



**ANALISIS TERJADINYA *TRIP* PADA PENGOPERASIAN
MAIN BOILER DI KAPAL SS. TANGGUH BATUR**

SKRIPSI

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

Oleh:

DONY ARIF PRATAMA
NIT. 572011227651 T

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

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS TERJADINYA *TRIP* PADA PENGOPERASIAN
MAIN BOILER DIKAPAL SS. TANGGUH BATUR**

Disusun Oleh:

DONY ARIF PRATAMA
NIT. 572011227651 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
Semarang, ...25 Oktober... 2024

Dosen Pembimbing I



Dr. DWI PRASETYO., M.M., M.Mar.E
NIP.19741209 199808 1 001

Dosen Pembimbing II



ANICITUS AGUNG NUGROHO, S.Si. T.,M.Si
NIP. 19780801 200812 2 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika



Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T, M.Mar.E
NIP.19730331 200604 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Analisis Terjadinya *Trip* Pada Pengoperasian *Main Boiler* di kapal SS. Tangguh Batur” karya,

Nama : Dony Arif Pratama

NIT : 572011227651

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Jumat*, tanggal *01 November 2024*

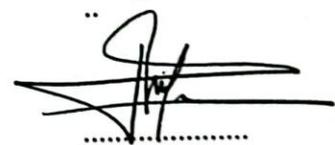
Semarang,

PENGUJI

Penguji I : AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E
NIP.19641212 199808 1 001

Penguji II : Dr. DWI PRASETYO., M.M., M.Mar.E
NIP.19741209 199808 1 001

Penguji III : IMAM SAFI'L, S.Si. T., M.Si
NIP.19771222 200502 1 001



Mengetahui :
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Ir. MAFRISAL, M.T., M. Mar.E
NIP. 19730205 199903 1 002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dony Arif Pratama

NIT : 572011227651

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Analisis Terjadinya *Trip* Pada Pengoperasian *Main Boiler*

Dikapal SS. Tangguh Batur”

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, 28 Oktober 2024

Yang menyatakan pernyataan,



DONY ARIF PRATAMA
NIT. 572011227651 T

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. "... Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui" (QS. Al-Baqarah: 216)
2. "Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan" (QS. Al-Insyirah: 5-6)
3. "Doa tanpa usaha sama dengan nihil, sedangkan usaha tanpa doa sama dengan mustahil"

Persembahan:

1. Keluarga besar saya, terutama Bapak Samino dan Ibu Sri Naningsih yang senantiasa mendukung, mendoakan, membimbing, dan mengarahkan untuk terselesaikannya skripsi ini.
2. Almamater PIP Semarang.
3. Kepada pimpinan serta seluruh staff di PT. Cipta Wira Tirta manning NYKSM tempat saya melaksanakan praktik laut.

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya Peneliti telah mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur”, guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran dan untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, Peneliti banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat. Dalam kesempatan ini Peneliti ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ir. MAFRISAL, M.T., M. Mar.E selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T, M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak Dr. Dwi Prasetyo.,M.M.,M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing materi yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Anicitus Agung Nugroho, S.Si.T.,M.Si selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
5. Perusahaan PT. NYKSM dan seluruh *crew* kapal SS. Tangguh Batur yang telah membantu proses penulisan skripsi ini.

6. Seluruh dosen PIP Semarang yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
7. Kepada Bapak Budi Joko Raharjo, M.M., M.Mar.E yang selalu memberi arahan dan motivasi kepada saya.
8. Seluruh teman-teman angkatan LVII yang telah memberikan motivasi serta membantu Peneliti dalam penyusunan Skripsi ini.
9. Kepada Veranika Kusuma N.A yang senantiasa menemani, membantu, dan memberi semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Sahabat Peneliti Muhammad Farhan yang selalu memberikan dukungan.
11. Seluruh tim penguji skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati, Peneliti menyadari bahwa dalam Penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Peneliti mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi seluruh civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang khususnya prodi Teknik dan bagi seluruh pembaca skripsi ini.

Semarang, 28 Oktober 2024
Peneliti



DONY ARIF PRATAMA
NIT. 572011227651

ABSTRAKSI

Pratama, Dony Arif. 2024. “*Analisis Terjadinya Trip pada Pengoperasian Main Boiler di Kapal SS. Tangguh*”. Skripsi Program Diploma IV, Program Studi Teknik, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. Dwi Prasetyo., M. M., M.Mar.E, Pembimbing II: Anicitus Agung Nugroho, S.Si.T.,M.Si.

Ketel uap utama atau *main boiler* adalah permesinan di atas kapal yang berfungsi untuk menghasilkan uap bertekanan yang digunakan untuk menggerakkan mesin induk. Pengoperasian ketel uap utama dapat menggunakan bahan bakar gas dan/atau bahan bakar cair. Pada tanggal 17 November 2023 di kapal SS. Tangguh Batur saat melakukan perjalanan menuju ke pelabuhan Korea, ketel uap utama mengalami kegagalan proses pembakaran sehingga menyebabkan salah satu ketel uap utama *trip*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui penyebab dan dampak dari kegagalan pembakaran pada ketel uap utama serta upaya penanggulangan dan pencegahan terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler*.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Sumber data penelitian diperoleh dari data primer dan data sekunder. Teknik pengumpulan data melalui observasi, dokumentasi, wawancara, dan studi pustaka. Teknik uji keabsahan data dilakukan dengan Teknik triangulasi. Teknik analisis data yang digunakan pada dalam penelitian ini adalah RCA (*Root Cause Analysis*) 5 *why's* guna memperoleh hasil akar penyebab dari penelitian yang dilakukan.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa *trip* pada pengoperasian *main boiler* disebabkan oleh L/D kompresor No. 1 yang berhenti beroperasi, tertutupnya *main gas valve* pada *main boiler*, dan FO *piston valve* pada *burner* No. 1 *main boiler* yang tidak terbuka. Terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* menyebabkan gangguan operasional kapal, *main boiler* No. 2 menjadi terbebani dan peningkatan emisi. Upaya yang dapat dilakukan untuk mrngatasi dan mencegah terjadinya kembali *trip* pada *main boiler* adalah melakukan kalibrasi pada L/D kompresor No.1, melakukan perawatan pada *main gas valve* dan FO *piston valve*.

Kata kunci: *Main boiler, Pembakaran, Trip, RCA, SS. Tangguh Batur*

ABSTRACT

Pratama, Dony Arif. 2024. “Analysis of the Occurrence of Trip in the Operation of Main Boiler Ship SS. Tangguh”. Thesis Diploma IV Program, Technika Study Program, Polytechnic of Shipping Science Semarang, Supervisor I: Dr. Dwi Prasetyo, M. M., M.Mar.E, Advisor II: Anicitus Agung Nugroho, S.Si.T., M.Si.

The main steam boiler or main boiler is a machine on the ship that functions to produce pressurized steam which is used to drive the main engine. The operation of the main steam boiler can use gas fuel and / or liquid fuel. On November 17, 2023 on board the SS. Tangguh Batur while traveling to the port of Korea, the main steam boiler experienced a combustion process failure causing one of the main boilers to trip. The purpose of this study is to determine the causes and effects of combustion failure in the main steam boiler as well as efforts to overcome and prevent the occurrence of trips in the operation of the main boiler.

The research method used in this research is descriptive qualitative. Research data sources were obtained from primary data and secondary data. Data collection techniques through observation, documentation, interviews, and literature study. The data validity test technique is done by triangulation technique. The data analysis technique used in this research is RCA (Root Cause Analysis) 5 why's to get the root cause results of the research conducted.

The conclusion of this study shows that the trip in the operation of the main boiler is caused by the No. 1 L / D compressor that stops operating, the closed main gas valve on the main boiler, and the FO piston valve on the No. 1 main boiler burner that is not open. The occurrence of a trip in the operation of the main boiler causes disruption to ship operations, the No. 2 main boiler becomes overburdened and increases emissions. Efforts that can be made to overcome and prevent the re-occurrence of trips on the main boiler are to calibrate the L / D compressor No.1, perform maintenance on the main gas valve and FO piston valve.

Keywords: *Main boiler, Combustion, RCA, SS. Tangguh Batur*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Fokus Penelitian.....	3
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Hasil Penelitian.....	4
BAB II.....	6
A. Deskripsi Teori.....	6
B. Kerangka penelitian.....	25
BAB III.....	27
A. Metodologi Penelitian.....	27
B. Tempat Penelitian.....	28
C. Sampel Sumber Data Penelitian/Informan.....	29
D. Teknik Pengumpulan Data.....	30
E. Instrumen Penelitian.....	34
F. Teknik Analisis Data Kualitatif.....	36
G. Teknik Keabsahan Data.....	39
BAB IV.....	40
A. Gambaran Konteks Penelitian.....	40

B. Deskripsi Data	45
C. Temuan	49
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	54
BAB V.....	66
A. Simpulan.....	66
B. Keterbatasan Penelitian	67
C. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data spesifikasi low duty compressor	46
Tabel 4.2 Data katup bahan bakar gas tertutup untuk keamanan pada main boiler.....	51



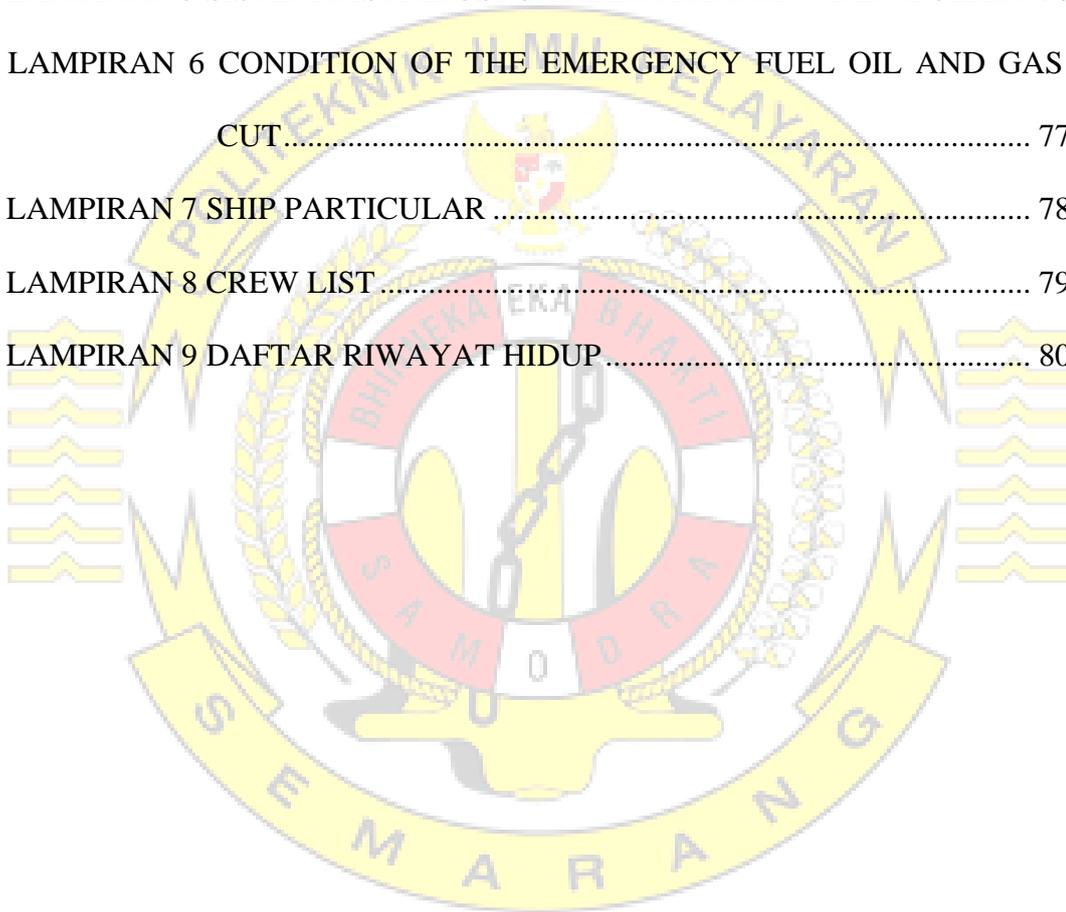
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Main boiler atau ketel uap utama	8
Gambar 2.2 Furnace	9
Gambar 2.3 Water drum.....	10
Gambar 2.4 Steam drum.....	10
Gambar 2.5 Downcomers.....	11
Gambar 2.6 Safety valve	13
Gambar 2.7 Katup utama dan katup bantu.....	13
Gambar 2.8 Main boiler water level gauge	14
Gambar 2.9 Main boiler burner.....	15
Gambar 2.10 Superheater tubes.....	16
Gambar 2.11 Economizer.....	17
Gambar 2.12 Steam air heater.....	17
Gambar 2.13 Main boiler sootblower.....	18
Gambar 2.14 Force draft fan	19
Gambar 2.15 Sistem kontrol pada ketel uap utama.....	24
Gambar 2.16 Kerangka penelitian.....	26
Gambar 3.1 Analisis Data Kualitatif (<i>Interactive model</i>).....	36
Gambar 3.2 Triangulasi Data	39
Gambar 4.1 Kapal SS. Tangguh Batur.....	41
Gambar 4.2 Sistem bahan bakar cair pada ketel uap utama.....	43
Gambar 4.3 Sistem bahan bakar gas pada ketel uap utama.....	44
Gambar 4.4 Main boiler	45

