawa natrium hipoklorit (NaOCl).

Secara keseluruhan, reaksi elektrolisis air garam dapat dinyatakan sebagai konversi natrium klorida (NaCl) dan air (H_2O) melalui proses elektrolisis menjadi natrium hipoklorit (NaOCl) dan gas hidrogen (H_2). Pembuatan natrium hipoklorit dalam penelitian ini menggunakan metode klor-alkali, yaitu proses yang memanfaatkan elektrolisis larutan garam untuk menghasilkan gas klor dan natrium hidroksida. Kedua produk tersebut kemudian direaksikan sehingga terbentuk natrium hipoklorit sebagai produk akhir.

Natrium hipoklorit yang dihasilkan oleh *Marine Growth Prevention* System (MGPS) melalui proses elektrolisis selanjutnya dialirkan dan diinjeksi ke berbagai bagian sistem pendingin air laut, seperti *sea chest*, sistem *scoop*, kondensor utama, *cooler*, serta jaringan pipa pendingin. Pemberian natrium hipoklorit ini bertujuan untuk menghambat terjadinya korosi serta mencegah pertumbuhan organisme laut pada sistem pendingin. Sebelum proses elektrolisis berlangsung, air laut terlebih dahulu dialirkan melalui sistem penyaringan untuk menghilangkan kotoran dan partikel padat. Setelah melewati filter, air laut kemudian dialirkan melalui rangkaian keping elektroda yang dialiri arus listrik searah

(*direct current* / DC), sehingga memungkinkan terjadinya reaksi elektrolisis yang menghasilkan senyawa aktif natrium hipoklorit.

Besaran arus listrik yang digunakan dalam proses elektrolisis air laut dapat diatur sesuai kebutuhan, baik dari sisi nilai arus maupun interval peningkatannya hingga mencapai nilai yang telah ditentukan. Peningkatan arus dilakukan secara bertahap sampai mencapai besaran arus yang diinginkan. Pada kisaran arus antara 350 A hingga 650 A, konsentrasi klorin yang dihasilkan telah memenuhi kebutuhan operasional sistem.

c. Komponen pada *Marine Growth Prevention System*

1) *Power Control Panel*

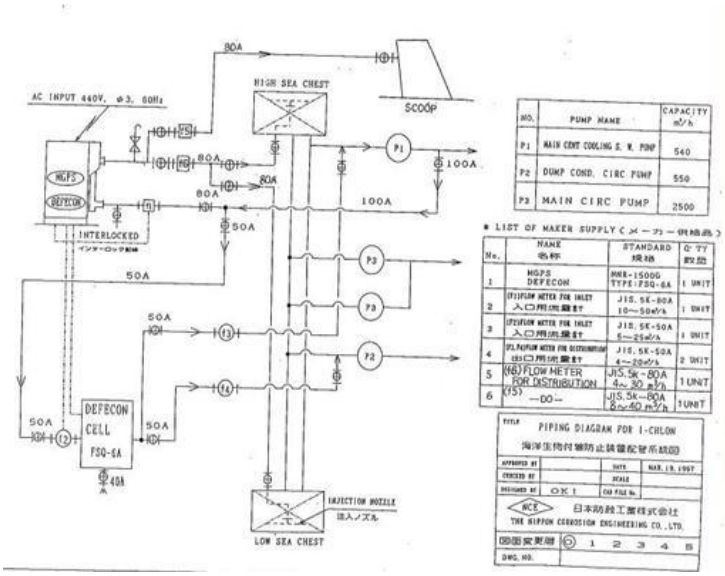
Pada komponen ini terdapat *rectifier* yang berfungsi mengonversi suplai arus bolak-balik (*alternating current/AC*) menjadi arus listrik searah (*direct current/DC*). Arus listrik hasil konversi tersebut kemudian disalurkan ke dalam rangkaian kontrol untuk mendukung proses pengoperasian sistem, termasuk fungsi *starting* dan *stopping*. Selain itu, digunakan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) atau *thyristor* yang berperan sebagai saklar sekaligus pengendali untuk mengatur besaran tegangan dan daya listrik yang dialirkan menuju *electrolytic cell*. Pengaturan ini sangat penting agar proses elektrolisis dapat berlangsung secara stabil dan sesuai dengan kebutuhan sistem.

Pengendalian tegangan yang tepat akan memastikan produksi *sodium hypochlorite* (NaClO) berjalan optimal, sehingga mampu menghambat pertumbuhan organisme laut pada sistem pendingin. Apabila tegangan terlalu rendah, proses elektrolisis menjadi tidak maksimal, sedangkan tegangan yang terlalu tinggi dapat mempercepat kerusakan pada elektroda. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan serta perawatan berkala pada komponen *rectifier* dan SCR, seperti pengecekan kestabilan tegangan, kondisi sambungan listrik, dan suhu kerja, agar kinerja sistem MGPS tetap optimal dan efisien.



Gambar 2. 1 *Power Control Panel*

Sumber : Arif, 2024 (Dokumen Pribadi)

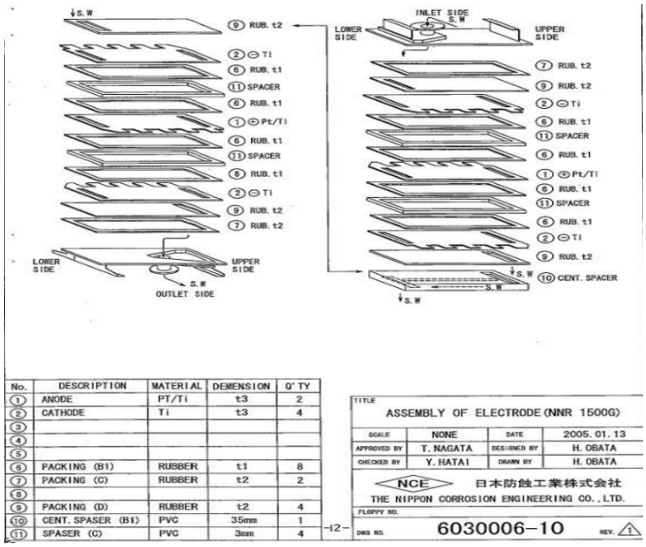


Gambar 2. 2 *Piping Diagram of MGPS*

Sumber : *The Nippon Corrosion Engineering CO,LTD.Instruction Manual For Marine Growth Preventing System*.

2) *Electrolytic cell*

Electrolytic cell terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *upper side* sebagai ruang bagian atas, *electrode cassette* yang berfungsi sebagai kepingan elektroda, dan *lower side* sebagai ruang bagian bawah. Dalam susunannya, bagian *upper side* dan *lower side* dipasang saling mengapit *electrode cassette* dalam kondisi tertutup dan terisolasi secara rapat. Konstruksi tersebut memungkinkan aliran air laut melewati kepingan elektroda secara optimal sehingga proses elektrolisis dapat berlangsung dengan efektif dalam menghasilkan natrium hipoklorit. Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai struktur *electrolytic cell*, susunannya dapat dilihat pada Gambar 2.5.



No.	DESCRIPTION	MATERIAL	DEMENSION	Q'TY
①	ANODE	PT/Ti	t3	2
②	CATHODE	Ti	t3	4
③				
④				
⑤				
⑥	PACKING (B1)	RUBBER	t1	8
⑦	PACKING (C)	RUBBER	t2	2
⑧				
⑨	PACKING (D)	RUBBER	t2	4
⑩	CENT. SPASER (B1)	PVC	35mm	1
⑪	SPASER (C)	PVC	3mm	4

TITLE: ASSEMBLY OF ELECTRODE (NNR 1500G)

SCALE	NONE	DATE	2005. 01. 13
APPROVED BY	T. NAGATA	DESIGNED BY	H. OBATA
CHECKED BY	Y. HATAI	DRAWN BY	H. OBATA

NCE 日本防蝕工業株式会社
THE NIPPON CORROSION ENGINEERING CO., LTD.
FLOPPY NO.
DWG NO. 6030006-10 REV. 1

Gambar 2. 3 Assembly of Electrode

Sumber : *(The Nippon Corrosion Engineering Co., 1998)*

3) *Cell flow indicator (*menggunakan *alternative shut down switch)*

Indikator aliran berfungsi untuk memantau dan mengendalikan debit air laut yang masuk ke dalam *electrolytic cell*. Apabila laju aliran air laut berada di bawah rentang yang ditetapkan atau melebihi batas *set value* (SV), maka *switch accessories alternative* akan aktif dan secara otomatis memutus suplai arus listrik menuju *power control* MGPS.



Gambar 2. 4 *Cell flow indikator*
Sumber : Arif, 2024 (Dokumen Pribadi)

Indikator aliran ini berfungsi untuk menunjukkan besaran debit natrium hipoklorit yang dihasilkan oleh sel elektrolitik dan selanjutnya dialirkan ke masing-masing *sea chest* serta sistem *scoop*. Informasi yang ditampilkan oleh indikator ini digunakan sebagai parameter pemantauan untuk memastikan bahwa distribusi natrium hipoklorit berlangsung secara merata dan sesuai dengan kebutuhan sistem pendingin air laut.

