



**OPTIMALISASI PENGGUNAAN ALAT BANTU *SCRUBBER*  
DALAM MENGATASI PENCEMARAN UDARA DENGAN  
METODE EGCS (*EXHAUST GAS CLEANING SYSTEM*)  
DI MV. HL PORT HEDLAND**

**SKRIPSI**

Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Oleh

**HARRY YANTO NUR HIDAYAT**

**541711206406 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG  
TAHUN 2021**



**OPTIMALISASI PENGGUNAAN ALAT BANTU *SCRUBBER*  
DALAM MENGATASI PENCEMARAN UDARA DENGAN  
METODE EGCS (*EXHAUST GAS CLEANING SYSTEM*)  
DI MV. HL PORT HEDLAND**

**SKRIPSI**

Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Oleh

**HARRY YANTO NUR HIDAYAT**

**541711206406 T**

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

**TAHUN 2021**



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN ALAT BANTU *SCRUBBER* DALAM  
MENGATASI PENCEMARAN UDARA DENGAN METODE EGCS  
(*EXHAUST GAS CLEANING SYSTEM*) DI MV. HL PORT HEDLAND**

Disusun Oleh:

**HARRY YANTO NUR HIDAYAT**

**541711206406 T**

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 28 Juli 2021

Dosen Pembimbing I  
Materi

Dosen Pembimbing II  
Metodelogi dan Penulisan

  
**BUDI OKO RAHARJO, M.M, M.Mar.E**

Pembina, (IV/a)

NIP. 19740321 199808 1 001

  
**MOH. ZAENAL ARIFIN, S.Stt., M.M.**

Penata, (III/c)

NIP. 19760309 201012 1 002

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknika

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

Pembina, (IV/a)

NIP. 19641212 199808 1 001



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi dengan judul “Optimalisasi Penggunaan Alat Bantu *Scrubber* Dalam Mengatasi Pencemaran Udara dengan Metode EGCS (*Exhaust Gas Cleaning System*) di MV. HL Port Hedland”

karya,

Nama : Harry Yanto Nur Hidayat

NIT : 541711206406 T

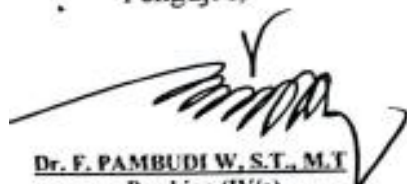
Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Senin*..... tanggal *02 Agustus 2021*....

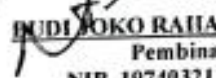
Semarang,.....

Panitia Ujian


Penguji I,


  
Dr. F. PAMBUDI W. S.T., M.T.  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19641126 199903 1 002

Penguji II,

  
BUDI OKO RAHARJO, M.M., M.Mar.E.  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19740321 199808 1 001

Penguji III,

  
KEBRIA SURLAMAN, MT, M.Mar.E.  
Penata Muda Tk. I (III/b)  
NIP. 19730208 199303 1 002

  
Dr. Capt. M. ASHUDI ROFIK, M.Sc.  
Pembina Tk I, (IV/b)  
NIP. 19670605 199808 1 001



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Harry Yanto Nur Hidayat

NIT : 541711206406 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul "Optimalisasi Penggunaan Alat Bantu *Scrubber* Dalam Mengatasi Pencemaran Udara dengan Metode EGCS (*Exhaust Gas Cleaning System*) di MV. HL Port Hedland".

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 di jatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang 29 Juli 2021

Yang menyatakan pernyataan,



**HARRY YANTO NUR HIDAYAT**  
NIT. 541711206406 T

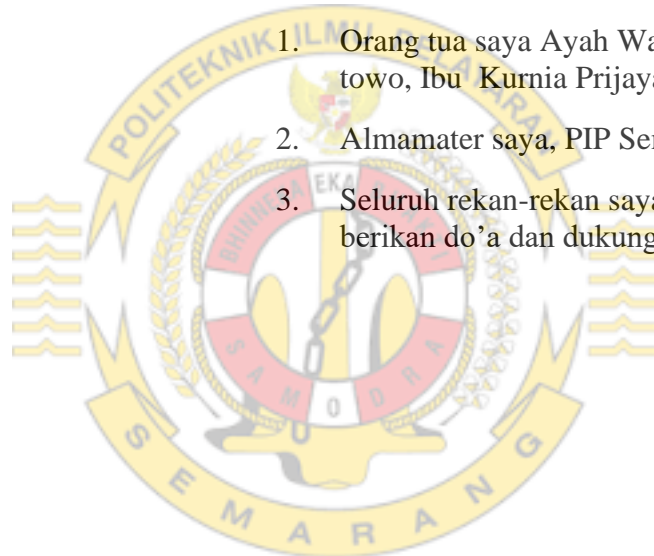


**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## MOTO DAN PERSEMBAHAN

1. “Jangan membatasi rezeki hanya pada materi”. (Alhabib Muhammad luthfi bin Yahya)
2. “orang bila ingin hidup mulia, maka harus banyak menahan diri”. (KH Mai-moen Zubair)
3. “Jika didasari dengan cinta, suatu perpisahan akan menjadi kerinduan”. (Habib Ali Zainal Abidin Assegaf)

### Persembahan:

- 
- The logo of Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang is a circular emblem. It features a central figure of a person in a white uniform with a red sash, holding a chain. The figure is set against a red and white background. The emblem is surrounded by a yellow border with the text 'POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG' and 'BHINNEKA EKA IKA SAMODRA'.
1. Orang tua saya Ayah Wahyu Imam Sutowo, Ibu Kurnia Prijayanti.
  2. Almamater saya, PIP Semarang.
  3. Seluruh rekan-rekan saya yang telah memberikan do'a dan dukungan.



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## PRAKATA



Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya penulis telah mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimalisasi Penggunaan Alat Bantu *Scrubber* Dalam Mengatasi Pencemaran Udara Dengan Metode EGCS (*Exhaust Gas Cleaning System*) di MV. HL Port Hedland”**. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan kita menuju jalan yang benar dan terang benderang serta kita nantikan syafa’atnya di yaumul akhir nanti, aamiin.

Skripsi ini disusun dalam rangka untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel), serta syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

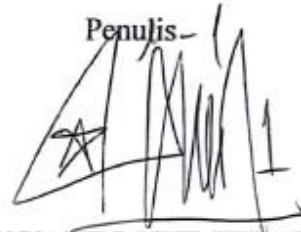
Dalam penyusunan skripsi ini, penulis juga banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofik, M.Sc selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Budi Joko Raharjo, M.M., M.Mar.E selaku dosen pembimbing materi skripsi.
3. Moh. Zaenal Arifin, S.SiT., M.M. selaku dosen pembimbing metodologi dan penulisan skripsi.
4. Seluruh dosen penguji sidang skripsi yang telah memberikan masukan arahan untuk perbaikan pada hasil penelitian ini.
5. Seluruh dosen PIP Semarang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi
6. Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungannya
7. Rekan-rekan yang telah memberikan doa, support dan bantuan selama proses penelitian ini.
8. Perusahaan PT. Jasindo Duta Segara dan seluruh *crew* MV.HL Port Hedland yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian dan praktek laut serta membantu penulisan skripsi ini.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati peneliti menyadari masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, peneliti berharap agar penelitian ini bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, 29 Juli 2021

Penulis -



**HARRY YANTO NUR HIDAYAT**  
NIT. 541711206406 T





**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Cakupan Masalah .....	5
1.4 Perumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II : KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>

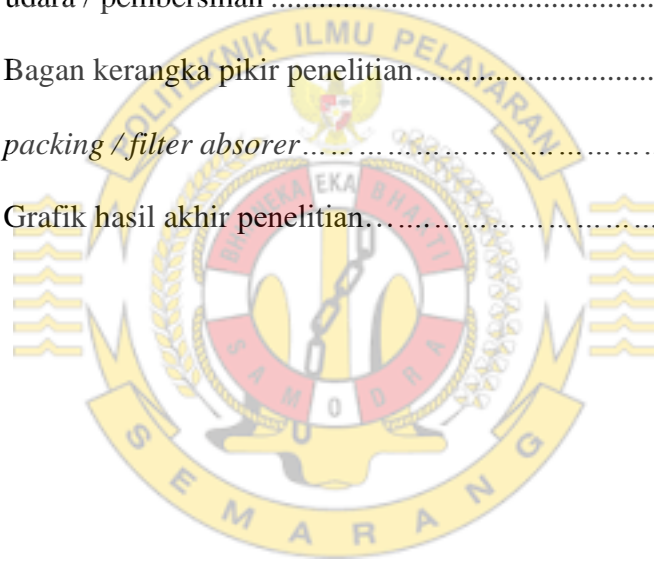
2.1 Kajian pustaka Teori ( <i>Grand Theory</i> ).....	9
2.2 Kajian Variabel/Fokus Penelitian .....	26
2.3 Kajian Penelitian Terdahulu.....	27
2.4 Kerangka Berpikir.....	30
2.5 Hipotesis Penelitian.....	32
<b>BAB III : METODE PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
3.1 Pendekatan dan Desain Penelitian .....	33
3.2 Fokus dan Lokus Penelitian .....	35
3.3 Sumber Data Penelitian.....	36
3.4 Teknik dan Alat Pengumpulan Data .....	38
3.5 Teknik Keabsahan Data.....	41
3.6 Teknik Analisis Data.....	43
<b>BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>54</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	54
4.2 Pembahasan.....	60
4.3 Keterbatasan Masalah .....	95
<b>BAB V : PENUTUP .....</b>	<b>96</b>
5.1 Simpulan .....	96
5.2 Saran.....	97
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>98</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>100</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>129</b>



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambaran umum skema sistem EGCS .....	13
Gambar 2.2	<i>Uptake damper open</i> .....	14
Gambar 2.3	<i>Bypass damper open</i> .....	15
Gambar 2.4	<i>Water analysis and gas analysis review</i> .....	15
Gambar 2.5	Saringan dengan saluran masuk gas buang dan sealing pasokan udara / pembersihan .....	19
Gambar 2.6	Bagan kerangka pikir penelitian.....	31
Gambar 4.1	<i>packing / filter absorer</i> .....	67
Gambar 4.2	Grafik hasil akhir penelitian.....	91





**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## DAFTAR TABEL

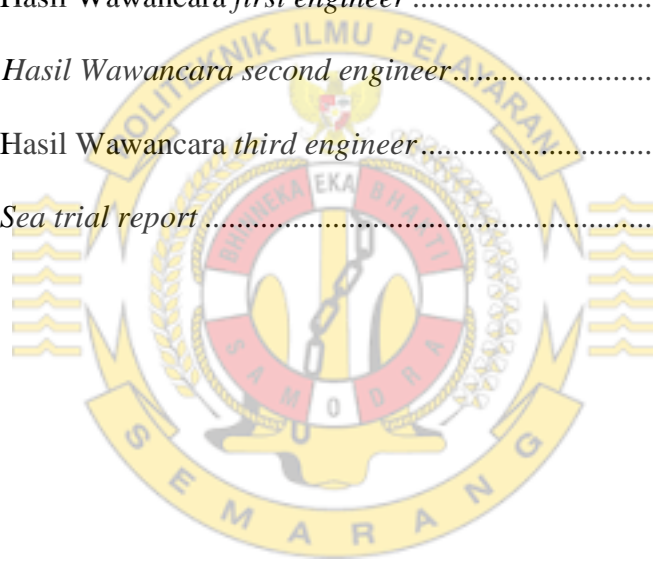
Tabel 2.1 Keterangan <i>analyzer</i> .....	16
Tabel 3.1 Triangulasi data.....	42
Tabel 3.2 Contoh tabel IFAS .....	44
Tabel 3.3 Contoh tabel EFAS .....	46
Tabel 3.4 Matriks IE .....	47
Tabel 3.5 Diagram analisis SWOT .....	48
Tabel 3.6 Matriks SWOT.....	49
Tabel 3.7 Matriks QSPM .....	50
Tabel 4.1 laporan hasil kerja <i>scrubber</i> pada MV.HL Port Hedland. ....	61
Tabel 4.2 Komparasi Urgensi Faktor <i>Internal</i> Dan Eksternal .....	81
Tabel 4.3 Nilai Dukung (ND) Faktor.....	83
Tabel 4.4 Nilai Relatif Keterkaitan Faktor Internal Dan Eksternal .....	85
Tabel 4.5 Matriks Ringkasan Analisis Faktor Internal Dan Eksternal.....	87
Tabel 4.6 Faktor Kunci Keberhasilan .....	89



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil turnitin.....	100
Lampiran 2 <i>Ship particular</i> .....	102
Lampiran 3 <i>Crewlist</i> .....	104
Lampiran 4 <i>Scrubber system</i> .....	105
Lampiran 5 Hasil <i>questioner</i> masinis 1,2 dan 3 .....	112
Lampiran 6 Hasil Wawancara <i>first engineer</i> .....	119
Lampiran 7 Hasil Wawancara <i>second engineer</i> .....	124
Lampiran 8 Hasil Wawancara <i>third engineer</i> .....	126
Lampiran 9 <i>Sea trial report</i> .....	128





**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## INTISARI

**Hidayat, Harry Yanto Nur**, 2021, NIT : 541711206406.T, “*Optimalisasi alat bantu scrubber dalam mengatasi pencemaran udara dengan metode EGCS (Exhaust Gas Cleaning System) di MV.HL Port Hedland*”, skripsi Program Studi Teknika, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Budi Joko Raharjo, M.M, M.Mar.E dan Pembimbing II: Moh. Zaenal Arifin, S.SiT., M.M.

Mulai 1 Januari 2020, IMO menerapkan standar emisi rendah sulfur/*low sulphur* yang diberlakukan untuk bahan bakar minyak yang digunakan oleh kapal, pengendalian emisi diatur dengan tidak melebihi 0,50% kandungan sulfur pada gas buang. Untuk mematuhi peraturan tersebut, perusahaan H-Line Shipping Company memilih untuk menggunakan alat bantu jenis baru yang bernama *scrubber* yang merupakan alat pemisahan suatu partikel solid (debu) yang ada di gas atau udara dengan menggunakan cairan sebagai alat bantu yang bertujuan untuk mengurangi kadar sulfur yang terkandung dalam gas buang. Air adalah cairan yang pada umumnya digunakan dalam proses *scrubbing*.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini kurang optimalnya kerja *scrubber* di MV.HL Port Hedland adalah kandungan sulfur masih berada pada nilai maksimum pada regulasi *low sulphur* yaitu 0.5%. Dikarenakan jumlah *filter/packing* kurang, membuat pemisahan partikulat padat kurang sempurna yang berdampak juga pada pencemaran air karena mengandung zat kimia berbahaya/belerang.

Untuk mengatasi permasalahan di atas dan memperbaiki kerja *scrubber* menjadi optimal, yaitu melakukan permintaan kepada perusahaan untuk penambahan jumlah *filter/packing* yang terletak di *absorber*. Sebagai pencegah pencemaran air laut harus selalu tersedia penetral/*chemical neutralizer* dan memberikannya pada air buangan *scrubber* yang menuju langsung ke laut agar tidak terjadi pencemaran. Melakukan pengecekan yang lebih detail dan berkala untuk mengetahui performa yang dihasilkan oleh *scrubber* agar dapat mengetahui masalah lebih dini dan detail lagi dan dapat mencegahnya sebelum terjadi permasalahan baru.

