

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**MEMINIMALISIR POTENSI KERUSAKAN *BUTTERWORTH*
GUNA MENGOPTIMALKAN PROSES *TANK CLEANING*
DI MT. BRO COMBO**



ROMEO DOMINGGUS PHILIA SITOMPUL
NIT. 22.36308.2.059

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**MEMINIMALISIR POTENSI KERUSAKAN *BUTTERWORTH*
GUNA MENGOPTIMALKAN PROSES *TANK CLEANING*
DI MT. BRO COMBO**



ROMEO DOMINGGUS PHILIA SITOMPUL
NIT. 22.36308.2.059

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ROMEO DOMINGGUS PHILIA SITOMPUL

Nomor Induk Taruna : 22.36308.2.059

Program Studi : SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
OPERASI KAPAL

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya teliti dengan judul:

**"MEMINIMALISIR POTENSI KERUSAKAN *BUTTERWORTH* GUNA
MENGOPTIMALKAN PROSES *TANK CLEANING* DI MT. BRO
COMBO"**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Tugas Akhir tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 2026



ROMEO DOMINGGUS P. S.
NIT. 22363082059

ABSTRAK

Romep Dominggus Philia Sitompul (2024), Meminimalisir Potensi Kerusakan *Butterworth* Guna Mengoptimalkan Proses *Tank Cleaning* di MT. Bro Combo. Dibimbing oleh Ibu Dety Sutralinda. S.SiT, M.M.Tr dan bapak Dr. Romanda Annas Amrullah, S,ST.,M.M.

Proses *tank cleaning* merupakan salah satu tahapan yang sangat penting dalam kegiatan bongkar muat di atas kapal, karena berpengaruh terhadap kebersihan tangki serta kesiapan kapal untuk memuat muatan berikutnya. Agar proses tersebut dapat berlangsung secara efektif, diperlukan peralatan yang berfungsi dengan baik, salah satunya adalah *Butterworth*. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan tekanan air untuk menyemprotkan air panas bersuhu sekitar 72°C dengan tekanan kurang lebih 13 atm melalui pipa berdiameter 2,5 cm. Mekanisme kerjanya menggunakan sistem Segner, sehingga kepala penyemprot dapat berputar mengelilingi poros vertikal dan menjangkau seluruh permukaan tangki secara merata. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan pada *Butterworth* serta merumuskan upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi potensi kerusakan alat tersebut. Dalam pelaksanaannya, penelitian menggunakan pendekatan teoritis yang didukung dengan wawancara dan observasi langsung di lapangan guna memperoleh data yang akurat sesuai kondisi operasional di atas kapal. Melalui penelitian ini diharapkan dapat diketahui penyebab utama kerusakan *Butterworth* beserta langkah-langkah pencegahannya, sehingga proses *tank cleaning* di MT. Bro Combo dapat berjalan lebih optimal sesuai dengan tujuan penelitian yang berjudul "Meminimalisir Potensi Kerusakan *Butterworth* Guna Mengoptimalkan Proses Tank Cleaning di MT. Bro Combo." Hasil penelitian diperkirakan menunjukkan bahwa keberhasilan proses *tank cleaning* sangat dipengaruhi oleh penerapan prosedur perawatan dan pengoperasian *Butterworth* yang benar. Beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan meliputi perawatan *spray gun*, pemeliharaan *Butterworth* secara berkala, serta pelaksanaan pengoperasian alat sesuai dengan Standard Operating Procedure (SOP) yang berlaku oleh seluruh awak kapal.

Kata kunci: Meminimalisir, *Butterworth*, *Tank Cleaning*, Potensi, Optimal.

ABSTRACT

Romeo Dominggus Philia Sitompul (2024), *Minimizing Potential Butterworth Damage To Optimize The Tank Cleaning Process On MT. Bro Combo..* Mentored by Mrs. Dety Sutralinda. S.SiT, M.M.Tr and Dr. Romanda Annas Amrullah, S,ST.,M.M.

