



**ANALISIS KOROSI YANG TERJADI PADA SCRUBBER
TOWER PADA INSTALASI INERT GAS GENERATOR
DI MT. SC EXPRESS LV**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran
di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

YEREMIA TOMAS JHODY
NIT. 561911217235 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**

TAHUN 2023

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KOROSI YANG TERJADI PADA *SCRUBBER*
TOWER PADA INSTALASI *INERT GAS GENERATOR*
DI MT. SC EXPRESS LV**

Disusun Oleh :

YEREMIA TOMAS JHODY
NIT. 561911327418 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 22 Juni 2023

Dosen Pembimbing I
Materi



Dr. ANDY WAHYU HERMANTO, S.T., M.T.

Penata Tingkat I (III/d)
NIP. 19791212 200012 1 001

Dosen Pembimbing II
Metodologi dan Penulisan



ELY SULISTIYOWATI, S.ST., M.M

Penata Tingkat 1 (III/d)
NIP. 19780801 200812 2 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika



AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E

Pembina (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “ANALISIS KOROSI YANG TERJADI PADA *SCRUBBER TOWER* PADA INSTALASI *INERT GAS GENERATOR* DI MT. *SC EXPRESS LV*” karya:

Nama : YEREMIA TOMAS JHODY

N I T : 561911217235 T

Program studi : TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Kamis* tanggal *20 Juli* 2023.

Semarang,

PENGUJI

Penguji I : Dr. F. PAMBUDI WIDIATMAKA, S.T., M.T.
Pembina Tingkat I (IV/a)
NIP. 19641126 199903 1 002

Penguji II : Dr. ANDY WAHYU HERMANTO, S.T., M.T.
Penata Tingkat I (III/d)
NIP. 19791212 200012 1 001

Penguji III : MOHAMMAD SAPTA HERIYAWAN, S.Kom, M.Si.
Penata (III/c)
NIP. 19860926 200604 1 001

Mengetahui,
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran
Semarang

Dr. Capt. TRI CAHYADI, M.H., M.Mar.
Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP. 19730704 199803 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yeremia Tomas Jhody

NIT : 561911217235 T

Program : Teknika

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 20 Juli 2023

Yang membuat pernyataan,



YEREMIA TOMAS JHODY

NIT. 561911217235 T

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

1. Cepat boleh, cepat cepat jangan.
2. Rahasia kesuksesan adalah mengetahui yang orang lain tidak ketahui.
3. Semuanya sudah mendapatkan ceritanya. Setiap cerita punya pesan dan makna. Ambil, pelajari, dan jangan ulangi. -yeremia

Persembahan:

1. Kepada kedua orang tua saya tercinta, Bapak Efron Purba dan Ibu Mardiana Sijabat yang selalu merawat, mendukung, mendoakan, dan menasihati peneliti.
 2. Kepada Bapak Dr. Andy Wahyu Hermanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Materi dan Ibu Ely Sulistiyowati, S.ST., M.M. selaku Dosen Metode Penelitian dan Penulisan
 3. Kepada sahabat serta rekan saya dikelas Teknika Bravo, dan Angkatan LVI
-

PRAKATA

Segala puji dan rasa syukur, peneliti panjatkan sebagai bentuk pujian kepada Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan nikmat, karunia dan rahmat-Nya sehingga peneliti mampu menyelesaikan dan menuntaskan skripsi yang berjudul “Analisis Korosi Yang Terjadi Pada *Scrubber Tower* Pada Instalasi *Inert Gas Generator* Di MT. SC Express LV”. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel) dalam bidang Teknik program D.IV dan Sertifikasi Kopetensi Ahli Tingkat III (ATT-III) di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Peneliti juga berharap agar skripsi ini dapat berguna bagi setiap pembaca.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, peneliti mendapat banyak dukungan, bantuan, bimbingan, arahan dan beberapa saran dari beberapa pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada Yang terhormat :

1. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar, selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Amad Narto, M. Pd, M.Mar.E, selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak Dr. Andy Wahyu Hermanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi.
4. Ibu Ely Sulistiyowati, S.ST., M.M. selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan.
5. Seluruh Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.
6. Kedua orang tuaku, Bapak Efron Purba dan Ibu Mardiana Sijabat serta seluruh keluarga besarku yang sangat aku sayangi dan ku banggakan, terimakasih selalu memberi hal-hal positif serta masukan yang selalu menguatkan dalam menyelesaikan pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
7. Kepada keponakanku tersayang yang telah hadir di Dunia ini, Hosea.

8. Seluruh jajaran direksi dan staff PT. Soechi Lines yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan praktek laut.
9. Teman-temanku angkatan “LVI” PIP Semarang khususnya T.VIIIIB yang membantu menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung baik secara moril maupun materiil sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat serta berguna bagi pembaca. Apabila terdapat kesalahan atau kekurangan dalam skripsi ini penulis mohon maaf yang sebesar – besarnya.

Semarang, 20 Juli 2023


YEREMIA TOMAS JHODY
NIT 561911217235 .T



ABSTRAKSI

Yeremia Tomas Jhody, 2023, 561911217235.T, “*Analisis Korosi Yang Terjadi Pada Scrubber Tower Pada Instalasi Inert Gas Generator di MT. SC Express LV*”, Program Diploma IV, Skripsi Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. Andy Wahyu Hermanto, S.T., M.T., Pembimbing II: Ely Sulistiyowati, S.ST, M.M.

Inert gas generator adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan gas lembam dengan pembakaran sendiri, fungsi dari perangkat tersebut adalah untuk menjaga kadar oksigen tetap dalam keadaan rendah atau maksimal 8% dari volume di dalam tangki muatan. Terjadinya korosi pada *scrubber tower* mengakibatkan tidak lancarnya pengoperasian *inert gas generator* dalam proses bongkar muat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya korosi pada *scrubber tower*, dampak dari terjadinya korosi pada *scrubber tower* dan upaya apa yang di lakukan untuk mengatasi terjadinya korosi pada *scrubber tower* di MT.SC Express LV.

Penelitian ini menggunakan sistematika penulisan deskriptif kualitatif dan dibantu dengan metode pendekatan *Fishbone Analysis* serta SHEL (*Software, Hardware, Environment, dan Liveware*) guna mengetahui faktor penyebab, dampak yang terjadi, dan upaya yang dapat dilakukan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan korosi pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator* di MT. SC Express LV adalah kurangnya tekanan pendingin air laut pada *scrubber tower*, *pressure gauge* pada pompa *scrubber* tidak berfungsi dengan benar, kinerja dari *valve flushing* air tawar tidak berfungsi dengan normal, bahan yang semakin lama menjadi lapuk, kadar garam pada air laut yang sangat tinggi, suhu ekstrem yang terjadi pada *inert gas generator*, pengetahuan dan kesadaran dari *crew engine* terhadap bahaya dan dampak yang diakibatkan dari terjadinya korosi pada *scrubber tower* masih kurang, pengawasan dan pengendalian kualitas dari *engineer* yang bertanggung jawab masih kurang, dan kelembapan pada *scrubber tower*. Penelitian ini juga menunjukkan dampak yang terjadi ialah menurunnya daya tahan *filter demister* pada *scrubber tower*, menghambat proses bongkar muat kapal, kerusakan fisik pada instalasi *inert gas generator*, penurunan kinerja instalasi *inert gas generator* tidak optimal, dan biaya pemeliharaan dan perbaikan meningkat secara signifikan. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi korosi pada *scrubber tower* adalah dengan melakukan perawatan rutin pada tiap komponen *inert gas generator*, mengatasi tekanan air pendingin pada *scrubber tower*, serta inspeksi serta deteksi dini terhadap komponen-komponen pada *inert gas generator*.

Kata Kunci: Analisis, Korosi, *Inert Gas Generator*, *Scrubber Tower*.

ABSTRACT

Yeremia Tomas Jhody, 2023, 561911217235.T, "*Analysis of Corrosion Occurring in Scrubber Tower at Inert Gas Generator Installation at MT. SC Express LV*", Diploma IV Program, Thesis Engineering Study Program, Semarang Shipping Science Polytechnic, Supervisor I: Dr. Andy Wahyu Hermanto, S.T., M.T., Supervisor II: Ely Sulistiyowati, S.ST, M.M.

Inert gas generator is a device used to produce inert gas by self-combustion, the function of the device is to keep oxygen levels low or a maximum of 8% of the volume in the cargo tank. The occurrence of corrosion in the scrubber tower results in the unsmooth operation of the inert gas generator in the loading and unloading process. The purpose of this study is to find out what factors cause corrosion in the scrubber tower, the impact of corrosion in the scrubber tower and what efforts are made to overcome the occurrence of corrosion in the scrubber tower in MT. SC Express LV.

This research uses qualitative descriptive writing systematics and is assisted by Fishbone Analysis approach methods and SHELL (Software, Hardware, Environment, and Liveware) to determine the causal factors, impacts that occur, and efforts that can be made.