**Kata kunci** : Optimalisasi, *scrubber*, pencemaran udara, EGCS (*Exhaust Gas Cleaning System*), MV. HL Port Hedland



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## ABSTRACT

**Hidayat, Harry Yanto Nur**, 2021, NIT : 541711206406.T, “*Optimizing the scrubber in tackling air pollution by EGCS (Exhaust Gas Cleaning System) Method at MV. HL Port Hedland*”, Minithesys of Technical Department, Diploma IV Programme, Semarang Merchant Marine Polytechnic, Advisor I: Budi Joko Raharjo, M.M, M.Mar.E and Advisor II: Moh. Zaenal Arifin, S.SiT., M.M.

Started from January 1, 2020, IMO applies a low sulfur emission standard which applies to fuel oil used by ships, emission control is regulated by not exceeding 0.50% sulfur content in exhaust gases. To comply with these regulations, the H-Line Shipping Company chose to use a new type of tool called a scrubber which is a means of separating solid particles (dust) in gas or air by using liquid as a tool that aims to reduce the sulfur content contained in the air. contained in the flue gas. Water is a liquid that is generally used in the scrubbing process.

The results obtained from this study are less than optimal scrubber performance at MV.HL Port Hedland is that the sulfur level of the scrubber filtering results is less than optimal or still at the maximum value in the low sulfur regulation of 0.5% which is due to the lack of filter/packing, making the separation of solid particulates less which has an impact on water pollution because it contains harmful chemicals / sulfur..

To solve this problems of scrubber's efficiency performance to become optimal by doing requesting to the company for increase the number of filter/packing that located in absorber. To prevent seawater contamination it must be readily of neutral/chemical neutralizer and give them to the scrubber's that go directly to the sea to prevent the contamination. Conducting for detail of checking and periodically checking to knowing the scrubber's performance that resulted to knows the problems earlier and more detail and to prevent before the new problems happens.

**Keywords** : Optimizing, scrubber, air pollution, EGCS (Exhaust Gas Cleaning System), MV. HL Port Hedland



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Banyaknya industri-industri besar, semakin banyaknya kapal-kapal bertenaga mesin, dan semakin berkurangnya populasi tumbuhan dan pepohonan menyebabkan semakin berkurangnya kualitas udara, dalam menanggapi peristiwa tersebut, dari pihak maritim mengeluarkan kebijakan-kebijakan baru untuk mengurangi peningkatan polusi udara khususnya yang dihasilkan oleh gas buang mesin kapal. Dengan mengatur nilai kandungan sulfur yang terdapat pada gas buang. Sejak 1 Januari 2020, standar emisi diberlakukan untuk bahan bakar minyak yang digunakan oleh kapal, dalam peraturan yang dikenal sebagai IMO 2020. “Pencegahan pencemaran udara oleh gas buang cerobong kapal pencegahan pencemaran dari kapal, kandungan belerang dari bahan bakar minyak yang digunakan oleh kapal yang beroperasi di luar area pengendalian emisi yang ditunjuk tidak boleh melebihi 0,50% - mewakili pengurangan 80% dari batas 3,50% saat ini.”. Hal ini secara signifikan akan meningkatkan kualitas udara di banyak daerah pesisir dan pelabuhan yang berpenduduk. Untuk mematuhi peraturan tersebut, pihak pemilik kapal memiliki beberapa opsi yaitu :

1.1.1 Beralih ke bahan bakar sulfur rendah */low sulphur*

1.1.2 menggunakan LNG

1.1.3 memasang sistem pembersih gas EGCS (*Exhaust Gas Cleaning System*) atau *scrubber* diatas *Funnel*/cerobong.

Pada kapal HL PORT HEDLAND dalam menanggapi dan guna mematuhi regulasi *low sulphur*, menggunakan *scrubber* dengan metode EGCS (*Exhaust Gas Cleaning*) System. *Scrubber* merupakan alat bantu jenis baru yang dipasang di kapal *bulk carrier* sebagai pembersih gas buang yang dihasilkan oleh permesinan yang ada di kapal MV. HL PORT HEDLAND. Dalam penggunaan *scrubber*, maka bahan bakar yang digunakan tetaplah berjenis bahan bakar seperti biasanya *atau heavy fuel oil* (HFO). Berdasarkan jenisnya, *scrubber* memiliki 2 jenis yang berbeda yaitu *open-loop scrubber discharge* dan *closed-loop system*. Pada sistem *open-loop scrubber discharge* menetralkan SO<sub>x</sub> dengan memanfaatkan alkalinitas alami air laut yang kemudian dibersihkan dan dibuang kembali ke laut. Sistem *closed-loop* yang khas menggunakan air tawar yang dicampur dengan natrium hidroksida, air cucian kemudian dimurnikan dan disirkulasi ulang, dan lumpur sisa yang dihasilkan disimpan dalam tangki dan dibuang di pelabuhan berikutnya yang menawarkan fasilitas yang sesuai.

Sistem *loop* tertutup dapat digunakan terlepas dari komposisi air tempat kapal beroperasi, termasuk muara dan badan air tawar seperti *great lakes*. Di sisi lain, *scrubber loop* terbuka tidak bekerja secara efektif di perairan dengan salinitas rendah. *Scrubber* yang akan dibahas oleh penulis adalah *scrubber loop* terbuka, sesuai dengan tipe yang berada diatas kapal. Pada kapal HL Port Hedland menggunakan *scrubber* jenis *open-loop scrubber discharge*. EGCS bekerja Untuk mematuhi peraturan emisi sulfur,

Gas Buang *PureSOx* Sistem pembersihan (EGCS) menghilangkan sulfur oksida (*SOx*) dari cerobong gas. Sebagai efek sekunder, sistem juga menghilangkan sebagian partikular materi (PM).

Gas buang dibersihkan di *scrubber*, dengan mencampurkan gas buang secara menyeluruh dengan air. *Scrubber* ditempatkan di antara unit pembakaran dan knalpot corong gas (cerobong). Setiap unit pembakaran yang terhubung dengan *scrubber* memiliki dua katup: katup peredam pengambilan dan *bypass*. Tergantung pada posisi katup, gas buang mengalir ke *scrubber* untuk dibersihkan, atau itu mengalir langsung ke corong tanpa dibersihkan.

Gas buang memasuki *scrubber* melalui bagian *jet section*. Di sini, gas dan *SOx* awalnya didinginkan dan penyerapan partikel terjadi. Gas kemudian mengalir ke bagian *absorber* untuk pembersihan lebih lanjut. Kemudian nantinya gas yang sudah melampaui 2 kali proses pembersihan akan dideteksi oleh sensor yang mendeteksi kandungan sulfur.

Berdasarkan dari jenis, cara kerja serta hasil penyaringan yang didapatkan dari *scrubber*, beberapa negara sudah melarang sistem loop terbuka/ *open-loop scrubber discharge* di perairan mereka. Baru saja, Otoritas Maritim dan Pelabuhan Singapura serta Kementerian Transportasi di Beijing, Cina, telah melarang kapal dari pembuangan air cucian masuk pelabuhan dan daerah pengendalian emisi / *emission control area* (ECA) mereka. Sedangkan di Pelabuhan Singapura, kapal dilengkapi dengan jenis *scrubber hybrid* yang sedang disarankan untuk beralih ke

operasi loop tertutup. Adapun kapal yang dilengkapi scrubber loop terbuka, mereka harus beralih ke bahan bakar yang sesuai sebagai gantinya.

Otoritas Singapura merekomendasikan operator untuk melakukan beralih ke *scrubber* loop tertutup mode atau melakukan pergantian jenis bahan bakar yang rendah sulfur atau *low sulfur fuel oil* atau *marine gasoline* (LSFO/MGO) jauh sebelum kedatangan kapal di perairan pelabuhan, sehingga masalah operasional apa pun dapat diidentifikasi dan ditangani sebelum kapal mulai bermanuver dalam lalu lintas padat.

berdasarkan penelitian ini dengan masih adanya kekurangan optimalan alat bantu *scrubber* jenis *open-loop* diatas kapal yang belum dapat sepenuhnya beroperasi diberbagai wilayah, maka penulis tertarik mengambil judul : “OPTIMALISASI PENGGUNAAN ALAT BANTU *SCRUBBER* DALAM MENGATASI PENCEMARAN UDARA DENGAN METODE EGCS (*EXHAUST GAS CLEANING SYSTEM*) DI MV. HL PORT HEDLAND”.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang di atas dapat ditarik sebuah masalah utama yang dijadikan sebagai dasar penelitian yaitu belum sempurnanya kerja dari *scrubber*. Dikarenakan hasil dari *scrubber* masih terbilang tinggi atau masih berada pada batas nilai maksimum diregulasi *low sulphur*, sehingga alat ini masih perlu perbaikan dan penambahan performa yang lebih baik agar dapat digunakan diseluruh kawasan perairan tanpa khawatir penolakan dari negara yang menerapkan *emissions control area*.

### 1.3 Cakupan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan arti dalam penyusunan dan pembahasan maka peneliti membatasi ruang lingkup penelitian permasalahan hanya terkait tentang kurang optimalnya kerja *scrubber* tipe *open loop wet scrubber puresox* alfa laval di MV.HL Port Hedland, sehingga pembaca dapat fokus dan mudah untuk memahami tentang inti dari permasalahan *scrubber* serta tujuan dari penelitian ini.

### 1.4 Perumusan Masalah

Untuk lebih mudah dalam penyusunan skripsi ini berdasarkan uraian latar belakang di atas maka diperlukannya suatu rumusan masalah. Berdasarkan hasil praktek yang dilakukan penulis ketika melaksanakan praktek laut di kapal, terdapat suatu permasalahan baru yang harus ditanggapi dengan serius, cepat dan tepat yang dimana terciptanya regulasi baru dari IMO tentang pengaturan kandungan sulfur emisi gas buang yang ditujukan untuk mengurai pencemaran udara yang diatur dalam MARPOL 73/78 ANNEX VI yang berbunyi “Pencegahan Pencemaran Udara Oleh Gas Buang Cerobong Kapal” yang harus ditaati oleh semua kapal mulai tanggal 1 Januari 2020 silam. Dan terdapat beberapa pilihan untuk menanggapi regulasi tersebut salahsatunya yaitu dengan memasang pesawat bantu scrubber EGCS seperti yang ada di kapal penulis. Memperhatikan masalah yang ada, maka dari penulis merumuskan masalah dalam skripsi ini sebagai berikut :

- 1.2.1 Faktor-faktor apa yang menyebabkan tingkat sulfur hasil penyaringan scrubber masih berada pada nilai maksimum pada regulasi low sulphur?
- 1.2.2 Bagaimana efisiensi kinerja scrubber dalam upaya mengurangi pencemaran udara?
- 1.2.3 Apa dampak yang ditimbulkan dari penggunaan scrubber ?

## 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

- 1.5.1 Untuk mengetahui penyebab kandungan sulfur hasil penyaringan scrubber masih berada pada nilai maksimum pada regulasi low sulphur.
- 1.5.2 Untuk menganalisis efisiensi kinerja scrubber dalam upaya mengurangi pencemaran udara.
- 1.5.3 Untuk menganalisis dampak yang ditimbulkan dari penggunaan scrubber .

## 1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat baik dari segi teoritis maupun praktis. Berikut ini rincian beberapa manfaat dari hasil penelitian antara lain :

- 1.6.1 Manfaat penelitian secara teoritis:

Dari hasil penelitian yang dilakukan penulis dapat menambah wawasan tentang salah satu metode baru dalam upaya mengurangi

pencemaran udara yang disebabkan oleh sisa gas buang mesin-mesin kapal.

## 1.6.2 Manfaat penelitian secara praktis:

### 1.6.2.1 Akademi

Menambah wawasan ilmu pengetahuan dan referensi bagi taruna yang akan melaksanakan praktek laut dan mempunyai gambaran tentang permasalahan dan cara mengatasi sesuatu yang akan terjadi. Sehingga taruna sudah memiliki bekal pengetahuan secara teoritis dan juga dapat menambah pustaka di perpustakaan kampus.

### 1.6.2.2 Awak kapal

Memberikan informasi dan menambah pengetahuan tentang alat bantu baru dengan metode yang baru, sehingga dapat dijadikan sebagai tambahan wawasan serta acuan dalam melakukan perawatan dan perbaikan. Ketika dikemudian hari menemui alat yang serupa di tempat lain, sehingga tidak terjadi kebingungan dan kepanikan.

### 1.6.2.3 Perusahaan pelayaran

Sebagai tambahan masukan kepada perusahaan dan evaluasi atas apa yang sudah terlaksana. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai saran dan tambahan referensi untuk mempermudah perusahaan apabila di kemudian hari terjadi sebuah permasalahan.

#### 1.6.2.4 Sebagai masukan kepada peneliti

Penulisan skripsi ini bertujuan akademis bagi peneliti yaitu sebagai salah satu persyaratan kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan Pelayaran di bidang teknik, serta menambah pengetahuan dan bekal untuk menjadi seorang masinis kapal dikemudian hari.





**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Teori (*Grand Theory*)

##### 2.1.1 Analisis

Komaruddin (2017), analisis merupakan suatu kegiatan berfikir untuk menguraikan suatu keseluruhan menjadi komponen sehingga dapat mengenal tanda-tanda komponen, hubungan satu sama lain dan fungsi masing-masing dalam keseluruhan yang terpadu. Analisis berasal dari bahasa Yunani kuno analisis yang bermakna membebaskan. Analisis tercipta dari 2 suku kata, ialah *anayang* berarti kembali, serta *luein* yang berarti melepas sehingga dapat disimpulkan menjadi menguraikan atau melepas kembali. Kata analisis diserap kedalam bahasa Inggris menjadi *analysis* kemudian diserap dalam bahasa Indonesia menjadi *analisis*.

##### 2.1.2 Definisi Alat Bantu

Alat bantu atau permesinan bantu adalah seluruh mesin yang ada diatas kapal baik yang berada diatas kapal bagian *deck* maupun di dalam kamar mesin, kecuali mesin induk yang fungsinya memperlancar pengoperasian mesin induk dan operasi kapal secara berkesinambungan dengan aman dan selamat.

##### 2.1.3 Definisi *scrubber*

Berdasarkan *Germann, André "Scrubber mit Fragezeichen"*, *THB January 21st 2019, page 3*. *Scrubber* dapat di definisikan

sebagai alat pemisahan suatu partikel *solid* (debu) yang ada di gas atau udara dengan menggunakan cairan sebagai alat bantu yang bertujuan untuk mengurangi kadar sulfur yang terkandung dalam gas buang.. Air adalah cairan yang pada umumnya digunakan dalam proses *scrubbing*, meskipun dapat juga digunakan cairan lainnya (seperti : asam sulfat, dll).

#### 2.1.4 Definisi Pencemaran Udara

Wardhana, (1995, h. 27) pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Mukono, (2005) Pencemaran udara adalah adanya bahan polutan di atmosfer yang dalam konsentrasi tertentu akan mengganggu keseimbangan dinamik atmosfer dan mempunyai efek pada manusia dan lingkungannya.

#### 2.1.5 Definisi *Exhaust Gas Cleaning System* (EGCS)

Menurut asosiasi resmi EGCS/ *Exhaust Gas Cleaning System Assosiation* (EGCSA), EGCS adalah sebuah istem dimana gas buang yang dibersihkan dengan sistem basah menggunakan media air dan ada beberapa desain berbeda dari sistem pembersihan gas buang laut (sering disebut *scrubber*) yang menghilangkan sulfur oksida dari mesin kapal dan gas buang *boiler*. sistem basah ini memiliki 3 jenis berbeda sesuai kegunaannya:

2.1.5.1 Kapal yang memungkinkan aliran pembuangan dari mesin

atau ketel untuk bercampur erat dengan air - baik air laut atau air tawar (atau keduanya). Untuk alasan ketersediaan ruang dan akses, unit pembersih gas buang cenderung berada di atas kapal di dalam atau di sekitar area corong.