Pengaturan dan pemantauan aliran natrium hipoklorit yang tepat sangat penting guna menjamin efektivitas pencegahan pertumbuhan organisme laut serta meminimalkan risiko korosi pada pipa dan peralatan yang dilalui air laut. Dengan adanya indikator aliran ini, operator dapat memastikan bahwa sistem MGPS bekerja secara optimal dan sesuai dengan kondisi operasional yang telah ditetapkan.

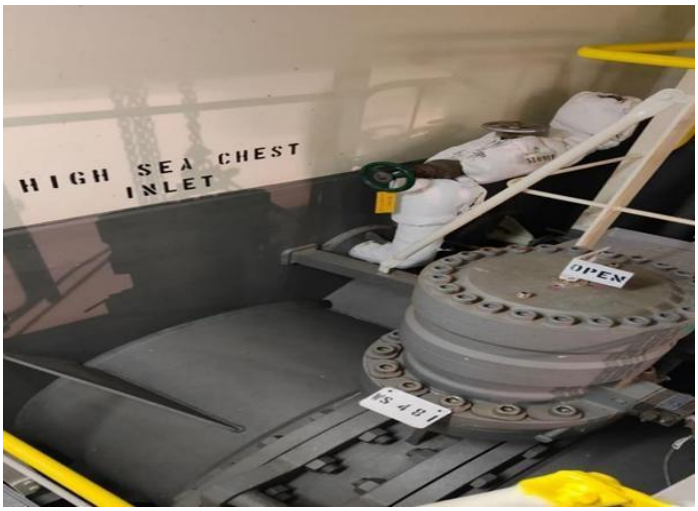


Gambar 2. 5 Distribution flow indicators

Sumber : Arif, 2024 (Dokumen Pribadi)

4) *Injection Nozzle*

Nozel injeksi berfungsi sebagai media penyaluran natrium hipoklorit ke setiap sisi *sea chest* maupun sistem *scoop* yang sedang beroperasi. Pada masing-masing *sea chest* dan *scoop* dipasang nozel injeksi yang bertugas memastikan distribusi natrium hipoklorit berlangsung secara tepat dan merata sesuai kebutuhan sistem. Nozel injeksi juga dirancang agar aliran natrium hipoklorit dapat bercampur dengan baik bersama aliran air laut yang masuk ke sistem pendingin. Kondisi nozel harus selalu diperiksa secara berkala untuk memastikan tidak terjadi penyumbatan yang dapat mengganggu kinerja MGPS.



Gambar 2. 6 *Injection Nozzle*

Sumber : Arif, 2024 (Dokumen Pribadi)

d. Prosedur Pengoperasian *Marine Growth Prevention System*

Prosedur pengoperasian *Marine Growth Prevention System* (MGPS) dimulai dengan penyediaan aliran air laut dari jaringan pipa utama sistem pendingin kapal. Air laut dialirkan melalui *flow* meter dari saluran keluar pompa air laut menuju unit MGPS untuk kemudian diolah melalui proses elektrolisis. Air laut ini dialirkan dengan laju tertentu melalui sel elektrolitik yang terdiri dari pasangan elektroda (misalnya tembaga dan aluminium) yang dialiri arus listrik DC untuk menghasilkan larutan natrium hipoklorit yang bersifat *anti-fouling*. Larutan ini kemudian dibagikan kembali ke *sea chest* dan seluruh sistem pendingin guna mencegah pertumbuhan organisme laut dan korosi pada permukaan pipa.

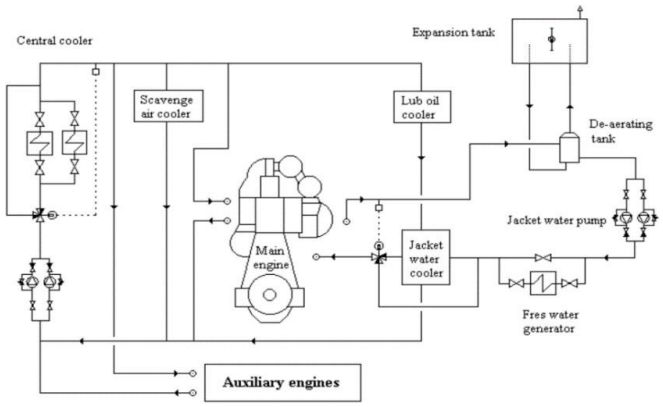
1) Pengoperasian *Marine Growth Prevention System* (MGPS) diawali dengan memastikan aliran air laut dari sistem pendingin kapal telah tersedia dan melewati unit penyaringan (*filter*) untuk menghilangkan kotoran serta partikel padat. Air laut yang telah tersaring kemudian dialirkan menuju *electrolytic cell* sebagai media utama proses elektrolisis.
2) Setelah aliran air laut dinyatakan stabil, sumber daya listrik diaktifkan dan arus listrik searah (*Direct Current* / DC) dialirkan ke sel elektrolisis. Besaran arus listrik diatur sesuai nilai yang telah ditetapkan agar proses elektrolisis berlangsung optimal dalam menghasilkan natrium hipoklorit sesuai kebutuhan operasional sistem MGPS.
3) *Natrium hipoklorit* yang dihasilkan dari proses elektrolisis selanjutnya didistribusikan melalui sistem pipa dan diinjeksi ke masing-masing *sea chest* serta sistem *scoop* menggunakan *injection nozzle*. Proses injeksi ini bertujuan untuk mencegah

pertumbuhan organisme laut serta mengurangi risiko terjadinya korosi pada sistem pendingin air laut.

4) Selama sistem beroperasi, parameter kerja MGPS seperti aliran air laut, produksi *natrium hipoklorit*, dan distribusinya dipantau melalui indikator dan panel kontrol. Apabila terjadi penyimpangan dari nilai operasi yang telah ditetapkan, sistem pengaman akan bekerja secara otomatis untuk memutus suplai arus listrik guna melindungi peralatan dari kerusakan.

3. Sistem Pendingin

Menurut Jusak Johan Handoyo (2014) dalam bukunya *Motor Diesel Penggerak Kapal Sistem Pendingin Mesin Induk*, sistem pendinginan mesin induk bekerja dengan cara memindahkan panas dari mesin menggunakan air sebagai media pendingin. Air laut dihisap melalui *sea chest* oleh pompa air laut, kemudian dialirkan melewati *strainer* untuk menyaring kotoran sebelum masuk ke *cooler*. Di dalam *cooler*, air laut berfungsi menyerap panas dari mesin, setelah itu air laut tidak digunakan kembali dan langsung dibuang ke laut. Sistem pendinginan air laut ini berperan sebagai media penyerap panas tanpa mengalami proses sirkulasi ulang.



Gambar 2. 7 *Sistem Pendingin*

Sumber: https://www.maritimeworld.web.id/2011/02/gambaran-umum-sistem-pendingin-di-kapal.htm

Sistem pendinginan terbuka merupakan sistem pendinginan yang menggunakan air laut secara langsung sebagai media penyerap panas. Setelah menjalankan fungsi pendinginan, air laut tersebut tidak disirkulasikan kembali, melainkan langsung dibuang ke laut. Pada umumnya, sistem ini memanfaatkan air laut sebagai media pendingin utama. Penggunaan air laut secara langsung memiliki beberapa dampak negatif terhadap komponen yang bersentuhan langsung dengannya, seperti mempercepat terjadinya korosi, penumpukan kotoran, serta penyempitan pada saluran pipa pendingin akibat

fouling. Karena air laut digunakan satu kali untuk menyerap panas mesin dan kemudian dibuang kembali ke laut, maka sistem ini disebut sebagai sistem pendinginan terbuka.

Sistem pendingin tertutup merupakan sistem pendinginan yang menggunakan air tawar sebagai media pendingin utama yang disirkulasikan secara terus-menerus. Sebelum dialirkan kembali ke dalam mesin, air tawar pendingin terlebih dahulu dilewatkan ke alat pemindah panas (*heat exchanger*) untuk menurunkan suhunya hingga berada pada kisaran 70°C–80°C. Proses pelepasan panas dari air tawar dilakukan dengan menggunakan air laut sebagai media pendingin sekunder. Setelah menyerap panas dari air tawar melalui *cooler*, air laut tersebut langsung dibuang ke laut. Dalam sistem ini, air tawar digunakan dalam rangkaian tertutup (*closed cooling system*) untuk mendinginkan mesin di kamar mesin, sedangkan air laut hanya berfungsi sebagai media pelepas panas melalui *cooler*.

4. Komposisi Air Laut

Marine Growth Prevention System (MGPS) menggunakan air laut sebagai media utama dalam proses kerjanya. Air laut mengandung berbagai garam mineral terlarut yang berperan penting dalam proses elektrolisis pada *electrolytic cell*. Ketika arus listrik dialirkan melalui air laut, kandungan garam tersebut mengalami reaksi elektrolisis yang menghasilkan senyawa *sodium hypochlorite* (NaClO) sebagai zat *anti-fouling* untuk menghambat pertumbuhan organisme laut pada sistem pendingin kapal. Oleh karena itu, kandungan garam, kebersihan, serta kelancaran aliran air laut sangat mempengaruhi efektivitas kerja MGPS dalam menjaga kebersihan sistem pendingin air laut (Handoyo, 2014).