Gambar 4.5 Piston valve	47
Gambar 4.6 Main gas valve.....	49
Gambar 4.7 Inlet guide vanes.....	50
Gambar 4.8 Piston valve pada burner main boiler	52
Gambar 4.9 Main gas valve pada main boiler.....	53
Gambar 4.10 Low duty compressor No. 1 di monitor kamar mesin	54
Gambar 4.11 Analisis 5 why's low duty compressor No. 1 yang berhenti beroperasi	56
Gambar 4.12 <i>Main boiler FO piston valve</i>	56
Gambar 4.13 Analisis 5 why's FO piston valve pada burner No. 1 main boiler yang tidak terbuka	57
Gambar 4.14 Analisis 5 why's tertutupnya main gas valve pada main boiler	58
Gambar 4.15 Kalibrasi low duty compressor No. 1	61
Gambar 4.16 Perbaikan dan perawatan low duty compressor No. 1	62
Gambar 4.17 Perbaikan dan perawatan pada FO piston valve.....	62
Gambar 4.18 Bagian FO piston valve yang telah dilakukan perbaikan dan perawatan saat drydock	63
Gambar 4.19 Perbaikan dan perawatan pada main gas valve	64
Gambar 4.20 Perbaikan dan perawatan pada jarum katup main gas valve	65

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 HASIL KEGIATAN WAWANCARA	71
LAMPIRAN 2 DESIGN DATA MAIN BOILER	73
LAMPIRAN 3 PERFORMANCE DATA MAIN BOILER	74
LAMPIRAN 4 CHECK POINT LIST	75
LAMPIRAN 5 SISTEM DISTRIBUSI UAP BERTEKANAN MAIN BOILER..	76
LAMPIRAN 6 CONDITION OF THE EMERGENCY FUEL OIL AND GAS CUT.....	77
LAMPIRAN 7 SHIP PARTICULAR	78
LAMPIRAN 8 CREW LIST	79
LAMPIRAN 9 DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	80



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal merupakan alat transportasi yang digunakan untuk melewati permukaan air. Kapal memiliki berbagai jenis yang dibedakan berdasarkan fungsinya, antara lain kapal penangkap ikan, kapal militer dan kapal niaga. Kapal niaga berfungsi untuk memuat barang maupun manusia. Contoh dari kapal niaga ialah kapal pesiar yang memuat manusia, kapal *container* yang memuat barang dalam kontainer, kapal yang memuat kendaraan, kapal tanker yang memuat minyak dan gas.

Dalam perkembangan zaman, kapal tanker yang berfungsi untuk memuat gas *liquefied natural gas* (LNG) sangat dibutuhkan agar dapat menyalurkan muatan gas LNG dari daerah satu ke daerah lainnya. Kapal LNG dirancang khusus untuk memuat LNG atau gas alam yang telah didinginkan hingga mencapai suhu sekitar -162°C , sehingga berubah menjadi cair serta dapat lebih mudah dan ekonomis untuk diangkut dalam jarak yang jauh. Mesin penggerak utama yang menggerakkan kapal LNG adalah turbin uap utama.

Turbin uap termasuk mesin pembakaran luar, karena uap yang dibutuhkan untuk menggerakkan turbin diproduksi oleh *main boiler* (Dwi Prasetyo, 2020:25). Mesin ini berbeda dari kapal yang menggunakan diesel dikarenakan mesin turbin menggunakan *boil of gas* (BOG) sebagai salah satu bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan uap bertekanan sebagai penggerak sudu-sudu pada turbin uap utama.

Ketel uap utama (*main boiler*) adalah permesinan di atas kapal yang berfungsi untuk menghasilkan uap bertekanan lebih dari satu atmosfer dengan prinsip kerjanya yaitu memanaskan air di dalam pipa *main boiler* menggunakan media campuran bahan bakar (cair atau gas) dan udara di dalam *furnace* (ruang bakar *main boiler*).

Uap bertekanan (*steam*) adalah hasil dari pembakaran di dalam *main boiler* digunakan untuk menggerakkan turbin uap generator (*turbo generator*), pompa pengisian air ketel utama (*main feed water pump*) dan turbin uap utama (*main turbine*). Selain itu, uap bertekanan dari *main boiler* juga berfungsi sebagai pesawat yang menunjang pelaksanaan pemuatan dan pengangkutan serta pembongkaran muatan LNG.

Proses pembakaran *main boiler* dapat menggunakan gabungan antara bahan bakar cair (*fuel oil*) dan bahan bakar gas alam (BOG) serta dapat digunakan secara bersamaan yang disebut dengan *dual mode firing*. Terganggunya proses pembakaran dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu: gangguan pada sistem kontrol, gangguan pada *burner*, gangguan pada katup-katupnya, gangguan pada sistem keamanan, gangguan pada sistem kelistrikan, gangguan pada sistem pengisian air *main boiler*.

Dalam kenyataannya, terjadinya gangguan *main boiler* seperti di kapal SS. Tangguh Batur pada tanggal 17 November 2023, pada pelayaran yang dilakukan dari Malaysia menuju Korea. Terjadi gangguan pada saat beroperasi, gagalnya pembakaran pada *main boiler* berdampak pada berkurangnya tekanan *main boiler* sehingga terjadi *trip* pada permesinan tersebut.

Dilatarbelakangi oleh terjadinya masalah pengoperasian pada *main boiler*, yang menyebabkan matinya permesinan tersebut. Maka Peneliti memilih judul “**Analisis Terjadinya Trip pada Pengoperasian Main Boiler di kapal SS. Tangguh Batur**”.

B. Fokus Penelitian

Dikarenakan permasalahan yang luas serta untuk mempermudah dalam melaksanakan penelitian dan pembahasannya. Dengan terjadinya permasalahan pada *main boiler* dapat menyebabkan terganggunya kinerja permesinan lain yang membutuhkan hasil uap bertekanan dari ketel uap utama. Maka, penelitian ini berfokus terhadap penyebab terhentinya *main boiler*, dampak yang ditimbulkan dari *trip* pada pengoperasian *main boiler* dan upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kembali kejadian tersebut di kapal SS. Tangguh Batur.

C. Rumusan Masalah

Dengan mencermati latar belakang masalah dan judul yang sudah ada, Peneliti merumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Faktor apakah yang menyebabkan terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur ?
2. Apakah dampak dari terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur ?
3. Bagaimana upaya untuk mencegah terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur ?

D. Tujuan Penelitian

Penyusunan skripsi dilatar belakangi oleh keinginan Peneliti untuk memperluas pengetahuan dan pengalaman pribadi pada saat praktik berlayar di kapal SS. Tangguh Batur. Adapun tujuan yang dituangkan dalam penulisan skripsi sesuai dengan perumusan masalah oleh Peneliti adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui faktor yang menyebabkan *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur.
2. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur.
3. Untuk mengetahui upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan oleh Peneliti terhadap *main boiler* selama praktik berlayar memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini bermanfaat untuk memperkenalkan dan mengembangkan ilmu pengetahuan, khususnya tentang permesinan utama di atas kapal yaitu *main boiler*. Dengan ditulisnya skripsi ini, diharapkan Peneliti maupun Pembaca dapat lebih memahami tentang pengoperasian dan perawatan *main boiler* di atas kapal. Khususnya pembahasan tentang faktor-faktor yang menjadi penyebab matinya *main boiler*, dampak yang dapat ditimbulkan dan upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya matinya *main boiler*.

2. Manfaat Praktis

- a. Dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk meningkatkan kompetensi kepada awak kapal terhadap hal-hal yang berhubungan dengan perawatan dan pengoperasian pada *main boiler* sehingga dapat menunjang kelancaran pengoperasian kapal.
- b. Dapat bermanfaat bagi awak kapal sebagai evaluasi mengenai tindakan perawatan dan pengoperasian *main boiler* untuk mencegah terjadinya kerusakan yang sama.



BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Pengertian Analisis

Analisis adalah suatu usaha untuk menguraikan sesuatu menjadi komponen-komponen kecil yang diketahui hubungan-hubungannya. Kemudian uraian komponen tersebut dapat lebih mudah dipahami, baik setiap bagiannya maupun secara keseluruhan untuk dikaji lebih lanjut. Analisis berasal dari kata Yunani kuno *analusis* yang artinya melepaskan. *Analusis* terbentuk dari dua suku kata, yaitu *ana* yang berarti kembali, dan *luein* yang berarti melepas sehingga jika digabungkan maka artinya adalah melepas kembali atau menguraikan. Kata *anlusis* ini diserap ke dalam Bahasa Inggris menjadi *analysis* yang kemudian diserap juga ke dalam pendidikan pancasila dan kewarganegaraan menjadi analisis (Simatupang, 2020).

Sementara itu, analisis data adalah proses menyadari sesuatu dengan teliti dan hati-hati, atau menggunakan data dan metode statistik untuk memahami atau menjelaskan hal tersebut. Data diperoleh dari catatan lapangan, wawancara, dan sumber lain agar hasilnya mudah dipahami oleh orang lain. Proses analisis data termasuk mengorganisasikan data, membaginya menjadi bagian-bagian kecil, melakukan sintesa, menyusun pola, memilih mana yang penting dan yang harus dipelajari, dan membuat kesimpulan untuk diinformasikan ke orang lain (Sugiyono, 2022).