2.1.5.2 Sebuah pabrik pengolahan untuk menghilangkan polutan dari air “pencucian” setelah proses *scrubbing*.

2.1.5.3 Fasilitas penanganan lumpur - lumpur yang dikeluarkan oleh instalasi pengolahan air pencucian harus disimpan di atas kapal untuk dibuang ke darat dan tidak dapat dibakar di *incinerator* kapal.

#### 2.1.6 Prinsip Kerja *Scrubber*

Berdasarkan Gerald T. Joseph pada *Scrubber system operation refiew self -instructional manual*. *Scrubber* menyemprotkan air alkali (*alkaline water*) ke dalam aliran gas buang untuk menetralkan sulfur oksida (SO<sub>x</sub>). Pada sistem loop terbuka menetralkan SO<sub>x</sub> dengan memanfaatkan alkalinitas alami air laut yang kemudian dibersihkan dan dibuang kembali ke laut.

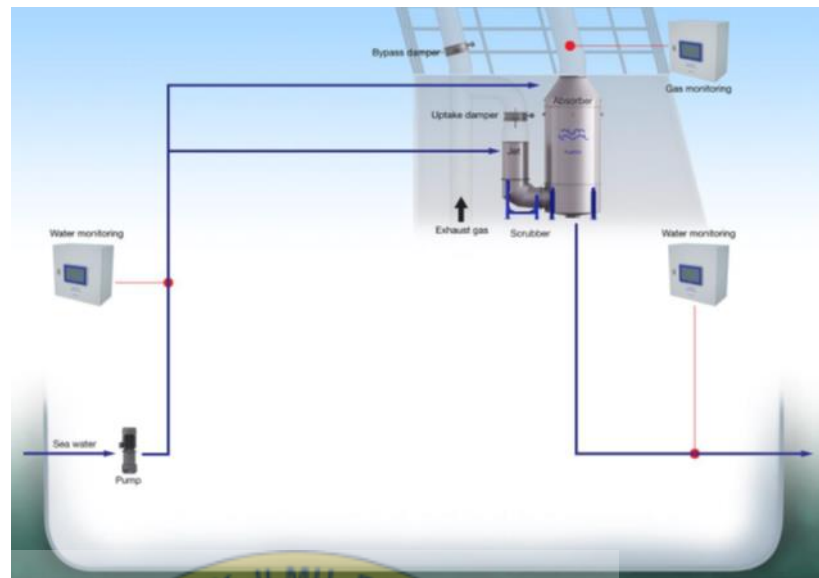
Sistem *loop* tertutup yang khas menggunakan air tawar yang dicampur dengan natrium hidroksida. air cucian kemudian dimurnikan dan disirkulasi ulang, dan lumpur sisa yang dihasilkan disimpan dalam tangki dan dibuang di pelabuhan berikutnya yang menawarkan fasilitas yang sesuai. Sistem *loop* tertutup dapat digunakan terlepas dari komposisi air tempat kapal beroperasi,

termasuk muara dan badan air tawar seperti *Great Lakes*. Di sisi lain *scrubber loop* terbuka tidak bekerja secara efektif di perairan dengan salinitas rendah, *scrubber* yang akan dibahas oleh penulis adalah *scrubber loop* terbuka, sesuai dengan tipe yang berada diatas kapal.

Untuk mematuhi peraturan emisi *low sulphur*, sistem *PureSOx Exhaust Gas Cleaning System (EGCS)* menghilangkan sulfur oksida ( $SO_x$ ) dari gas buang. Sebagai efek sekunder, sistem juga menghilangkan sebagian dari materi partikulat. Gas buang dibersihkan di *scrubber*, dengan mencampurkan gas buang secara menyeluruh dengan air. *Scrubber* ditempatkan di antara unit pembakaran dan corong gas buang (cerobong). Setiap unit pembakaran yang terhubung ke *scrubber* memiliki dua katup: katup peredam ambil dan jalan pintas / *by pass*. Bergantung pada posisi katup, gas buang mengalir ke *scrubber* untuk dibersihkan, atau mengalir langsung ke corong tanpa dibersihkan. Gas buang memasuki *scrubber* melalui bagian *jet*.

Di sini, gas didinginkan dan  $SO_x$  awal serta penguraian awal partikel terjadi. Gas buang kemudian dialirkan ke bagian absorber untuk pembersihan lebih lanjut. Peralatan analisis gas / *gas analyzer* dan air memantau kualitas proses pembersihan. Mode aktif yang berbeda tersedia. Ini dapat dipilih tergantung pada, misalnya, lokasi kapal atau kondisi pelayaran.

#### 2.1.7 Proses Kerja



Gambar 2.1 : Gambaran Umum Skema Sistem EGCS

Sumber : *operations manual book scrubber*

Berdasarkan *operations manual book scrubber*, proses kerja *scrubber* guna membersihkan gas buang, gas tersebut disemprot secara menyeluruh dengan air oleh *sprayer* pada Sistem Gas Cleaning (EGC). Gambar 1 menunjukkan gambaran skema komponen sistem utama dan aliran air dan gas buang. Saat *scrubber* sedang berjalan:

- 2.1.7.1 Air laut digunakan untuk proses pembersihan gas buang kemudian dibuang Kembali kelaut.
- 2.1.7.2 Pompa umpan memasok air ke penyemprot di jet dan penyerap.
- 2.1.7.3 Jumlah air diatur untuk memastikan pembuangan SO<sub>x</sub> yang efisien dari gas buang.

2.1.7.4 Air cucian yang keluar dari *jet section* dan *absorber (effluen)* masuk ke saluran pembuangan. Di sini, ia tetap berada dalam elemen *degassing* (menghilangkan gas) untuk beberapa waktu. Hal ini memungkinkan air cucian untuk menghilangkan gas.

2.1.7.5 Air cucian dibuang ke laut. Kualitas air yang dibuang dimonitor gambar 1, Aliran Gas Buang. Setiap unit pembakaran yang terhubung ke *scrubber* memiliki *bypassnya* sendiri dan pengaturan penyerapan. Pengaturan *bypass*, *uptake* terdiri dari *bypass damper (valve)* dan *uptake damper (valve)*. Salah satu dari ini peredam selalu terbuka untuk melindungi unit pembakaran.

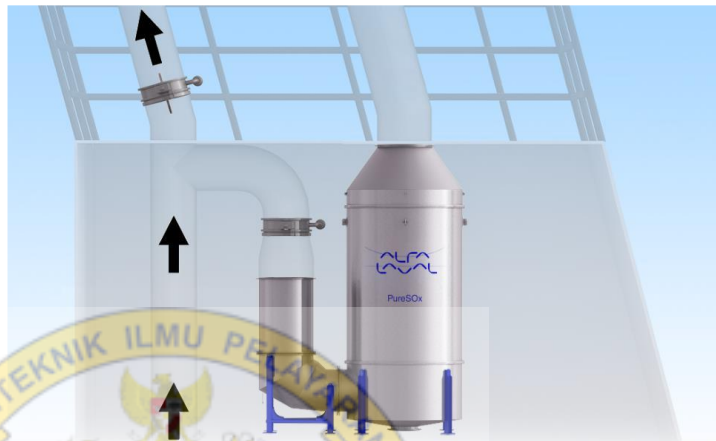
2.1.7.6 Saat peredam pengambilan terbuka, gas buang mengalir melalui *scrubber* dan dibersihkan. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2.2 : *Uptake damper* terbuka: gas buang mengalir melalui *scrubber*. Sumber : *operations*

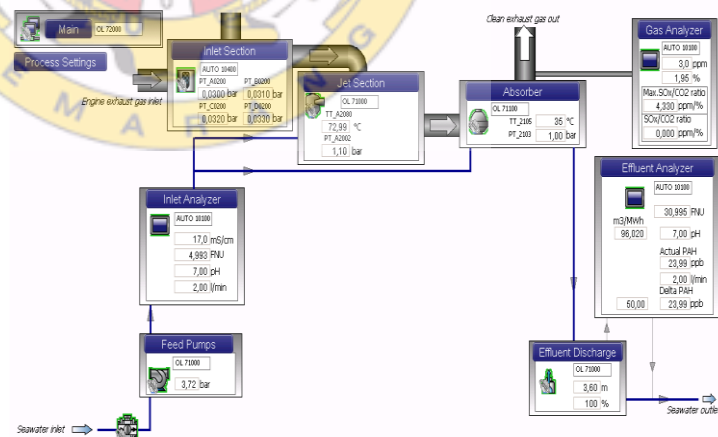
*manual book scrubber*

2.1.7.7 Saat peredam *bypass* terbuka, gas buang tidak dibersihkan: itu keluar langsung melalui corong, tidak melalui *scrubber*. Seperti yang terlihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 : *Bypass damper open*: gas buang mengalir langsung ke corong. Sumber : *operations manual book scrubber*

#### 2.1.7.8 Pemantauan Emisi /*gas and water analyzers*



Gambar 2.4 : *Water analysis and gas analysis review*

Sumber : *operations manual book scrubber*

Sistem EGC dilengkapi dengan unit analisis air dan analisis gas sebagai ditunjukkan pada Gambar 4. Sistem EGC memberikan peringatan jika hasil emisi terlampaui atau kurang dari batas. Tabel berikut memberikan gambaran

<i>Analysis unit</i>	<i>Monitors</i>	<i>Measures</i>
<i>Gas Analyzer</i> (tag 7000)	<i>Exhaust gas</i>	<i>SOx and CO2 content</i>
<i>Inlet Analyzer</i> (tag 7600)	<i>Water to scrubber</i>	<i>pH, conductivity, turbidity</i>
<i>Effluent Analyzer</i> (tag 7500)	<i>Discharge water</i>	<i>pH, turbidity, PAH</i>

tentang unit analisis, alirannya monitor, dan jenis pengukuran yang mereka kembalikan.

Tabel 2.1 : Keterangan *analyzer*

#### 2.1.7.9 Mode *Manuver*

Sistem EGC bereaksi pada sinyal yang berjalan dan memuat sinyal dari unit pembakaran yang terhubung. Bergantung pada jenis mesin utama, mesin berikut ini

terjadi pada sistem EGC saat kapal sedang bermanuver:

2.1.7.9.1 Motor 2 tak : mesin dihidupkan dan dimatikan berulang kali untuk mengubah arah berlayar. Pada setiap mesin berhenti dan hidup, pengambilan dan katup peredam *bypass* untuk mesin ini membuka atau menutup.

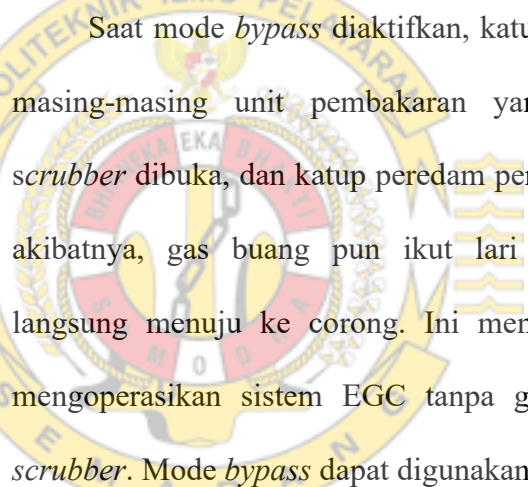
2.1.7.9.2 Motor 4 tak : mungkin ada perubahan besar dan cepat pada beban mesin. Ini berarti katup untuk penyemprot air diaktifkan berulang kali, dengan interval pendek. Mode Manuver fungsi memodifikasi sinyal mesin untuk menghindari perilaku katup yang tidak stabil saat mode manuver diaktifkan (ON).

2.1.7.9.3 Sinyal kerja mesin tetap aktif untuk setiap saluran utama mesin yang terhubung ke sistem EGC. Ini berarti bahwa katup peredam *uptake* untuk mesin tetap terbuka dan *bypass* katup peredam tetap tertutup selama mode manuver aktif.

2.1.7.9.4 Ada pilihan untuk menyetel nilai beban *scrubber* tetap. Ini menghindari pergantian berulang dari katup penyemprot air. Mode manuver hanya memengaruhi mesin utama. Untuk unit

pembakaran lainnya (mesin bantu *boiler*), kontrol *scrubber* normal digunakan. Selama mode manuver, tidak ada pembersihan *demister* otomatis atau, jika hadir, pembersihan tumpukan. Saat mode manuver dinonaktifkan (OFF), semua sinyal terkait mesin segera kembali ke status aslinya.

#### 2.1.7.10 Mode *Bypass*



Saat mode *bypass* diaktifkan, katup peredam *bypass* masing-masing unit pembakaran yang terhubung ke *scrubber* dibuka, dan katup peredam pengambilan ditutup. akibatnya, gas buang pun ikut lari unit pembakaran langsung menuju ke corong. Ini memungkinkan untuk mengoperasikan sistem EGC tanpa gas buang melalui *scrubber*. Mode *bypass* dapat digunakan:

- 2.1.7.10.1 Untuk secara berkala menguji operasi katup peredam penyerapan dan *bypass* sebagai bagian dari pemeliharaan preventif.
- 2.1.7.10.2 Untuk menjalankan pembersihan *demister* manual.
- 2.1.7.10.3 Jika pengujian harus dilakukan dengan *scrubber* yang sedang berjalan.
- 2.1.7.10.4 Untuk mengoperasikan bagian yang bergerak

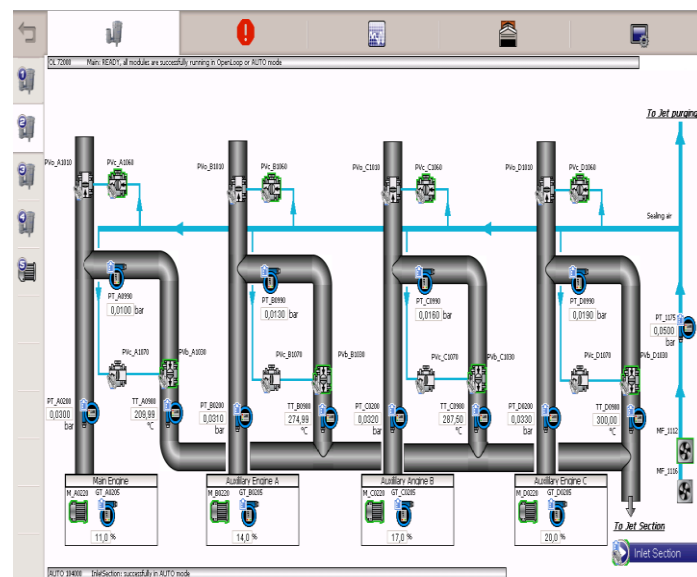
seperti pompa dan katup selama berhenti dalam waktu lama dari sistem EGC.

Jika kapal berlayar di area regulasi ECA bahan bakar sulfur menggunakan *noncompliant* bahan bakar, mengaktifkan *bypass* mode berarti kapal beroperasi seperti terdahulu.