The tank cleaning process is a critical stage in shipboard loading and unloading operations, as it directly impacts tank cleanliness and the vessel's readiness to receive the next cargo. Effective execution of this process requires properly functioning equipment, such as the Butterworth unit. This device operates by utilizing water pressure to spray hot water—at approximately 72°C and a pressure of roughly 13 atm—through a pipe with a 2.5 cm diameter. It employs a Segner-style mechanism, allowing the spray head to rotate around a vertical axis and evenly cover the entire tank surface. This study aims to identify the factors contributing to Butterworth unit malfunctions and to formulate measures to mitigate the risk of such damage. The research employs a theoretical approach supplemented by interviews and direct field observations to gather accurate data reflecting actual shipboard operational conditions. The study seeks to pinpoint the primary causes of Butterworth unit malfunctions and identify preventive measures, thereby optimizing the tank cleaning process on the MT. Bro Combo in line with the research objective: "Minimizing Potential Butterworth Damage to Optimize the Tank Cleaning Process on MT. Bro Combo." Preliminary expectations suggest that the success of the tank cleaning process is heavily dependent on the correct application of maintenance and operational procedures for the Butterworth unit. Key aspects requiring attention include spray gun care, periodic maintenance of the Butterworth unit, and strict adherence to established Standard Operating Procedures (SOPs) by the entire crew during operation.

Keywords: Minimize, Butterworth, Tank Cleaning, Potential, Optimum .

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkatnya kepada peneliti sehingga peneliti bisa berada di posisi ini dan dapat menyelesaikan penelitian Karya Ilmiah Terapan dengan judul:

**” MEMINIMALISIR POTENSI KERUSAKAN *BUTTERWORTH* GUNA
MENGOPTIMALKAN PROSES *TANK CLEANING* DI MT. BRO
COMBO”**

Untuk menyelesaikan studi pendidikan program Sarjana Terapan, salah satu syarat yang dilakukan oleh Taruna adalah penyusunan proposal karya ilmiah terapan yang berguna sebagai pembekalan Taruna dalam menjalani Praktek Laut di atas kapal. Dalam kesempatan yang telah diberikan ini, peneliti menyampaikan terima kasih kepada pihak – pihak yang sudah terlibat dalam penyelesaian proposal penelitian ini, dengan hormat:

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya Bapak Moejiono, M.T, M.Mar.E. yang telah memberikan pembinaan kepada taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Operasi kapal, Capt I’ie Suwondo, S.SiT,M.Pd. yang telah memberikan bimbingan kepada taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya
3. Pembimbing I Ibu Dety Sutralinda. S.SiT, M.M.Tr yang telah memberikan masukan dan arahan tentang isi dari materi proposal karya ilmiah terapan kepada peneliti.
4. Pembimbing II Bapak Dr. Romanda Annas Amrullah, S.ST., M.M. yang telah memberikan masukan dan arahan tentang isi dari materi proposal karya ilmiah terapan kepada peneliti.
5. Seluruh dosen di Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah mengarahkan peneliti.
6. Kedua orang tua peneliti Bapak Parulian Sitompul dan Ibu Rouli Marlina Sinaga yang telah mendukung penuh berupa moril maupun material serta do’a dalam penyelesaian proposal karya ilmiah terapan ini.
7. Pasangan saya Cindy Tumanggor dan teman-teman yang selalu memberikan support dan membantu peneliti dalam pembuatan karya ilmiah terapan ini.

Akhir kata peneliti berharap semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi penulis khususnya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk dan lindungan dalam melakukan penelitian selanjutnya.

Surabaya, Juni 2026

ROMEO DOMINGGUS P.S.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	v
PENGESAHAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	8
B. Landasan Teori.....	10
C. Kerangka Penelitian	25