The results of this study show that the factors that cause corrosion in the scrubber tower in the inert gas generator installation at MT. SC Express LV is the lack of seawater cooling pressure on the scrubber tower, the pressure gauge on the scrubber pump does not function properly, the performance of the freshwater flushing valve does not function normally, the material is increasingly weathered, the salt content in seawater is very high, extreme temperatures that occur in inert gas generators, knowledge and awareness of Engine crews against the dangers and impacts caused by corrosion in the scrubber tower are still lacking, supervision and quality control from the responsible engineer is still lacking, and humidity in the scrubber tower. This study also shows that the impact that occurs is a decrease in the durability of the demister filter on the scrubber tower, hampering the loading and unloading process of ships, physical damage to the inert gas generator installation, decreasing the performance of the inert gas generator installation is not optimal, and maintenance and repair costs increase significantly. Efforts made to overcome corrosion in the scrubber tower are by carrying out routine maintenance on each component of the inert gas generator, overcoming the cooling water pressure on the scrubber tower, as well as inspection and early detection of components in the inert gas generator.

Keywords: Analysis, Corrosion, *Inert Gas Generator*, *Scrubber Tower*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian.....	3
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Hasil Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN TEORI.....	6
A. Deskripsi Teori.....	6

	B. Kerangka Penelitian	25
BAB III	METODE PENELITIAN.....	29
	A. Metode Penelitian.....	29
	B. Tempat Penelitian.....	30
	C. Sampel Sumber Data Penelitian.....	30
	D. Teknik Pengumpulan Data.....	32
	E. Instrumen Penelitian.....	36
	F. Teknik Analisis Data.....	38
	G. Pengujian Keabsahan Data.....	48
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	51
	A. Gambaran Konteks Penelitian.....	51
	B. Deskripsi Data.....	62
	C. Temuan.....	63
	D. Pembahasan Hasil Penelitian	74
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN.....	89
	A. Simpulan	89
	B. Keterbatasan Penelitian.....	90
	C. Saran.....	91

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

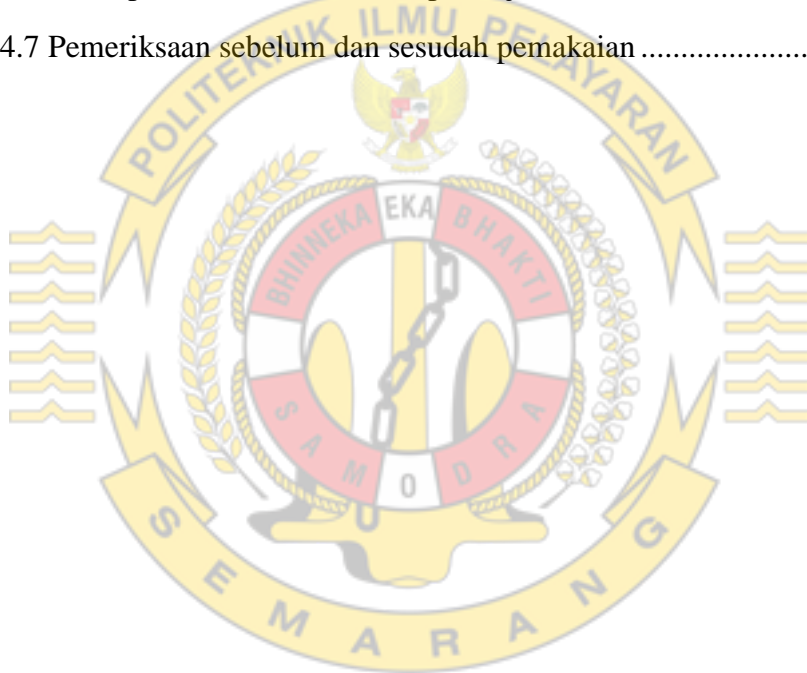
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme korosi butir.....	11
Gambar 2.2 Mekanisme <i>crevice corrosion</i>	12
Gambar 2.3 Mekanisme korosi seumuran.....	13
Gambar 2.4 Mekanisme korosi erosi	14
Gambar 2.5 Mekanisme korosi galvanik	16
Gambar 2.6 Mekanisme <i>selective leaching corrosion</i>	17
Gambar 2.7 Mekanisme <i>stress corrosion cracking</i>	18
Gambar 2.8 Skema aliran <i>inert gas</i>	22
Gambar 2.9 Kerangka penelitian.....	27
Gambar 3.1 Proses analisis data penelitian kualitatif.....	41
Gambar 3.2 Diagram <i>fishbone</i>	45
Gambar 4.1 MT. SC Express LV	56
Gambar 4.2 <i>Inert gas generator</i> MT. SC Express LV.....	58
Gambar 4.3 <i>Scrubber tower</i> MT. SC Express LV	59
Gambar 4.4 Diagram <i>fishbone analisis</i>	64
Gambar 4.5 Kondisi <i>mechanical seal</i> pompa <i>scrubber</i>	86
Gambar 4.6 <i>Pressure gauge</i> pompa <i>scrubber</i>	88

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 <i>Ship particular</i> MT. SC Express LV	52
Tabel 4.2 <i>Crewlist</i> MT. SC Express LV	54
Tabel 4.3 Spesifikasi <i>inert gas generator</i> MT. SC Express LV	57
Tabel 4.4 Tabel penjelasan diagram <i>fishbone analisys</i>	65
Tabel 4.5 Tabel perawatan berkala	83
Tabel 4.6 Tabel perawatan berkala setiap 250 jam	83
Tabel 4.7 Pemeriksaan sebelum dan sesudah pemakaian	84



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Crewlist MT. SC Express LV	93
Lampiran 2 Ship Particular MT. SC Express LV	94
Lampiran 3 Manual Book Inert Gas Generator.....	95
Lampiran 4 Spesifikasi Inert Gas Generator	99
Lampiran 5 SOP Menyalakan Inert Gas Generator	102
Lampiran 6 Dokumentasi	103
Lampiran 7 Hasil Wawancara 1	106
Lampiran 8 Hasil Wawancara 2	108
Lampiran 9 Hasil Wawancara 3	110



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Untuk memastikan keselamatan awak kapal dan kapal itu sendiri, para ahli telah mengembangkan sistem gas lembam. Sistem ini memasukkan gas lembam ke dalam tangki muatan, yang mengandung gas atau campuran gas dengan kadar oksigen (O_2) yang tidak mencukupi untuk pembakaran hidrokarbon. Tujuannya adalah menjaga konsentrasi oksigen (O_2) di dalam tangki tetap di bawah 8% dari volume tangki muatan di atas kapal. Sistem ini terutama digunakan saat proses pemuatan, pembongkaran, dan pembersihan tangki muatan, karena risiko kebakaran atau ledakan lebih tinggi dalam kegiatan tersebut. Hal ini disebabkan oleh adanya oksigen di dalam tangki saat proses pembongkaran, pemuatan, atau pembersihan, yang dapat memenuhi syarat dalam segitiga api dan memicu kebakaran atau ledakan di tangki kapal.

Permintaan untuk jasa angkutan laut menggunakan kapal niaga terus meningkat secara signifikan dari tahun ke tahun. Kapal niaga memiliki peran yang sangat penting dan efisien dalam transportasi dari satu pelabuhan ke pelabuhan tujuan melalui jalur air. Salah satu jenis kapal yang digunakan adalah kapal tanker, yang berfungsi untuk mengangkut minyak mentah dan produk minyak olahan dalam bentuk cair melalui jalur laut atau perairan dari pelabuhan pengisian ke pelabuhan tujuan.

Kapal tanker memiliki desain khusus dengan tangki-tangki yang berisi minyak dan gas, termasuk minyak mentah, bahan kimia, dan produk minyak

olahan. Konstruksi kapal ini disesuaikan dengan sifat-sifat muatan yang akan diangkut. Kapal tanker yang mengangkut minyak bumi atau produk hasil pengolahan memiliki karakteristik mudah terbakar karena gas hasil penguapan terus-menerus terbentuk di dalam tangki-tangki tersebut. Oleh karena itu, muatan tersebut rentan terhadap bahaya kebakaran jika terkena panas.

Selama peneliti melaksanakan penelitian di kapal MT. SC Express LV milik PT. SOECHI LINES selama 12 bulan, peneliti mengalami masalah pada pesawat bantu kapal, yaitu *inert gas generator* tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Karena cacat terkait korosi pada *scrubber tower*, yang menyebabkan keterlambatan dalam proses bongkar muat, *scrubber tower inert gas generator* pesawat harus dimodifikasi. Karena belum diketahuinya penyebab kerusakan sistem *inert gas generator*, setiap prosedur bongkar muat selalu menggunakan informasi palsu, sehingga pesawat tidak dapat beroperasi secara maksimal selama proses bongkar muat. Penggunaan pesawat bantu *inert gas generator* yang tidak beroperasi tetapi dikatakan beroperasi untuk mempercepat bongkar muat kargo dan operasi kapal MT. SC Express LV yang sedang berlangsung.