### 2.1.8 Komponen *Scrubber*

Berikut adalah komponen-komponen utama pada Pembersihan gas buang *scrubber* (EGCS) berdasarkan *operations manual book scrubber* :

2.1.8.1 Saluran Masuk, *bypass / uptake*, dan *sealing*/ Pembersihan gas buang udara. Saluran masuk gas buang dengan peredam serapan dan *bypass* bagian *inlet scrubber* mengarahkan gas buang dari unit pembakaran ke-*scrubber* atau ke corong gas buang (cerobong).



Gambar 2.5 : Saringan dengan saluran masuk gas buang dan *sealing* pasokan udara / pembersihan

Sumber : *operations manual book scrubber*

Arah gas buang ditentukan oleh dua katup, yang disebut peredam *bypass* dan peredam penyerapan. Setiap unit pembakaran memiliki *bypass damper* dan *uptake damper*:

2.1.8.1.1 Saat *scrubber* berjalan, peredam penyerapan

terbuka untuk masing-masing *scrubber* unit pembakaran yang sedang berjalan. Peredam *bypass* yang sesuai ditutup. Gas buang unit pembakaran itu mengalir ke *jet* bagian, di mana ia masuk ke *scrubber* untuk dibersihkan.

2.1.8.1.2 Saat unit pembakaran mati, peredam *bypass* untuk unit tersebut adalah buka.

2.1.8.1.3 Saat *scrubber* dihentikan, atau dalam mode *bypass*. semua peredam *bypass* terbuka dan semua peredam ambilan ditutup.

Setiap gas buang yang dihasilkan melewati *scrubber* dan aliran langsung ke corong. Gasnya tidak dibersihkan. Untuk melindungi unit pembakaran, salah satu peredamnya selalu terbuka. Itu peredam pengambilan dan peredam *bypass* terkait dikontrol masuk sedemikian rupa sehingga peredam penyerapan tidak dapat menutup sebelum *bypass*

*damper* terbuka penuh, begitu pula sebaliknya.

Setelah berhenti tidak terkontrol (misalnya, karena berhenti darurat atau kegagalan daya), peredam *bypass* dipaksa ke posisi terbuka oleh aktuator pneumatik terbuka yang tidak aman. Untuk detail selengkapnya tentang perilaku pengaturan *bypass* dan *uptake* selama perhentian yang tidak terkontrol.

Setiap *damper* memiliki roda tangan untuk pengoperasian manual, untuk digunakan, untuk Misalnya, selama perawatan *scrubber*. Saat kontrol manual diaktifkan pada *gearbox* peredam, kontrol normal melalui sistem EGC tidak lagi bekerja. Menyegetel dan membersihkan pasokan udara Sistem EGC membutuhkan pasokan udara untuk menutup katup peredam pengambilan dan *bypass* (penyegelan udara). Tekanan berlebih pada katup cakram ganda ini memastikan tidak ada gas buang gas bisa melewati katup. Kemudian membersihkan *scrubber* (bersihkan udara). Jika pekerjaan dibutuhkan di dalam *scrubber*, suplai udara digunakan untuk membersihkan *scrubber*.

Sebagai standar, sistem EGC dilengkapi dengan dua kipas untuk penyegelan/bersihkan pasokan udara. Jika satu kipas gagal, kipas lainnya mengambil alih. Apakah

mungkin untuk mengatur preferensi untuk kedua kipas ini. Pasokan udara penyegel harus tersedia setiap saat. Ketika *bypass damper* atau *uptake damper* ditutup, menyegel udara diperlukan untuk memastikan penyegelan yang benar.

#### 2.1.8.2 *Jet Section*

Saat peredam penyerapan terbuka, gas buang masuk ke *scrubber* melalui bagian atas *jet section*. Pada bagian *jet*, gas buang didinginkan dan dibersihkan dengan mencampurkannya secara menyeluruh dengan air. Setelah ini, gas dialirkan ke bagian penyerap untuk pembersihan lebih lanjut.

Bergantung pada total beban mesin, dibutuhkan lebih banyak atau lebih sedikit air. Itu jumlah air diatur dengan menyalakan atau mematikan lapisan penyemprot air mati. Jika pekerjaan diperlukan di dalam *scrubber*, *jet* dan *absorber* harus bekerja dibersihkan dengan udara. Udara disuplai oleh kipas penyegel / pembersih udara. Itu jalur suplai terhubung ke *jet*. Saat *scrubber* dihentikan, urutan *cooldown* dimulai. Selama dalam jangka waktu tertentu, lapisan penyemprot atas tetap terbuka untuk mendinginkan *jet*.

#### 2.1.8.3 *Absorber*

Di *absorber*, gas buang yang berasal dari jet dibersihkan oleh mencampur gas secara menyeluruh dengan air. Ada banyak lapisan air penyemprot. Bergantung pada total beban mesin, lebih banyak atau lebih sedikit air dibutuhkan. Jumlah air diatur dengan mengganti penyemprot ini lapisan aktif atau nonaktif. Hubungan antara beban mesin dan jumlah air adalah didefinisikan di jendela *pop-up* Pengaturan *absorber*.

#### 2.1.8.4 *Inlet water analysis*

Unit *Inlet Water Analyzer* mengukur kualitas air yang mengalir kedalam *jet* dan menyemprot *absorber*.

#### 2.1.8.5 *Demister*

Di bagian atas *absorber*, unit *demister* menangkap tetesan air sebelumnya mereka bisa masuk ke corong. Untuk menjaga kebersihan demister, penyemprot air dipasang. Penyemprot ini hanya digunakan untuk pembersihan *demister*. Tertentu kondisi sistem menentukan apakah dan kapan pembersihan demister dilakukan. Untuk detailnya,

#### 2.1.8.6 Unit Analisis Gas

Unit analisis gas memantau gas buang yang keluar dari *scrubber*. Jika batas emisi terlampaui, peringatan akan dibuat. Debit air Air cucian dari scrubber mengalir ke

saluran pembuangan. Perpipaan tepat di bawah penyerap disebut elemen *degassing*. Ini, cerobong gas yang terperangkap di air cucian dapat keluar sebelum air keluar dibuang ke laut. Untuk mencapai ini, elemen *degassing* memiliki diameter yang lebih besar. Ini mengurangi kecepatan aliran, menghasilkan *degassing* lebih mudah. Juga, katup kontrol level menyimpan sejumlah air dalam elemen *degassing*. Ini menunda debit, yang memberi lebih banyak waktu untuk *degassing*. Kualitas air buangan dipantau oleh Analisis Limbah satuan. Jika batas emisi air terlampaui, sistem EGC menghasilkan peringatan.

#### 2.1.8.7 *Feed pump*

*Feed pump* memasok air ke *jet section* dan penyemprot *absorber*. Kapan sedikit air yang dibutuhkan, hanya satu pompa yang bekerja. Secepat lebih air dibutuhkan, pompa kedua mulai menyala, dan bahkan lebih banyak pompa. Kecepatan pompa dikontrol untuk menjaga tekanan air untuk penyerap penyemprot pada setpoint tertentu. Untuk melihat detail kontrol tekanan seperti setpoint, buka jendela *pop-up* untuk pompa itu.

#### 2.1.8.8 Kontrol Panel

Ada dua panel kontrol untuk mengoperasikan *Exhaust Gas Cleaning System* (EGCS):

2.1.8.8.1 *The Local Control Room Panel (LCRP) / Panel Ruang Kontrol Lokal*, diindikasikan sebagai 'panel 802' pada wiring diagram kelistrikan. Panel ini terletak di lantai 2 cerobong/*funnel* dekat *scrubber*.

2.1.8.8.2 *The Engine Control Room Panel (ECRP)/panel ruang control mesin*, diindikasikan sebagai 'panel 803' pada wiring diagram kelistrikan. Panel ini biasanya terletak di mesin ruang kendali. Untuk mengoperasikan *scrubber*, atau untuk melihat status *scrubber*, kontrol ini panel memiliki: Tombol dan sakelar, bel, dan lampu indicator

2.1.8.8.3 Layar sentuh. Pada waktu tertentu, hanya satu panel kontrol yang dapat menjadi panel aktif LCRP atau ECRP. Pada panel tidak aktif, beberapa tombol dinonaktifkan. Untuk alasan keamanan, tombol STOP selalu diaktifkan di kedua panel.

## 2.2 Kajian Variabel/Fokus Penelitian

### 2.2.1 Fokus Penelitian

Fokus merupakan suatu penentuan konsentrasi sebagai pedoman arah suatu penelitian dalam upaya mengumpulkan dan mencari informasi serta sebagai pedoman dalam mengadakan

pembahasan atau penganalisaan sehingga penelitian tersebut benar-benar mendapatkan hasil yang diinginkan. Disamping itu juga fokus penelitian juga merupakan batas ruang dalam pengembangan penelitian supaya penelitian yang dilakukan tidak terlaksana dengan sia-sia karena ketidakjelasan dalam pengembangan pembahasan.

Dengan demikian fokus dari penelitian ini tertuju pada alat bantu *scrubber* serta berbagai macam kendala permasalahan-permasalahan yang terjadi sehingga menyebabkan kerja *scrubber* menjadi kurang optimal serta pembaca juga terfokuskan dengan bagaimana upaya-upaya untuk pengoptimalisasi *scrubber*.

#### 2.2.2 Variabel-variabel penelitian

Hadi (1984), variabel adalah segala sesuatu yang menunjukkan variasi, baik sejenis maupun bertingkat atau dengan kata lain variabel adalah sejumlah subjek yang memiliki nilai-nilai yang dapat diukur. Berdasarkan pengertian yang dikemukakan oleh Hadi ini maka, variabel dalam penelitian ini terkait optimalisasi penggunaan alat bantu *scrubber* dalam mengatasi pencemaran udara dengan metode EGCS ini dengan indikator-indikator penelitian sebagai berikut:

##### 2.2.2.1 Faktor-faktor yang menyebabkan tingkat kandungan sulfur

hasil penyaringan *scrubber* masih tinggi/berada pada nilai point maksimum pada regulasi *low sulphur*.

2.2.2.2 Tingkat efisiensi kerja scrubber dalam upaya mengurangi pencemaran udara.

2.2.2.3 Dampak yang ditimbulkan dari penggunaan *scrubber*.

## 2.3 Kajian Penelitian Terdahulu

### 2.3.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini ditujukan untuk menunjukkan perbedaan antara penelitian yang dibuat penulis dengan penelitian-penelitian yang terdahulu dan didapatkan berdasarkan data yang valid dengan bersumber dari repository PIP SEMARANG, yaitu suatu media atau tempat penyimpanan karya tulis terdahulu dan dapat dimanfaatkan untuk membantu penelitian selanjutnya dari penelitian yang sudah dilakukan. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu terkait dengan *scrubber* :

2.3.1.1 Agus Puguh Irawan, 2020, NIT: 52155761 T, “Analisis Kegagalan Pembakaran *Inert Gas Generator* karena Kebocoran Bagian *Scrubber Tower* di MT. Sei Pakning”. Skripsi. Program Diploma IV, Studi Teknik, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. *Inert gas generator* merupakan pesawat bantu di kamar mesin yang sangat berperan penting dalam proses bongkar muat di kapal tanker yang berfungsi menghasilkan gas lembam untuk disalurkan ke tangki-tangki muatan untuk tujuan mengurangi kadar oksigen didalam tangki sehingga meminimalisir terjadinya segitiga api di

dalam tangki tersebut. Permasalahan yang penulis ambil dengan menggunakan rumusan masalah sebagai berikut, apa saja penyebab kegagalan pembakaran IGG, apa saja penyebab kebocoran bagian *combustion chamber* IGG, serta bagaimanakah upaya untuk mencegah kebocoran pada *combustion chamber* IGG. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyebab kegagalan pembakaran IGG adalah kebocoran pada bagian *combustion chamber* IGG, dan kebocoran tersebut diakibatkan karena umur/jam kerja *combustion chamber* yang sudah terlalu tua/lama, serta *service letter* IGG tidak ada lagi dikapal sehingga para masinis mengalami kebingungan tentang perawatan IGG tersebut.

2.3.1.2 Alwan Ali Murtadlo, 2020, NIT: 52155795. T, “Analisa Terjadinya Korosi Pada *Scrubber Tower* di Instalasi *Inert Gas* Generator di MT. NS Challenger”, Skripsi Teknika, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. 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. NS Challenger. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan korosi pada

*scrubber tower* di MT. NS Challenger adalah kurangnya tekanan pendingin air laut pada *scrubber pump* yang berdampak pada menurunnya daya tahan dari *filter demister* dan menghambat proses bongkar muat. Upaya yang dilakukan untuk mengatsai terjadinya korosi pada *scrubber tower* adalah dengan melakukan perbaikan dan perawatan berkala pada *scrubber pump* serta melakukan perawatan dan pengecekan pada *inert gas generator* secara berkala sesuai dengan periode waktu yang telah ditentukan pada PMS di dalam buku manual atau secara situasional.

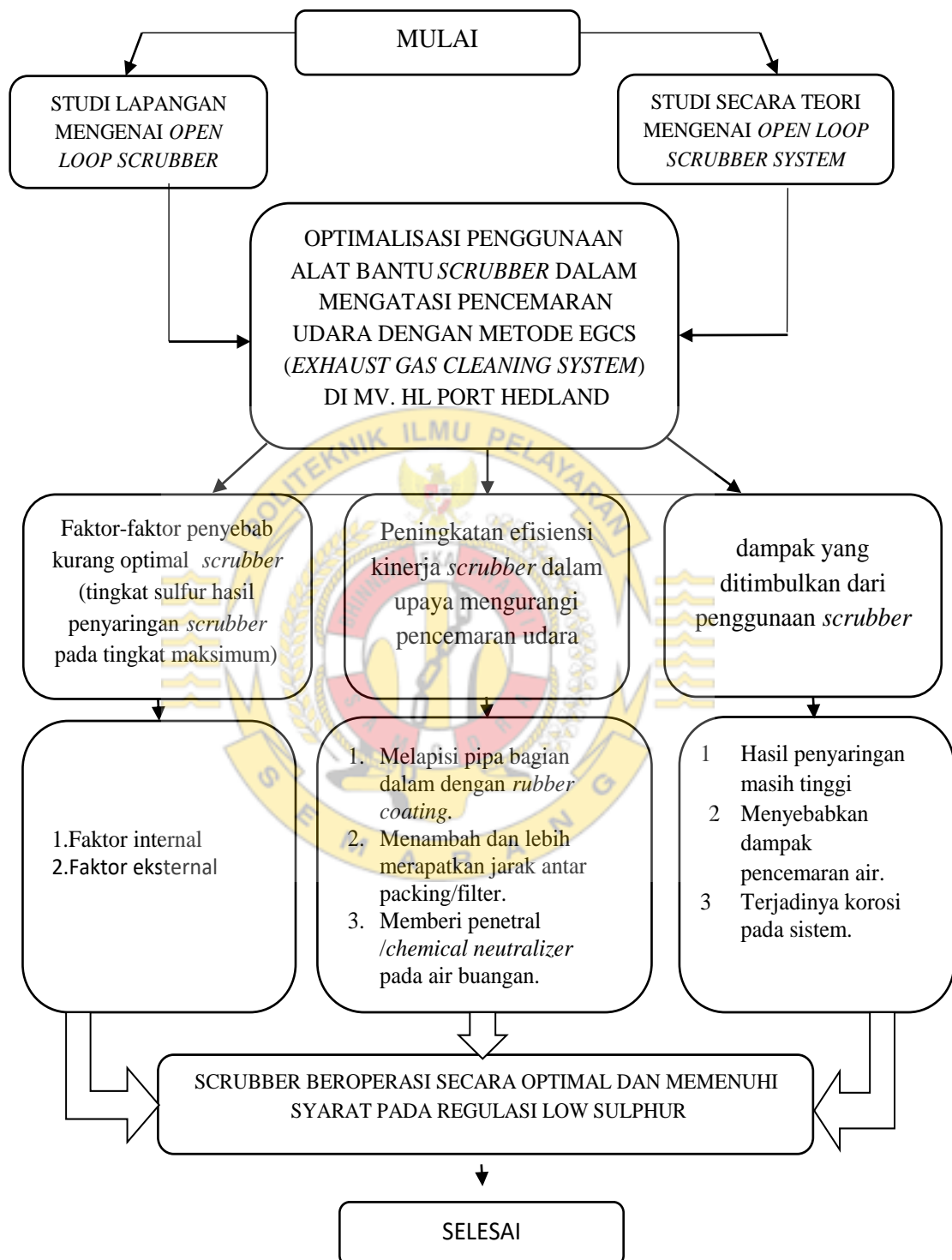
2.3.1.3 Kelwin Habibu, 2019, NIT: 51145479. T, “Analisa Terjadinya Korosi Pada *Scrubber Tower* di MT. Gandini”, Skripsi Teknika, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya korosi pada *scrubber tower*, dampak dari terjadinya korosi pada *scrubber tower* dan upaya yang di lakukan untuk mengatasi terjadinya korosi pada *scrubber tower*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan korosi pada *scrubber tower* di MT. Gandini adalah kurangnya tekanan pendingin air laut pada *scrubber pump* yang berdampak pada menurunnya daya tahan dari *filter demister* dan menghambat proses bongkar muat.