Berdasarkan definisi di atas, maka Peneliti melakukan analisis dengan tujuan untuk memecahkan suatu masalah yang telah terjadi, menemukan penyebab suatu masalah, efek yang ditimbulkan, upaya untuk mencegah masalah terjadi kembali, dan cara menangani masalah pada saat terjadi. Dengan demikian, permasalahannya adalah analisis matinya *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur yang menyebabkan menurunnya hasil uap bertekanan dan terganggu kegiatan di atas kapal.

Peneliti telah mengumpulkan data-data yang diperoleh dari berbagai sumber yang nantinya akan dijadikan acuan dalam menyelesaikan penelitian ini.

2. Ketel uap utama atau *main boiler*

a. Pengertian ketel uap utama atau *main boiler*

Main boiler di kapal adalah pesawat utama dengan air di dalam pipanya yang dipanaskan untuk menghasilkan uap bertekanan lebih dari satu atmosfer atau satu bar dan suhu tinggi (Wardana dkk., 2020).

Sebagai pesawat utama yang menggerakkan turbin uap utama jelas menjadi andalan bagi sebuah kapal tanker, maka tentu saja harus dijaga kondisi dan kemampuannya sehingga meningkatkan fungsi semua peralatan keamanan yang harus melengkapi pesawat utama ketel uap tersebut (Dwi Prasetyo, 2018:89).

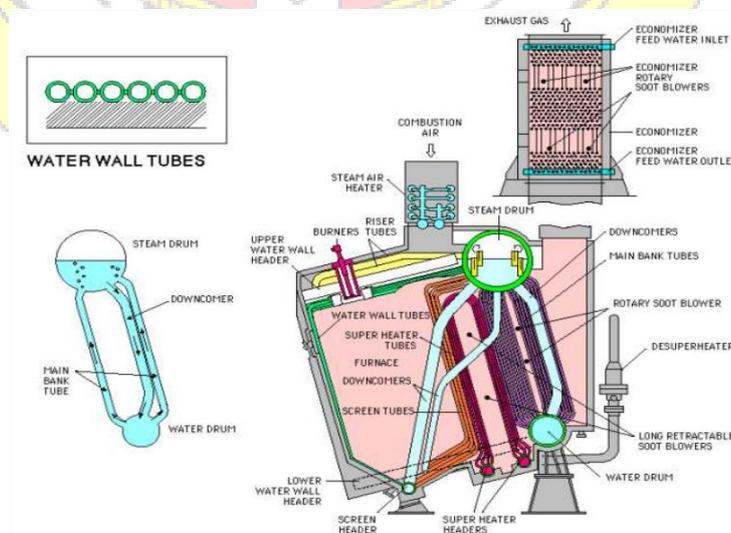
Namun, untuk menjalankan *boiler* dengan efisiensi yang tinggi, diperlukan konsumsi energi yang signifikan, yaitu saat memanaskan air umpan menjadi *steam* pada tahap awal (Kristanto, 2022).

Pemanasan air dalam ketel uap utama yang digunakan untuk menghasilkan uap bertekanan menggunakan proses pembakaran gabungan antara bahan bakar dan gas di dalam ruang bakar.

LNG yang disalurkan ke sistem pembakaran akan dibakar untuk menghasilkan nyala api. Sistem pembakaran menggunakan *burner* khusus yang dirancang untuk membakar LNG secara efisien dan aman. *Burner* tersebut mengatur campuran LNG dengan udara pembakaran dalam proporsi yang tepat untuk mencapai pembakaran yang optimal.

Hasil dari pembakaran ketel uap utama kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin sebagai penggerak utama kapal, menggerakkan turbin generator, menggerakkan pompa turbin, keperluan bongkar muat, serta berbagai kebutuhan operasional lainnya di atas kapal.

b. Bagian-bagian *main boiler*



Gambar 2.1 *Main boiler* atau ketel uap utama
Sumber: NYK Cadet Handout (*main boiler*)

Untuk kelancaran pengoperasian dan menghasilkan uap bertekanan sesuai dengan kebutuhan maka bagian-bagian *main boiler* memerlukan perawatan yang rutin dan benar serta pengecekan pada air ketel untuk menjaga keawetan pipa pada *main boiler*.

Pada *main boiler* memiliki dua drum yaitu drum air yang terletak di bawah ketel dan drum uap yang terletak di atas ketel. Drum air dan drum uap dihubungkan dengan pipa pengisian utama (*main bank tubes*) dan saluran pipa (*down comers*). Drum uap dan *screen headers* dihubungkan oleh saluran pipa (*downcomers screen pipe*) dan pipa dinding air (*water wall pipe*). Ruang pembakaran berada di dekat dinding air (*water wall*). *Main boiler* memiliki tiga *burner* dengan proses pembakaran dapat menggunakan antara bahan bakar cair maupun bahan bakar gas ataupun bersamaan.

Berikut merupakan bagian-bagian dari *main boiler*:

1) Ruang bakar (*Furnace*)

Dinding ruang bakar *boiler* terbuat dari pipa air dan pipa evaporasi sedangkan bagian luarnya dilapisi dengan insulasi tahan panas (Ilhamdz, 2022).



Gambar 2.2 *Furnace*
Sumber: Dokumentasi Peneliti 2023

2) Drum air (*water drum*)

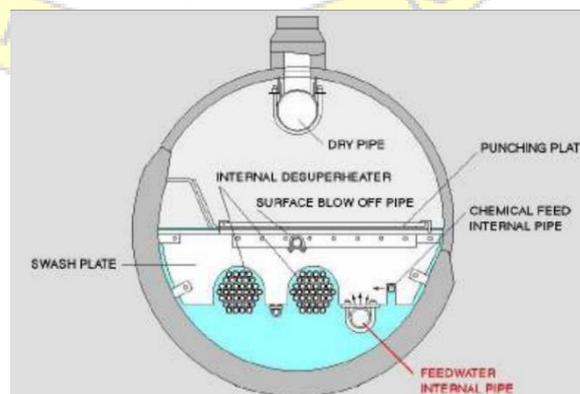
Drum air pada *boiler* memiliki berbagai fungsi seperti, penyimpanan air, pendistribusian air, pemisahan uap dan air, mengatur sirkulasi air dalam *boiler*, dan pengaliran cairan kimia.



Gambar 2.3 *Water drum*
Sumber: Dokumentasi Peneliti 2023

3) Drum uap (*steam drum*)

Drum uap adalah komponen penting dalam sistem *boiler* yang berfungsi sebagai penyimpanan untuk uap dan air. Selain itu, drum uap juga memiliki fungsi seperti, pemisahan uap dan air, pengumpanan air, pengontrol level air, pengaliran cairan kimia, pembersihan dan pemurnian uap.



Gambar 2.4 *Steam drum*
Sumber: NYK *cadet handout (main boiler)*

4) Pipa pengisian utama (*main bank tubes*)

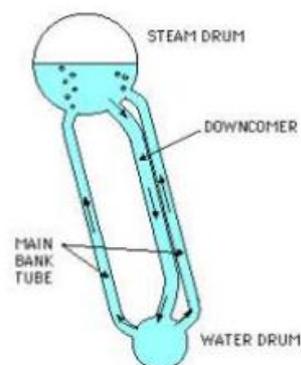
Pipa pengisian utama adalah kumpulan pipa-pipa yang menghubungkan antara drum uap dengan drum air di dalam *boiler*. Pipa-pipa ini berfungsi sebagai saluran tempat terjadinya perpindahan panas dari gas panas hasil pembakaran di ruang bakar ke air yang ada di dalam pipa.

5) *Screen tubes*

Screen tubes adalah pipa-pipa yang terbuat dari bahan tahan panas dan dirancang untuk menangani suhu tinggi yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar. *Screen tubes* berfungsi sebagai penghalang antara *burner* dan *main bank tubes* sehingga mengurangi risiko kerusakan dan keausan pipa.

6) *Downcomers*

Setelah uap dipisahkan di drum uap air yang lebih berat akan turun melalui *downcomers* ke drum air atau bagian bawah *boiler* kemudian kembali dipanaskan untuk efisiensi dan keamanan operasi *boiler*.



Gambar 2.5 *Downcomers*

Sumber: NYK *cadet handout (main boiler)*

7) *Water wall tubes*

Water wall tubes adalah serangkaian pipa yang disusun rapat dan dipasang di dinding-dinding ruang bakar (*furnace boiler*) yang berfungsi sebagai permukaan panas utama yang menyerap panas dari proses pembakaran bahan bakar dan memanaskan air yang mengalir didalamnya.

c. Apendasi *main boiler*

Apendasi merupakan pesawat-pesawat yang dipasang pada *main boiler* agar *main boiler* dapat bekerja dan dikontrol dengan baik. Komponen-komponen ini bekerja sama untuk mengontrol tekanan, level air, kualitas air, serta pembakaran bahan bakar, sehingga ketel dapat beroperasi pada efisiensi maksimal dan dengan risiko minimal.

Pemeliharaan yang tepat dan pemeriksaan rutin terhadap apendasi-apendasi ini sangat penting untuk menjaga kinerja optimal ketel uap. Jika salah satu apendasi rusak, maka akan mengganggu pengoperasian *main boiler*. Adapun pesawat yang termasuk kedalam apendasi adalah sebagai berikut:

1) Katup keamanan (*safety valve*)

Katup keamanan adalah komponen vital *main boiler* yang dirancang untuk melindungi *boiler* dari tekanan berlebih. Dengan fungsi utamanya untuk melepaskan tekanan berlebih dan mencegah ledakan, katup ini memastikan keselamatan operasional dan melindungi peralatan dari kerusakan.



Gambar 2.6 *Safety valve*
Sumber: Dokumentasi Peneliti 2023

2) Katup uap utama dan katup uap bantu

Katup uap utama adalah katup yang mengatur aliran uap dari *main boiler* ke sistem distribusi uap utama, seperti turbin utama, pompa turbin dan generator turbin. Katup ini bertanggung jawab untuk mengontrol aliran uap dengan tekanan dan suhu yang sesuai untuk kebutuhan operasional. Sedangkan katup uap bantu adalah katup yang mengatur aliran uap ke sistem-sistem bantu atau tambahan dari ketel uap utama. Ini termasuk sistem pemanas tangki, pemanas pada air tawar dan keperluan proses lainnya di kapal. Katup-katup tersebut harus dioperasikan dan dirawat agar pengoperasian *main boiler* bekerja dengan lancar.



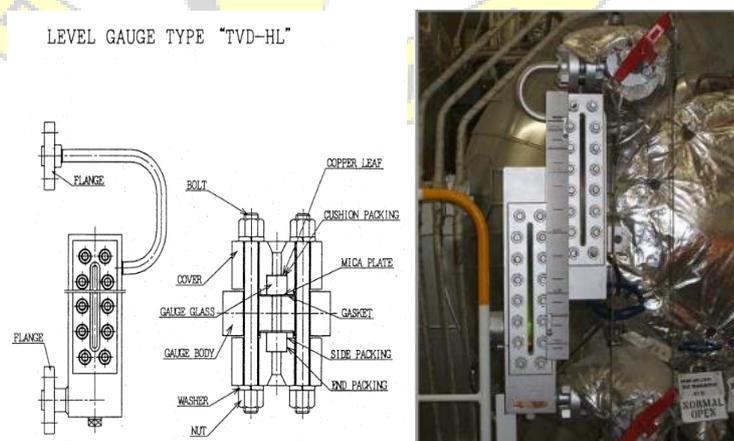
Gambar 2.7 Katup utama dan katup bantu
Sumber: Dokumentasi Peneliti 2023

3) Manometer

Manometer adalah alat pengukur tekanan yang digunakan untuk memantau tekanan uap pada *main boiler*. Alat ini penting untuk memastikan bahwa tekanan uap berada dalam rentang yang aman dan sesuai dengan kebutuhan operasional. Jika terjadi kerusakan pada manometer, maka harus dilakukan tindakan perbaikan untuk menjaga pengoperasian *main boiler* berjalan dengan lancar.