BAB III	METODE PENELITIAN	26
	A. Jenis Penelitian.....	26
	B. Lokasi dan Waktu Penelitian	27
	C. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data	27
	D. Teknik Analisa Data.....	29
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
	A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	32
	B. Hasil Penelitian	34
	C. Pembahasan.....	53
BAB V	PENUTUP.....	56
	A. Kesimpulan	56
	B. Saran.....	56
	DAFTAR PUSTAKA	58
	LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	8
Tabel 4. 1 <i>Ship Particular</i> MT. Bro Combo	33
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Wawancara Pertanyaan Ke-1	39
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Wawancara Pertanyaan Ke-2	41
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Wawancara Pertanyaan Ke-3	42
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Wawancara Pertanyaan Ke-4	43
Tabel 4. 6 Tabel Analisis Data	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tank Cleaning Hose	12
Gambar 2. 2 Tank cleaning mechine (type K / SK / SSK)	13
Gambar 2. 3 Tank cleaning mechine (type : LT & LT-FT)	15
Gambar 2. 4 Tank cleaning machine type BC (FT Only).	16
Gambar 2. 5 Proses pengoperasian butterworth.....	18
Gambar 2. 6 Metode Tank Cleaning Pada Kapal Tanker	20
Gambar 4. 1 MT. Bro Combo	32
Gambar 4. 2 Kondisi Butterworth.....	35
Gambar 4. 3 Pemeriksaan Butterworth	35
Gambar 4. 4 Perawatan pada Butterworth	36
Gambar 4. 5 Kinerja dan Rotasi Butterworth.....	37
Gambar 4. 6 Ketidakstabilan Tekanan Air.....	38
Gambar 4. 7 Pemasangan Butterworth.....	38
Gambar 4. 8 Kegiatan Cleaning Nozzle Butterworth	45
Gambar 4. 9 Kegiatan Maintenance Butterworth	46
Gambar 4. 10 Berita Acara Kerusakan Butterworth	47
Gambar 4. 11 Dokumen Catatan Pengujian.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal tanker merupakan sarana transportasi laut yang digunakan untuk mendistribusikan berbagai jenis muatan dalam jumlah besar, terutama muatan berbentuk cair. Jenis muatan yang diangkut dapat berupa minyak, gas, bahan kimia, maupun cairan lainnya, sehingga setiap kapal tanker dirancang sesuai dengan karakteristik muatan yang dibawanya (Sabrina, 2023). Berdasarkan jenis muatannya, kapal tanker dibedakan menjadi beberapa kategori, antara lain kapal tanker minyak, kapal tanker gas, dan kapal tanker kimia. Sebagai kapal yang dirancang secara khusus untuk mengangkut muatan cair, kapal tanker dilengkapi dengan sejumlah tangki penyimpanan yang memiliki konstruksi sesuai dengan sifat muatan. Tangki-tangki tersebut berfungsi untuk menampung dan menjaga keamanan muatan selama proses pelayaran, sehingga kualitas serta keselamatan muatan tetap terjamin hingga mencapai pelabuhan tujuan.

Kapal tanker biasanya mempunyai struktur yang kokoh dan tahan terhadap tekanan serta perubahan cuaca yang ekstrem karena sering berlayar di laut terbuka. Kapal tanker berperan penting dalam perdagangan global dengan mengangkut minyak dan produk-produk cair lainnya dari satu pelabuhan ke pelabuhan lainnya di seluruh dunia. Pelabuhan adalah sebuah fasilitas maritim dimana kapal-kapal bersandar untuk keperluan seperti bongkar muat dan lain lain (Amrullah, 2020).

Dalam dunia pelayaran, kapal tanker memiliki beberapa klasifikasi yang disesuaikan dengan jenis muatan yang diangkut. Salah satunya adalah kapal tanker minyak mentah (*crude oil tanker*), yang digunakan untuk mengangkut minyak mentah dari lokasi produksi menuju kilang pengolahan. Selain itu, terdapat kapal tanker produk (*product tanker*) yang berfungsi mendistribusikan hasil olahan minyak, seperti bahan bakar, pelumas, serta berbagai jenis bahan kimia. Di samping kedua jenis tersebut, terdapat pula kapal tanker LNG (*Liquefied Natural Gas*) dan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Kapal LNG dirancang untuk mengangkut gas alam yang telah dicairkan, sedangkan kapal LPG digunakan untuk membawa gas petroleum cair. Kedua jenis kapal tersebut memiliki sistem penyimpanan dan pengangkutan yang dirancang secara khusus agar karakteristik muatan tetap terjaga serta proses distribusi dapat berlangsung dengan aman

Selain itu, kapal tanker kimia mengkhususkan diri dalam mengangkut berbagai bahan kimia cair, termasuk yang bersifat berbahaya. Terakhir, terdapat kapal tanker bitumen dan aspal yang digunakan untuk mengangkut bahan-bahan yang berkaitan dengan industri konstruksi, seperti bitumen dan aspal, yang memiliki konsistensi dan sifat fisik yang berbeda dari produk minyak lainnya. Setiap jenis kapal tanker memiliki desain dan fitur yang disesuaikan dengan karakteristik kargo yang mereka angkut, serta mematuhi regulasi dan standar keselamatan yang ketat dalam industri pelayaran.