Air laut merupakan larutan elektrolit alami yang mengandung padatan dan gas terlarut, dengan senyawa utama berupa natrium klorida (NaCl). Keberadaan NaCl menyebabkan air laut bersifat konduktif karena senyawa tersebut terionisasi menjadi ion natrium (Na^+) dan ion klorida (Cl^-) di dalam air, sebagaimana ditunjukkan pada reaksi: $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$. NaCl tergolong sebagai elektrolit kuat karena memiliki derajat ionisasi mendekati satu dan dapat terionisasi secara sempurna di dalam air. Sifat konduktivitas listrik air laut ini dimanfaatkan dalam sistem MGPS untuk menghasilkan senyawa aktif melalui proses elektrolisis.

Kandungan garam dalam air laut juga memengaruhi sifat fisisnya, seperti densitas, titik beku, tekanan osmotik, serta konduktivitas listrik, sedangkan sifat viskositas dan penyerapan cahaya relatif tidak dipengaruhi secara signifikan oleh salinitas. Komposisi utama garam terlarut dalam air laut terdiri dari klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%),

magnesium (4%), kalsium (1%), dan kalium (1%), sedangkan sisanya kurang dari 1% terdiri atas senyawa lain seperti bikarbonat, bromida, asam borat, stronsium, dan fluorida.

5. Endapan Kristal Garam

Endapan kristal garam merupakan hasil proses pengendapan mineral terlarut dalam air laut yang mengalami kristalisasi dan menempel pada permukaan material yang bersentuhan langsung dengan air laut. Proses ini terjadi ketika konsentrasi garam terlarut melebihi batas kelarutannya akibat perubahan kondisi fisik seperti suhu, tekanan, dan laju aliran fluida(Robinson et al., 2024).

Menurut (Adji, 2020), air laut mengandung berbagai jenis garam terlarut dengan komponen utama berupa natrium klorida (*sodium chloride* / NaCl). Ketika air laut digunakan secara terus-menerus dalam sistem pendingin kapal, mineral terlarut tersebut berpotensi membentuk endapan kristal pada permukaan pipa, *cooler*, *sea chest*, maupun komponen *Marine Growth Prevention System* (MGPS).

a. Proses Terbentuknya Endapan Kristal Garam

Proses terbentuknya endapan kristal garam pada sistem pendingin air laut terjadi akibat interaksi antara sifat fisik dan kimia air laut dengan kondisi operasional sistem. Air laut memiliki kandungan garam terlarut yang tinggi (*salinity*), sehingga ketika digunakan secara terus-menerus dalam sistem pendingin, perubahan suhu dan tekanan dapat memengaruhi kelarutan mineral terlarut. Penurunan kelarutan garam pada kondisi tertentu menyebabkan ion-ion terlarut mengalami presipitasi dan membentuk kristal yang kemudian menempel pada permukaan material logam (Tahmasebpoor et al., 2025).

Selain itu, laju aliran air laut yang tidak optimal (*low flow rate*) memungkinkan mineral terlarut berada lebih lama di dalam sistem, sehingga memperbesar peluang terbentuknya endapan kristal garam. Kondisi permukaan material yang kasar atau telah mengalami korosi (*corrosion*) juga mempercepat proses pelekatan kristal. Endapan yang terbentuk secara bertahap akan membangun lapisan yang semakin tebal dan secara visual tampak sebagai kerak garam, yang pada akhirnya dapat mengganggu aliran fluida dan menurunkan kinerja sistem pendingin air laut.

b. Endapan Kristal Garam pada Anoda MGPS

Pada Marine Growth Prevention System (MGPS), anoda berfungsi sebagai sumber pelepasan ion tembaga melalui proses elektrolisis (*electrolysis*) air laut. Permukaan anoda harus berada dalam kondisi bersih agar proses elektrokimia (*electrochemical process*) dapat berlangsung secara optimal.

Endapan kristal garam yang menempel pada permukaan anoda menyebabkan berkurangnya luas permukaan aktif anoda. Kondisi ini menghambat pelepasan ion tembaga serta menurunkan efektivitas proses elektrolisis. Akibatnya, jumlah zat *anti-fouling* (*anti-fouling agent*) yang dihasilkan menjadi tidak mencukupi untuk mencegah pertumbuhan organisme laut di dalam sistem pendingin air laut. (Muis, 2015) menyatakan bahwa endapan mineral dan *fouling* pada permukaan logam dapat menurunkan efisiensi sistem pendinginan serta mempercepat degradasi material.

c. Dampak Endapan Kristal Garam terhadap Kinerja Sistem Pendingin

Keberadaan endapan kristal garam pada sistem pendingin air laut dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap kinerja sistem. Endapan yang menempel pada dinding pipa pendingin menyebabkan terjadinya penyempitan diameter pipa (*pipe restriction*), sehingga menghambat aliran air laut dan menurunkan debit aliran (*flow rate reduction*). Kondisi tersebut berakibat pada berkurangnya kemampuan sistem dalam melakukan perpindahan panas (*heat transfer efficiency*), karena kontak antara media pendingin dan permukaan penukar panas menjadi tidak optimal. Selain itu, endapan kristal garam juga dapat mempercepat terjadinya korosi (*corrosion*) pada material logam akibat akumulasi mineral terlarut. Dampak lanjutan dari gangguan tersebut adalah meningkatnya temperatur kerja mesin induk (*engine operating temperature*), yang secara keseluruhan menurunkan kinerja sistem pendingin air laut dan berpotensi mengganggu keandalan operasional mesin kapal (Atmadja, 2010).

d. Upaya Pencegahan Endapan Kristal Garam

Upaya pencegahan terbentuknya endapan kristal garam pada sistem pendingin air laut dilakukan melalui pelaksanaan perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) secara terencana dan berkesinambungan. Kegiatan perawatan meliputi pembersihan anoda dan katoda secara berkala, pelaksanaan *blowing* untuk membuang endapan hasil elektrolisis, pemeriksaan kondisi *electrolytic cell*, pengaturan arus elektrolisis sesuai standar, serta penerapan *Planned Maintenance System* (PMS) secara konsisten. Pelaksanaan perawatan tersebut bertujuan untuk mencegah penumpukan endapan kristal garam, menjaga efektivitas proses elektrolisis, dan memastikan sistem pendingin air laut tetap bekerja secara optimal.

B. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu merupakan kajian terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan memiliki keterkaitan dengan topik penelitian yang dibahas. Kajian ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai penelitian-penelitian yang relevan, mengetahui persamaan dan perbedaannya dengan penelitian yang dilakukan, serta menunjukkan posisi dan kebaruan penelitian. Dengan adanya penelitian terdahulu, diharapkan dapat menjadi landasan dalam penyusunan penelitian mengenai peningkatan perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) untuk menunjang kinerja sistem pendingin air laut di Kapal SS. Triputra.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Penulis dan Tahun Penerbitan	Hasil
1	Penerapan MGPS (*Marine Growth Prevention System*) pada Lambung Kapal	(Dwiseitono, 2022)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa MGPS mampu menghambat pertumbuhan *marine growth* dan korosi pada sistem yang menggunakan air laut. Penerapan MGPS dapat mencegah penyumbatan saluran pipa sistem pendingin sehingga kinerja permesinan kapal tetap optimal.
2	Mengoptimalkan Perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) Guna Kelancaran Sistem Pendinginan Air Laut dan Kondensasi di Kondensor Utama	Widada, H., Tantomo, A.L., & Fauzan, R. (2022)	Penurunan kinerja MGPS disebabkan oleh pengaturan tegangan yang kurang tepat, penggunaan anoda yang melebihi umur pakai, kondisi air laut, serta kurangnya pengetahuan engineer. Upaya perbaikan dilakukan melalui perawatan sesuai *manual book*, penggantian anoda, dan peningkatan kompetensi awak mesin.
3	Optimalisasi Pemasangan MGPS di KRI untuk Mempertahankan Kondisi Sistem Air Laut	Putra, H., Delano, A., & Supriady, F. (2024)	Penelitian menunjukkan bahwa MGPS berperan penting dalam mengurangi korosi dan pertumbuhan organisme laut pada sistem perpipaan air laut. Pemasangan dan perawatan yang tepat mampu memperpanjang