4) *Water level gauge*

Water level gauge adalah alat yang penting untuk pengoperasian *main boiler* yang aman dan efisien. Dengan memberikan indikasi visual langsung tentang level air di dalam *boiler*, alat ini memungkinkan operator untuk memantau kondisi operasi. Pemeliharaan yang baik sangat penting untuk memastikan bahwa *water level gauge* berfungsi dengan baik dan akurat.



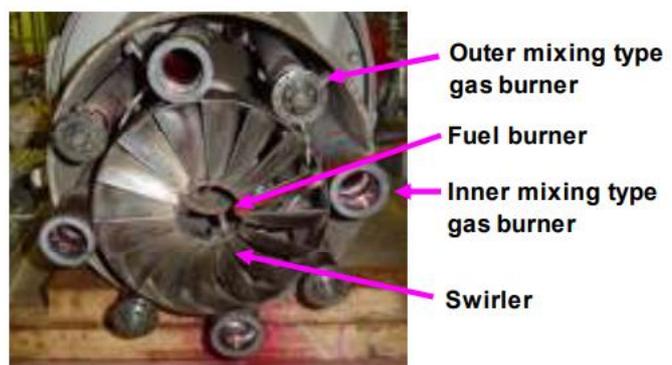
Gambar 2.8 *Main boiler water level gauge*
Sumber: *Main boiler instruction manual book*

5) Katup *blowdown*

Katup *blowdown* pada *main boiler* di kapal adalah komponen kritis yang berfungsi untuk menjaga kualitas air dalam *boiler*, mencegah pembentukan kerak, dan mengurangi korosi. Dengan melakukan pembuangan air dan endapan secara teratur, katup *blowdown* membantu memastikan operasi *boiler* yang efisien dan aman. Pemeliharaan dan pemeriksaan rutin, serta penggunaan prosedur operasi yang tepat, sangat penting untuk menjaga fungsi katup *blowdown* yang optimal.

6) *Burner*

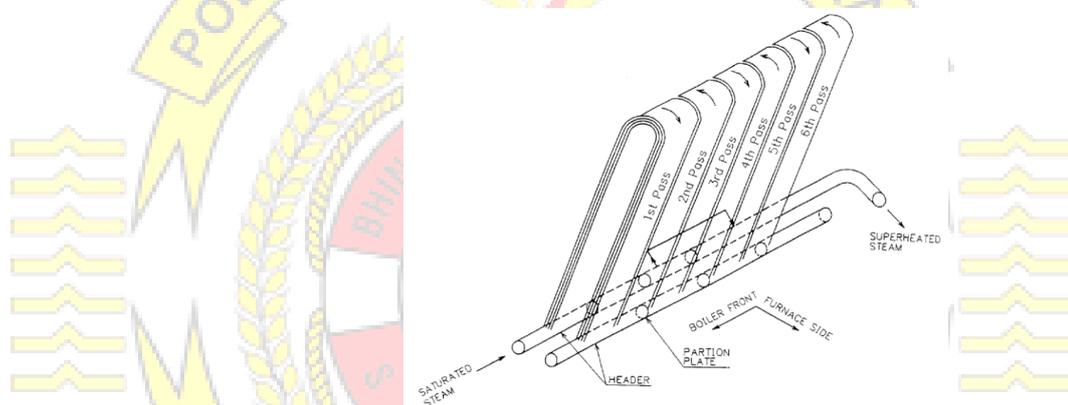
Burner adalah komponen kunci dalam *main boiler* yang bertanggung jawab untuk mencampurkan dan membakar bahan bakar untuk menghasilkan panas. Dengan mengendalikan proses pembakaran, *burner* memastikan bahwa *boiler* beroperasi secara efisien, aman, dan dengan emisi yang minimal. Desain dan pemeliharaan yang baik dari *burner* sangat penting untuk kinerja keseluruhan *boiler*.



Gambar 2.9 *Main boiler burner*
Sumber: NYK cadet handout (*main boiler*)

7) *Superheater tubes*

Superheater tubes adalah komponen esensial dalam *main boiler* yang berfungsi untuk meningkatkan suhu uap yang dihasilkan oleh *boiler*. Dengan meningkatkan suhu uap, *superheater tubes* membantu meningkatkan efisiensi dan kapasitas kerja sistem tenaga uap, mengurangi kondensasi, dan mendukung operasi yang lebih efisien dari turbin dan mesin lainnya yang menggunakan uap.



Gambar 2.10 *Superheater tubes*
Sumber: *Main boiler instruction manual book*

8) *Flame eye*

Flame eye adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi nyala api di ruang bakar. Sensor mengirimkan sinyal ke sistem kontrol untuk memastikan bahwa terdapat nyala api dan pembakaran berlangsung dengan baik. Jika nyala api padam atau tidak terbentuk dengan benar, sistem kontrol akan mengambil tindakan untuk mematikan aliran bahan bakar guna mencegah situasi berbahaya seperti ledakan atau kebakaran.

9) *Economizer*

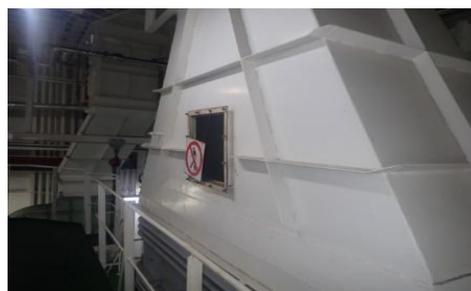
Menurut Nari & Rahman (2022) di dalam *economizer*, air umpan akan dipanaskan menggunakan panas yang terbuang dari saluran gas buang *boiler*. Proses pemanasan ini membantu mengurangi konsumsi energi dengan memanfaatkan panas yang sebelumnya terbuang.



Gambar 2.11 *Economizer*
Sumber: Dokumentasi Peneliti 2023

10) *Steam air heater*

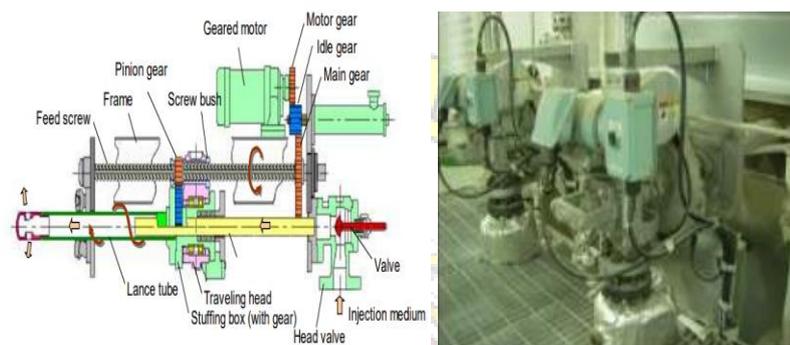
Steam air heater adalah komponen dalam sistem *main boiler* di kapal yang meningkatkan efisiensi pembakaran dan kinerja keseluruhan ketel. Dengan memanaskan udara pembakaran menggunakan uap, *steam air heater* membantu mengurangi konsumsi bahan bakar, mengurangi emisi, dan melindungi peralatan pembakaran dari kerusakan.



Gambar 2.12 *Steam air heater*
Sumber: Dokumentasi Peneliti 2023

11) *Sootblower*

Sootblower adalah perangkat yang digunakan untuk membersihkan endapan jelaga atau kotoran dari permukaan pemanas dalam *boiler*, seperti tabung *economizer*, *superheater*, dan *air heater*.



Gambar 2.13 *Main boiler sootblower*
Sumber: NYK cadet handout (*main boiler*)

12) Katup *feed water*

Katup *feed water* (*feed water valve*) adalah komponen kritis dalam sistem ketel utama yang berfungsi untuk mengatur aliran air umpan ke dalam *boiler*. Katup ini memastikan bahwa jumlah air yang tepat masuk ke dalam *boiler*, menjaga keseimbangan antara air yang diuapkan dan air yang disuplai.

13) *Riser tubes*

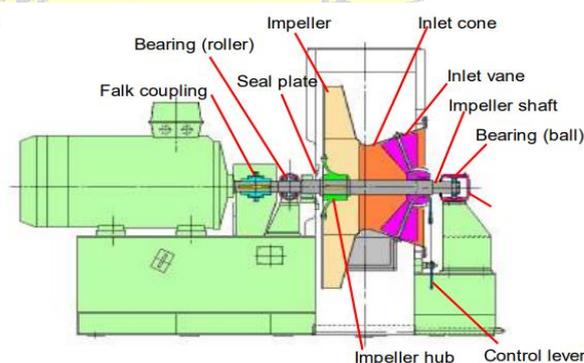
Riser tubes adalah tabung-tabung yang terletak di dalam *main boiler* yang berfungsi untuk mengangkat campuran air dan uap dari bagian bawah *main boiler* ke drum uap di bagian atas. Mereka biasanya terbuat dari bahan tahan panas yang mampu menangani suhu dan tekanan tinggi.

14) *Boiler refractory*

Boiler refractory adalah material tahan panas yang esensial untuk melindungi struktur internal ketel, meningkatkan efisiensi termal, dan memastikan pengoperasian ketel yang aman dan efisien. Dengan fungsi utama sebagai isolator termal dan pelindung mekanis, *refractory* membantu mempertahankan suhu pembakaran yang optimal dan memperpanjang umur ketel.

15) *Force draft fan*

Force draft fan adalah komponen kritis dalam sistem ketel uap utama di kapal yang berfungsi menyuplai udara pembakaran dalam jumlah dan tekanan yang tepat untuk mendukung pembakaran bahan bakar yang efisien. Dengan meningkatkan efisiensi pembakaran, *force draft fan* membantu mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Pemeliharaan yang tepat dan inspeksi rutin sangat penting untuk memastikan bahwa *force draft fan* beroperasi secara optimal dan efisien, menjaga kinerja *boiler* dan keamanan operasi.

Gambar 2.14 *Force draft fan*

Sumber: NYK Cadet Handout (main boiler)

3. Prosedur pengoperasian *main boiler*

a. Persiapan sebelum *starting main boiler*

Pastikan beberapa pesawat berikut ini:

1) Ketel uap utama

- a) Pastikan bahwa ruang pembakaran dalam keadaan baik.
- b) Pastikan bahwa bahan bakar oli atau bahan bakar gas tidak terdapat di bawah ruang bakar maupun daerah *burner*.
- c) Periksa semua pekerjaan pada *boiler* telah selesai dan seluruh instrumen telah terpasang dengan aman.
- d) Periksa katup keamanan untuk memastikan bahwa tidak dapat benda yang menghalangi jika beroperasi dan dapat beroperasi jika boiler memiliki kelebihan tekanan.
- e) Periksa katup gelas duga dan pastikan dalam kondisi terbuka.
- f) Buka katup *air vent* pada *steam drum*.
- g) Buka *starting valve* pada *superheater outlet line*.
- h) Buka katup cerat dari *superheater headers*.
- i) Buka katup untuk manometer pada ketel, periksa pipa saluran pada manometer dan pastikan semua katup untuk manometer dalam keadaan terbuka.
- j) Periksa dan pastikan *blow-off valves* dan *water wall header drain valves* dalam kondisi tertutup.
- k) Isi air ketel sampai normal level pada *steam drum* dan periksa saluran air pengisian pada saat bersamaan.