Fuel Oil (FO) merupakan salah satu jenis minyak yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar utama untuk menunjang operasional mesin di atas kapal. Dalam proses distribusinya, muatan FO diangkut menggunakan kapal tanker

yang dirancang khusus untuk membawa berbagai jenis minyak dalam jumlah besar. Agar pengangkutan berlangsung secara aman dan efisien, setiap tahapan operasional harus dilaksanakan sesuai prosedur yang berlaku. Tahapan tersebut meliputi pembersihan tangki (*tank cleaning*), proses pemuatan (*loading*), pengendalian suhu muatan (*temperature control*), hingga kegiatan pembongkaran muatan (*discharging*). Pelaksanaan seluruh prosedur tersebut secara tepat berperan penting dalam menjaga kualitas muatan serta menjamin keselamatan selama proses pengangkutan.

Muatan kapal atau kargo merupakan seluruh barang yang dipindahkan menggunakan sarana transportasi laut dari pelabuhan asal menuju pelabuhan tujuan. Dalam kegiatan pelayaran niaga, pengangkutan muatan menjadi sumber utama pendapatan perusahaan yang diperoleh melalui biaya angkut (*freight*) yang dibayarkan oleh pengguna jasa. Pendapatan tersebut memiliki peranan penting dalam menjaga keberlangsungan operasional perusahaan pelayaran sekaligus mendukung aktivitas pelayanan di pelabuhan (Nur Rohmah et al., n.d.). Agar proses pengangkutan berjalan secara aman dan efisien, penataan serta penyusunan muatan harus dilakukan sesuai dengan prinsip *stowage* yang baik. Pengaturan tersebut bertujuan untuk menjaga keselamatan kapal, melindungi kondisi muatan agar tidak mengalami kerusakan, serta menjamin keamanan awak kapal maupun tenaga bongkar muat dari potensi bahaya yang ditimbulkan oleh muatan. Selain itu, penyusunan muatan harus dilakukan secara terencana dan sistematis guna menghindari terjadinya *over stowage*, *over carriage*, maupun *long hatch*. Dengan penerapan pengaturan muatan yang tepat, biaya operasional dapat ditekan seminimal mungkin, kegiatan muat dan

bongkar menjadi lebih efektif, serta ruang kosong di dalam palka (*broken stowage*) dapat diminimalkan sehingga kapasitas angkut kapal dimanfaatkan secara optimal.

Jika muatan yang di angkut mengalami masalah seperti kerusakan dan lain lain maka pihak pemilik muatan akan mengajukan pengembalian (*consignee*) atau menuntut pihak kapal karna kerusakan muatan yang dibawa. Apabila muatan mengalami kebekuan maka pihak kapal akan mengalami kesulitan dalam proses pembongkaran sehingga memerlukan waktu yang lama dan dapat merugikan perusahaan atas kejadian tersebut karena harus terlebih dahulu melakukan pencairan muatan. Dan setelah semua muatan di keluarkan, pihak pemilik muatan selanjutnya akan melakukann *surve* guna melihat kelayakan kapal dalam proses pemuatan selanjutnya. Dan bila di temukan suatu masalah, maka pemilik kapal harus melakukan *cleaning tank* kembali untuk memastikan tangki muatan telah bersih dari residu residu sisa muatan sebelumnya dan dapat memastikan bahwasannya kapal siap menerima muatan yang baru.

Guna menghindari hal tersebut, proses *tank cleaning* harus dilakukan dengan optimal untuk menghasilkan proses pemuatan yang maksimal. Dalam mencapai hal tersebut alat-alat yang digunakan untuk menunjang proses *tank cleaning* harus dipastikan dalam kondisi yang layak dan prima. Selain pelaksanaan prosedur *tank cleaning*, kondisi dan perawatan seluruh peralatan pendukung juga memiliki peranan yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan proses pembersihan tangki. Oleh karena itu, setiap peralatan harus dirawat secara berkala sesuai dengan *Standard Operating Procedure (SOP)*