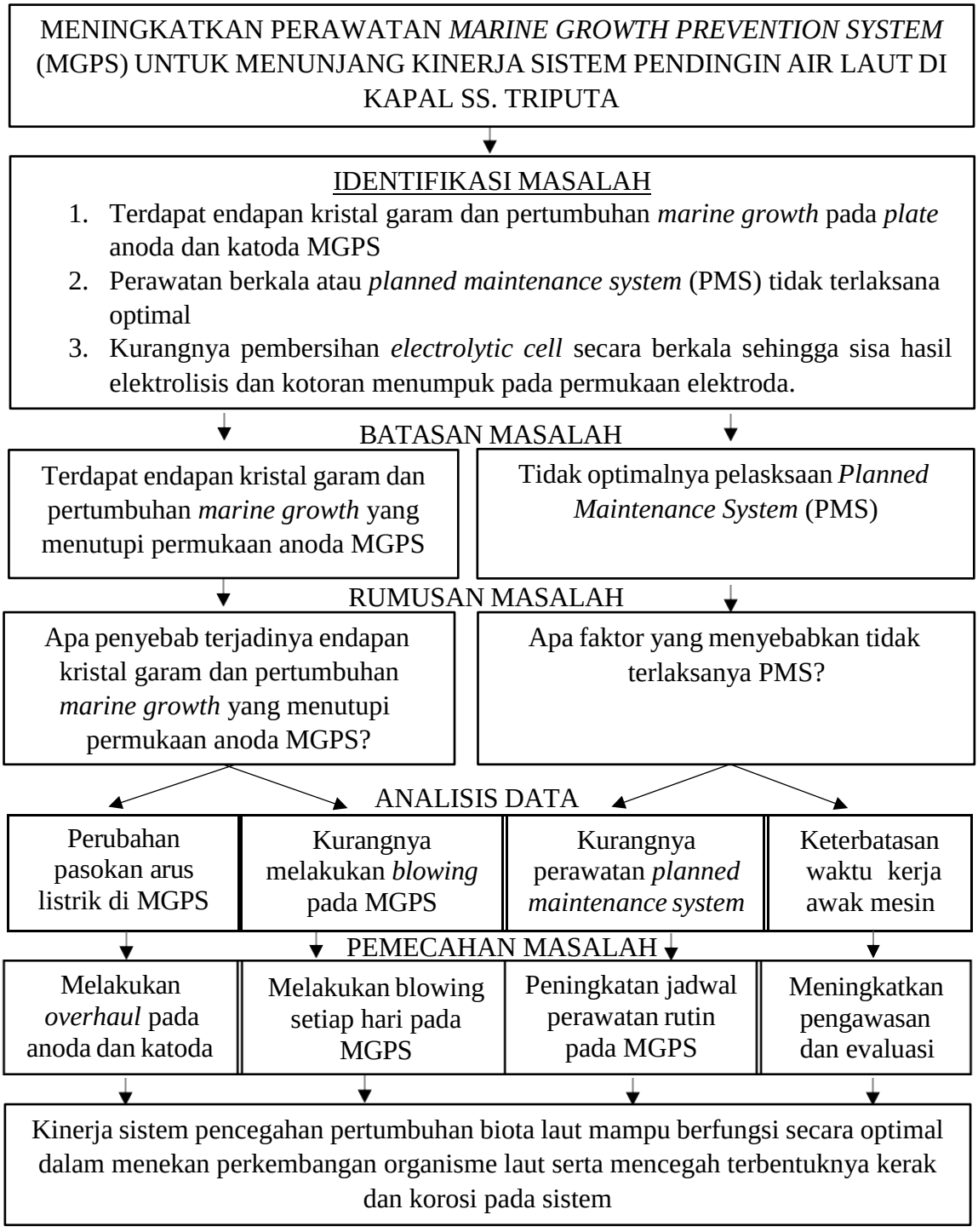
			usia pakai peralatan sistem pendingin kapal.
4	Analisis Penyebab Kegagalan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) untuk Sistem Pendingin Air Laut Pada Kapal	Kawandoda, Y.K., Hariyanto, S., Klara, S., & Alwi, M.R. (2024)	Hasil analisis FMEA dan *Fishbone* menunjukkan bahwa korosi pada anoda serta kesalahan pengoperasian menjadi faktor utama penyebab kegagalan MGPS. Faktor tersebut menyebabkan menurunnya efektivitas sistem pendingin air laut pada kapal.
5	Penanganan *Marine Growth Prevention System* Guna Memperlambat Laju Korosi Pada Sistem Pipa Pendingin Air Laut di MT. Gas Dream	Muaffak Salam Maulana Nurdin, Ali Muktar Sitompul, dan Pritha Kurniasih (2024)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlambatan aliran air laut pada sistem MGPS dapat mengurangi efektivitas pencegahan korosi dan pertumbuhan organisme laut pada pipa pendingin. Penanganan yang dilakukan melalui perawatan komponen MGPS, pengawasan aliran air laut, serta pelaksanaan perawatan berkala terbukti dapat meningkatkan kinerja sistem pendingin air laut dan memperlambat laju korosi pada perpipaan kapal.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dipaparkan, dapat diketahui bahwa *Marine Growth Prevention System* (MGPS) memiliki peran penting dalam mencegah pertumbuhan organisme laut, korosi, dan penyumbatan pada sistem pendingin air laut kapal. Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas penerapan MGPS, faktor penyebab kegagalan sistem, dan optimalisasi perawatan secara umum. Adapun penelitian ini berfokus pada peningkatan perawatan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) untuk menunjang kinerja sistem pendingin air laut di kapal SS. Triputra, khususnya terkait permasalahan endapan kristal garam pada anoda dan katoda serta belum optimalnya pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS). Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan keandalan dan efektivitas pengoperasian MGPS di kapal.

C. KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran ini menempatkan *Marine Growth Prevention System* (MGPS) sebagai sistem utama dalam menunjang kinerja sistem pendingin air laut di kapal SS. Triputra. Kerangka ini menggambarkan hubungan antara kondisi MGPS dan pelaksanaan PMS terhadap efektivitas sistem pendingin air laut.

Gambar 2.10 Bagan Kerangka Pemikiran



BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai permasalahan pada sistem *Marine Growth Prevention System* (MGPS) di kapal SS. Triputra melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat kristal garam atau *marine growth* menumpuk dan menutupi permukaaan pada *plate* anoda dan katoda MGPS

   Disebabkan oleh adanya indikasi gangguan pada sistem, yaitu ketidaksesuaian antara peningkatan tegangan dengan arus listrik yang dihasilkan. Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut, diketahui bahwa penyebab utama bukan berasal dari sistem kelistrikan, melainkan dari adanya endapan kerak yang menutupi permukaan elektroda. Penumpukan tersebut terjadi akibat masuknya kotoran dan organisme laut melalui aliran air laut serta tidak optimalnya proses pembersihan komponen. Kondisi ini menyebabkan terganggunya proses elektrolisis, sehingga produksi sodium *hypochlorite* sebagai zat *anti-fouling* tidak berjalan maksimal dan berdampak pada menurunnya kinerja sistem MGPS secara keseluruhan.
2. Tidak optimalnya pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) pada MGPS

   Disebabkan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, di antaranya keterbatasan waktu kerja awak mesin yang lebih difokuskan pada perawatan peralatan utama kapal, kurangnya disiplin dalam menjalankan jadwal perawatan, serta belum optimalnya pengawasan dan pencatatan kegiatan perawatan. Akibatnya, beberapa kegiatan penting seperti pembersihan elektroda, pemeriksaan *electrolytic cell*, dan pengecekan parameter sistem tidak dilakukan secara rutin. Kondisi ini secara tidak langsung mempercepat terjadinya penumpukan kerak pada komponen MGPS serta menurunkan efisiensi kerja sistem dalam jangka waktu tertentu.

B. SARAN

1. Meningkatkan pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) secara disiplin dan terjadwal

   Perawatan terhadap sistem MGPS perlu dilaksanakan secara konsisten sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dalam *manual book*. Setiap komponen utama seperti *electrolytic cell*, *plate* anoda dan katoda, serta sistem distribusi harus diperiksa dan dibersihkan secara berkala. Selain itu, diperlukan peningkatan pengawasan dari perwira mesin untuk memastikan seluruh kegiatan perawatan berjalan sesuai prosedur. Dengan pelaksanaan PMS yang optimal, penumpukan kerak (*scale*), kristal garam, serta kotoran yang berasal dari air laut dapat dicegah sejak dini. Hal ini akan menjaga kelancaran proses elektrolisis, sehingga produksi *sodium hypochlorite* tetap stabil dan kinerja MGPS dalam mencegah pertumbuhan organisme laut dapat berjalan secara maksimal.
2. Melaksanakan perawatan teknis dan *monitoring* sistem MGPS secara rutin

   Untuk menjaga kinerja sistem tetap optimal, perlu dilakukan perawatan teknis secara rutin, seperti pembersihan elektroda, penerapan metode *blowing* harian, serta *backwash* secara berkala sesuai kondisi operasional kapal. Selain itu, *monitoring* terhadap parameter penting seperti arus listrik, tegangan, dan aliran air laut perlu dilakukan secara terus-menerus dan dicatat dalam *log book*. Pencatatan ini berfungsi sebagai bahan evaluasi untuk mendeteksi lebih awal apabila terjadi penurunan kinerja sistem. Dengan adanya perawatan teknis yang teratur dan *monitoring* yang baik, potensi terjadinya penumpukan kristal garam, gangguan elektrolisis, serta kerusakan komponen dapat diminimalkan, sehingga sistem MGPS dapat beroperasi dengan lebih efektif dan berkelanjutan. elektrolisis, sehingga produksi *sodium hypochlorite* tetap stabil dan kinerja MGPS dalam mencegah pertumbuhan organisme laut dapat berjalan secara maksimal.
3. Melaksanakan perawatan teknis dan *monitoring* sistem MGPS secara rutin

   Untuk menjaga kinerja sistem tetap optimal, perlu dilakukan perawatan teknis secara rutin, seperti pembersihan elektroda, penerapan metode *blowing* harian, serta *backwash* secara berkala sesuai kondisi operasional kapal. Selain itu, *monitoring* terhadap parameter penting seperti arus listrik, tegangan, dan aliran air laut perlu dilakukan secara terus-menerus dan dicatat dalam *log book*.