Pada tanggal 12 November 2021 saat kapal dalam keadaan *anchorage* di Kota Balikpapan, pengecekan seluruh komponen pendukung di *inert gas generator* mulai dari pengabutan *burner*, tekanan pompa bahan bakar, sistem kontrol, dan tekanan udara masuk tidak ditemukan adanya masalah. Setelah melaksanakan pembongkaran dan pemeriksaan pada bagian *scrubber tower*, ditemukan bahwa *scrubber tower* tersebut mengalami korosi. Melalui penggunaan pompa air laut (*scrubber pump*), dikonfirmasi bahwa *scrubber*

tower terjadi kerusakan yang mengganggu proses bongkar muat. Kerusakan pada *scrubber tower inert gas generator* disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah korosi yang terjadi karena kurangnya pelaksanaan proses perawatan pada pesawat bantu tersebut. Guna mempelajari pengetahuan terhadap perawatan serta penyebab terjadinya korosi pada *scrubber tower* agar kejadian serupa tidak terulang lagi. Kondisi tersebut mendorong peneliti untuk membuat penelitian dengan judul “Analisa Terjadinya Korosi Pada *Scrubber Tower* di Instalasi *Inert Gas Generator* di MT. SC EXPRESS LV”.

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian bertujuan untuk memahami sepenuhnya batasan mana yang digunakan untuk menentukan ruang lingkup yang akan diteliti sehingga tujuan penelitian tidak terlalu luas.

Mempertimbangkan akan luasnya pandangan-pandangan terhadap masalah yang ada, dalam penyusunan penelitian ini peneliti memberikan fokus penelitian yang dapat disediakan berdasarkan pada wawasan serta referensi-referensi yang relevan terkait materi ini yang dapat dijadikan sebagai sumber data. Untuk memudahkan pemahaman, peneliti memberikan fokus penelitian yang berkaitan dengan korosi pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator*.

C. Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada latar belakang kesulitan-kesulitan yang telah disebutkan sebelumnya, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah yang

akan menjadi pertanyaan dan memerlukan jawaban yang akan ditelaah pada pembahasan bab-bab selanjutnya dalam penelitian ini:

1. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya korosi pada *scrubber tower* di instalansi *inert gas generator* di MT. SC Express LV?
2. Bagaimana dampak yang diakibatkan dari korosi pada *scrubber tower* di instalansi *inert gas generator* di MT. SC Express LV?
3. Bagaimana upaya yang dilakukan dalam mengatasi korosi pada *scrubber tower* di instalansi *inert gas generator* di MT. SC Express LV?

D. Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan peneliti dalam melaksanakan penelitian mengenai masalah yang terjadi, yaitu:

1. Untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya korosi pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator* di MT. SC Express LV.
2. Untuk mengetahui dampak dari terjadinya korosi pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator* di MT. SC Express LV.
3. Untuk mengetahui upaya apa yang dilakukan agar *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator* di MT. SC Express LV.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang peneliti dapatkan dengan judul “Analisa Terjadinya Korosi Pada *Scrubber Tower* Di Instalasi *Inert Gas Generator* Di MT. SC Express LV” besar harapan peneliti agar penelitian ini dapat membawa manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a. Menjadi bahan informan, rujukan, kajian ataupun sumbangsih pemikir untuk seorang pelaut serta abk (anak buah kapal) agar dapat memahami terkait korosi pada *scrubber tower inert gas generator* diatas kapal.
- b. Sebagai bahan pertimbangan dan evaluasi bagi pembaca, pelaut ataupun kalangan umum mengenai korosi pada *scrubber tower inert gas generator* diatas kapal.
- c. Sebagai tambahan literatur di kampus Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang mengenai korosi pada *scrubber tower inert gas generator* diatas kapal.
- d. Untuk mengembakana pengetahuan di industri maritim, khususnya korosi yang terjadi pada *scrubber tower di inert gas generator* di kapal, dan untuk memberikan wawasan yang berguna bagi pembaca umum dari universitas, akademi perkapalan, dan pembaca umum lainnya yang tertarik dengan *scrubber tower di inert gas generator* di kapal.

2. Manfaat Praktis

Sebagai pedoman yang praktis dan informatif bagi semua masinis, tujuan utama adalah memberikan pemahaman tentang dampak korosi pada *scrubber tower di inert gas generator* di kapal. Hal ini karena korosi tidak dapat dihindari sepenuhnya, tetapi proses terjadinya dapat diperlambat.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Penelitian Terdahulu

Randi (2018:15) menyatakan bahwa penelitian sebelumnya telah merupakan sebuah tumpuan bagi peneliti dalam melaksanakan penelitian, maka dari itu peneliti dapat melengkapi teori yang dapat peneliti gunakan dalam memvalidasi penelitian yang sedang dilaksanakan peneliti. Penelitian sebelumnya dapat menjadi pertimbangan dan acuan dalam penulisan penelitian saat ini. Dalam konteks ini, penulis mengambil beberapa contoh penelitian terdahulu yang berkaitan dengan korosi pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator*.

- a. Sumanto dan Maghfiroh (2018) jurnal dengan judul “korosi logam dalam air bersih” menyatakan menyatakan Logam secara alami terkorosi sebagai akibat interaksi redoks antara logam dan bahan kimia di sekitarnya. Ketika logam bersentuhan langsung dengan udara atau udara (oksigen), proses korosi dimulai. Logam yang terkorosi akan menjadi keropos sehingga terjadi pelemahan dalam artian kekuatannya akan berkurang.
- b. Susmita Silvia, Abdi Seno, dan Andy Wahyu Hermanto (2022) jurnal dengan judul “Kinerja *Inert Gas Generator* Untuk Mendapatkan Oksigen Konten 3% Pada Gas Lembang” menyatakan bahwa *Inert Gas System* adalah permesinan yang berfungsi sebagai sistem keamanan

pencegah ledakan di kapal tanker. Untuk mencegah terjadinya ledakan, dilakukan langkah pencegahan dengan memasukkan gas lembam ke dalam tangki muatan. Tujuannya adalah mengurangi kadar oksigen di dalam atmosfer tangki muatan agar campuran gas yang mudah terbakar tidak terbentuk. Gas lembam memiliki kandungan oksigen yang sangat rendah, sekitar 1-2% berdasarkan volume. *Inert gas generator* (IGG) adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan gas *inert*.

- c. Budi Purnomo (2020) artikel dengan judul “Analisis Penyebab Terhambatnya Produksi Gas Lembam Pada *Inert Gas Generator* Guna Memperlancar Proses Bongkar Muatan Di Kapal MT. Olympus 1” menyatakan bahwa. Ada kapal khusus yang dirancang untuk mengangkut kargo dalam bentuk cair, yang dikenal sebagai kapal *tanker*, di berbagai jenis kapal. SOLAS mengamankan *tanker* yang dibangun setelah Juni 1983 dengan bobot mati lebih dari 20.000ton untuk memiliki perangkat *Inert Gas* sebagai perangkat pencegah kebakaran dan ledakan di tangki kargo. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat penyebab kebocoran pada ujung *cover* dan membakar tabung ruang bakar (burner cone) pada *Inert Gas Generator*.

2. Pengertian Analisa

Menurut Darminto dan Julianty (2020: 52), Analisis adalah proses pemecahan suatu topik menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan pemeriksaan terhadap setiap bagian tersebut, serta pemahaman mengenai hubungan antara bagian-bagian tersebut untuk memperoleh pemahaman

yang lebih mendalam dan keseluruhan yang lebih komprehensif. Sugiyono (2018) mendefinisikan analisis sebagai “penyelidikan terhadap suatu peristiwa (tulisan, tindakan, dll) untuk memahami keadaan yang sebenarnya terjadi”. Istilah "analisis" berasal dari bahasa kuno "*analusis*", yang terdiri dari istilah "*ana*" (kembali) dan "*luein*" (melepaskan atau melepaskan). Istilah "*analusis*" kemudian disingkat menjadi "*analysis*" dalam bahasa Inggris, dan kemudian menjadi "*analisa*" dalam bahasa Indonesia.

Berdasarkan definisi yang sudah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa analisa adalah tindakan yang terjadi pada suatu peristiwa untuk menjawab masalah dan melakukan penyelidikan. Sasaran dalam skenario ini adalah untuk menentukan sumber korosi pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator*.