2) *Superheater*

- a) Kuras kedua *superheater headers* sebelum menyalakan api.
- b) Buka katup starting pada saluran *superheater outline*.
- c) Buka sedikit katup cerat pada *header* untuk memastikan tidak terdapat kondensasi yang terkumpul pada *headers*.
Tutup katup cerat saat pipa *superheater* dan *headers* telah panas.

3) *Economizer*

Pastikan bahwa *economizer* penuh dengan air. Pada saat pengisian ketel dengan air, buka katup *vent* dan katup cerat udara.

4) *Uptakes*

Tutup semua pintu masuk yang digunakan saat perbaikan ketel.

5) *Burners*

- a) Periksa seluruh sistem bahan bakar
- b) Amati *burner air casing* untuk memastikan tidak ada oli yang menetes di sekitar area *burner*.
- c) Pastikan *air slide doors* aman dan berfungsi dengan baik.
- d) Periksa bahwa *burner* atau bagian pipa rumah pada *atomizer* telah terpasang dan posisi *sprayer plate* benar.
- e) Bahan bakar gas tidak digunakan untuk menyalakan. Setelah pembakaran menyala, dapat diganti ke pembakaran gas. Periksa seluruh sistem bahan bakar gas sebelum digunakan.
- f) Periksa bahwa tekanan *purge steam* sekitar 0,2 MPa

6) *Steam air heater*

- a) Periksa *supply steam* telah benar untuk *steam air heater*.
- b) Pastikan *drain trap* beroperasi dan hindari *water hammer* dengan dicerat.

b. *Starting main boiler*

- 1) Start *Forced draft fan* dan ventilasi ruang bakar secara sempurna sebelum menyalakan ketel.
- 2) Sirkulasikan bahan bakar melalui pemanas dan pipa sampai oli pada suhu yang tepat.
- 3) Periksa beberapa katup sebelum menyalakan ketel
 - a) Katup *air vent* yang terletak pada *steam drum* (dalam keadaan tertutup).
 - b) Katup cerat pada *superheater headers*, katup cerat pada *starting valve outlet*, katup cerat pada *control desuperheater*, katup pengatur suhu (dalam keadaan terbuka)
 - c) *Starting valves* pada *superheater outlet* (dalam keadaan setengah terbuka).
 - d) *Starting valves* pada *superheater outlet* (setengah tertutup).
- 4) Nyalakan salah satu *burner* dengan panduan dari buku manual. Atur tekanan bahan bakar dan tekanan *forced draft* untuk menyeimbangkan nyala api dengan pemantik dan *atomizer*. Bahan bakar harus terbakar secara sempurna. Pastikan bahwa tidak ada oli yang menetes dan asap yang tebal saat pembakaran.

- 5) Persiapkan sistem *desuperheated steam* menuju ke permesinan. *Starting valve* harus dibiarkan terbuka sampai kondisi uap terdapat pada *superheater*.
- 6) Membutuhkan waktu yang banyak untuk membuat ketel dalam tekanan yang sesuai untuk menghindari panas yang berlebih pada bagian *superheater* atau kerusakan pada *brickwork*. Laju pembakaran seharusnya kurang dari 250 kg/h.
- 7) Tutup katup cerat pada *superheater header*, katup cerat pada *starting valve*, dan katup cerat pada *control desuperheater*.
- 8) Tekanan uap harus dinaikan sesuai dengan panduan pada manual.
- 9) Saat tekanan sebesar 0,3-0,4 Mpa di bawah tekanan kerja, periksa katup keamanan ketel.
- 10) Saat ketel mencapai tekanan kerja, buka katup untuk menyalurkan uap bertekanan. Tutup *superheater outlet starting valve*. Pastikan bahwa seluruh katup cerat, *air vent*, dan katup *bypass* dalam keadaan tertutup kemudian periksa level air pada ketel.
- 11) Menyalakan *burner* yang lain sesuai dengan kebutuhan.

4. Sistem kontrol *main boiler*

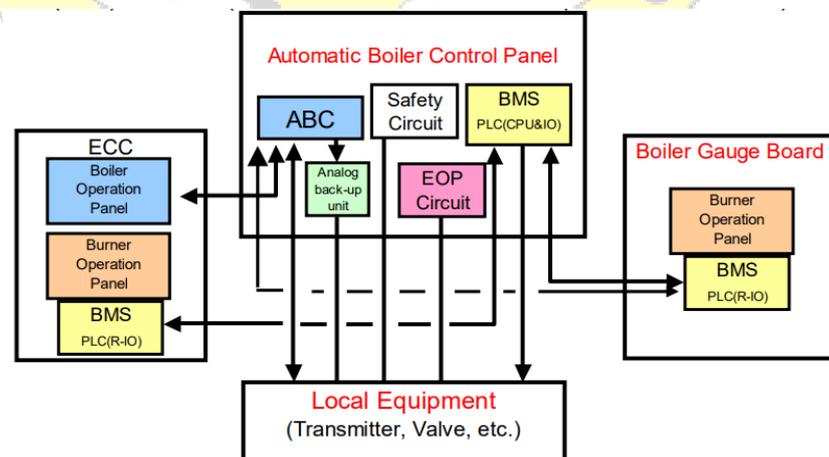
Sistem *main boiler* dikendalikan oleh dua sistem kontrol utama yaitu *burner management system* (BMS) yang mengatur pengoperasian pembakaran dengan bahan bakar cair dan pembakaran dengan bahan bakar

gas secara bertahap dalam urutan seperti penggantian pembakaran pada *burner*, penambahan atau pengurangan jumlah *burner*. Sedangkan *automatic boiler control* (ABC) berfungsi untuk mengatur aliran bahan bakar pembakaran menuju *burner* seperti aliran bahan bakar cair dan aliran bahan bakar gas.

a. *Burner management system* (BMS)

Sistem kontrol ini disediakan untuk mengontrol *main boiler* dengan aman dan terkendali yang didasarkan pada sistem kontrol logika yang dapat diprogram. Sistem ini terdiri dari *boiler gauge board* (BGB), *burner management system* (BMS) lokal kabinet, sensor, *transmitter* dan aktuator.

Kontrol ini memungkinkan memungkinkan pengoperasian secara berurutan dari pembakaran *burner* dan *burner piston valves interlock* dengan sistem pelindung *main boiler*. Dalam keadaan darurat, bahan bakar untuk *burner* akan dimatikan untuk melindungi *boiler*.



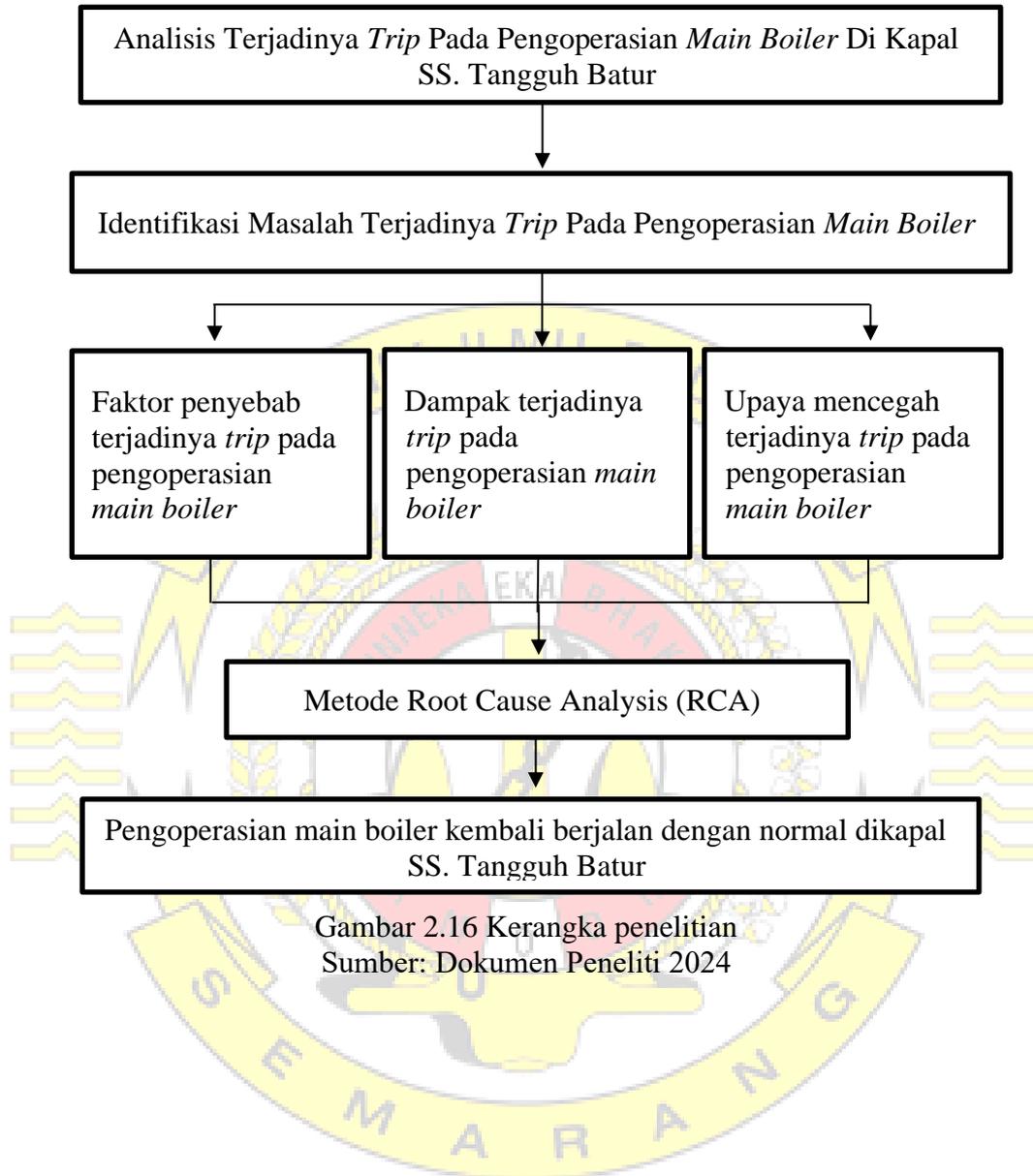
Gambar 2.15 Sistem kontrol pada ketel uap utama
Sumber: NYK Cadet Handout (main boiler)

b. *Automatic boiler control (ABC)*

Sistem ini berfungsi untuk mengontrol aliran bahan bakar, aliran udara pembakaran dan mempertahankan tekanan keluaran dari *superheater* sebagai respon terhadap perubahan beban *boiler* seperti perubahan tekanan uap *boiler*, suhu *boiler*, dan tingkat air *boiler*. Sebagai reaksi terhadap perubahan ini, katup akan terbuka dari *steam temperature controller* dan *feed water volume* akan dikontrol melalui *automatic boiler control system*. Meskipun kontrol dapat dilakukan secara otomatis, tetapi kontrol ini dapat juga dioperasikan secara manual dari panel di *engine control room (ECR)* dan *boiler gauge board (BGB)*.