DAFTAR PUSTAKA

Adji, S. (2020). *Analisis penyebab timbulnya kristal-kristal sodium hypochlorite (NaClO) pada zinc anoda dan katoda MGPS guna mendukung kinerja sistem pendingin air laut di kapal VLGC Pertamina Gas 2*.

Astriawati, N., & Wibowo, A. (2020). *Analisis sistem pencegahan pertumbuhan biota laut pada kapal*.

Atmadja, S. T. (2010). Pengendalian korosi pada sistem pendingin menggunakan penambahan zat inhibitor. *ROTASI*, *12*(2), 7–13.

Desamen Simatupang, H., Pratama, H., Ridwan, M., & Supardi. (2022). Upaya meningkatkan kinerja pada marine growth prevention system (MGPS) untuk kelancaran pada sistem pendinginan air laut dan kondensasi di kondensasi utama pada kapal LNG Ekaputra. *Meteor STIP Marunda*.

Dwiseitono, T. A. F. (2022). *Penerapan MGPS (marine growth prevention system) pada lambung kapal*. Hexagon.

Handoyo, J. (2014). *Motor diesel penggerak kapal: Sistem pendingin mesin induk*.

Hewitt, C. L., Campbell, M. L., & Thresher, R. E. (2025). Copper ion threshold concentrations for antifouling efficacy in seawater cooling systems. *Biofouling*, *41*(1), 45–58.

Hopkins, G. A., Georgiades, E. T., & Growcott, A. (2023). Periodic flow disruption as a management strategy to reduce marine biofouling accumulation on ship hull and seawater systems. *Ocean Engineering, 278*.

Kuncoro, B. L. (2020). *Analisis menurunnya kinerja marine growth prevention system (MGPS) terhadap sistem pendingin air laut di MV Tanto Nusantara*.

Muis, S. (2015). *Teori keandalan dan mekanisme korosi*. Graha Ilmu.

Robinson, P., Nguyen, T., & Park, S. (2024). Electrochemical scaling mechanisms on cathodic surfaces in marine electrolysis systems. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, *952*.

Sidiq, M. F. (2013). Analisa korosi dan pengendaliannya. *Jurnal Foundry*, *3*(1).

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (Dr. Ir. Sutopo, Ed.; Kedua).

Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Alfabeta.

Susilowati, S., & Sumardiyanto. (2018). Penerapan marine growth prevention system (MGPS) pada pengoperasian kapal untuk menghambat laju pertumbuhan biota laut. *Jurnal Teknologi*, *10*(2), 95–102.

Tahmasebpoor, M., Moshiri, F., & Rezaei, M. (2025). Biofilm-induced mineral scaling interactions on metallic electrode surfaces in seawater electrolysis. *Corrosion Science, 230*.

The Nippon Corrosion Engineering Co., Ltd. (1998). *Instruction manual of marine growth prevention system and Fe-Ion generating system NNR-1500G*.

Kawandoda, Y. K., Hariyanto, S., Klara, S., & Alwi, M. R. (2024). Analisis penyebab kegagalan Marine Growth Prevention System (MGPS) untuk sistem pendingin air laut pada kapal. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan.

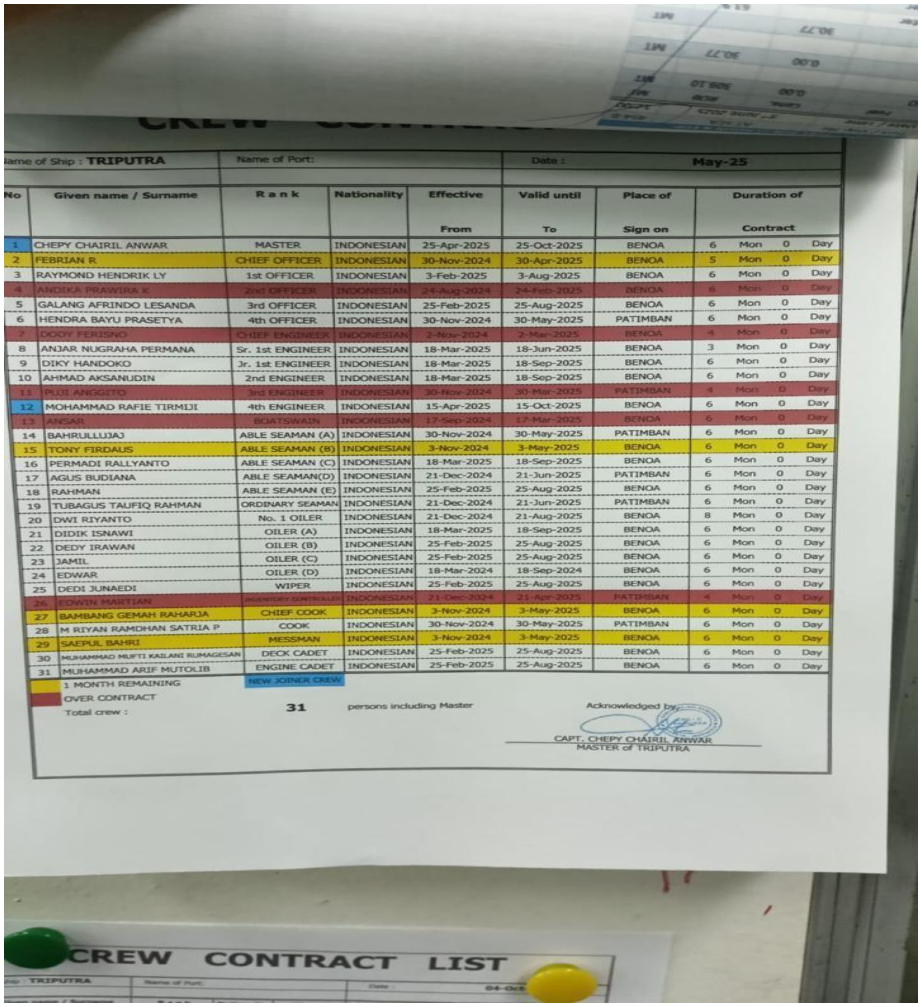
Nurdin, M. S. M., Sitompul, A. M., & Kurniasih, P. (2024). Penanganan Marine Growth Prevention System guna memperlambat laju korosi pada sistem pipa pendingin air laut di MT. Gas Dream. Indonesian Journal of Marine Engineering.

Risdianto, I., Putra, H., Delano, A., & Supriady, F. (2024). Optimalisasi pemasangan MGPS di KRI untuk mempertahankan kondisi sistem air laut. Saintek: Jurnal Sains Teknologi dan Profesi Akademi Angkatan Laut, 17(1), 51–60.

Widada, H., Tantomo, A. L., & Fauzan, R. (2022). Mengoptimalkan perawatan Marine Growth Prevention System (MGPS) guna kelancaran sistem pendinginan air laut dan kondensasi di kondensor utama. E-Journal Marine Inside, 4(2).