3. Pengertian Korosi

Korosi merupakan mata pelajaran ilmiah yang menyatukan butir fisika, kimia, metalurgi, elektrokimia, dan teknik di mana material logam mengalami perubahan kimia dan kerusakan akibat reaksi dengan lingkungan sekitarnya. Keempat komponen tersebut harus ada agar korosi dapat terjadi. Menurut Ariani Betty (2022), korosi merupakan suatu proses dimana logam kehilangan kualitas akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Korosi umumnya disebut sebagai karat dalam bahasa umum. Korosi dapat membahayakan hampir semua zat karena pergeseran energi. Korosi dipengaruhi oleh empat faktor, diantaranya:

a. Anoda (*Anode*)

Anoda merupakan suatu komponen dalam suatu sistem elektrokimia seperti baterai, sel elektrokimia, atau elektrolisis. Anoda adalah elektroda yang menjadi tempat terjadinya oksidasi atau pelepasan elektron dalam proses elektrokimia.

b. Katoda (*Catode*)

Katoda adalah komponen dalam suatu sistem elektrokimia seperti baterai, sel elektrokimia, atau elektrolisis. Katoda adalah elektroda tempat terjadinya reduksi atau penerimaan elektron dalam proses elektrokimia. Katoda umumnya tidak mengalami korosi meskipun dapat mengalami kerusakan dalam kondisi-kondisi tertentu. Reaksi yang terjadi pada katoda dipengaruhi oleh pH larutan yang terlibat.

c. Elektrolit

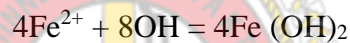
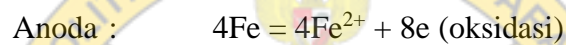
Yang dapat menghantarkan arus listrik melalui larutan atau dalam bentuk lelehan. Elektrolit berfungsi sebagai media penghantar untuk memungkinkan perpindahan ion positif dan negatif antara anoda dan katoda dalam sistem elektrokimia. Peran penting dari larutan elektrolit dalam korosi logam adalah kemampuannya untuk memfasilitasi kontak listrik antara katoda dan anoda.

d. Ada hubungan (*Metallic Pathway*)

Merujuk pada jalur konduksi listrik yang terjadi melalui bahan logam. Ini adalah jalur di mana elektron bebas dapat mengalir dengan mudah melalui logam untuk menghasilkan arus listrik. Anoda dan katoda perlu terhubung secara elektrik untuk memungkinkan aliran arus

dalam sel korosi. Hubungan listrik antara anoda dan katoda diperlukan agar arus dapat mengalir. Jika anoda dan katoda terbuat dari logam yang sama, tidak diperlukan hubungan fisik yang nyata antara keduanya. Selain itu, katoda merupakan tempat di mana arus mengalir dari katoda ke anoda.

Keempat komponen tersebut harus ada agar korosi dapat terjadi. Jika N_2 ada, karat tidak akan berkembang. Reaksi berikut akan terjadi jika unsur tersebut tidak ada



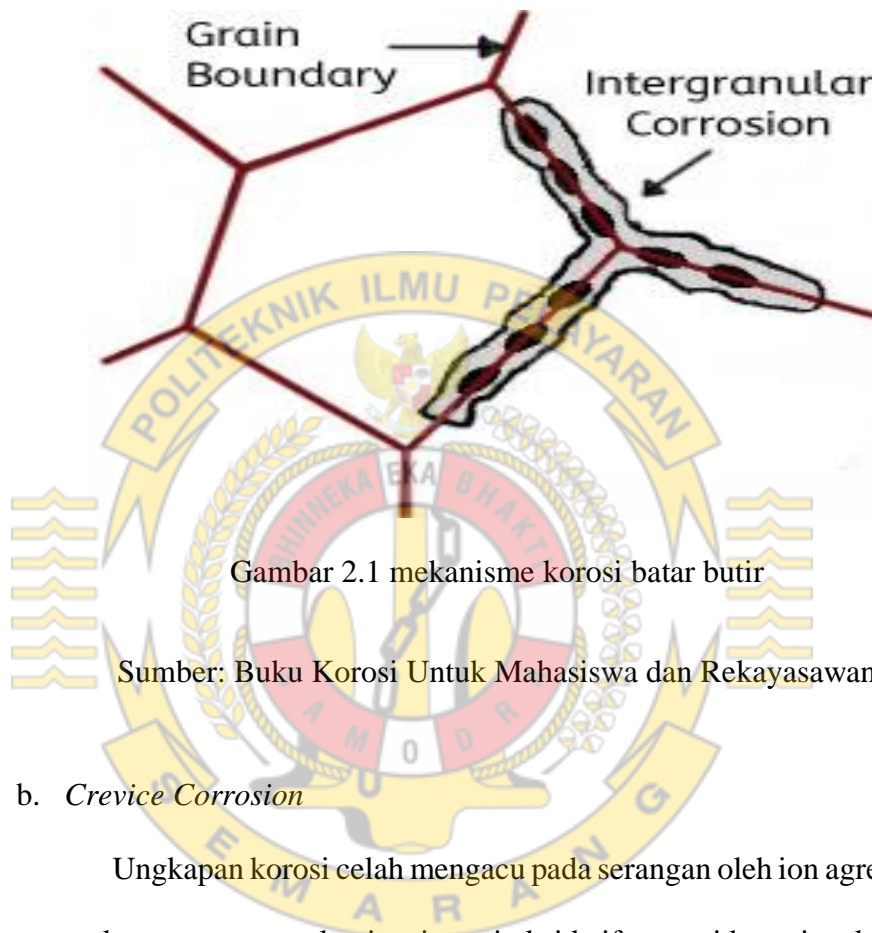
4. Jenis-Jenis Korosi

a. *Intergranular Corrosion*

Berdasarkan penjelasan oleh Ahmad dkk (2023: 55-59), *Intergranular corrosion* juga dikenal sebagai korosi batas butir. Dalam kondisi tegangan tarik, retakan dapat terbentuk sepanjang batas butir, dan sering disebut sebagai retakan korosi antarbutir tegangan atau *intergranular stress corrosion cracking* (IGSCC). Cara pengendalian korosi batas butir sebagai berikut:

- 1) Mengurangi kadar karbon di bawah 0,03%.
- 2) Menambahkan komponen yang dapat mengikat karbon.

- 3) Mendinginkan dengan cepat terhadap suhu tinggi.
- 4) Melarutkan karbida melalui pemanasan.
- 5) Hindari dari pengelasan.



Gambar 2.1 mekanisme korosi batar butir

Sumber: Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

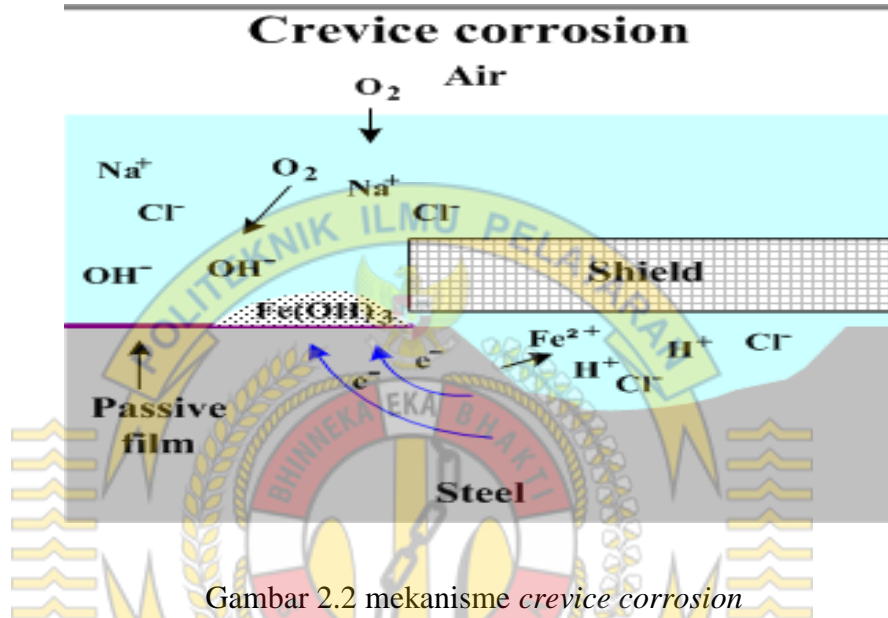
b. *Crevice Corrosion*

Ungkapan korosi celah mengacu pada serangan oleh ion agresif pada paduan yang mengalami resistensi oksidatif, seperti korosi pada retakan atau bagian tersembunyi dari permukaan logam.

Korosi celah, bagi Ahmad dkk (2023: 55-59), merupakan kehancuran yang terjalin kala setengah permukaan logam terhalang ataupun terisolasi dari area dipadankan dengan belahan logam lain yang terendam dalam volume elektrolit yang lebih besar. Untuk mengendalikan korosi celah, dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

- 1) Menghindari penggunaan sambungan paku keeling atau baut.