B. Kerangka penelitian

Berdasar pada kerangka penelitian yang akan diuraikan, dapat dijelaskan bahwa topik yang dibahas adalah *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur dengan tipe MHI tipe MB-4E-NS2 *water tube*. Dalam topik ini, Peneliti akan mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* sehingga dari beberapa faktor itu akan diketahui dampak yang selanjutnya Peneliti dapat memberikan saran berupa upaya untuk mengatasi permasalahan. Setelah mendapatkan pemahaman yang mendalam mengenai berbagai usaha yang perlu dilaksanakan guna menyelesaikan masalah yang dihadapi, langkah berikutnya yang harus diambil adalah melakukan penyusunan landasan teori yang kuat terkait dengan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya.



Gambar 2.16 Kerangka penelitian
Sumber: Dokumen Peneliti 2024

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil dari penelitian mengenai “Analisis Terjadinya *Trip* pada Pengoperasian *Main Boiler* di kapal SS. Tangguh Batur” maka Peneliti dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor yang menyebabkan terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur.

Diakibatkan oleh *low duty compressor* No. 1 yang berhenti beroperasi dikarenakan sensor *anti-surge control system* harus dikalibrasi ulang oleh *maker*. Dilanjutkan dengan tertutupnya *main gas valve* pada *main boiler* dikarenakan terdapat gangguan pada *solenoid valve* di sistem kontrol *main gas valve*. Dikarenakan tidak ada bahan bakar gas untuk pembakaran *main boiler* No. 1, kemudian sistem bahan bakar cair seharusnya berkerja tetapi pada *FO piston valve* pada burner No. 1 *main boiler* yang terbuka yang diakibatkan karena sistem kontrol *limit switch* tidak menempel pada batas atas sensor.

2. Dampak dari terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur.

Dampak yang ditimbulkan ialah gangguan pada operasional kapal seperti kebutuhan uap bertekanan yang harus diatur oleh masinis di atas kapal dan persiapan untuk *drydock* yang harus dilanjutkan setelah dapat menjalankan *main boiler* di atas kapal. Selain itu, *Main boiler* No. 2

menjadi terbebani dikarenakan hanya satu *main boiler* yang tetap bekerja dengan kebutuhan uap bertekanan yang masih sama. Dampak yang selanjutnya ialah peningkatan emisi dikarenakan pembakaran yang dilakukan untuk menjalankan kembali *main boiler* No. 1 mengandung gas-gas yang dapat mencemari udara di lingkungan.

3. Upaya untuk mencegah terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler* di kapal SS. Tangguh Batur.

Mengkalibrasi ulang sensor *anti-surge* pada *low duty compressor* No. 1 agar tidak terjadi kesalahan sistem kontrol saat pengoperasian kompresor dan dapat bekerja dengan normal untuk membantu pembakaran bahan bakar gas untuk *main boiler*. Kemudian melakukan perbaikan dan perawatan pada *main gas valve* dengan mengganti bagian katup yang telah rusak serta perawatan pada sistem kontrol katup solenoida. Upaya yang selanjutnya ialah melakukan perbaikan dan perawatan pada FO *piston valve* seperti penggantian oli pada katup piston, pembersihan bagian-bagian katup dan penggantian sistem kontrol *limit switch* pada FO *piston valve*.

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan temuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kendala yang memengaruhi dan mengurangi hasil penelitian ini secara optimal. Berikut adalah beberapa keterbatasan dalam penelitian:

1. Keterbatasan waktu selama praktik laut dalam penelitian, sehingga Peneliti kurang menggali informasi terhadap penelitian.

2. Keterbatasan tempat karena hasil pembahasan hanya dapat diterapkan pada kapal jenis dengan *main boiler* sebagai penghasil uap bertekanan yang utama dan belum tentu dapat diterapkan pada jenis kapal lain.
3. Dalam pengumpulan data yang peneliti lakukan, terdapat keterbatasan yaitu operasional kapal yang harus tetap berjalan. Oleh karena itu, beberapa narasumber memiliki kesibukan yang padat sehingga berpengaruh pada fokus mereka dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan ketika peneliti melakukan wawancara. Peneliti melakukan wawancara ketika narasumber sedang beristirahat untuk mengatasi kendala tersebut.

C. Saran

1. Untuk meminimalisir terjadinya *trip* pada pengoperasian *main boiler*, Masinis 2 dapat melakukan pemeriksaan secara rutin terhadap bagian-bagian *main boiler* untuk memastikan kelancaran dalam pengoperasiannya.
2. Untuk meminimalisir kesalahan pada saat pengoperasian, KKM dapat mengingatkan Masinis 1, Masinis 2, dan Masinis 3 untuk lebih berhati-hati dalam pengoperasian.
3. Seluruh *crew* mesin lebih memperhatikan setiap prosedur yang diberikan oleh *manual book* dan meningkatkan komunikasi yang lebih baik untuk mencegah terjadinya kesalahan dalam penyampaian informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dayen Baho, Novalin M Syauta & Yonatan Tebai. (2023). Perlindungan Hukum terhadap Pekerja Kebersihan Sampah di Kota Sorong Ditinjau dari Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan. *Journal on Education*: Volume 5, Nomor 4.
- Haq, I. S., & Purba, M. A. (2020). Kajian Penyebab Kerusakan Door Packing pada Tabung Sterilizer Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA) di Sungai Kupang Mill. *Jurnal Vokasi Teknologi Industri (JVTI)*, 2(2). <https://doi.org/10.36870/jvti.v2i2.177>.
- Harahap, S. F., & Tirtayasa, S. (2020). Pengaruh Motivasi, Disiplin, Dan Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Di PT. Angkasa Pura II (Persero) Kantor Cabang Kualanam. Maneggio: *Jurnal Ilmiah Magister Manajemen*: 3(1), 120–135. <https://doi.org/10.30596/maneggio.v3i1.4866>
- Hayono Eko. (2023). Metodologi Penelitian Kualitatif Di Perguruan Tinggi Keagamaan Islam. *E-journal an-nuur: The Journal of Islamic Studies*.
- Ilhamdzi, A. H. (2022). Preventive Dan Breakdown Maintenance Boiler Dipembangkit Listrik Tenaga Uap (Studi Kasus pada PT. PJB UBJOM PLTU Rembang). *Jurnal Energi dan Manufaktur*: Volume 15, Nomor 2.
- Johar Permana, A. S. Y. R. (2023). *Penelitian Kualitatif: Analisis Data dalam Administrasi Pendidikan*. Jakarta.
- Kaja, L. D., Angi, Y. F., & Tungga, C. (2021). Pengaruh Ekspektasi Return, Persepsi Risiko, Dan Self Efficacy Terhadap Minat Investasi Saham Pada Mahasiswa Program Studi Akuntansi Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Nusa Cendana. *Conference on Economic and Business Innovation*: 26(35), 1573–1585.
- Kristanto, A. F. (2022). Meminimalisir gangguan dengan preventive maintenance boiler di pembangkit listrik tenaga uap (studi kasus pada PT. PJB UBJOM PLTU rembang). *Jurnal Energi dan Manufaktur*: Volume 15, Nomor 1.
- Mekarisce, A. A. (2020). Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data pada Penelitian Kualitatif di Bidang Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Media Komunikasi Komunitas Kesehatan Masyarakat*, 12(3), 145–151. <https://doi.org/10.52022/jikm.v12i3.102>
- Mutia Sari, Habibur Rachman, Astuti, N. J., Afgani, M. W., Siroj, R. A. (2023). Explanatory Survey dalam Metode Penelitian Deskriptif Kuantitatif. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*: Volume 3, Number 1.

- Nari, H. P., & M. S. Rahman, M. S. (2022). Analisis Pengaruh Temperatur Air Economizer terhadap Efisiensi Ketel di KM Meratus Kupang. *Jurnal Karya Ilm. Dosen Venus*: Volume 10, Nomor 1.
- Nugraha, A. W. (2024). *Metodologi Penelitian*. Padang.
- Prasetyo, Dwi. (2018). *Sistem Perawatan & Perbaikan Permesinan Kapal*. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
- Prasetyo, Dwi. (2020). *Teori Permesinan Kapal Semester VIII*. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
- Rijali, A. (2021). Analisis Data Kualitatif Ahmad sadiki UIN Antasari Banjarmasin. *Jurnal Alhadharah*: 17(33), 81–95.
- Sahir, S. H. (2022). *Metodologi Penelitian*. Medan: Penerbit KBM Indonesia.
- Sahir, S. H. (2021). *Metodologi Penelitian*. Cetakan I. Yogyakarta.
- Sarie, F. S., Sutaguna, I. N. T., & Sari, R. H. (2023). *Metodelogi Penelitian*. Batam. Yayasan Cendekia Mulia Mandiri. Cendikia Mulya Mandiri.
- Simatupang, T. (2020). Peningkatan Kemampuan Analisis pada Mata Pelajaran Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan dengan Menerapkan Model Pembelajaran Kooperatif Picture and Picture. *Journal on Education*. 3(1): 163-176.
- Sugiono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabet
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung.
- Sundari, U. Y. (2024). *Metodologi Penelitian*. Padang: CV Gita. Lentera.
- Sutikno Sobry & Hadi Saputra. (2020). *Penelitian Kualitatif*. Lombok.
- Tamboto B.W.H., Pangemanan F.N., & Waworundeng W. (2023). Implementasi Kebijakan Pemilihan Hukum Tua Di Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Eksekutif*: Volume 3, Nomer 2, 1-10.
- Wardana, R. A. A, Buana, I. G. N. S., & Nur, H. I. (2020). Model Optimisasi Distribusi dan Perencanaan Terminal Regasifikasi Liquefied Natural Gas (LNG): studi kasus pulau jawa. *Jurnal Teknologi ITS*: Volume 9, Nomor 1.

LAMPIRAN 1

HASIL KEGIATAN WAWANCARA

1. Wawancara dengan masinis II

Peneliti : “Bas, mohon izin bertanya mengenai terjadinya trip pada main boiler yang terjadi beberapa waktu lalu, penyebabnya itu apa bas?”

Masinis II : “Penyebab terjadinya trip pada main boiler ada beberapa faktor det, tapi dikapal kita terjadi karena IGV pada L/D kompresor No. 1 yang tertutup”

Peneliti : “Kemudian apa dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya trip pada main boiler bas?”

Masinis II : “Dampak yang ditimbulkan akibat trip pada main boiler itu terhambatnya pengoperasian kapal dan peningkatan emisi akibat kegagalan pembakaran.”

Peneliti : “Mengapa bisa terjadi trip pada main boiler bas?”

Masinis II : “Dari IGV pada L/D kompresor yang tertutup menyebabkan *main gas valve* yang tertutup sehingga *main boiler* berganti ke pembakaran cair tetapi katup bahan bakar cair tidak terbuka.”

Peneliti : “Lalu bas, upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak dan faktor penyebab terjadinya trip pada main boiler bas?”