LAMPIRAN

Lampiran 1. ***Crew List***



Name of Ship : TRIPUTRA | Name of Port: | Date : May-25

No	Given name / Surname	Rank	Nationality	Effective From	Valid until To	Place of Sign on	Duration of Contract
1	CHEPY CHAIRIL ANWAR	MASTER	INDONESIAN	25-Apr-2025	25-Oct-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
2	FEBRIAN R	CHIEF OFFICER	INDONESIAN	30-Nov-2024	30-Apr-2025	BENOA	5 Mon 0 Day
3	RAYMOND HENDRIK LY	1st OFFICER	INDONESIAN	3-Feb-2025	3-Aug-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
4	ANDIKA PRAWIRA K	2nd OFFICER	INDONESIAN	24-Aug-2024	24-Feb-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
5	GALANG AFRINDO LESANDA	3rd OFFICER	INDONESIAN	25-Feb-2025	25-Aug-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
6	HENDRA BAYU PRASETYA	4th OFFICER	INDONESIAN	30-Nov-2024	30-May-2025	PATIMBAN	6 Mon 0 Day
7	DODY TRISNO	CHIEF ENGINEER	INDONESIAN	2-Nov-2024	2-Mar-2025	BENOA	4 Mon 0 Day
8	ANJAR NUGRAHA PERMANA	Sr. 1st ENGINEER	INDONESIAN	18-Mar-2025	18-Jun-2025	BENOA	3 Mon 0 Day
9	DIKY HANDOKO	Jr. 1st ENGINEER	INDONESIAN	18-Mar-2025	18-Sep-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
10	AHMAD AKSANUDIN	2nd ENGINEER	INDONESIAN	18-Mar-2025	18-Sep-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
11	PUJI ANGGITO	3rd ENGINEER	INDONESIAN	30-Nov-2024	30-Mar-2025	PATIMBAN	4 Mon 0 Day
12	MOHAMMAD RAFIE TIRMIJI	4th ENGINEER	INDONESIAN	15-Apr-2025	15-Oct-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
13	ANSAR	BOATSWAIN	INDONESIAN	17-Sep-2024	17-Mar-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
14	BAHRULLUJAJ	ABLE SEAMAN (A)	INDONESIAN	30-Nov-2024	30-May-2025	PATIMBAN	6 Mon 0 Day
15	TONY FIRDAUS	ABLE SEAMAN (B)	INDONESIAN	3-Nov-2024	3-May-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
16	PERMADI RALLYANTO	ABLE SEAMAN (C)	INDONESIAN	18-Mar-2025	18-Sep-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
17	AGUS BUDIANA	ABLE SEAMAN(D)	INDONESIAN	21-Dec-2024	21-Jun-2025	PATIMBAN	6 Mon 0 Day
18	RAHMAN	ABLE SEAMAN (E)	INDONESIAN	25-Feb-2025	25-Aug-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
19	TUBAGUS TAUFIQ RAHMAN	ORDINARY SEAMAN	INDONESIAN	21-Dec-2024	21-Jun-2025	PATIMBAN	6 Mon 0 Day
20	DWI RIYANTO	No. 1 OILER	INDONESIAN	21-Dec-2024	21-Aug-2025	BENOA	8 Mon 0 Day
21	DIDIK ISNAWI	OILER (A)	INDONESIAN	18-Mar-2025	18-Sep-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
22	DEDY IRAWAN	OILER (B)	INDONESIAN	25-Feb-2025	25-Aug-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
23	JAMIL	OILER (C)	INDONESIAN	25-Feb-2025	25-Aug-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
24	EDWAR	OILER (D)	INDONESIAN	18-Mar-2024	18-Sep-2024	BENOA	6 Mon 0 Day
25	DEDI JUNAEDI	WIPER	INDONESIAN	25-Feb-2025	25-Aug-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
26	EDWIN MARTIAN	WIPER (TRAINEE)	INDONESIAN	21-Dec-2024	21-Apr-2025	PATIMBAN	4 Mon 0 Day
27	BAMBANG GEMAH RAHARJA	CHIEF COOK	INDONESIAN	3-Nov-2024	3-May-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
28	M RIYAN RAMDHAN SATRIA P	COOK	INDONESIAN	30-Nov-2024	30-May-2025	PATIMBAN	6 Mon 0 Day
29	SAEPUL BAHRI	MESSMAN	INDONESIAN	3-Nov-2024	3-May-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
30	MUHAMMAD MUFTI KALANI RUMAGESAN	DECK CADET	INDONESIAN	25-Feb-2025	25-Aug-2025	BENOA	6 Mon 0 Day
31	MUHAMMAD ARIF MUTOLIB	ENGINE CADET	INDONESIAN	25-Feb-2025	25-Aug-2025	BENOA	6 Mon 0 Day

1 MONTH REMAINING
OVER CONTRACT
NEW JOINER CREW

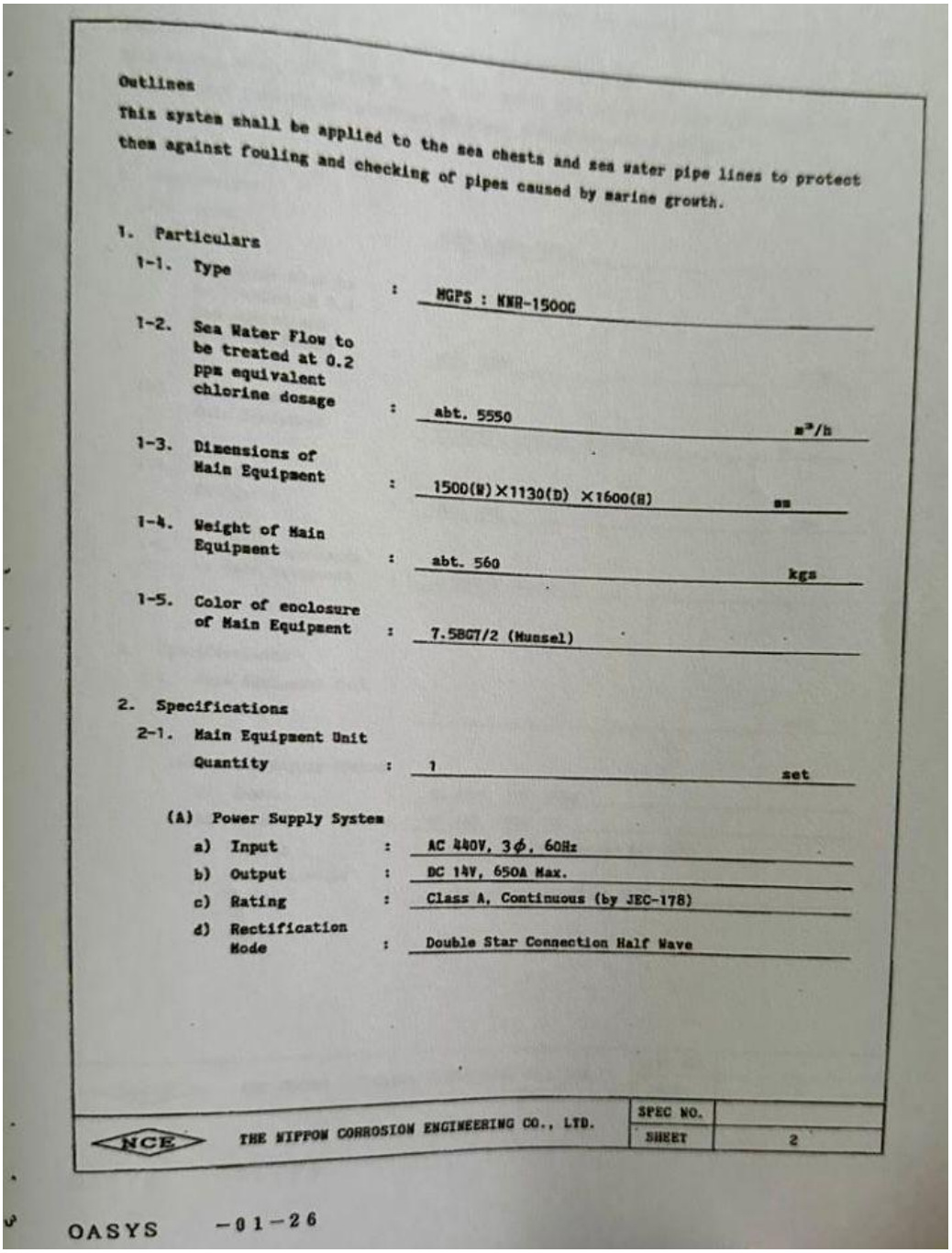
Total crew : 31 persons including Master

Acknowledged by:

CAPT. CHEPY CHAIRIL ANWAR
MASTER of TRIPUTRA

CREW CONTRACT LIST

Lampiran 2. Spesifikasi instalasi *Marine Growth Prevention System*



Outlines

This system shall be applied to the sea chests and sea water pipe lines to protect them against fouling and checking of pipes caused by marine growth.

1. Particulars

1-1. Type	:	MGPS : MNR-1500G	
1-2. Sea Water Flow to be treated at 0.2 ppm equivalent chlorine dosage	:	abt. 5550	m^3/h
1-3. Dimensions of Main Equipment	:	1500(W)×1130(D) ×1600(H)	mm
1-4. Weight of Main Equipment	:	abt. 560	kgs
1-5. Color of enclosure of Main Equipment	:	7.5BG7/2 (Munsel)	

2. Specifications

2-1. Main Equipment Unit Quantity	:	1	set
(A) Power Supply System			
a) Input	:	AC 440V, 3ϕ, 60Hz	
b) Output	:	DC 14V, 650A Max.	
c) Rating	:	Class A, Continuous (by JEC-178)	
d) Rectification Mode	:	Double Star Connection Half Wave	