- 2) menggunakan gasket anti air ataupun tidak menyerap air.
- 3) Usahakan buat menghindari wilayah dengan aliran udara terbatas
- 4) Mengeringkan penggalan permukaan yang lembab
- 5) Membersihkan kotoran yang terdapat pada permukaan logam



Gambar 2.2 mekanisme *crevice corrosion*

Sumber: Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

c. *Pitting Corrosion*

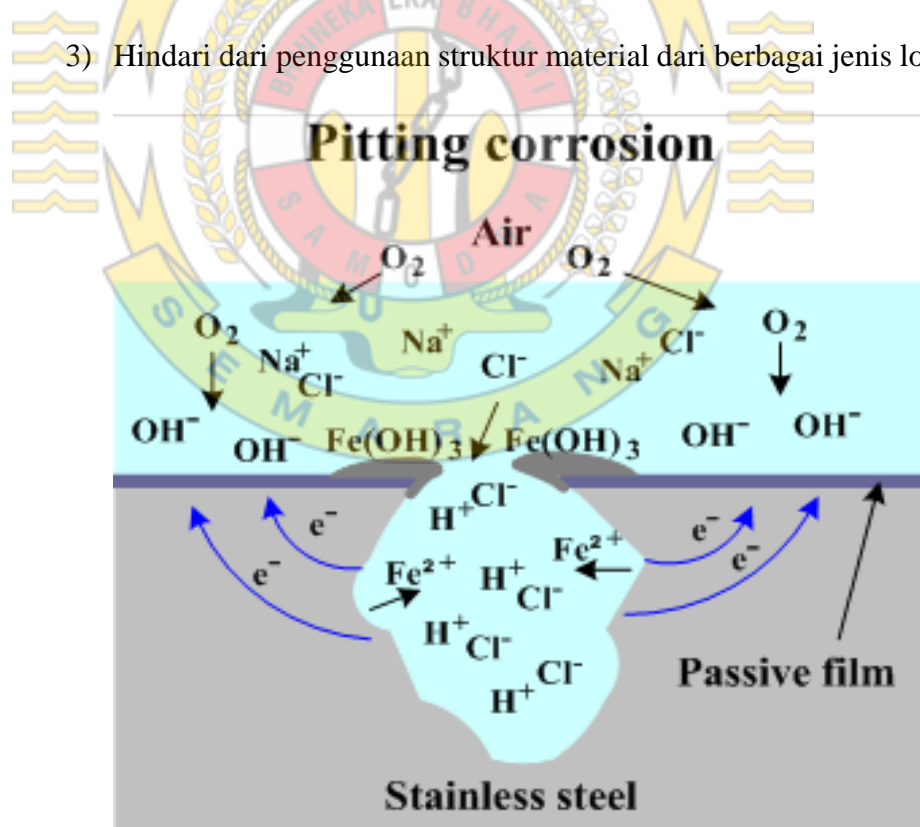
Korosi umur, juga dikenal sebagai *pitting corrosion*, adalah jenis korosi lokal yang secara khusus menargetkan bagian logam yang memiliki celah atau retak akibat perlakuan mekanis, menurut Ahmad dkk (2023: 55-59).

Ketika permukaan logam dibatasi pada satu titik atau area kecil dan mengembangkan rongga, korosi tua terjadi. Salah satu jenis korosi yang paling berbahaya adalah jenis ini. Korosi umur yang dihasilkan dari lingkungan kimia yang mengandung spesies kimia agresif, seperti

logam, diinduksi oleh mekanisme *pitting corrosion*, khususnya pada material yang tidak memiliki cacat. Lapisan pelindung pasif (oksida) dapat dirusak oleh klorida, menyebabkan lubang tumbuh di permukaan logam. Selain itu, lingkungan (seperti tetesan air pada permukaan baja) dapat mempengaruhi tingkat aerasi, dan korosi terkait usia dapat dimulai di area anodik (seperti pusat tetesan).

Untuk mengendalikan korosi seumur, dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

- 1) Menghindari goresan pada permukaan.
- 2) Memperhalus permukaan logam
- 3) Hindari dari penggunaan struktur material dari berbagai jenis logam



Gambar 2.3 mekanisme korosi seumur

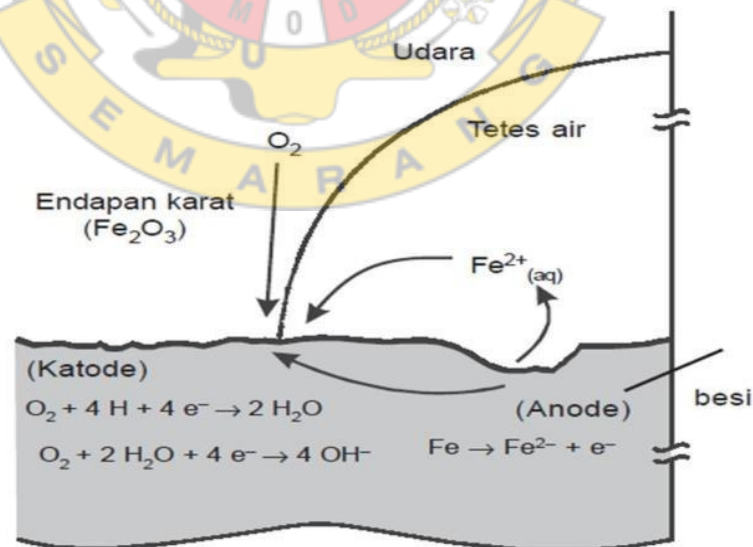
Sumber: Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

d. *Erosion Corrosion*

Korosi erosi, juga dikenal sebagai *erosion corrosion*, adalah nama yang diberikan untuk jenis korosi yang terjadi ketika logam diserang karena elektrolit dan permukaan logam bergerak relatif satu sama lain. Bahkan jika proses elektrokimia terjadi, banyak kasus korosi lebih sering disebabkan oleh proses mekanis seperti erosi, abrasi, dan lecet. Logam lunak semacam tembaga, kuningan, aluminium murni, serta timah sangat rentan terhadap serangan semacam ini. Banyak logam lain pula rentan terhadap erosi serta korosi, paling utama dalam suasana aliran tertentu. Tindakan berikut adalah bagian dari strategi

pengendalian erosi:

- 1) Jauhkan partikel *abrasive* dari cairan
- 2) Mengecilkan kecepatan aliran zat cair



Gambar 2.4 mekanisme korosi erosi

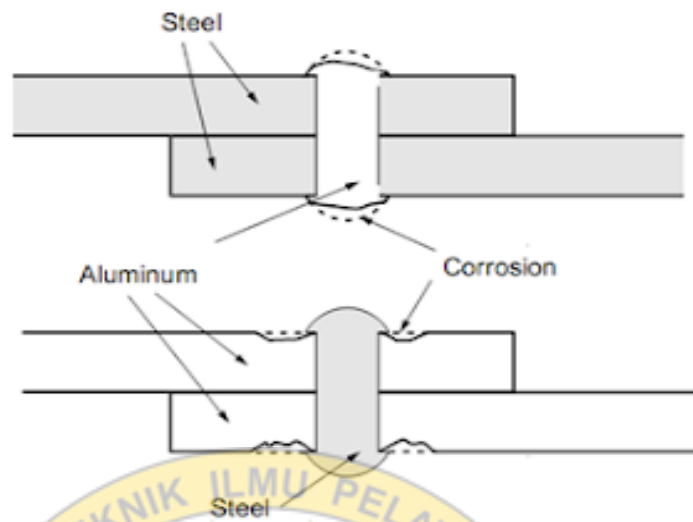
Sumber: Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

e. *Galvanic Corrosion*

Ketika dua jenis logam yang berbeda bersentuhan langsung dalam lingkungan korosif dapat menyebabkan terjadinya *galvanic corrosion* atau dapat disebut juga sebagai *bimetallic corrosion*. Korosi galvanik atau *galvanic corrosion* disebabkan oleh interaksi elektrokimia antara dua logam yang, ketika digabungkan dalam elektrolit yang sama, memiliki potensi yang berbeda. Logam yang kurang mulia terkorosi serta berganti jadi ion positif sebagai akibat perpindahan elektron dari logam yang kurang mulia (anodik) ke logam yang lebih mulia (katodik).

Garam logam terbuat kala ion logam positif bergabung dengan ion negatif dalam elektrolit. Peristiwa ini menimbulkan permukaan anoda kehabisan logam, menghasilkan serbuan permukaan ataupun serbuan permukaan. Cara pengendalian korosi *galvanic* ialah:

- 1) Mengatur reaksi kimia atau elektrokimia.
- 2) Menghilangkan logam dari lingkungan sekitar.
- 3) Melakukan mineralisasi yaitu proses pengurangan ion hidrogen di lingkungan.
- 4) Menurunkan jumlah oksigen yang terlarut.
- 5) Menghindari kontak antara logam yang tidak kompatibel.
- 6) Pilih logam yang cocok dengan elemen terdekat.
- 7) Hindari celah atau menutup celah.
- 8) Memberikan proteksi katodik.



Gambar 2.5 mekanisme korosi galvanik

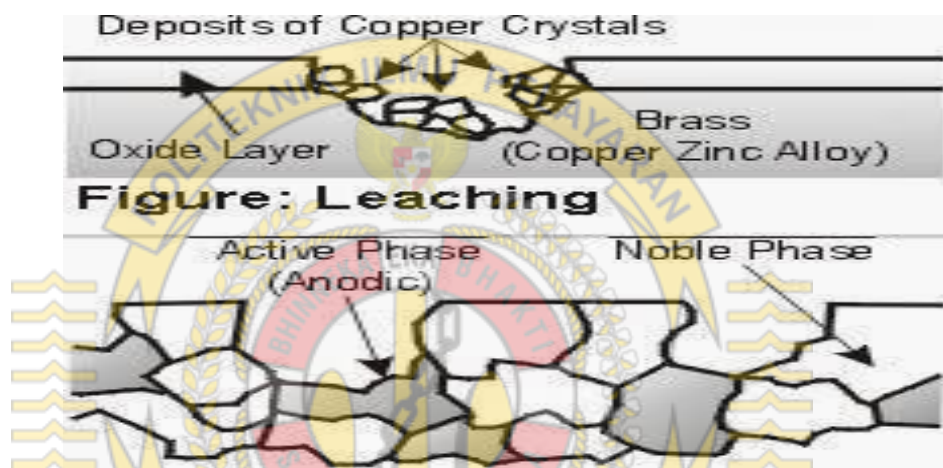
Sumber: Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

f. *Selective Leaching Corrosion*

Dalam beberapa paduan larutan padat, jenis korosi yang dikenal sebagai *selective leaching corrosion* terjadi ketika bagian-bagian penyusun paduan lebih disukai teroksidasi dari bahan yang awalnya homogen. Pemisahan, pembubaran selektif, dan serangan selektif adalah nama lain untuk itu. Dekarburisasi, debaltifikasi, denikelifikasi, dezincifikasi, dan korosi grafit adalah contoh khas dari *dealloying*.