Masinis II : “Upaya yang dilakukan untuk menangani dampak dari faktor penyebab terjadinya trip pada main boiler yaitu dengan mencari penyebab dan mengatasinya kemudian menjalankan kembali main boiler tersebut, karena kapal akan melaksanakan *drydock*.”

Peneliti : “Lalu bagaimana dengan faktor penyebab yang lain bas?”

Masinis II : “Selain dari kesalahan prosedur pengoperasian, perawatan yang dilakukan pada main boiler hanya dilakukan ketika dry dock, karena di manual book main boiler tidak ada prosedur perawatan yang lengkap menyebabkan katup bahan bakar kotor, jadi masinis hanya melakukan perawatan pada burner.”

Peneliti : “Siap bas, terima kasih atas jawaban yang diberikan.”

2. Wawancara dengan KKM

Peneliti : "Ijin bertanya Chief, apa yang menyebabkan terjadinya trip pada main boiler beberapa waktu lalu?"

KKM : "Penyebab terjadinya trip pada main boiler saat itu yaitu katup bahan bakar yang kotor sehingga tidak bekerja secara baik."

Peneliti : "Chief, apa dampak yang ditimbulkan dari katup bahan bakar yang kotor akibat?"

KKM : "Dampak yang ditimbulkan yaitu proses pergantian bahan bakar cair yang gagal sehingga *main boiler trip*."

Peneliti : "Selain dari katup bahan bakar cair, faktor apa lagi yang dapat menyebabkan trip pada pengoperasian main boiler?"

KKM : "Selain itu ketika *main boiler trip* kemudian *main gas valve* yang tidak dapat terbuka menyebabkan *main boiler trip* kembali."

Peneliti : "Bagaimana cara mengatasi dampak dari faktor penyebab tersebut chief?"

KKM : "Untuk mengatasi dampak dari faktor penyebab tersebut, maka dilakukan perawatan pada bagian *main boiler*. Dengan demikian kemungkinan terjadi kesalahan akan semakin kecil."

Peneliti : "Siap chief, terima kasih atas jawaban yang diberikan"

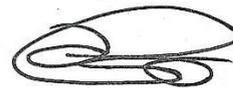
Masinis II

Mengetahui,

Kepala Kamar Mesin



(Maulana Afandi)



(Fernando C. Ibanez Jr)

LAMPIRAN 2

DESIGN DATA MAIN BOILER

PRESSURES (MPa)

Design	7.65
Operating (Superheater Outlet).....	6.03
Hydrostatic Test (Maximum).....	11.48
Safety Valve Settings:	
Steam Drum	7.65 & 7.6
Superheater	6.35
Economizer	9.56

TEMPERATURE (°C)

Steam at Normal rating	515
Feed Water at Normal rating.....	139.8
Steam Air Heater Inlet Air.....	38
Steam Air heater Outlet Air at Normal rating.....	120

EVAPORATION (kg/h)

Normal rating	50,000
Maximum Capacity.....	61,500

FURNACE VOLUME (m³)

.....	37.22
-------	-------

HEATING SURFACE (m²)

Boiler	929
Superheater	293
Economizer	1,590
Steam Air Heater	552
Aux. Desuperheater	9.78
Control Desuperheater	14.86

WEIGHT (kg)

Total Cold Water to Fill Unit Completely	31,500
Cold Water to Fill Boiler to Normal Level	20,390
Cold Water Fill Superheater	2,000
Cold Water Fill Economizer	3,100
Boiler, Dry, Complete with Burners and Soot Blower	153,600
Economizer, Dry, Complete with fittings	31,800
Boiler Water, Steaming Condition.....	15,191
Economizer Water, Operating Condition	2,883
Total One Boiler, Steaming Condition	168,791
Total One Economizer, Operating Condition	34,683

LAMPIRAN 3

PERFORMANCE DATA MAIN BOILER

Main Boiler For **DSME H.2241/42**
Boiler Type **MB-4E-NS2**

Oil firing

Load			B.MAX	NOR	75% NOR	50% NOR	25% NOR
Evaporation	Total	kg/h	61,500	50,000	37,500	25,000	12,500
	SH Steam	kg/h	59,500	49,000	36,500	24,000	11,500
	DSH Steam	kg/h	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Pressure	Drum Δ	MPa	6.81	6.54	6.32	6.16	6.06
	SH Outlet	MPa	6.03	6.03	6.03	6.03	6.03
Water & Steam Temperature	Eco. Inlet	°C	139.8	139.8	139.8	139.8	139.8
	SH Inlet	°C	284.9	282.3	280.0	278.3	277.3
	SH Outlet	°C	515.0	515.0	515.0	515.0	494.7
	DSH Outlet	°C	292.9	288.4	288.4	288.4	288.4
Air Temperature	FDF Outlet	°C	38	38	38	38	38
	SAH Outlet	°C	120	120	120	120	120
Efficiency	(HHV Base)	%	88.4	88.5	88.4	87.8	85.8
Calorific Value	HHV	kcal/kg	10280	10280	10280	10280	10280
	LHV	kcal/kg	9713	9713	9713	9713	9713
Fuel Oil Consumption		kg/h	4444	3620	2713	1783	870
Excess Air Rate		%	10.0	10.0	12.5	19.2	36.0
O2 Rate		%	1.9	1.9	2.3	3.4	5.6
Combustion Air Flow		kg/h	68,061	55,440	42,503	29,592	16,468
Flue Gas Flow		kg/h	72,504	59,060	45,217	31,375	17,337
ECO Outlet Gas Temp.		°C	174	169	164	159	154
Total Draft Loss	Δ	kPa	5.25	3.48	2.04	0.98	0.30

Gas firing

Load			B.MAX	NOR	75% NOR	50% NOR	25% NOR
Evaporation	Total	kg/h	61,500	50,000	37,500	25,000	12,500
	SH Steam	kg/h	59,500	49,000	36,500	24,000	11,500
	DSH Steam	kg/h	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Pressure	Drum Δ	MPa	6.81	6.54	6.32	6.16	6.06
	SH Outlet	MPa	6.03	6.03	6.03	6.03	6.03
Water & Steam Temperature	Eco. Inlet	°C	139.8	139.8	139.8	139.8	139.8
	SH Inlet	°C	284.9	282.3	280.0	278.3	277.3
	SH Outlet	°C	515.0	515.0	515.0	515.0	486.6
	DSH Outlet	°C	292.9	288.4	288.4	288.4	288.4
Air Temperature	FDF Outlet	°C	38	38	38	38	38
	SAH Outlet	°C	120	120	120	120	120
Efficiency	(HHV Base)	%	83.9	84.0	83.9	83.5	81.6
Calorific Value	HHV	kcal/kg	13270	13270	13270	13270	13270
	LHV	kcal/kg	11964	11964	11964	11964	11964
Fuel Gas Consumption		kg/h	3649	2970	2225	1485	733
Excess Air Rate		%	10.0	10.0	12.5	19.2	36.0
O2 Rate		%	1.9	1.9	2.3	3.4	5.6
Combustion Air Flow		kg/h	69,967	56,954	43,637	30,858	17,388
Flue Gas Flow		kg/h	73,616	59,924	45,862	32,343	18,122
ECO Outlet Gas Temp.		°C	178	172	165	159	153
Total Draft Loss	Δ	kPa	5.41	3.59	2.10	1.04	0.33

LAMPIRAN 4

CHECK POINT LIST

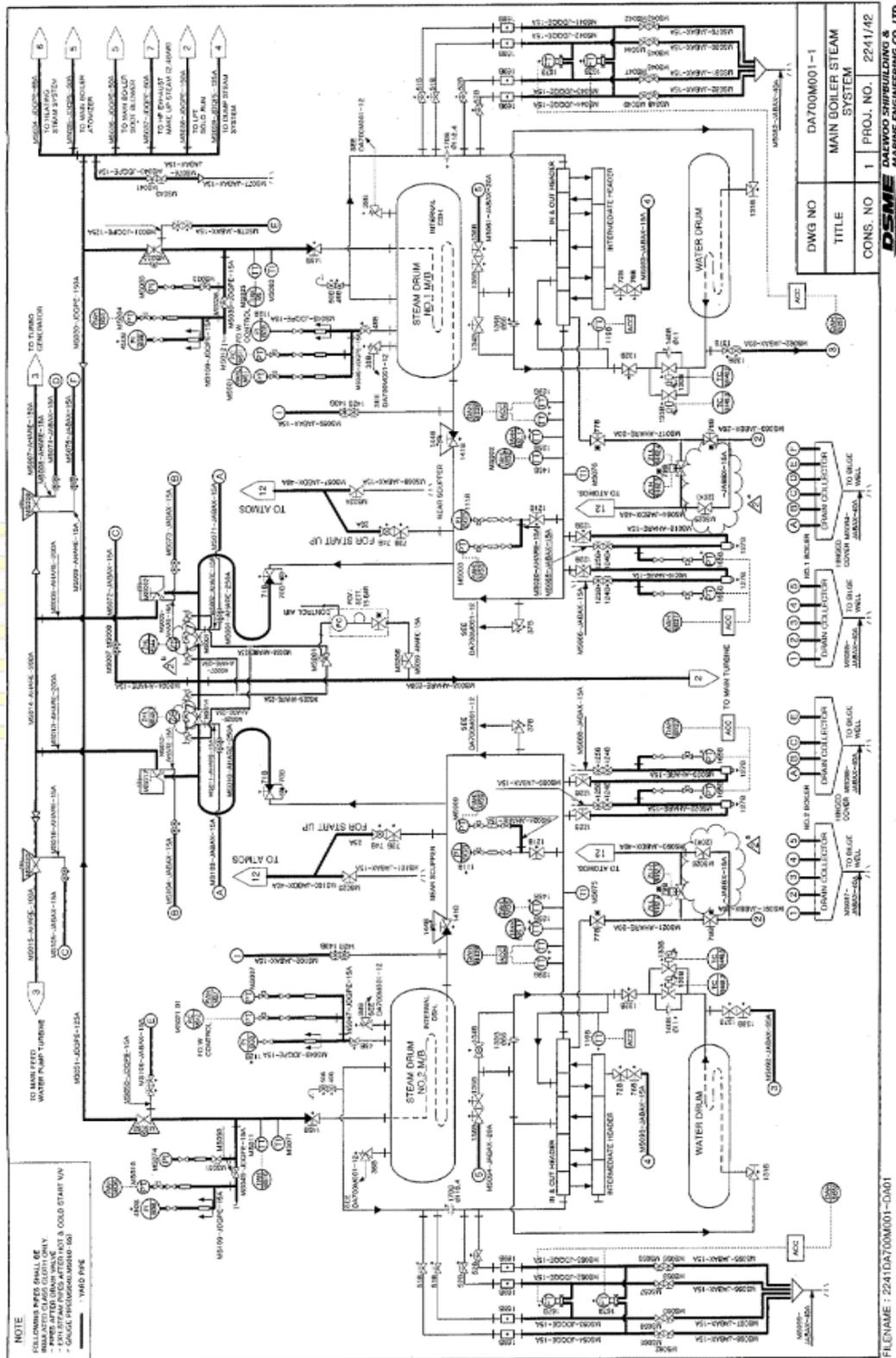
The followings are to be checked periodically to operate boiler safely.