## 2.4 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir ialah dasar dari penelitian ini dilakukan. Kerangka berpikir ini sangat penting dan diperlukan untuk menjadi salah satu metode yang memudahkan penulis melaksanakan penelitian supaya tidak mengakibatkan pelebaran pembahasan dan juga dimaksudkan agar peneliti mengenali permasalahan-permasalahan apa saja yang hendak diteliti, dalam skripsi ini peneliti membuat kerangka berpikir yang mudah dipahami terkait dengan yang akan dibahas.

Pada kerangka pikir penelitian ini akan dijelaskan mengenai tahap-tahap pemikiran secara sistematis dalam menjawab pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman teori dari buku referensi dan pengalaman peneliti yang didapatkan ketika praktek laut di MV. HL Port Hedland. Dari permasalahan-permasalahan tersebut dapat menemukan suatu cara pemecahan masalah tersebut guna mengoptimalkan alat bantu *scrubber* di atas kapal yang kinerjanya belum maksimal dan usaha guna mencegah timbulnya permasalahan baru agar tidak menambah dampak-dampak negatif dari kinerja yang dihasilkan oleh *scrubber*, kemudian agar kegiatan pelayaran kapal berjalan dengan lancar tanpa menimbulkan dampak pencemaran sehingga menimbulkan terciptanya defisiensi dari pihak otoritas kelautan. Bagan alir dari kerangka pikir penelitian dapat dilihat dibawah ini:

Gambar 2.6: Bagan kerangka pikir



## 2.5 Hipotesis penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran dan paradigma penelitian pada halaman sebelumnya, maka peneliti merumuskan hipotesis sebagai berikut :

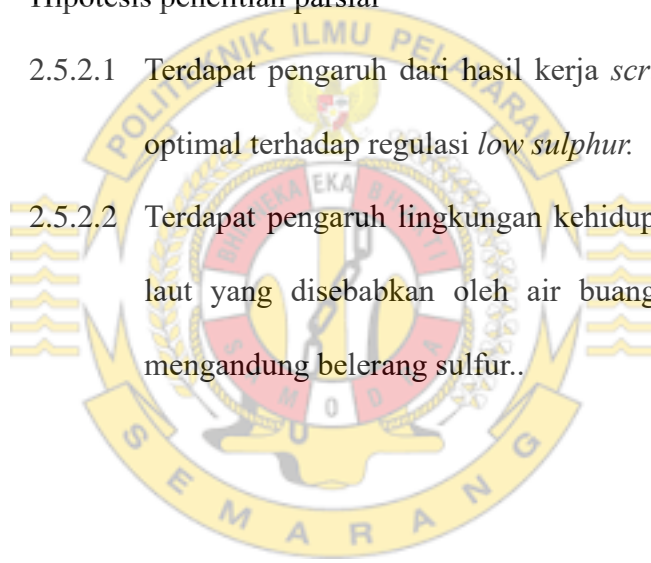
### 2.5.1 Hipotesis penelitian secara simultan

Terdapat pengaruh terhadap lingkungan kehidupan bawah air/biota laut yang disebabkan oleh air buangan *scrubber* yang mengandung belerang sulfur.

### 2.5.2 Hipotesis penelitian parsial

2.5.2.1 Terdapat pengaruh dari hasil kerja *scrubber* yang kurang optimal terhadap regulasi *low sulphur*.

2.5.2.2 Terdapat pengaruh lingkungan kehidupan bawah air/biota laut yang disebabkan oleh air buangan *scrubber* yang mengandung belerang sulfur..





**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Dari analisa penyebab terjadinya permasalahan ini dikarenakan kurangnya optimal kinerja *scrubber*, peneliti membuat suatu pemecahan masalah dalam skripsi ini kemudian dibuat kesimpulan untuk menjadi tambahan wawasan, masukan dan manfaat bagi seluruh *crew* mesin di kapal dan para masinis. Berdasarkan paparan yang dijelaskan dan dijabarkan pada bab sebelumnya maka peneliti mendapatkan kesimpulan yang berkaitan dengan permasalahan yang berkaitan dengan Optimalisasi Penggunaan Alat Bantu *Scrubber* Dalam Mengatasi Pencemaran Udara Dengan Metode EGCS (*Exhaust Gas Cleaning System*) di MV. HL Port Hedland adalah:

- 5.1.1 Penyebab kurang optimalnya *scrubber* berada pada nilai maksimum regulasi *low sulphur* adalah dikarenakan jumlah pelat fiter kurang yang membuat pemisahan partikulat padat kurang sempurna.
- 5.1.2 Dari penggunaan *scrubber* menyebabkan dampak pencemaran air. Mengancam kehidupan biota laut karena air buangan *scrubber* mengandung zat kimia/belerang dan masih ada potensi kecil pencemaran udara
- 5.1.3 Dalam peningkatan efisiensi kerja *scrubber* perlu ada penambahan jumlah pelat *filter* dan *packing* agar celah akses gas semakin rapat, sehingga partikulat padat yang terkandung pada

gas semakin tersaring secara sempurna dan menghasilkan gas udara yang bersih. Dan dalam mengatasi pencemaran belerang yang terdapat pada air buangan *scrubber* dapat menyebabkan pencemaran air, untuk itu perlunya penetral/*chemical neutralizer* pada air buangan dengan skala besar guna mencegah pencemaran yang disebabkan oleh kandungan belerang/sulfur.

## 5.2 Saran

Dari semua pembahasan tersebut diatas maka peneliti mengajukan saran dalam melaksanakan perbaikan dan perawatan terhadap upaya opyimalisasi pada *scrubber* untuk menunjang kelancaran operasional kapal agar menjadi lebih baik dan memenuhi syarat regulasi yang berlaku antara lain:

- 5.2.1 Melakukan permintaan kepada perusahaan untuk penambahan jumlah *filter/ packing* yang terletak di *absorber*.
- 5.2.2 Sebagai pencegah pencemaran air laut harus selalu tersedia penetral/*chemical neutralizer* dan memberikannya pada air buangan *scrubber* yang menuju langsung ke laut agar tidak terjadi pencemaran.
- 5.2.3 Melakukan pengecekan yang lebih detail dan berkala untuk mengetahui performa yang dihasilkan oleh *scrubber* agar dapat mengetahui masalah lebih dini dan detail lagi dan dapat mencegahnya sebelum terjadi permasalahan baru.



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## LAMPIRAN 1 HASIL TURNITIN

### SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI NASKAH SKRIPSI/PROSIDING No. 419/SP/PERPUSTAKAAN/SKHCP/07/2021

Petugas cek plagiasi telah menerima naskah skripsi/prosiding dengan identitas:

Nama : HARRY YANTO NUR HIDAYAT  
 NIT : 541711206406 T  
 Prodi/Jurusan : TEKNIKA  
 Judul : OPTIMALISASI PENGGUNAAN ALAT BANTU  
 SCRUBBER DALAM MENGATASI PENCEMARAN  
 UDARA DENGAN METODE EGCS (*EXHAUST GAS  
 CLEANING SYSTEM*) DI MV. HL PORT HEDLAND

Menyatakan bahwa naskah skripsi/prosiding tersebut telah diperiksa tingkat kemiripannya (*index similarity*) dengan skor/hasil sebesar 28 %\* (Dua Puluh Delapan Persen).

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 28 Juli 2021

KEPALA UNIT PERPUSTAKAAN & PENERBITAN



ALFI MARYATI, SH

NIP. 19750119 199803 2 001

\*Catatan:

> 30 % : "Revisi (Konsultasikan dengan Pembimbing)"

## OPTIMALISASI PENGGUNAAN ALAT BANTU SCRUBBER DALAM MENGATASI PENCEMARAN UDARA DENGAN METODE EGCS (EXHAUST GAS CLEANING SYSTEM) DI MV. HL PORT HEDLAND

### ORIGINALITY REPORT

**28%**

SIMILARITY INDEX

**27%**

INTERNET SOURCES

**7%**

PUBLICATIONS

**15%**

STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://repository.pip-semarang.ac.id">repository.pip-semarang.ac.id</a> Internet Source	9%
2	Submitted to Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang Student Paper	3%
3	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	2%
4	<a href="https://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	2%
5	<a href="https://repository.iainkudus.ac.id">repository.iainkudus.ac.id</a> Internet Source	2%
6	Submitted to Lambung Mangkurat University Student Paper	2%
7	<a href="https://ejurnal.pip-semarang.ac.id">ejurnal.pip-semarang.ac.id</a> Internet Source	1%
8	<a href="https://conference.upnvj.ac.id">conference.upnvj.ac.id</a> Internet Source	1%



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**



TTL 200,169.7 M3	<b>19198.0</b>	<b>22780.9</b>	<b>22918.6</b>	<b>22939.3</b>	<b>22908.8</b>	<b>22895.5</b>	<b>22958.2</b>	<b>22657.3</b>	<b>20913.1</b>
Ballast Tank Capacity (M3) TTL 53,785.5 M3	F.P.TK	NO.1(P/S)	NO.2(P/S)	NO.3(P/S)	NO.4(P/S)	NO.5(P/S)	NO.6(P/S)	A.P.T	K
	<b>2931.2</b>	<b>4679.4</b>	<b>5576.6</b>	<b>5817.8</b>	<b>11584.6</b>	<b>11524.8</b>	<b>8241.2</b>	<b>1084.3</b>	
	E/R(P/)	F.W(P/S)							
	<b>1900.2</b>	<b>445.4</b>							
Propeller immersion	<b>8.32 m</b>			FWA	<b>412 mm</b>				
Ship's Height	<b>58.71 m</b> (Antenna top)			Ship's Height (Hatch top)		<b>27.93 m</b>			

PARK GYEONG SIG

MASTER OF HL PORT HEDLAND





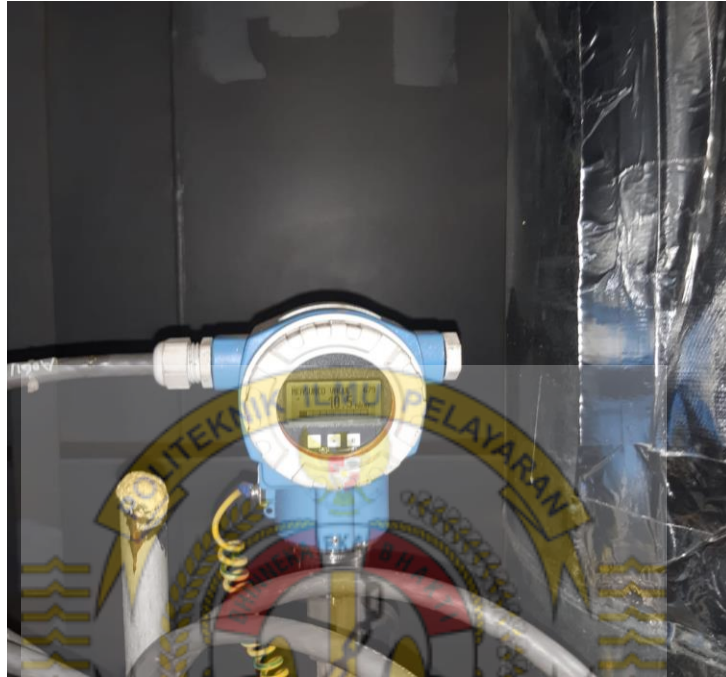
**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