yang berlaku agar tetap berfungsi secara optimal. Beberapa peralatan utama yang mendukung kegiatan *tank cleaning* antara lain **Butterworth**, jaringan perpipaan, pompa, serta perlengkapan pendukung lainnya yang harus tersedia dalam kondisi layak operasi dan memiliki kinerja yang baik. Apabila seluruh peralatan tersebut berada dalam kondisi prima dan digunakan sesuai prosedur, proses *tank cleaning* dapat dilaksanakan dengan lebih efektif, efisien, dan menghasilkan tingkat kebersihan tangki yang optimal. Berdasarkan pentingnya peran Butterworth dalam menunjang kegiatan tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "**Meminimalisir Potensi Kerusakan Butterworth Guna Mengoptimalkan Proses Tank Cleaning di MT. Bro Combo**".

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara meminimalisir kerusakan pada *Butterworth* guna menunjang kelancaran proses *tank cleaning*?
2. Apa kendala yang sering ditemui pada *butterworth* pada saat proses *tank cleaning* di MT. Bro Combo?

C. Batasan Masalah

Penelitian ini terfokus pada alat *butterworth* di kapal tempat peneliti melakukan praktik laut. Agar tidak melebar ke topik permasalahan yang lain, peneliti memfokuskan penelitian kepada alat *butterworth* dalam proses *tank cleaning* di atas kapal.

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui cara meminimalisir kerusakan *butterworth* di atas kapal.
2. Untuk mengetahui kendala yang sering ditemui pada *butterworth* dalam proses *tank clening* di atas kapal.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan guna menemukan hal hal yang bermanfaat dan bisa diterapkan oleh khalayak luas. Berikut beberapa manfaat hasil penelitian yang ingin dicapai adalah.

1. Manfaat secara teoritis.
 - a. Memberikan wawasan kepada pembaca mengenai fungsi, cara kerja, serta peranan alat Butterworth dalam menunjang kegiatan operasional di atas kapal.
 - b. Meningkatkan pemahaman pembaca mengenai pelaksanaan proses *tank cleaning* di atas kapal beserta berbagai peralatan yang digunakan untuk mendukung kelancaran proses tersebut.
 - c. Untuk memberi pemahaman kepada pembaca mengenai faktor-faktor yang dapat dilakukan guna meminimalisir kerusakan pada *butterworth*.
2. Manfaat secara praktis.
 - a. Bagi kru kapal.

Guna membantu kru kapal dalam memecahkan masalah jika terjadi kerusakan pada pengoperasian alat *butterworth*.

b. Bagi perusahaan pelayaran.

Sebagai bahan masukan bagi perusahaan pelayaran mengenai pentingnya pemanfaatan dan pemeliharaan alat butterworth sebagai salah satu peralatan utama dalam proses *tank cleaning*, sehingga kegiatan pembersihan tangki dapat berlangsung secara optimal, efisien, serta mampu mengurangi potensi kerugian yang mungkin timbul akibat kurang optimalnya pelaksanaan proses tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Untuk menunjang kelancaran proses pembuatan KIT (Karya Tulis Ilmiah) ini, peneliti menetapkan beberapa jurnal dari penelitian sebelumnya sebagai acuan peneliti dalam mengembangkan penelitian ini. Berikut merupakan hasil dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya:

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya
Sumber: Peneliti

No.	Penulis	Judul	Metode Penelitian	Hasil
1	Chalid Pasyah, Suhartini, Meilianasari, Desri, Afriliana.	Efisiensi Pelaksanaan <i>Tank Cleaning</i> Muatan <i>MFO</i> Di Kapal <i>MT. Surya Chandra</i>	Deskriptif Kualitatif	Untuk mengatasi penggunaan waktu yang kurang efektif dalam pembersihan tangki: Berkoordinasi dengan perusahaan dan pencharter untuk menyusun jadwal yang lebih efisien, meminta bantuan dari pihak darat dalam proses pembersihan tangki, memperbaiki dan memperbaiki peralatan <i>Tank Cleaning</i> yang sudah usang atau rusak.
2	Euis Antika, Rochanda, Eri J. Lesmana, Selly Marcelina.	Upaya Pencegah Terjadinya Kontaminasi Terhadap Penanganan Muatan	Deskriptif Kualitatif	Kontaminasi minyak bisa terjadi karena beberapa faktor, seperti <i>deck seal</i> yang tidak rapat, tidak melakukan <i>cleaning</i> pada pipa-pipa penghisap muatan, kebocoran pada tangki <i>ballast</i> , alat pengambilan sampel yang tidak bersih, dan alat pendeteksi air yang tidak berfungsi. Langkah-langkah pencegahan dapat dilakukan melalui pembersihan tangki dan sistem perpipaan secara menyeluruh, pelaksanaan perawatan rutin terhadap peralatan pengambilan