Ketika berbagai logam atau paduan memiliki potensi yang berbeda (atau potensi korosi) dalam elektrolit yang sama, terjadi pemurnian korosi. Banyak elemen paduan dengan berbagai potensi korosi sering digunakan dalam paduan modern. Perbedaan potensial antara elemen paduan berfungsi sebagai katalisator untuk upaya penipuan yang lebih "aktif" terhadap elemen paduan tertentu.

Dalam permasalahan *dezincification* pada kuningan, perhatian khusus diberikan pada pelarutan selektif seng dari paduan tembaga-seng, yang meninggalkan susunan permukaan tembaga yang berpori serta rapuh. Strategi dalam mencegah terjadinya *selective leaching corrosion* dapat dilakukan dengan menghindari komposisi yang tidak sama dari komponen penyusun.



Gambar 2.6 mekanisme *selective leaching corrosion*

Sumber: Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

g. *Stress Corrosion Cracking* (SCC)

SCC atau *stress corrosion cracking* atau dalam Bahasa Indonesia disebut korosi retak tegangan adalah fenomena yang membutuhkan kedua tegangan tarik terus menerus dan tindakan terkoordinasi dari zat korosif, seperti karat. Hal ini tidak tergolong pengurangan untuk unsur-unsur yang terkorosi yang gagal dengan cepat karena kesalahan. Hal tersebut juga mencakup korosi atau *transcrystalline*, dimana mampu melenyapkan paduan bahkan tanpa adanya kekuatan eksternal atau

internal. Kondensasi hidrogen dapat hidup berdampingan dengan korosi retak tegangan.

Ada tiga faktor yang dapat digabungkan untuk menyebabkan mekanisme retak korosi tegangan, yaitu adanya bahan yang tidak tahan terhadap korosi, adanya larutan elektrolit (lingkungan), dan terdapat tegangan. Misalnya, baja ringan rentan terhadap larutan basa, baja tahan karat rentan terhadap bauksit, dan tembaga serta paduan lainnya rentan terhadap senyawa amonia. Di antara metode untuk mencegah retak korosi tegangan:

- 1) Mengurangi besaran tegangan.
- 2) Mengurangi tegangan sisa *thermal*.
- 3) Menurunkan beban eksternal
- 4) Memperbesar area penampang
- 5) Penggunaan inhibitor

A. SCC or Fatigue Cracks nucleate at pits



B. SCC Cracks are highly branched



C. Corrosion fatigue cracks have little branching



Gambar 2.7 mekanisme *Stress Corrosion Cracking*

Sumber: Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

5. Pengertian Instalasi

Instalasi, menurut definisi Kinanti dan Larasati Sulaiman (2022) dalam bukunya yang “Refleksi Despair Dalam Seni Instalasi”, adalah penempatan atau modifikasi aksesoris dan peralatan teknis yang diatur dan dipersiapkan untuk digunakan. Generator, mesin diesel, bangunan pabrik dan instalasi lainnya adalah contohnya. Tujuan utama instalasi adalah untuk memastikan bahwa sistem berjalan secara efisien. Suatu sistem tidak dapat berfungsi dengan benar jika tidak diinstal dengan benar. Oleh karena itu, untuk memungkinkan penggunaan perangkat atau peralatan yang dimaksud, sangat penting untuk memiliki instalasi yang memadai dan tepat.

6. *Inert Gas System*

Tujuan dari *inert gas* atau gas lebam, seperti yang tercantum dalam manual *book Smit Instruction Manual Inert Gas System* (1998), ialah upaya dalam mempertahankan persentase jumlah oksigen yang berada didalam tangki tetap rendah demi mencegah timbulnya kebakaran. Untuk menurunkan persentase jumlah atau tingkat hidrokarbon di bawah ambang batas yang dikenal sebagai *critical dilution*, tangki muatan yang kosong harus dibersihkan. Proses ini melibatkan penggantian campuran gas hidrokarbon dengan gas lebam. Kondisi atmosfer di dalam tangki dapat dengan cepat mendekati tingkat yang dapat menyala atau meledak jika udara segar masuk. Karena gas buang dari *boiler* seringkali memiliki konsentrasi oksigen yang jugarendah, gas buang yang berasal dari *inert gas*

system merupakan gas buang yang berbeda dari gas buang boiler. Gas buang ini ditempatkan secara special pada *inert gas system* (IGS).

Gas *inert*, seperti nitrogen, dihasilkan dari sumber gas kapal atau dari generator nitrogen dan dimasukkan ke dalam ruang muat kapal. Udara di dalam ruang muat dievakuasi menggunakan *exhaust fan* atau melalui ventilasi khusus. Gas *inert* menggantikan udara sehingga atmosfer di dalam ruang muat memiliki kandungan oksigen yang rendah (biasanya kurang dari 8%) yang tidak dapat memicu pembakaran. Sistem juga dapat mengatur tekanan di dalam ruang muat untuk mencegah udara luar masuk kembali.

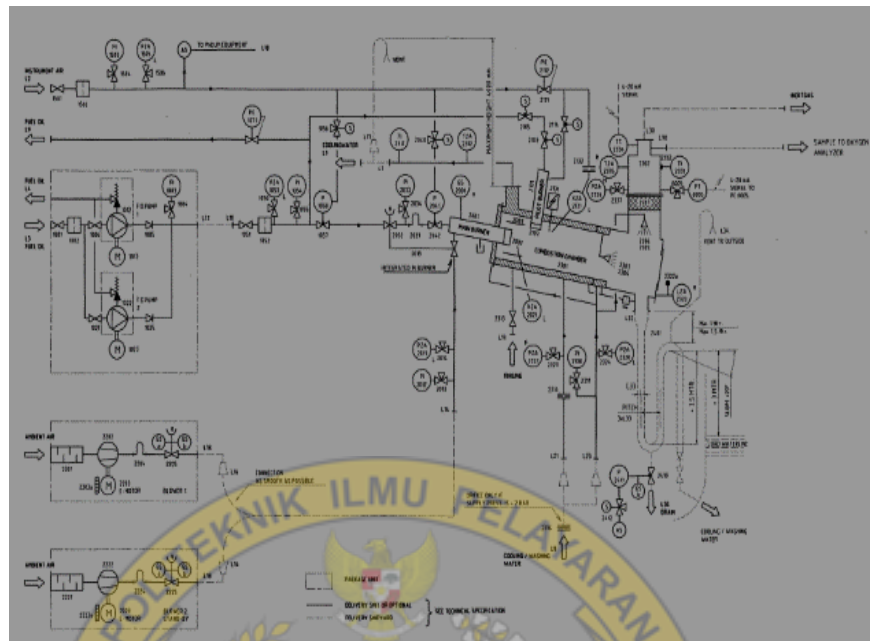
Dalam upaya menekan persentase jumlah oksigen yang terdapat dalam tangki, *inert gas system* memasukkan gas *inert* atau gas non-reaktif ke dalam beban tangki. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk memperkecil peluang akan terciptanya ledakan maupun kebakaran di dalam tangki muatan. Sistem prototipe ini, berdasarkan data dari *British Petroleum (B.P.) Tanker*, telah dioperasikan di tahun 1961 pada dua kapal minyak mentah.

Semenjak tahun 1963, penggunaan *inert gas system* menjadi standar pada semua kapal pengangkut minyak karena sistem ini terus dilanjutkan. Ketika protokol *Tanker Safety and Pollution Prevention (TSPP)* 1978 dibahas pada Konferensi Internasional di London, terungkap bahwa risiko terjadinya kebakaran maupun ledakan di atas kapal tanker berkurang jika tidak ada sumber api, atau bahan yang mudah terbakar lalu suasana yang sama muncul secara bersamaan di tempat dan waktu yang sama.

Inert gas merupakan suatu gas atau campuran gas yang memiliki kemampuan dalam menekan persentase jumlah oksigen di udara cukup rendah dengan tujuan menghindari terjadinya ledakan maupun kebakaran. Kondisi lembam adalah kondisi di mana tingkat oksigen dalam tangki dijaga pada 8% atau kurang dari total jumlah persentase gas yang terdapat pada di lingkungan tangki. Sistem gas lembam merupakan pengaturan untuk gas lembam yang tersusun menjadi *inert gas generator* dan sistem distribusinya, keduanya dilengkapi dengan perangkat untuk menghentikan gas agar tidak bersirkulasi ulang ke ruang mesin dan alat pengukur tetap atau bergerak.