NCE THE NIPPON CORROSION ENGINEERING CO., LTD. | SPEC NO. | SHEET 2

OASYS -01-26

Lampiran 3. Kapal SS Triputra



Lampiran 4. MGPS Kapal Triputra



Lampiran 5. *Ships Particular*

Vessel Name	TRIPUTRA	
Owner	PT. BHASKARA INTI SAMUDERA	
Flag	INDONESIA	
Port of Registry	JAKARTA	
Official Number	2016 Pst No. 9225/L	
IMO Number	9187356	
Call Sign	Y B L D 2	
Hull Number	NKK S.No. 192	
MMSI Number	525020429	
Contact Details	Mobile Phone	+62-811-1311-363
	Tel (VSAT Phone)	+65-3159-3379
	Tel (Inmarsat-FB500)	+870-773-242-821
	Telex (Inm.-C)	452-503-596
	email	triputra@humolco.net
Iridium Mobile Bridge	Tel	881-623-491-408
	Data	-
Iridium ECR	Tel	-
Ship Manager	PT. HUMOLCO LNG INDONESIA	
Time Charterer	International Voyage	
Trading Area	International Voyage	
Classification Society	Class NK	
BV Register Number	Class NK Classification Number 002257	
Class Notation	NK NS* (Tanker, Liquefied Gases-Maximum Pressure 0.025MPa and Minimum Temperature -163°C Type 2G) (HAS) MNS* (M0)	
Type of Vessel	Gas Carrier (LNG Tanker)	
Cargo Tank Type	GTT MARK III Membrane Tanks	
Builder	Tsu Works, NKK Corporation (Universal Shipyard)	
Built in	Tsu, Japan	
Date Building Contract	4th December 1997	
Date Keel Laying	16th February 1999	
Date Launching	2nd July 1999	
Date Delivery	24th October 2000	
LOA	151.03 m	
LBP	143.50 m	
Breadth, moulded	28.00 m	
Depth, moulded	16.00 m (to Upp. Deck) 12.57 m (to Aft Sunken Deck)	
Summer Draft (Ext.)	7.060 m	
Design Draft (Mld.)	7.00 m	
Scantling Draft (Mld.)	7.50 m	
Min. Draft Fwd	5.31 m	
Min. Draft Aft for propeller full immersion	5.57 m	
Height above Keel - Air Draft	47.40 m - 40.34 m (@summer draft)	
International G/T	20,017 Ton	
International N/T	6,005 Ton	
Suez Canal G/T	21,056.09 Ton	
Suez Canal N/T	15,211.88 Ton	
Suez Canal SCID	-	
Light Ship	8,302 Ton	
Freeboard Deck	8.94 m (@ summer draft)	
Freeboard Depth	7.060 m (summer draft)	
Keelplate Thickness	15.5 mm	
Type of Freeboard	Summer Freeboard	
Cruising Range	abt 5,000 N.m (Based on speed 16.5 Kts without boil-off gas burning)	
Max. Allowable Non-visibility Length	85 m (Fore Visibility) 17 m (Aft Visibility)	
Deadweight	Summer DWT	12,493 MT
	Design DWT	12,353 MT
Displacement	Summer Draft	20,795 MT
	Design Draft	20,588 MT
	Normal Ballast	16,746 MT
Cargo Tank Capacity (excluding dome)	100%	23,014.680 m3
	98.0%	22,554.386 m3
	No.1	6,275.895 m3
	No.2	8,370.650 m3
	No.3	8,368.135 m3
	No.4	N/A
	No.5	N/A
	Total	23,014.680 m3
Tank Capacity	Water Ballast	9,592 m3
	F.O. (98%)	2,744 m3
	DO/GO (98%)	331 m3
	Fresh Water	114 m3
	Drink Water	66 m3
	Unstored Water	82 m3

Main Generator Engine	Type MCR NCR	Mitsubishi MS 12-2, 2 cyl. Cross Compound Impulse Turbine 7,796 kW x 133 RPM 7,796 kW x 133 RPM
Aux. Boiler	Main Boiler Type	Mitsubishi Marine Boiler MB-2SE Max Evaporation : 21 tons / hr x 2 Sets
Main Generator	Maker : ABB	Turbine Generator 1,300 KW x 450 V x 1 Set Diesel Generator 1,300 KW x 450 V x 2 Sets
Emergency Diesel Generator	MAN Diesel Engine Type : D2866TF	189 KW x 450 V
Gas Combustion Unit (GCU)	GCU Type	GIN 2000 - 0.3 BUFD. Smit Sinus Gas System BV (LNG VAPORIZER)
Service Speed	Laden (NCR.) Ballast (NCR.)	10.0 Kts 10.0 Kts
Propeller	1 x Fixed Propeller	5 Bladed, Solid highly skewed type (35° skew), Right handed 5,200 mm (dia.) x 4,034 mm (pitch) x 1 Set
Steering Gear	Type	RAM TYPE, 4 Cylinder, AUTO ISOLATE, for 06/1V-FH28-MK
Reduction Gear Box	Type	1st REDUCTION : H.P. SLIDE & L.P. SLIDE 2nd REDUCTION : H.P. SLIDE & L.P. SLIDE
Mooring & Anchoring Equipment	Windlass Type	Combined Windlass / Mooring Winch Open Gear Type Electro Hydraulic 219.7 kN (22.4 ton) x 0.15 mtr/sec. (9 mtr/min) x 2 Sets
	Mooring Winches Type	Open Gear Type 147.1 kN x 0.25 mtr/sec. (15 mtr/min) x 4 Sets
	Air Capstan	1 set (Aft Sunken Deck (Port Part))
	Mooring Ropes	Galvanized Steel Wire Rope - 35.5 mm dia.x 260 mtr x 8 Sets Galvanized Steel Wire Rope - 35.5 mm dia.x 220 mtr x 4 Sets
	Mooring Tails	CE Compound Tail Rope Polypropylene and Polyester Composite Yarn Yellow Colour 8-strand 70 mm dia x 11 mtr , 70.7 kg x 12 Sets
	Shackle	Kenter Shackle - 48 kg x 25 Sets (2 Sets Spare) Anchor Shackle - 120 kg x 3 Sets (1 Set Spare)
	Fire Wire	Galvanized Steel Wire Rope - 31.5 mm dia x 120 mtr
	Anchor	Cast Steel, Stockless / 7,800 kg x 2 Sets (P) 11 Shackles, (S) 12 Shackles
	Anchor Cable	Flush Butt Welded (Grade 3) - 68 mm dia / total length 632.5 mtr
Lifting Equipment	Provision Crane	Electric Type - 29.4 kN x 0.17 mtr/sec (10 mtr/min) x 2 Sets
	Hose Handling Crane	Electro Hydraulic Type - 49 kN x 0.17 mtr/sec (10 mtr/min) x 1 Set
	Cargo Compressor and Motor Room Maintenance Crane	N/A
	Fwd. Maintenance Crane	N/A
Cargo & Regas Machinery	Cargo Pump	850 m3/hr x 130 m total head x 6 Sets
	Spray Pump	20 m3/hr x 130 m total head x 3 Sets
	Small Regas Feed Pump	N/A
	H/D Compressor	6,400 m3/hr x 196 (del) / 105 (suc) kPaA x 2 Sets
	L/D Compressor	2,400 m3/hr x 196 (del) / 103 (suc) kPaA x 1 Set
	H/D Heater	abt. 3,910,000 kJ / hr x 1 Set
	H/P Compressor	N/A
	Regas FG Heater	N/A
	Recondenser / Suction Drum	N/A
	Sea Water Heater for Regas	N/A
	HP Vaporizer	N/A
	Regas heating water pump	N/A
	Trim Heater	N/A
	Metering System	Custody Transfer Measurement System (FOXBORO)
	Roll-over prevention system	N/A
	High Integrity Pressure Protection System (HIPPS)	N/A
	Ballast Water Treatment	N/A
	Small HP Pump	N/A
	HP Pump	N/A
	LNG Vaporiser	abt. 5,100,000 kJ / hr x 1 Set
	LNG Forcing Vaporizer	N/A
	N2 Generator	60 Nm3/hr x 2 Sets
	IG Generator	2,000 Nm3/hr x 30 KPaG (del) x 1 Set
Ballast Handling	Ballast Pump	Vertical Centrifugal Elect. Motor - 1,000 m3/hr x 30 M x 2 Sets
	Small Ballast Pump	N/A
Fire Pumps & Water Spray Pump	Bilge, Fire & G.S. Pump	Vertical Centrifugal Electric Motor - 130/85 m3/hr x 30/100 M x 1 Set
	Fire Pump	Vertical Centrifugal Electric Motor - 130/85 m3/hr x 30/100 M x 1 Set
	Emergency Fire Pump	Vertical Centrifugal Electric Motor - 72 m3/hr x 100 M x 1 Set
	Water Spray Pump	Vertical Centrifugal Electric Motor - 3.15 m3/hr x 1 Set
Lifesaving	Lifeboat-Rescue Boat	36 Persons (Starboard Lifeboat)
	Lifeboat	36 Persons (Port Lifeboat)
	Life Raft	20 Persons x 4 Sets (2 Sets each at Port & Stbd near Lifeboat) 6 Persons x 1 Set (Fore Station)
	Lifesaving Capacity	36 Persons
Cabin	Accommodation	31 Cabins (Capacity 36 Persons)

Lampiran 6. Wawancara dengan Masinis

Hari/Tanggal : Sabtu, 22 Maret 2025

Waktu : 20.30 Waktu kapal

Tempat : Engine control room

Narasumber : Masinis 3

Pewawancara : Muhammad Arif Mutolib (Cadet)

Cadet : Selamat malam bas, saya izin bertanya terkait gangguan yang terjadi pada MGPS kemarin?

Masinis 3 : Malam det, silahkan.

Cadet : Awalnya itu gimana ya bas sampai alarm MGPS bunyi?

Masinis 3 : Jadi waktu kapal jalan dari Benoa ke Bontang, kita pindah aliran pendingin dari high sea chest ke low sea chest. Pas itu tiba-tiba alarm abnormal trip control sama power supply failure muncul di panel MGPS.

Cadet : Terus waktu alarm itu muncul, langkah pertama yang bas lakukan apa?

Masinis 3 : Langsung dicek det. Mulai dari panel kontrol, arus dan tegangan output, sampai ke bagian electrolytic cell.