Item	Check Method	Check Interval
Water Gauge	Check Water level response at opening or shutting blow valve.	1 / Day
Remote Water Level Indicator	Compare the remote water level indicator with transparent level indicator at 100 mm decreased water level below normal. Manually operate FWR.	1 / 2 Weeks
Flame Detector	It's normal condition to indicate burner flame failure to each burner at only each burner firing.	1 / Day
Air Slide Operation of Burner	Close or open the air slide manually at boiler side.	1 / 2 Week
Water Level Alarm Point	Check the water level alarm point, manually to operate FWR at boiler lower load.	1 / 3 Month
Superheated Steam Thermometer	Check the thermometer by official approved gage.	1 / 6 Month
Leakage of Steam or Water	Inspect boiler pressure parts, flanges and valves.	
BOG Expansion	Inspection leakage and Inside condition. (Confirm no sulfur in BOG piping caused by combustion gas back flow.)	1 / 2 Year



LAMPIRAN 5

SISTEM DISTRIBUSI UAP BERTEKANAN MAIN BOILER



LAMPIRAN 6

CONDITION OF THE EMERGENCY FUEL OIL AND GAS CUT

Boiler is shut down by the condition as follows.

Particular	Set Point	Location	Remarks
Drum Level Ex-Low	-240 mm	Local	After 0 sec., off signal
Drum Level Ex-High	+240 mm	Local	After 0 sec., off signal
Control Power Failure	-	Local	
Emergency Manual Trip	-	ECR&Local	
Forced Draft Fan Trip	Over current	Starter	
All Burner Flame Failure	Flame Out	Local	After 2 sec., off signal
Superheater Steam Temp. High	545°C	Local	

Emergency fuel oil cut valve is shut down by the condition as follows.

Particular	Set Point	Location	Remarks
Fuel Oil Pressure Low-Low	0.1 MPa	Local	
Fuel Oil Temp. Low-Low	80°C	Local	
Atom. Steam Press. Low-Low	0.3 MPa	Local	
Fuel Oil Pump Stop	No voltage	Starter	

Emergency fuel gas cut valve is shut down by the condition as follows.

Particular	Set Point	Location	Remarks
BOG Pressure High- High	75 kPa	Local	
BOG Pressure Low-Low	0.7 kPa	Local	

Emergency master fuel gas cut valve is shut down by the condition as follows.

Particular	Set Point	Location	Remarks
Gas Leak Detection	-	Local	
BOG Temp. Low-Low	5 °C	Local	
Gas Duct Fan Stop	-	Local	
ESDS Activated	-	Local	

LAMPIRAN 7
SHIP PARTICULAR

SHIP'S PARTICULARS

Updated: 16-Jan-2023

SHIP'S NAME	.....	TANGGUH BATUR		
OFF NO.	.....	394535		
IMO NO.	.....	9334284		
CALL SIGN	.....	9V7031		
MMSI NO.	.....	564 090 000		
NATIONALITY	.....	SINGAPORE		
PORT OF REGISTRY	.....	SINGAPORE		
OWNER	.....	LNG NORTH-SOUTH Shipping Company Limited 1 Harbourfront Place, #14-01 Harbourfront Tower One, Singapore 098633		
OPERATOR	.....	NYK Shipmanagement Pte Ltd. 1 HarbourFront Place, #15-01 HarbourFront Tower One Singapore 098633		
CHARTERER	.....	The Tangguh Production Sharing Contractors BP Berau Limited (Charterer's Representative)		
TYPE OF VESSEL	.....	LNG CARRIER		
PORT OF REGISTRY	.....	Singapore		
CALL SIGN	.....	9V7631		
OFFICIAL NO.	.....	394535		
IMO NO.	.....	9334284		
GROSS TONNAGE	.....	97432 Tons		
NET TONNAGE	.....	29230 Tons		
SUEZ CANAL ID	.....	T.B.A.		
SUEZ GROSS TONNAGE:	.....	99676.14 Tons		
SUEZ NET TONNAGE:	.....	85895.06 Tons		
SUMMER DEADWEIGHT	.....	77480.2 MT (IN USE)		
MULTIPLE DEADWEIGHT	.....	84979.6 MT (NOT IN USE)		
LIGHT WEIGHT	.....	30599.4 MT		
LENGTH	.....	LOA : 285.4 m LBP : 274.4 m		
BREADTH	.....	43.4 m		
HEIGHT OVERALL	.....	53.9 m		
SUMMER DRAFT	.....	11.80 m (IN USE)		
MULTIPLE SUMMER DRAFT	.....	12.521 m (NOT IN USE)		
DEPTH	.....	26.0 m		
SERVICE SPEED	.....	19.5 KNOTS		
MAIN ENGINE	.....	Cross Compound Marine Steam Turbine K.H.I. UA 40		
CLASSIFICATION	.....	LR		
TELEPHONE	.....	VSAT : + 65 316 344 24, + 65 315 815 34 Fax: +870 783 321 013 FBB Telephone: +870 773 943 392		
E-MAIL	.....	langguhbatur@ships.nyksm.com		
BUILT AT	.....	D.S.M.E. Okpo , South Korea		
KEEL LAID / LAUNCH DELIVERED	.....	22nd January 2008. / 05th April 2008 15th December 2008.		
CERTIFICATE		Issued at	Issued on	Valid until
SHIPS NATIONALITY	.....	Singapore	15-Sep-2009	Permanent
TONNAGE CERTIFICATE	.....	Yokohama, Japan	8-Aug-2022	Permanent
SAFETY EQUIPMENT	.....	Singapore	17-Dec-2018	14-Dec-2023
SAFETY CONSTRUCTION	.....	Singapore	17-Dec-2018	14-Dec-2023
SAFETY RADIO	.....	Yokohama, Japan	17-Dec-2018	14-Dec-2023
LOAD LINE	.....	Yokohama, Japan	17-Dec-2018	14-Dec-2023
IOPP	.....	Yokohama, Japan	17-Dec-2018	14-Dec-2023
SSCEC (Deratting)	.....	Tanjung Priok, Indonesia	16-Jan-2023	16-Jan-2023
DOCUMENT OF COMPLIANCE	.....	Tokyo, Japan	7-Jun-2022	11-Jun-2027



LAMPIRAN 8

CREW LIST

IMO CREW LIST

1. Name of Vessel					2. Port of Arrival		3. Date of Arrival	
TANGGUH BATUR					Pengerang, Malaysia		19-Jul-2023	
4. Nationality of Ship					5. Port Arrived from		6. Passport No.	
SINGAPORE					Gladstone, Australia			
7. No.	8. Family Name	Given Name	Middle name	9. Rank	10. Nationality	11. Date & Place of Birth		6. Passport No.
1	Kurniawan	Asep	Dadang	MASTER	Indonesian	22-Aug-1975	Majalengka	C8678875
2	Pandensolang	Karal		C/O	Indonesian	19-Oct-1987	Gorontalo	C6054648
3	Sahara	Satria	Anjas	1/O	Indonesian	25-Aug-1991	Magelang	C6773502
4	Airio	Billy		2/O	Indonesian	21-Jun-1995	Teluk Uma	C6709637
5	Arusea	Stevanus	Fardian	3/O	Indonesian	29-Jun-1998	Bandung	E0826917
6	Ibanez	Fernando Jr.	Cudal	C/E	Filipino	01-May-1979	Bacarra IIs No	P4807528B
7	Bacqual	Robert	John Togonon	1/E	Filipino	01-May-1990	Bayugan ADS	P5953025A
8	Setyawan	Doddy		C.GO/E	Indonesian	28-Jan-1990	Jakarta	C9286039
9	Mahardika	Gangga	Putra	2/E	Indonesian	28-Feb-1994	Blitar	E0990524
10	Restu	Dwi	Maryuana	3/E	Indonesian	17-May-1995	Sukoharjo	C5199709
11	Ray	Suwendu		E/E	Indian	27-Nov-1964	Hooghly, W.B.	Z6173004
12	Mandas	Ricky	Dave	BSN	Indonesian	10-Dec-1967	Jakarta	C4832875
13	Hartono	Dwi		AB (A)	Indonesian	26-Oct-1984	Cilacap	C8109148
14	Safih	Abdul		AB (B)	Indonesian	11-May-1982	Jakarta	C2878217
15	Sutrisno	Bambang		AB (C)	Indonesian	28-Jul-1968	Jakarta	C8678022
16	Batoek	Resian	Marvin	AB (D)	Indonesian	25-Mar-1988	Ambon	C2825155
17	Kadir	Jasman		AB (E)	Indonesian	20-Jul-1973	BaloBalo	E2851968
18	Sudirman			AB (F)	Indonesian	03-Feb-1972	Luwu	E0788813
19	Aufa	Daniel		OS	Indonesian	16-Jul-1994	Banda Aceh	C7238149
20	Baizuri	Hasan		FTR	Indonesian	10-Apr-1979	Jakarta	C7587761
21	Wibowo	Ari		OLR (A)	Indonesian	7-Sep-1986	Tegal	C6839727
22	Putra	Dony	Syahril	OLR (B)	Indonesian	9-Nov-1983	Jakarta	C7789432
23	Syarif	Hamka		OLR (C)	Indonesian	16-Apr-1982	Jakarta	C2672979
24	Pairi	Ridwan		OLR (D)	Indonesian	01-Jan-1991	Lalong	C5085050
25	Agustinus	Weido		OLR (E)	Indonesian	29-Aug-1990	Jakarta	C4677705
26	Razak	Muhammad	Rizal	WPR	Indonesian	08-Aug-1980	Bulukumba	C6583765
27	Hama			C/CK	Indonesian	14-May-1962	Sragen	X1025755
28	Rahmat	Nur		2/CK (A)	Indonesian	25-Sep-1987	Pamantauang	E1426143
29	Nobel	Alfred		2/CK (B)	Indonesian	10-Oct-1990	Jakarta	X1985906
30	Tangka	Mochamad	Micell George	MMAN	Indonesian	30-Jan-1984	Jakarta	C7310082
31	Sitorus	Abraham	Bagas Suryo Dewanto	D/CDT	Indonesian	13-Nov-2001	Mediun	C8426892
32	Pratama	Dony	Arif	E/CDT	Indonesian	14-Apr-2001	Bojolali	C8541895
33	Zulfikhar	Rigel	Armanda	T.3AE	Indonesian	17-Jun-1994	Lamongan	C666583

12. Date and signature by Master, Authorized Agent or Officer.

Date : 19-Jul-2023

Signed by:

Capt. Asep Dadang Kurniawan
Master of "Tanggung Batur"



LAMPIRAN 9
DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Dony Arif Pratama
2. Tempat, Tanggal Lahir : Boyolali, 14 April 2001
3. N I T : 572011227651 T
4. Program Studi : Teknika
5. Agama : Islam
6. Alamat : Jl. Nanas RT 002/RW 010 Desa Siswodipuran,
Kecamatan Boyolali, Kabupaten Boyoalali, Jawa Tengah.
7. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Samino
 - b. Ibu : Sri Naningsih
8. Riwayat Pendidikan
 - a. SDN 1 Siswodipuran (2007 - 2013)
 - b. SMPN 2 Mojosongo (2013 - 2016)
 - c. SMAN 3 Boyolali (2016 - 2019)
 - d. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang (2019 - 2024)
9. Pengalaman Praktek Laut (Prala)
 - a. Nama Kapal : 1. SS. Grace Cosmos
2. SS. Tangguh Batur
 - b. Perusahaan : NYK Shipmanagement Pte Ltd