Inerting merujuk pada tindakan mengisi gas lembam masuk menuju tangki untuk menciptakan kondisi *inert*. Sedangkan *purging* adalah ketika gas *inert* dimasukkan menuju ke tangki yang sudah dalam kondisi *inert*, dengan tujuan mengurangi kadar oksigen sehingga tidak terjadi peledakan saat udara segar masuk. *Gas freeing* adalah ketika udara segar dimasukkan ke dalam tangki untuk menghilangkan gas beracun. *Topping Up* adalah tindakan memasukkan gas *inert* ke dalam tangki yang sudah dalam kondisi *inert* untuk meningkatkan tekanan dalam tangki dan mencegah masuknya udara. Sebagai contoh, berikut adalah komposisi umum dari gas buang atau flue gases:

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| a. Carbon dioxide (CO ₂) | : kadarnya ± 12 % - 14 % |
| b. Oxygen (O ₂) | : kadarnya ± 2 % - 5 % |
| c. Sulphur dioxide (SO ₂) | : kadarnya ± 0,02 % - 0,03 % |
| d. Nitrogen (N ₂) | : kadarnya ± 77 % |



Gambar 2.8 skema aliran *inert gas*

Sumber: *manual book instruction of inert gas*

7. *Inert Gas Generator*

Pesawat bantu pada kapal yang dikenal sebagai *inert gas generator* dimanfaatkan untuk memproduksi gas lembam melalui proses membakar. Fungsi utama *inert gas generator* ialah menghentikan kebakaran atau bahkan ledakan yang timbul pada tangki kargo dengan cara meminimalisir persentase jumlah oksigennya dengan gas lembam yang dihasilkan generator. *Inert gas generator*, mirip dengan *boiler*, menghasilkan gas buang dengan kandungan oksigen kurang dari 5% dengan membakar bahan bakar seperti HFO ataupun MDO.

Inert gas generator tersusun atas *burner* dan *scrubber* yang digabungkan dan menggunakan air laut sebagai media pendingin. Setelah dibakar, gas buang tersebut memiliki persentase oksigen sekitar 2 sampai

4%. Gas kemudian dibawa ke tanki muatan kapal setelah melewati bagian *scrubber*, dimana gas lebam tersebut akan melewati proses pendinginan dan dibersihkan menggunakan media air laut. Penting untuk dicatat bahwa gas *inert* tidak berasal dari gas buang *boiler* atau mesin bantu lainnya.

Dalam memproduksi gas lebam *inert gas generator* beroperasi dengan sistem pendukung yang dikembangkan dengan sengaja dengan tujuan memproduksi gas lebam di atas kapal. *Stainless steel 316L* merupakan bahan yang digunakan untuk ruang pembakaran pada *inert gas generator*. Dalam tipe ini, terdapat penambahan unsur *molybdenum* sebesar 2% sampai 3%, yang menambahkan perlindungan kepada ruang pembakaran terhadap korosi terutama saat terkena air laut. Dan ditambahkan nikel sejumlah 12% agar menjaga komposisi austenitik dari material tersebut.

Tujuan utama dari penggunaan bahan *stainless steel* tipe 316L agar ruang pembakaran pada instalasi IGG dapat tahan dari korosi celah serta korosi umur. Dikarenakan saat air laut bertekanan 2 kg/m^3 yang dipompa dengan menggunakan *scrubber pump* dalam proses pendinginan akan melewati ruang pembakaran *inert gas generator* tersebut. Namun, penggunaan baja tahan karat 316L dalam air tenang masih terbatas. Kalsium dan magnesium adalah komponen utama yang menyebabkan endapan yang keras dan lengket.

8. *Scrubber Tower*

Scrubber tower adalah komponen dalam IGG yang digunakan untuk proses pendinginan gas buang dan menghilangkan polutan terkait

pembakaran dari tangki yang menghasilkan gas lebam. Ruang pembakaran, *filter* untuk menangkap gas buang, *burner* untuk alat pembakara, dan *nozzel* yang menghembuskan udara untuk mendinginkan tangki membentuk *scrubber tower*. Ini berfungsi sebagai ruang pembersih dalam menghilangkan gas lebam. Fungsi utama *scrubber tower* merupakan sebagai unit pendingin gas buang serta berfungsi untuk meminimalisir partikel belerang dan juga jelaga yang terkandung dalam gas buang seminimal mungkin. Sebelum gas dipindahkan ke tangki muatan, gas tersebut dibersihkan dan kotoran dihilangkan dengan menggunakan air laut sebagai bahan pembersih.

9. *Generator*

Permesinan bantu yang dikenal sebagai *generator* berfungsi sebagai sumber tegangan listrik dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Menurut T. Agama (2020), pengoperasian *generator* didasarkan pada induksi elektromagnetik. Pendekatan ini melibatkan kumparan yang berputar di medan magnet untuk menciptakan gaya gerak listrik (ggl terinduksi) di dalam kumparan.

Stator (bagian diam) dan rotor (bagian berputar) merupakan dua bagian utama yang membentuk *generator*. Poros *generator* yang berputar di tengah stator, melekat pada rotor. Biasanya, sumber energi eksternal, seperti turbin uap atau air, menggerakkan poros *generator* untuk menghasilkan arus listrik. *Generator* arus bolak-balik (AC) dan *generator* arus searah (DC) adalah dua kategori utama *generator*. *Alternator* adalah nama umum untuk

generator yang menghasilkan arus bolak-balik. Bagian ini terdiri dari armatur, gulungan kawat, dan magnet dengan poles berbentuk cekung. Arus listrik bolak-balik dibuat ketika armatur ini berputar dalam medan magnet.

Dinamo generator biasanya berupa kumparan persegi dengan besi lunak sebagai inti dan belitan. Dinamo adalah nama umum untuk generator arus searah (DC). Pada dinamo, kumparan kawat dan magnet yang terpasang pada armatur mampu berputar dalam medan magnet. Bagian-bagian yang terhubung ke ujung kumparan berputar adalah tempat yang paling berbeda dari generator arus bolak-balik (AC).

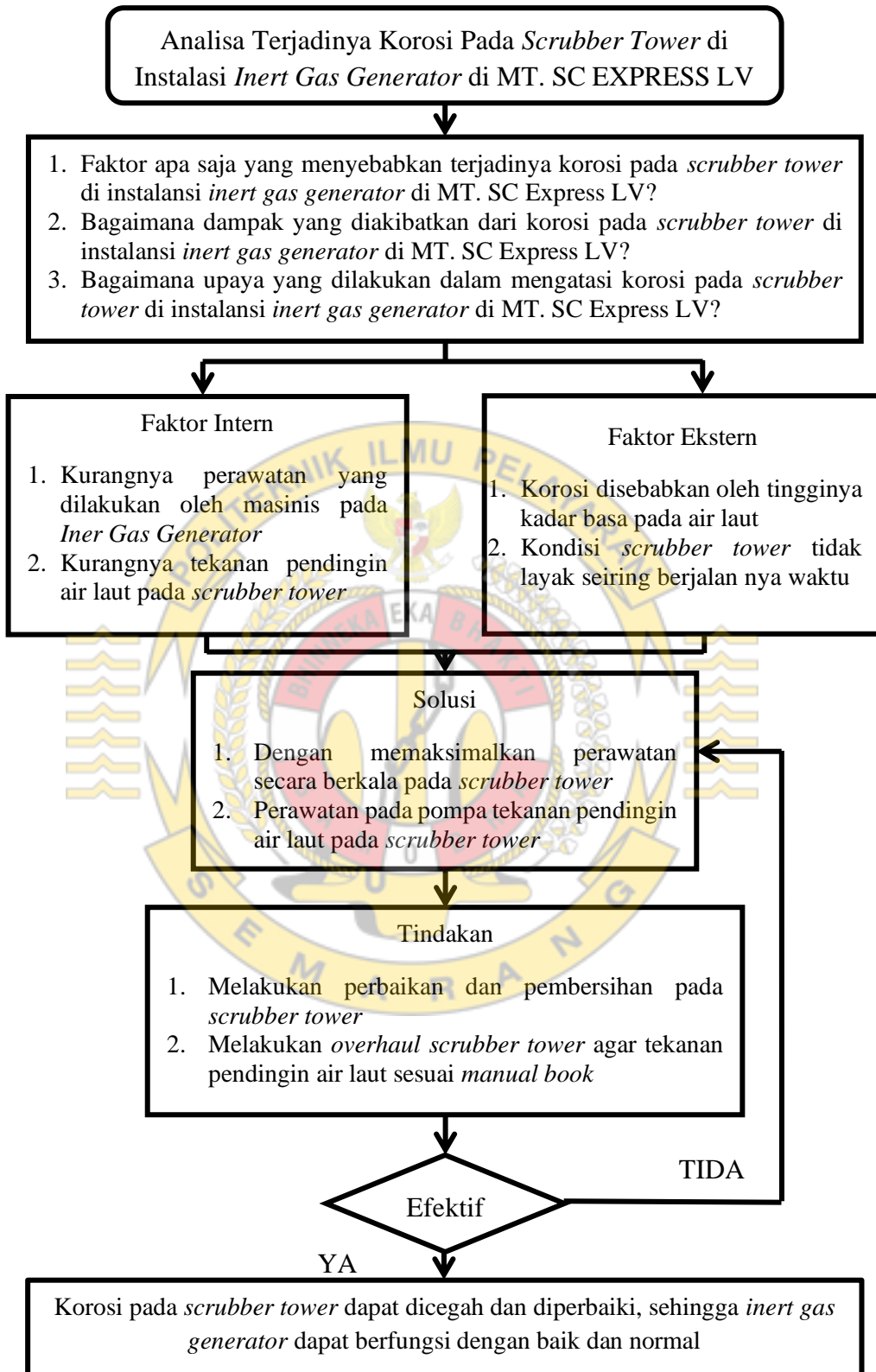
Pada dinamo, terdapat sebuah cincin belah yang disebut komutator, yang berfungsi untuk menghubungkan lilitan kumparan dengan sirkuit luar. Saat armatur berputar, hubungan antara kumparan dan sirkuit luar bergantian melalui komutator, sehingga menghasilkan arus searah. Sementara itu, generator AC menggunakan dua buah slip ring sebagai penghubung antara lilitan kumparan dan sirkuit luar, yang memungkinkan aliran arus bolak-balik.