Cadet : Pas dicek ada yang tidak normal kah bas?

Masinis 3 : Ada, Jarum ampere di panel nggak nunjukkin nilai normal walaupun output dinaikkan. Makanya kita curiga ada masalah di sistem.

Cadet : Setelah itu ditemukan apa bas?

Masinis 3 : Pas buka dan cek anoda sama katoda, ternyata banyak endapan kristal putih sodium hypochlorite yang nempel. Endapan itu nutup sebagian permukaan elektroda jadi proses elektrolisisnya gak maksimal.

Cadet : Kalau begitu pengaruhnya ke MGPS bagaimana bas?

Masinis 3 : Kinerja MGPS jadi turun. Produksi zat untuk mencegah pertumbuhan biota laut nggak optimal lagi.

Cadet : Selain endapan itu ada masalah lain juga bas?

Masinis 3 : Iya det. Waktu cek jalur pipa, ditemukan juga korosi di pipa output MGPS. Korosinya sudah cukup parah sampai menyebabkan kebocoran.

Cadet : Apa penyebabnya bas?

Masinis 3 : Kemungkinan karena perawatannya kurang maksimal. Pembersihan anoda, katoda, sama pengecekan komponen MGPS tidak dilakukan sesuai jadwal PMS, jadi endapan sama korosi makin lama makin banyak.

Cadet : Berarti untuk perawatan MGPS sudah ada jadwalnya ya bas?

Masinis 3 : Iya det, sudah ada. Semua pekerjaan perawatan MGPS sudah tercantum di Planned Maintenance System (PMS). Di situ ada jadwal pembersihan anoda dan katoda, pemeriksaan pipa, pengecekan arus dan tegangan, sampai inspeksi komponen lainnya.

Cadet : Kalau kondisi kemarin, apakah perawatannya sudah sesuai dengan jadwal PMS bas?

Masinis 3 : Belum sepenuhnya det. Ada beberapa pekerjaan perawatan yang terlambat dilakukan karena menyesuaikan kondisi operasional kapal. Akibatnya endapan pada elektroda tidak segera dibersihkan dan kondisi pipa juga tidak terpantau secara maksimal.

Cadet : Jadi keterlambatan pelaksanaan PMS itu berpengaruh terhadap kerusakan MGPS ya bas?

Masinis 3 : Betul det. Kalau perawatan sesuai jadwal PMS dilakukan secara rutin, endapan bisa dibersihkan lebih awal dan kondisi pipa bisa diketahui sebelum terjadi korosi yang parah. Jadi kerusakan seperti kemarin sebenarnya bisa diminimalkan.

Cadet : Menurut bas, apa yang harus dilakukan supaya kejadian seperti ini nggak terulang?

Masinis 3 : Yang paling penting perawatan rutin sesuai PMS. Anoda dan katoda harus rutin dibersihkan, kondisi pipa juga harus sering dicek supaya tanda-tanda kerusakan bisa ketahuan lebih awal.

Cadet : Siap bas, makasih banyak atas informasinya.

Masinis 3 : Sama-sama det.

Lampiran 7. Foto bersama semua kru



Lampiran 8. ***Pengajuan Judul Skripsi***

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA

PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI

Nama : MUHAMMAD ARIF MUTOLIB
N R P : 565221680
Bidang Keahlian : TEKNIKA
Semester : VII

Mengajukan Judul Skripsi Sebagai Berikut :

A. Judul :
MENINGKATKAN PERAWATAN *MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM* (MGPS) UNTUK MENUNJANG KINERJA SISTEM PENDINGIN AIR LAUT DI KAPAL SS. TRIPUTRA

B. Masalah Pokok :
1. Adanya endapan kristal garam dan pertumbuhan marine growt
2. Tidak dilakukan PMS pada sistem MGPS
3. Terjadinya kebocoran pada pipa output MGPS

C. Pendekatan Pemecahan Masalah :
1. Membersihkan dan melakukan overhaul pada plate anoda-katoda
2. Menerapkan PMS pada sistem MGPS
3. Melakukan penggantian dan perbaikan pipa output MGPS

Menyetujui, **Jakarta, 18 November 2025**

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping	Penulis,
(P.DWIKORA SIMANJUNTAK, MM)	**(IMAM FAHRUDDIN,S.SI.,M.SC)**	**(MUHAMMAD ARIF MUTOLIB)**
Pembina Utama Muda (IV/c)	**Penata Tk.I (III/d)**	**NRP. 565.221.680**
NIP. 19640906 199903 1 001	**NIP. 19881120 201503 1 001**	

Mengetahui :
KETUA JURUSAN TEKNIKA

(Dr. MARKUS YANDO, S.Si.T., M.M.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

FM.UK.22.028/R.1

Lampiran 9. Lembar Konsul Skripsi Pembimbing 1

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA

PEMBIMBING I : PARGAULAN DWIKORA SIMANJUNTAK, S. Si. T., MM

JUDUL SKRIPSI : PENINGKATAN KINERJA *MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM* (MGPS) *& FE-ION GENERATOR* UNTUK MENUNJANG EFESIENSI PROSES KONDENSASI DAN PENDINGIN AIR LAUT DI KAPAL SS. TRIPUTRA

KOLOM BIMBINGAN :

NO	TANGGAL BIMBINGAN	URAIAN BIMBINGAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	16/DES 25	SINOPSIS. LANJUT BAB I	
2	6/FEB 26	PERBAIKI BAB I LANJUT KE BAB II	
3	10/02 26	Perbaiki Bab II dan lanjutkan bab III	
4	2/03 26.	Perbaiki Bab III dan dilanjut ke Bab IV	
5	02/04 26.	Perbaiki Bab IV	
6	28/APRIL 26	Perbaiki Bab IV dan lanjutkan ke Bab V	
7	12/MEI 26	Perbaiki Bab V	
8	3/Jun 26	Lengkapi Bab I s/d Bab V	
8	10/JUNI 26	Siap Ujian Seminar / Ujian Buat PPT.	
9			
10			

Catatan :

1. Kepada Dosen Pembimbing agar melengkapi form, minimal 8 (delapan) kali pertemuan
2. Kepada Penulis agar form dilampirkan pada saat pengumpulan tugas akhir/jilid

FM.JR.2.030/R.1

Lampiran 9. Lembar Konsul Skripsi Pembimbing 2

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA

PEMBIMBING II : IMAM FAHCRUDDIN, S.SI., M.SC., M.Sc

JUDUL SKRIPSI : PENINGKATAN KINERJA *MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM* (MGPS) *& FE-ION GENERATOR* UNTUK MENUNJANG EFESIENSI PROSES KONDENSASI DAN PENDINGIN AIR LAUT DI KAPAL SS. TRIPUTRA

KOLOM BIMBINGAN :

NO	TANGGAL BIMBINGAN	URAIAN BIMBINGAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	15-12-225	sempro.	
2	2-2-226	Acc Bab I & lanjut bab II	
3	10-4-226	perbaiki bab 2 & lanjut bab III	
4	24-4-226	Acc bab III & lanjut bab IV	
5	6-5-226	perbaiki bab 4 (Jurnal Pkj)	
6	4-6-226	perbaiki bab 4	
7	15-6-226	perbaiki bab 4 & 5 (Jurnal pendukung)	
8	19-6-226	Skripsi bisa disidangkan	
8			
9			
10			

Catatan :
1. Kepada Dosen Pembimbing agar melengkapi form, minimal 8 (delapan) kali pertemuan
2. Kepada Penulis agar form dilampirkan pada saat pengumpulan tugas akhir/jilid

FM.JR.2.030/R.1

Lampiran 10. Hasil Turnitin

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
INDONESIA
UNIT PERPUSTAKAAN DAN DOKUMENTASI

TANDA TERIMA HASIL PENGECEKAN TURNITIN

JUDUL : MENINGKATKAN PERAWATAN MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM (MGPS) UNTUK MENUNJANG KINERJA SISTEM PENDINGIN AIR LAUT DI KAPAL SS. TRIPUTRA
NAMA : MUHAMMAD ARIF MUTOLIB
JURUSAN : TEKNIKA
HASIL SIMILARITY : 7 %

Jakarta, 18 JUNI 2026

Yang Menerima
(M. ARIF M)

Yang Menyerahkan
(NAJMA)

FM.UK.31.020/R.0

'urnitin_MENINGKATKAN PERAWATAN MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM (MGPS) UNTUK MENUNJANG KINERJA...

Rabu

Document Details

Submission ID
trn:oid:::3618:143476230

Submission Date
Jun 18, 2026, 1:56 PM GMT+7

Download Date
Jun 18, 2026, 2:00 PM GMT+7

File Name
MENINGKATKAN PERAWATAN MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM (MGPS) UNTUK MENUNJA....pdf

File Size
6.6 MB

60 Pages

13,307 Words

100,791 Characters

turnitin Page 1 of 65 - Cover Page Submission ID trn:oid:::3618:143476230

7% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Exclusions

▸ 2 Excluded Sources

Top Sources

5% Internet sources
2% Publications
5% Submitted works (Student Papers)



Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

turnitin Page 2 of 65 - Integrity Overview ssion ID trn:oid:::3618:143476230