### LAMPIRAN 3 CREW LIST

Name of shipping line <b>H-LINE SHIPPING</b>							Page No. 1 of 1
			<input type="checkbox"/> Arrival	<input checked="" type="checkbox"/> Departure			
Name of ship <b>M/V HL PORT HEDLAND</b>			Port of Departure <b>KWANGYANG, S.KOREA</b>		Date of Departure <b>17ST AUG 2020</b>		
Nationality of ship <b>PANAMA</b>			Next Port of call <b>HAYPOINT, AUSTRALIA</b>		Nature and No. of identity document		
No. Family name, given name	Rank of rating	Nationality (Sex)	Date and place of birth	Date and place of embarkation	Seaman's book Expiry	Passport Expiry	
01. PARK GYEONG SIG	Master	S. KOREA (M)	28-Feb-59 S.KOREA	01-May-20 KWANGYANG,S.KOREA	YS787-26080 UNLIMITED	M74348933 04-Jul-21	
02. ARAFAT, PIPIT	C/O	INDONESIA (M)	19-Oct-83 INDONESIA	15-Mar-20 KWANGYANG,S.KOREA	E094468 25-Jul-21	B8178161 09-Oct-22	
03. WARDANA, ERI TIYAS	2/O	INDONESIA (M)	07-Sep-88 INDONESIA	15-Mar-20 KWANGYANG,S.KOREA	E111831 16-Aug-21	B4933445 23-Sep-21	
04. IRANI, FATCHI RIZAL	3/O	INDONESIA (M)	27-Feb-93 INDONESIA	25-Oct-19 POHANG, S.KOREA	F292606 18-Oct-22	B8177755 05-Oct-22	
05. KIM JOONGMIN	C/E	S. KOREA (M)	02-Oct-88 S.KOREA	01-May-20 KWANGYANG,S.KOREA	MP090-00290 UNLIMITED	M82057603 22-Jul-26	
06. PRATIKNO, ANANTO	1/E	INDONESIA (M)	10-Apr-76 INDONESIA	16-Jun-19 KWANGYANG,S.KOREA	E104015 08-Aug-21	B4567083 09-Aug-21	
07. CUNG, STEVEN	2/E	INDONESIA (M)	04-Apr-89 INDONESIA	15-Mar-20 KWANGYANG,S.KOREA	F198030 06-Dec-21	C6788147 11-Mar-25	
08. HUTOMO, MUHAMAD RIZKY SATIYO	3/E	INDONESIA (M)	16-Dec-94 INDONESIA	10-Dec-19 KWANGYANG,S.KOREA	E077191 09-May-21	C5205449 02-Oct-24	
09. KURNIADI, ADE	BSN	INDONESIA (M)	05-Sep-67 INDONESIA	11-Sep-19 KWANGYANG,S.KOREA	D034187 30-Dec-21	C4679761 29-Aug-24	
10. HARIRI, AHMAD	AB/A	INDONESIA (M)	14-Jun-80 INDONESIA	25-Oct-19 POHANG, S.KOREA	F245559 11-Jul-22	B6669422 24-Mar-22	
11. JUHAIRI, MOH	AB/B	INDONESIA (M)	17-Jul-86 INDONESIA	15-Mar-20 KWANGYANG,S.KOREA	C047500 03-Mar-21	B9706303 26-Feb-23	
12. MUNIR, ABDUL	AB/C	INDONESIA (M)	24-Aug-84 INDONESIA	10-Dec-19 KWANGYANG,S.KOREA	E067131 03-Mar-21	C3093777 16-Apr-24	
13. SUBED, JUMIL	SLR(A)	INDONESIA (M)	01-May-81 INDONESIA	15-Mar-20 KWANGYANG,S.KOREA	F180117 21-Nov-21	C1792299 31-Oct-23	
14. SUDARTO, ATIK	SLR(B)	INDONESIA (M)	20-Oct-79 INDONESIA	25-Oct-19 POHANG, S.KOREA	E111961 19-Aug-21	C4973028 10-Oct-24	
15. POCO, SUDARSONO MOHAMMAD	No.1 OLR	INDONESIA (M)	13-Nov-64 INDONESIA	10-Dec-19 KWANGYANG,S.KOREA	D024934 19-Nov-21	B5382494 28-Oct-21	
16. JUDDAH, IDEWAN	OLR	INDONESIA (M)	30-Aug-80 INDONESIA	15-Mar-20 KWANGYANG,S.KOREA	E111956 19-Aug-21	B6066361 03-Feb-22	
17. AMIR, ALAMSYAH	C/S	INDONESIA (M)	25-Feb-75 INDONESIA	15-Mar-20 KWANGYANG,S.KOREA	E093951 24-Jun-22	C3093941 12-Apr-24	
18. SAPUTRO, ABDUL LATIF PRIYO	COOK	INDONESIA (M)	22-Aug-87 INDONESIA	25-Oct-19 POHANG, S.KOREA	E147722 20-Jan-22	C4969893 18-Sep-24	
19. MIFTACHUSSIDQI, M AULIYA	A/O	INDONESIA (M)	24-May-99 INDONESIA	11-Sep-19 KWANGYANG,S.KOREA	F241752 27-Jun-22	C3753566 09-Jul-24	
20. HIDAYAT, HARRY YANTO NUR	A/E	INDONESIA (M)	16-Jun-99 INDONESIA	11-Sep-19 KWANGYANG,S.KOREA	F241771 18-Jul-22	C3753047 05-Jul-24	
Date and signature by master							<b>CAPT. PARK GYEONG SIG</b> <b>Master of M/V HL PORT HEDLAND</b>



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

**LAMPIRAN GAMBAR 4. SCRUBBER SYSTEM**

Sensor aliran air pada sistem/water analyzer



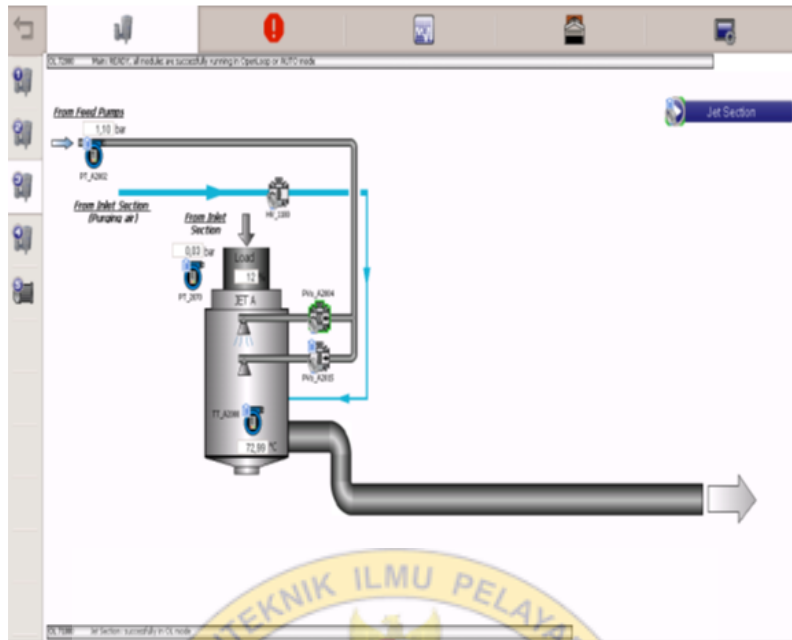
Puncak absorber pada sistem scrubber



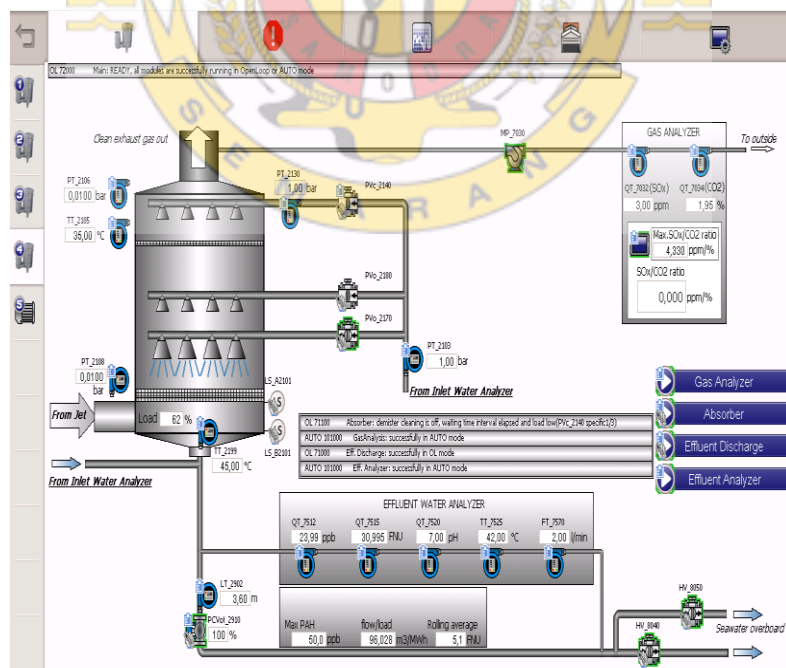
Proses setelah pergantian pipa *sprayer* pada *absorber* dikarenakan korosi, bocor dan tidak dilapisi *rubber coating*.



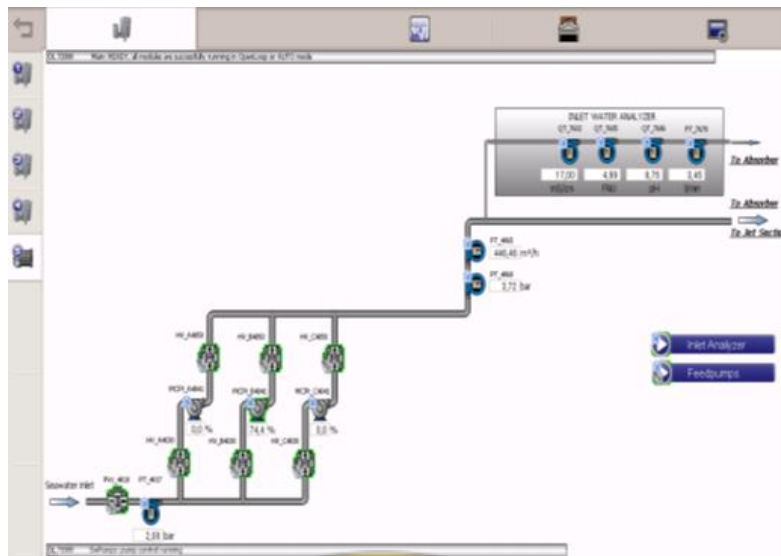
Proses pergantian *pipa suction feed pump scrubber* dikarenakan Ketika sebelum dipasang *crew kapal* mengetahui pipa tidak dilapisi *rubber coating*.



Gambar jet section cooling system pada scrubber.



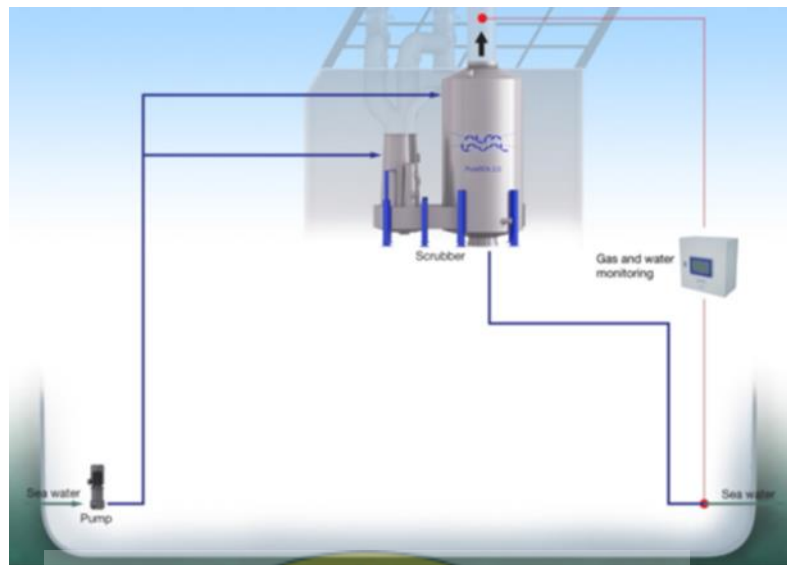
Gambar absorber system pada scrubber



*Feed Pumps dan Inlet Water Analysis screen*



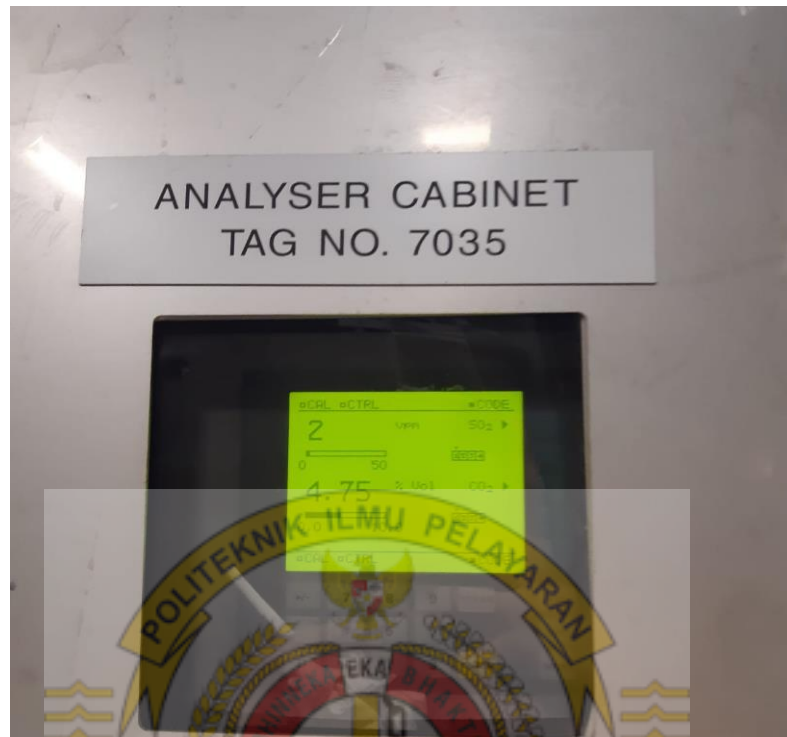
*Tata letak monitor sensor dan gas analyzer*



Sistem *Scrubber* di MV. HL Port Hedland



*Sailing fan* untuk pembersihan *valve* yang tertutup pada *scrubber system*



Monitor sensor gas/ *Gas analyzer cabinet*, dengan hasil yang masih tinggi 4,75% CO<sub>2</sub> dan 2% untuk SO<sub>2</sub>



Pemasangan/proses instalasi drum *absorber* dan *jet section*



Pemasangan pipa berbahan dasar khusus pada saluran *overboard* / GRP (*Glass Reinforced-termosetting Plastics*)