B. Kerangka Penelitian

Menurut Sugiyono (2018), kerangka penelitian merujuk pada diagram yang berfungsi sebagai alur logika sistematis dalam sebuah penelitian. Diagram ini dipergunakan untuk mengilustrasikan konsep-konsep yang berikatan dalam penelitian menurut pertanyaan yang dikemukakan oleh penelitian. Kerangka penelitian ini membantu peneliti guna memperjelas dan memahami penelitian secara lebih baik. Kerangka penelitian ini dirancang berdasarkan pertanyaan

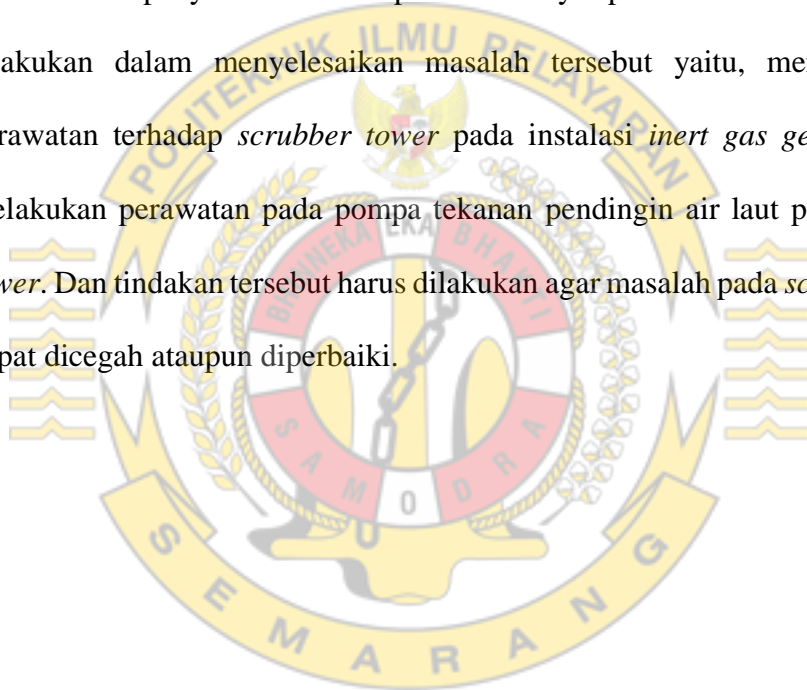
penelitian yang diajukan dan berfungsi sebagai panduan logis dalam mengembangkan penelitian tersebut. Tujuannya adalah untuk membuat penelitian lebih mudah dipahami dan diakses oleh pembaca atau peserta penelitian. Berikut adalah contoh kerangka penelitian yang disusun untuk memudahkan pemahaman:





Gambar 2.9 Kerangka Penelitian

Berdasarkan kerangka penelitian diatas, dapat disimpulkan pada penelitian ini berjudul analisa terjadinya korosi pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator* di MT. SC Express LV yang menghasilkan faktor-faktor penyebab terjadinya korosi tersebut yaitu, kurangnya perawatan yang dilakukan oleh masinis, kurangnya tekanan pendingin air laut pada *scrubber tower*, tingginya kadar basa pada air laut, dan jam kerja yang sudah melewati batas kerja. Dari faktor-faktor penyebab tersebut peneliti menyimpulkan tindakan yang dapat dilakukan dalam menyelesaikan masalah tersebut yaitu, memaksimalkan perawatan terhadap *scrubber tower* pada instalasi *inert gas generator*, dan melakukan perawatan pada pompa tekanan pendingin air laut pada *scrubber tower*. Dan tindakan tersebut harus dilakukan agar masalah pada *scrubber tower* dapat dicegah ataupun diperbaiki.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Hasil penelitian ini menciptakan solusi untuk masalah tersebut dan kemudian menghasilkan temuan untuk menjadi masukan dan manfaat bagi *crew* kapal berdasarkan penyelidikan yang dilakukan terhadap sumber masalah dalam penelitian ini. Berdasarkan temuan penelitian dan hasil pembahasan penelitian terkait analisa terjadinya korosi pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator* kapal MT SC Express LV, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor yang menyebabkan korosi pada *scrubber tower* pada MT. SC Express LV ialah kurangnya tekanan pendingin air laut pada *scrubber tower*, *pressure gauge* pada pompa *scrubber* tidak berfungsi dengan benar, kinerja dari *valve flushing* air tawar tidak berfungsi dengan normal, bahan atau *material* yang semakin lama menjadi lapuk sehingga terjadi korosi, kadar garam pada air laut yang sangat tinggi, suhu ekstrem yang terjadi pada *inert gas generator*, pengetahuan dan kesadaran dari *crew engine* terhadap bahaya dan dampak yang diakibatkan dari terjadinya korosi pada *scrubber tower*, pengawasan dan pengendalian kualitas dari *Engineer* yang bertanggung jawab terhadap *inert gas generator*, kepatuhan terhadap prosedur dan SOP *crew engine* dalam melaksanakan pengoperasian, perawatan, dan perbaikan instalasi *inert gas generator*, dan kelembapan pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator*.

2. Dampak yang didapatkan akibat terjadinya korosi ialah menurunnya daya tahan *filter demister* pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator*, menghambat proses bongkar muat kapal, kerusakan fisik pada instalasi *inert gas generator*, penurunan kinerja instalasi *inert gas generator* tidak optimal, dan biaya pemeliharaan dan perbaikan meningkat secara signifikan.
3. Upaya yang dapat dilakukan agar *scrubber tower* tidak cepat terkena korosi pada MT. SC Express LV ialah melakukan perawatan rutin pada tiap komponen *inert gas generator*, mengatasi tekanan air pendingin pada *scrubber tower*, dan inspeksi serta deteksi dini terhadap komponen-komponen pada *inert gas generator*.

B. Keterbatasan Penelitian

Hasil penelitian masih sangat terbatas dan belum mencakup gambaran secara keseluruhan atau utuh. Berikut ini adalah keterbatasan penelitian:

1. Keterbatasan waktu dan ruang penelitian dengan terkait korosi yang terjadi pada *scrubber tower* di instalasi *inert gas generator* mungkin memerlukan pengamatan dan analisis yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Keterbatasan waktu dan ruang dapat mempengaruhi sejauh mana penelitian dapat mencakup variasi penyebab korosi yang mungkin terjadi pada berbagai kondisi operasional dan lingkungan.
2. Salah satu metode yang dilakukan peneliti dalam mendapatkan data ialah dengan melakukan wawancara. Dalam melaksanakan wawancara, Peneliti

memiliki keterbatasan untuk mewawancarai Narasumber dikarenakan banyaknya pekerjaan yang harus dilakukan di atas kapal.

C. Saran

Peneliti mendapatkan ide-ide untuk mengatasi masalah yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, yang mungkin dapat digunakan sebagai pedoman dalam memperbaiki masalah jika terjadi di atas kapal, berdasarkan kesimpulan di atas antara lain:

1. Para *Engineer* dan *engine crew* di MT. SC Express LV hendaknya melakukan perawatan rutin suku cadang *inert gas generator* sesuai dengan *plan maintenance system (PMS)* dan *manual book* yang ada di kapal.
2. Dengan melakukan pemeriksaan rutin terhadap kinerja dari pompa *scruber* untuk memastikan tekanan yang dialirkan sesuai dengan *manual book*.
3. Sebaiknya melakukan koordinasi dengan pihak perusahaan agar lebih memperhatikan terhadap keadaan yang terjadi pada kapal dengan memberikan bantuan finansial serta lebih cepat dalam menanggapi keluhan yang terjadi pada kapal.

Demikian beberapa saran dalam upaya meningkatkan efisiensi pada *inert gas generator* dan permasalahan terkait korosi yang dapat diantisipasi.