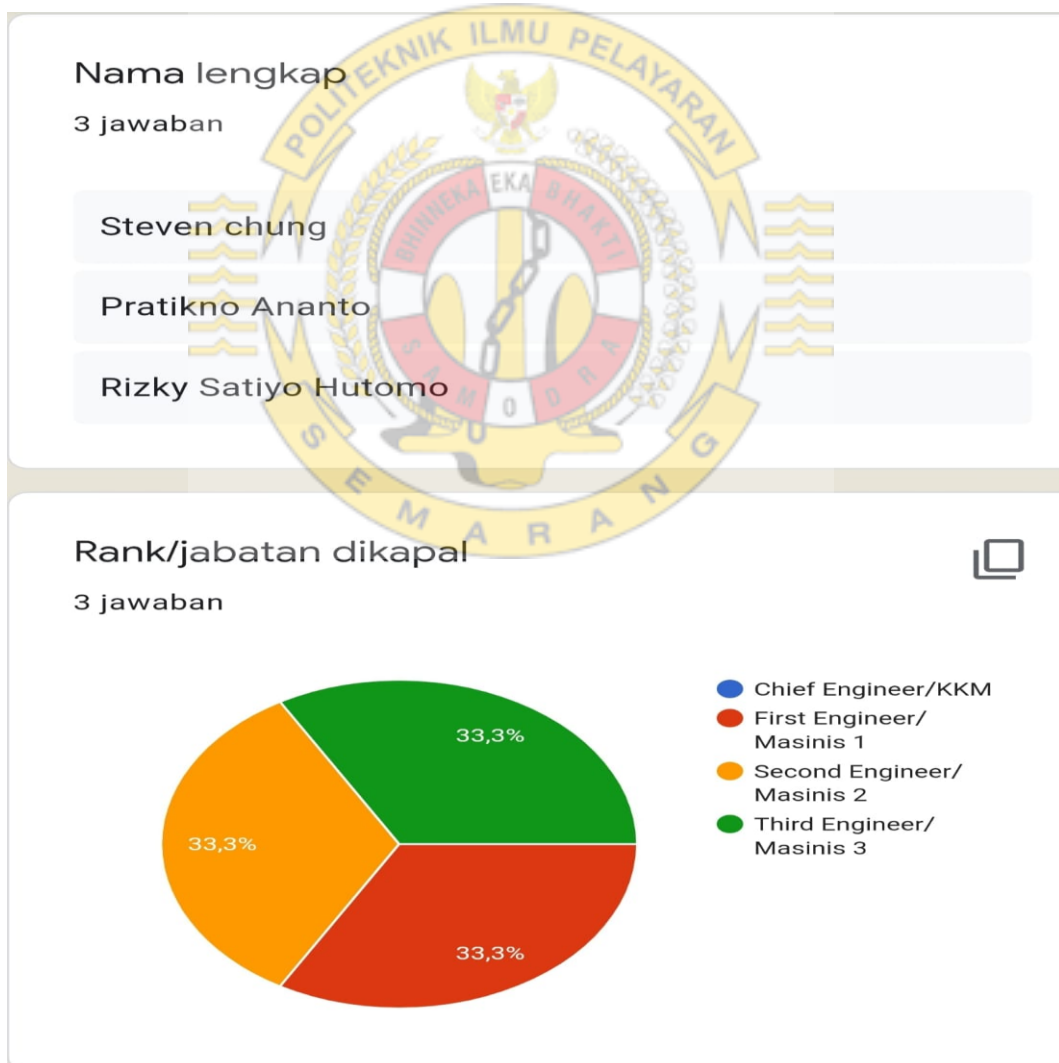


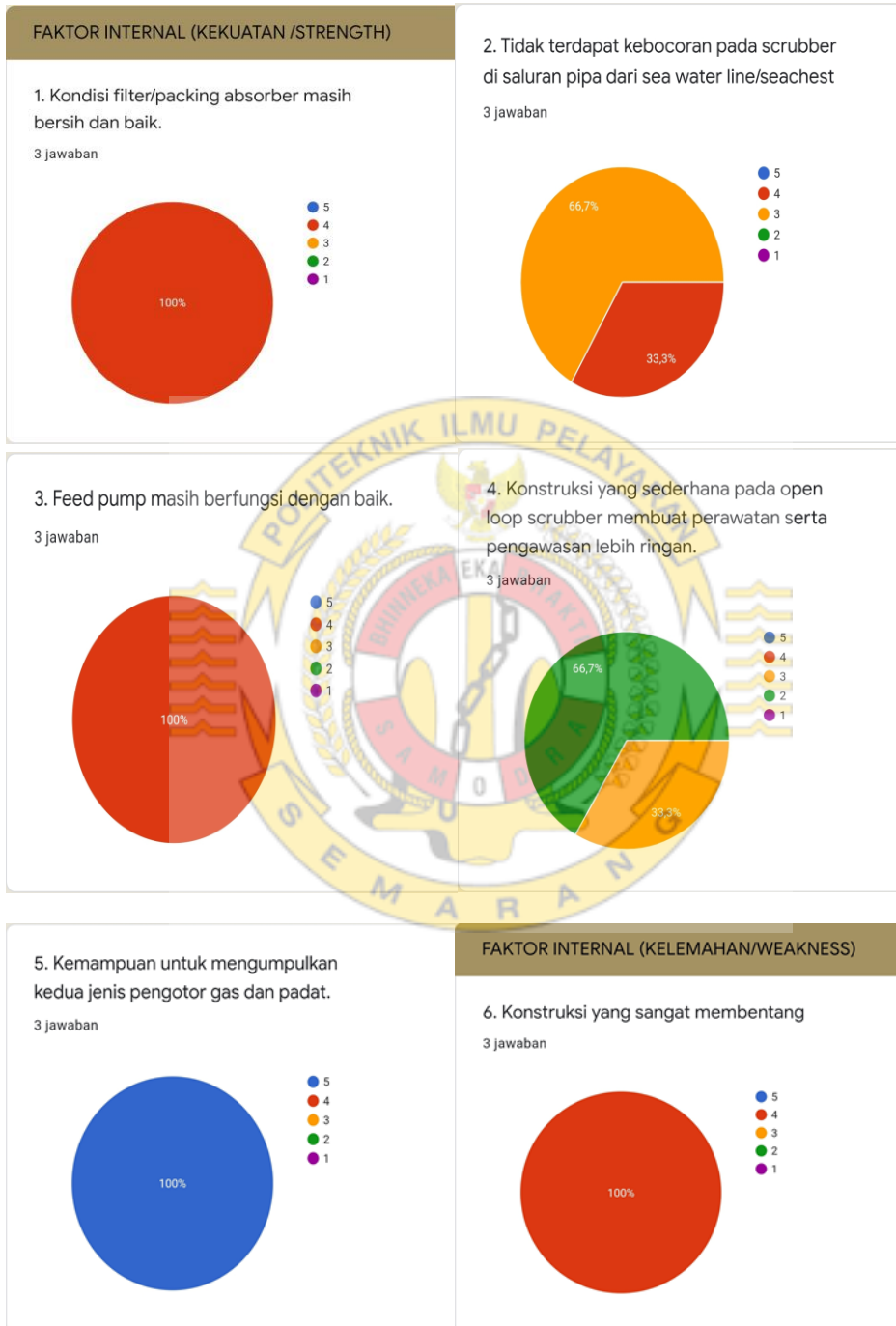


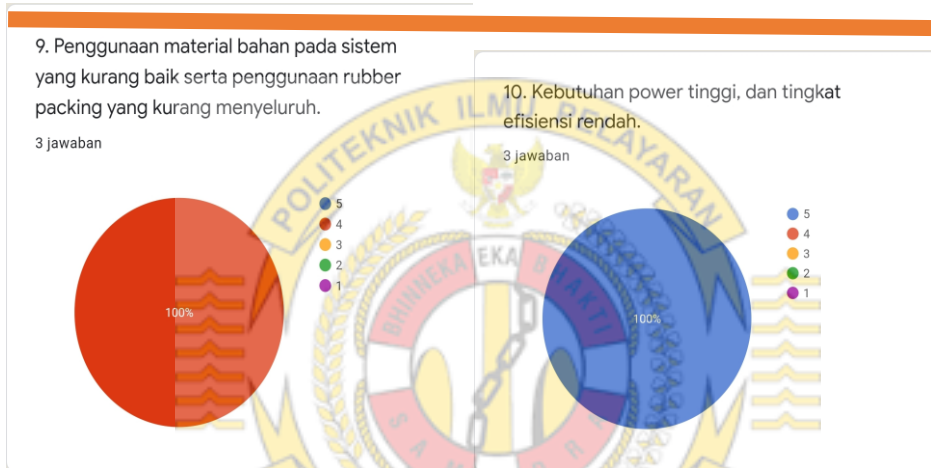
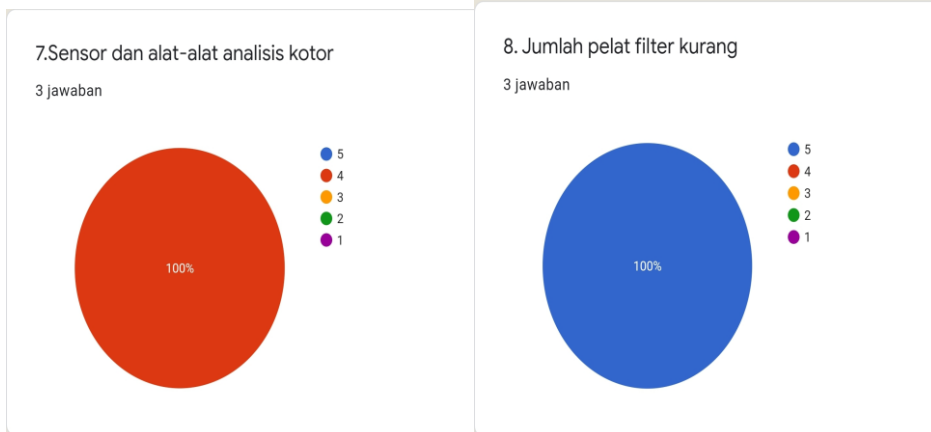
**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

### LAMPIRAN *QUESTIONER*

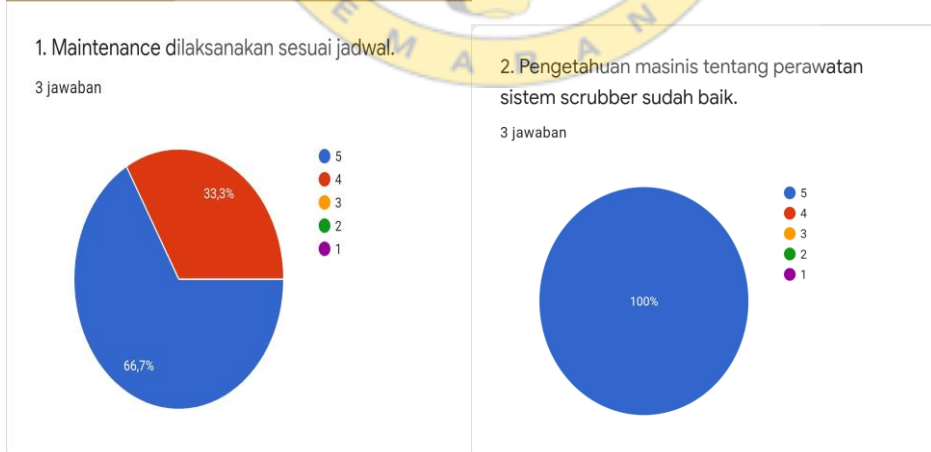
Lampiran data nilai dukung yang didapatkan melalui questioner yang diberikan kepada masinis di MV.HL Port Hedland Ketika peneliti melaksanakan praktek. *Questioner* ini dilaksanakan secara online dan menggunakan media google form, pengisian *questioner* didapatkan oleh masinis melalui *link google form* yang telah dibuat dan dikirim oleh peneliti. Nilai hasil akhir yang didapatkan melalui *questioner* yang kemudian dijadikan sebagai nilai dukung sebagai berikut:





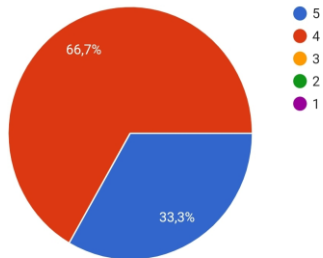


**FAKTOR EKSTERNAL (PELUANG/ OPPORTUNITY)**



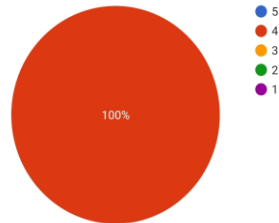
3. Pemantauan secara rutin dan intensif.

3 jawaban



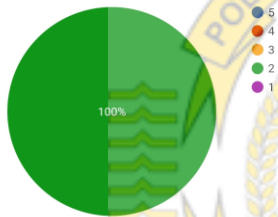
4. Sistem cooling/pendinginan pada jet section memudahkan pemisahan partikulat padat dengan gas.

3 jawaban



5. Tingkat kandungan sulfur hasil pembersihan sudah memasuki kriteria regulasi IMO tahun 2020 low sulphur yaitu 0,5%

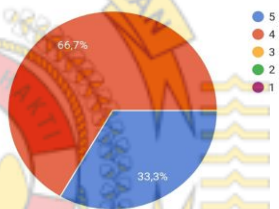
3 jawaban



FAKTOR EKSTERNAL (ANCAMAN/ TREAT)

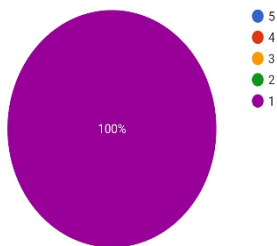
6. Ketersediaan spare part untuk keseluruhan part yang penting masih sangat minim

3 jawaban



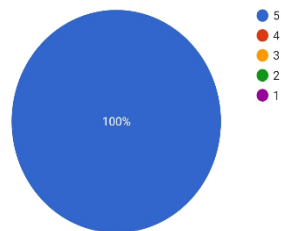
8. Tidak tersedia Chemical neutralizer dan neutralization tank

3 jawaban



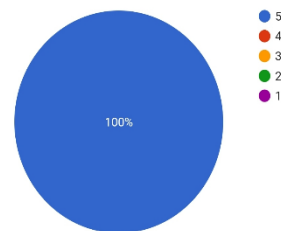
9. Terjadinya korosi

3 jawaban



10. Menyebabkan dampak pencemaran air.

3 jawaban



FAKTOR INTERNAL		1/E ANANTO PRATIKNNO	2/E STEVEN CHUNG	3/E RIZKY SATIYO HUTOMO	ND
1	Kondisi filter/packing absorber masih bersih dan baik	4	4	4	4
2	Tidak terdapat kebocoran pada scrubber di saluran pipa dari sea water line/seachest	3	3	4	3
3	Feed pump masih berfungsi dengan baik.	4	4	4	4
4	Konstruksi yang sederhana pada open loop scrubber membuat perawatan serta pengawasan lebih ringan.	2	2	3	2
5	Kemampuan untuk mengumpulkan kedua jenis pengotor gas dan padat.	5	5	5	5
6	Konstruksi yang sangat membentang.	4	4	4	4
7	Sensor dan alat-alat analisis kotor	4	4	4	4
8	Jumlah pelat filter kurang	5	5	5	5
9	Penggunaan material bahan pada sistem yang kurang baik serta penggunaan rubber packing yang kurang menyeluruh.	4	4	4	4
10	Kebutu Jumlah pelat filter kurang han power tinggi, dan tingkat efisiensi rendah.	5	5	5	5
<b>FAKTOR EKSTERNAL</b>					<b>ND</b>
1	Maintenance dilaksanakan sesuai jadwal.	5	5	4	5

2	Pengetahuan masinis tentang perawatan sistem scrubber sudah baik.	5	5	5	<b>5</b>
3	Pemantauan secara rutin dan intensif.	4	4	5	<b>4</b>
4	Sistem cooling/pendinginan pada jet section memudahkan pemisahan partikulat padat dengan gas.	4	4	4	<b>4</b>
5	Tingkat kandungan sulfur hasil pembersihan sudah memasuki kriteria regulasi IMO tahun 2020 low sulphur yaitu 0,5%	2	2	2	<b>2</b>
6	Ketersediaan spare part untuk keseluruhan part yang penting masih sangat minim	4	4	5	<b>4</b>
7	Masih kurang dan minimnya pengetahuan para masinis yang mendalam terhadap scrubber sistem secara keseluruhan karena kurangnya familiarisasi	3	3	3	<b>3</b>
8	Tidak tersedia Chemical neutralizer dan neutralization tank	1	1	1	<b>1</b>
9	Terjadinya korosi	5	5	5	<b>5</b>
10	Menyebabkan dampak pencemaran air.	5	5	5	<b>5</b>

ilai Dukung (ND) didapat dari suara mayoritas dari data *questioner* keseluruhan.



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## WAWANCARA MASINIS 1

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara penulis dengan masinis 1 di MV.HL Port Hedland yang dilaksanakan pada saat peneliti melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Peneliti/ *Apprentice Engineer* : Harry Yanto Nur Hidayat

Masinis 1/*First Engineer* : Ananto Pratikno

Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 20 Februari 2020.

*Cadet* : Selamat siang Bass Hendrawan.

Masinis 1 : Iya, selamat siang Det.

*Cadet* : Sudah berapa lama Bass Ananto berlayar?

Masinis 1 : Saya layar kurang lebih sudah 20 Tahun det.

*Cadet* : Sudah berapa kali Bass Ananto menjadi masinis 1 di atas kapal ?

Masinis 1 : Saya menjadi masinis 1 di atas kapal sudah 10 Tahun det jadi sudah lupa berapa kalinya.

*Cadet* : Selama menjadi masinis 1 di atas kapal sudah berapa kali Bass Ananto menemukan *scrubber* seperti yang ada di MV.HL Port

Hedland?

Masinis 1 : Selama saya menjadi *First engineer* di atas kapal, saya baru kali ini det menemukan alat *scrubber* jenis ini dan baru di MV.HL Port Hedland.

*Cadet* : Apakah Bass Ananto pernah menemukan *scrubber* jenis yang berbeda di kapal sebelumnya?

Masinis 1 : *Scrubber* yang saya temukan di kapal sebelum-sebelumnya yaitu *scrubber* jenis *close loop* tapi posisi dan kegunaannya sangat berbeda dari yang ada di MV.HL Port Hedland det.

*Cadet* : yang membuat sistem ini berbeda dari *scrubber* yang lain apa bass?

Mainis 1 : Menurut pengalaman saya, kapal yang ada *scrubber* nya adalah kapal *tanker* yang menjadi satu pada *inert gas system* yang berfungsi kurang lebih untuk menetralkan gas berbahaya yang dihasilkan oleh muatan yang berbentuk cairan di kapal *tanker* membawa muatan minyak dengan *grades* muatan yang berbeda-beda, yang memiliki karakteristik dapat menghasilkan uap dan gas (*flammable vapors and gases*) yang mudah terbakar pada saat dimuat ke kapal atau selama muatan tersebut ditransportasikan. Walaupun kapal tanker tidak dalam kondisi bermuatan, ruang kargo (*cargo hold*) masih terdapat gas mudah terbakar yang berbahaya. Apabila uap yang dihasilkan oleh muatan minyak

bercampur dengan udara yang kandungan utamanya adalah oksigen, maka akan terjadi ledakan yang mengakibatkan kerusakan



dan korban jiwa. Ledakan juga dapat menyebabkan polusi dikarenakan adanya tumpahan minyak ke laut. Untuk menghindari terjadinya ledakan maka digunakan *Inert Gas System* pada kapal *tanker* yang salah satu komponennya yaitu *scrubber ventury* yang berbentuk jauh lebih kecil dan simple serta tempatnya berada di *engine room*, jika *scrubber open loop* yang berada di cerobong kapal yang berfungsi untuk membersihkan gas buang yang dihasilkan oleh *Main Engine* dan *Diesel Generator* itu jauh lebih besar dan menjadi piranti dan system baru yang memasuki industry pelayaran, karena sebelumnya sudah familiar di industri-industri besar yang ada di darat guna mencegah pencemaran udara.

*Cadet* : Untuk *scrubber* yang ada di MV.HL Port Hedland menurut bass Ananto apa saja keuntungan dan kelebihan alat ini dari segi efisiensinya?

*Masinis 1* : sebagai alat baru dikapal, baik di kapal ini maupun di kapal jenis lainnya tentu banyak faktor yang menunjang kinerja secara baik namun tentu masih banyak hal-hal yang perlu diperbaiki seperti ini det contoh ya, di *open loop scrubber* ini sudah mampu mengurangi kadar sulfur dari gas buang walau hasilnya masih 0.5% yang artinya masih pada batas maksimum pada regulasi ya, tapi yang harus diperhatikan itu dari *internal scrubber* itu sendiri hal-hal yang menunjang sehingga *scrubber* dapat membersihkan sulfur dari gas buang yaitu, kondisi *filter/packing absorber* masih bersih

dan baik merupakan hal yang sangat menunjang karena pasti akan mudah sekali kotor. Kemudian didukung oleh *feed pump* berfungsi dengan baik, mengingat air merupakan komponen yang sangat utama dalam proses *scrubbing* ini, sehingga harus didukung piranti yang benar benar kuat. Lalu *scrubber* ini mampu memisahkan partikulat padat dengan baik . itu dari segi keuntungan serta hal-hal penunjang yang baik det.

*Cadet* : Lalu hal-hal apa saja yang merupakan kekurangan dari scrubber ini Bass?

*Masinis 1* : Masih ada banyak pula yang harus diperbaiki dari sistem ini yaitu konstruksi yang sangat membentang juga sangat berpengaruh det, karena dari sistem keseluruhan itu letaknya dari mulai lantai paling bawah sampai *funnel* tertinggi sehingga benar-benar harus menggunakan piranti yang kuat untuk mensuplai airnya. Lalu sensor dan alat-alat analisis kotor juga sangat berpengaruh terhadap penghitungan nilai yang ditampilkan dalam monitor sehingga terkadang perlu pembersihan dan pengecekan alat analisis ini walau sebelu waktu pms tiba dan yang paling penting menurut pandangan saya ya det, di scrubber ini perlunya penambahan packing/filter yang ada di dalam *absorber* supaya hasil penyaringan ini lebih efektif lagi dan hasilnya lebih rendah sulfur lagi. Itu det pandangan dari saya.

*Cadet* : Terimakasih Bass Ananto atas waktu dan ilmunya hari ini,  
Dan sangat bermanfaat sekali bass.

Masinis 1 : Oke Det, sama-sama, walau ini mesin dan system baru tapi ini  
menjadi tanggung jawab seluruh crew untuk mengetahui  
semuanya, masinis 1 yang menanggung jawabi namun seluruh  
crew juga wajib memahami det.



## WAWANCARA MASINIS 2

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara penulis dengan masinis 2

di MV.HL Port Hedland yang dilaksanakan pada saat peneliti melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Peneliti/*Apprentice Engineer* : Harry Yanto Nur Hidayat

Masinis 2/ *Second Engineer* : Steven Cung

Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 28 Juni 2020.

*Cadet* : Selamat sore bass Steven.

Masinis 2 : Iya, selamat sore Det.

*Cadet* : Sudah berapa lama Bass Steven berlayar?

Masinis 2 : Saya mungkin 5 Tahun det.

*Cadet* : Apakah Bass Steven pernah menemukan *scrubber* sebelumnya?

Masinis 2 : Selama saya layar, baru kali ini ada alat namanya *scrubber* det, karena ini alat baru det, apalagi buat kapal tipe *bulk carrier*.

*Cadet* : Menurut pandangan Bass Steven kinerja *scrubber* ini seperti apa bass sebagai alat baru dikapal?

Masinis 2 : menurut saya det, masih banyak yang perlu diperbaiki dari *scrubber* ini yaitu penggunaan material bahan pada sistem yang kurang baik lebih mudah terjadinya korosi, kemudian kebutuhan

*power* tinggi, dan tingkat efisiensi rendah dikarenakan konstruksi yang sangat membentang det, jadi kemungkinan *trouble* juga lebih riskan kemudian air cucian *scrubber* ini juga menyebabkan dampak pencemaran air dikarenakan kandungan belerang yang berada pada air buangan. Lalu tidak tersedia *Chemical neutralizer* dan *neutralization tank* yang menyebabkan air buangan menyebabkan pencemaran air, kemudian yang perlu diperhatikan pemantauan secara rutin dan intensif. Pemantauan dilakukan saat *scrubber* beroperasi ketika patrol malam. Sehingga seluruh *crew* harus mengetahui dan menguasai *scrubber*.

*Cadet* : Lalu apa yang harus dilakukan oleh *crew* dalam perawatan *scrubber* ini Bass??

Masinis 2 : *Maintenance* dilaksanakan sesuai jadwal. Perawatan, perbaikan dan pembersihan dilaksanakan sesuai jadwal serta yang perlu diperhatikan adalah pengetahuan masinis tentang sistem *scrubber* harus baik.

*Cadet* : Siap bass terimakasih atas ilmunya semoga dapat bermanfaat.

Mainis 2 : Iya det sama-sama sukses terus ya.

*Cadet* : Siap Bass terimakasih

### WAWANCARA MASINIS 3

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara penulis dengan masinis 3

di MV.HL Port Hedland yang dilaksanakan pada saat peneliti melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Peneliti/*Apprentice Engineer* : Harry Yanto Nur Hidayat

Masinis 2/ *Second Engineer* : Muhammad Rizky Satiyo Hutomo

Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 12 Maret 2020.

*Cadet* : Selamat siang bass Rizky.

Masinis 3 : Iya, selamat siang Det.

*Cadet* : Bas Rizky sudah berapa kali kontrak bass disini?

Masinis 3 : Saya udah 3 kali ini det.

*Cadet* : Apakah Bass Rizky pernah menemukan *scrubber* di kapal sebelumnya?

Masinis 3 : Selama saya layar, baru kali ini saya bertemu alat namanya *scrubber* det, karena ini alat baru det dan merupakan terobosan baru guna merespon peraturan baru dari IMO.

*Cadet* : Jadi seperti itu ya bass, jika dari pandangan Bass Rizky itu seberapa optimal kinerja alat baru ini Bass?

Masinis 3 : Menurut saya det, untuk alat baru seperti ini, yang terpenting adalah edukasi terhadap alat ini harus lebih ditekankan, karena walau bagaimanapun secara teoritis semua crew disini termasuk Chief Engineer sekalipun sangat perlu karena memang alat ini belum ada atau sangat jarang ditemukan di era sebelum adanya aturan baru dari IMO.

*Cadet* : Lalu apa yang harus dilakukan oleh crew dalam perawatan scrubber ini Bass??

Masinis 3 : Tentunya dengan lebih sering memperhatikan dan lebih sering lagi memahami dan membaca buku manual, kemudian bisa ditanyakan kepada bass 1 , bass 2 atau chief engineer sekalipun, karena disini selain bekerja kita juga belajar det..

*Cadet* : Siap bass lalu tindakan apalagi apabila terjadi sebuah masalah pada scrubber dan kebetulan semuanya belum pernah mengalaminya?

Mainis 3 : sebelum terjadi suatu masalah seluruh crew sebaiknya melaksanakan perawatan dan pengawasan secara intensif karena Sebagian besar masalah timbul karena kurangnya perawatan dan pengawasn det. Kemudian Ketika terjadi suatu masalah kita bisa berdiskusi Bersama dan juga dengan berpegang pada manual book.

*Cadet* : Siap Bass terimakasih banyak atas ilmu dan pengalamannya bas semoga lancar semuanya Bass.

Masinis 3 : Sama-sama det



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

### Lampiran Sea Trial Report

**Survey Tracking Form for Statutory Approval of Exhaust Gas Cleaning Systems (EGC) to IMO Annex VI and applicable Guidelines – Scheme B**

Date:25-01-2019		Vessel Name:HL PORT HEDLAND		Hull No:SH425		IMO NO: 9454527	
EGC-SOx Scrubber Model No.: PureSOx U-Type open loop EGC system		Status of Vessel( At Sea or In Port): AT SEA			Open or Closed Loop: OPEN LOOP		
EGC-SOx Scrubber Serial No.: 18.2.30.1.5319		EGC-SOx arrangement; single or integrated: single		Fuel Oil Combustion Unit Identification and nameplate rating: ME: 18.66 MW x 1 & AE: 0.8MW x 3			
Parameter	Units	Limit	ECA:M/Ex85%+A/Ex65%x2 all time is UTC time				
<b>Time and GPS Ship's Position</b>							
Time Start / Ship GPS Position			11:44 Lat30,15065 Lon123,29481	12:33 Lat30,25118 Lon123,49893	13:23 Lat30,37868 Lon123,64472	15:01 Lat30,66895 Lon123,95938	
Time Stop / Ship GPS Position			12:11 Lat30,20190 Lon123,44583	13:02 Lat30,32457 Lon123,58276	14:02 Lat30,48650 Lon123,76881	16:02 Lat30,84490 Lon124,15840	
Test Condition Global (0.5) / ECA (0.1) mode		ECA	ECA	ECA	ECA		
<b>Sea Water</b>							
Sea Water Temp.	°C		18	18	18	18	
Sea Water In pH	pH		8.16	8.17	8.17	8.19	
Sea Water In conductivity	µg/l		47.49	47.97	48.16	48.23	
Sea Water In Turbidity	FNU		3.54	2.54	2.78	4.16	
<b>FOCU &amp; EGC System</b>							
BDN Sulfur	%-mass		2.90	2.90	2.90	2.90	
FOCU Load	Mw		5.598 <small>0.44/0/0.452</small>	9.778 <small>0.425/0/0.432</small>	12.091 <small>0.410/0/0.433</small>	13.958 <small>0.441/0/0.477</small>	
EGC Unit Load	kW		6491	10635	12934	14876	
EGC Unit Load	%		38	63	77	88	
<b>Continuous Monitoring - Air Emission Ratio</b>							
SOx	ppm-vol		13.99	0.01	0.46	1.86	
CO <sub>2</sub>	%-vol		4.28	4.46	4.37	4.40	
SO <sub>x</sub> /CO <sub>2</sub>	ppm-vol / %-vol		3.269	0.00	0.101	0.411	
<b>Continuous Monitoring, or daily spot checks – Parameters</b>							
Washwater pressure at inlet	kPa		1.00	1.00	1.00	1.00	
Washwater flow rate at inlet	m <sup>3</sup> /h		339	737	741	958	
Exhaust Gas Pressure Before EGC	mimbar		2.3	6.8	10.9	16.2	
Exhaust Gas Δp Across EGC	mimbar		2.0	6.0	10.2	15.4	
FOCU load	kW						
Exhaust Gas Temp Before EGC	°C (ME TEMP)		231.1	245.7	238.97	233.61	
Exhaust Gas Temp After EGC	°C		16.70	16.48	16.75	15.50	
Chemical Dosage Rate, if applicable	m <sup>3</sup> /h		N/A	N/A	N/A	N/A	
<b>Continuous Monitoring - Wash Water</b>							
Washwater Temp.	°C		26.84	24.82	26.72	24.76	
pH <sup>a</sup>	pH	Min 6.5 <sup>b</sup> Min 2.7 <sup>c</sup>	3.56	4.18	3.42	3.63	
PAH <sup>d</sup>	µg/l	Max 38 <sup>e</sup>	0.7	0	0	0	
Turbidity <sup>d</sup>	FNU	Max 25 <sup>e</sup>	4.126	4.492	9.107	7.361	
Nitrates	mg/l	Max 60 <sup>f</sup>	-	-	-	-	
<b>Notes:</b>							
a	Measured at the overboard discharge or in plume at 4m from overboard discharge. Value at overboard in relation to value at 4m may be determined by calculation.						
b	During maneuvering and transit maximum difference between inlet and overboard discharges to be 2pH. For U.S. VGP waters, value at overboard discharge is to be minimum of 6.0 at all times.						
b*	Min pH 2.7*, wash water min. pH6.5 at 4m can be achieved at this situation according to the EGCS maker pH calculation plan						
c	Above the inlet PAH values. Note that the 38µg/l limit is normalized for 49.5t/MWh and 80% MCR. For a 15 minutes period in any 12 hours period the PAH limit may be exceeded by 100% to account for abnormal startup.						
d	Measured as a rolling average over a 15 minutes period.						
e	For a 15 minutes period in any 12 hours period the Turbidity limit may be exceeded by 20%.						
f	Note that the 60mg/l limit is normalized for washwater discharge rate of 45t/MWh. Nitrates discharge is limited to 12% removal of NOx from the exhaust.						



*Park Sunghwa*  
25. Jan. 2020



**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**  
**TAHUN 2021**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Harry Yanto Nur Hidayat
2. Tempat, Tanggal lahir : Boyolali, 16 juni 1999
3. Alamat : Dk. Nglembu RT 05/RW 01  
Nglembu, Sambu, Boyolali,  
Jawa Tengah



4. Agama : Islam
5. Nama orang tua
  - a. Ayah : Wahyu Imam Sutowo
  - b. Ibu : Kurnia Prijayanti

### 6. Riwayat Pendidikan

- a. SD N 1 Nglembu tahun 2005 – 2011
- b. SMP N 1 Simo, tahun 2011 - 2014
- c. SMK N 2 Surakarta, tahun 2014 – 2017
- d. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

### 7. Pengalaman Praktek Laut (PRALA)

KAPAL : MV. HL Port Hedland (16 Agustus 2019-17 Agustus 2020)

PERUSAHAAN : PT. JASINDO DUTA SEGARA

ALAMAT : Jl. Raya Boulevard Barat , Plaza Kelapa Gading  
Rukan Blok C/55 , Jakarta