No.	Penulis	Judul	Metode Penelitian	Hasil
				sampel, serta peningkatan ketelitian dan kehati-hatian awak kapal dalam menangani potensi kontaminasi pada muatan
3	Widar Bayu Wantoro, Fafa Baskoro	<i>Tank Cleaning Process</i> dalam Menunjang Kelancaran Pemuatan <i>Jet A-1</i> di Kapal <i>Mt. Andhika</i> Vidyanata	Deskriptif Kualitatif	Berdasarkan hasil penelitian mengenai pelaksanaan pembersihan ruang muat di atas MT. Andhika Vidyanata, diketahui bahwa keberadaan peralatan pendukung <i>tank cleaning</i> memiliki peranan yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan proses pembersihan tangki. Efektivitas kegiatan tersebut dipengaruhi oleh ketersediaan alat, kondisi peralatan, serta pelaksanaan perawatan yang dilakukan secara rutin. Kurangnya perlengkapan yang siap digunakan umumnya disebabkan oleh kerusakan pada peralatan serta rendahnya kepedulian awak kapal terhadap kegiatan pemeliharaan. Untuk meningkatkan efektivitas proses <i>tank cleaning</i> , diperlukan penerapan Planned Maintenance System (PMS) secara konsisten terhadap seluruh peralatan pendukung, disertai pelaporan kebutuhan suku cadang secara berkala dan peningkatan koordinasi antara pihak kapal dengan perusahaan.

B. Landasan Teori

1. Meminimalisir

Meminimalisir ialah konsep yang amat berpengaruh dalam menargetkan efisiensi, tindakan berhemat, bahkan dapat berkelanjutan. Mengurangi keperluan tersier atau hal-hal tidak terlalu penting dapat menciptakan hidup yang lebih sederhana, terfokus kepada hal yang lebih prioritas, dan menjaga lingkungan yang baik dan efisien. Menerapkan kehidupan yang mengandalkan prinsip meminimalisir pastinya dapat membuat hidup menjadi lebih baik dan bisa memberikan berbagai hal yang positif kepada diri sendiri terlebih kepada orang lain.

Menurut (Kemendikbud, 2016), kata minimal diartikan sebagai jumlah atau tingkat yang paling sedikit, sekurang-kurangnya, atau serendah mungkin. Berdasarkan pengertian tersebut, istilah meminimalisir merupakan bentuk turunan dari kata *minimal* yang digunakan untuk menggambarkan suatu upaya dalam mengurangi atau menekan terjadinya suatu keadaan, peristiwa, maupun risiko hingga mencapai tingkat yang sekecil mungkin.

Meminimalisir juga dikenal secara umum sebagai meminimalan sekecil mungkin suatu kejadian peristiwa atau fenomena yang terjadi. Oleh karena itu meminimalisir dapat diartikan sebagai suatu hal yang menyatakan tindakan pengalaman, keberadaan. Atau hal-hal lain yang bermakna sejenis. Meminimalisir juga dapat diartikan sebagai suatu hal yang tidak dapat dituntaskan sepenuhnya namun memiliki cara untuk mengurangi potensi dari hal tersebut.

2. Potensi

Potensi merupakan sumber daya yang sering dimanfaatkan sehari-hari. Potensi merupakan kemampuan mendasar yang dimiliki setiap manusia yang sangat mungkin untuk dikembangkan. Potensi tersebut dapat diwujudkan dalam kemampuan menulis kata pendek maupun panjang. (Sitoresmi, 2023).

Potensi sering diterapkan sehari-hari. Potensi merupakan kemampuan mendasar yang dimiliki setiap manusia dan sangat mungkin untuk dikembangkan. Potensi tersebut dapat diwujudkan dalam kemampuan menulis kata pendek maupun panjang.

3. *Butterworth*

Menurut (rpermana, 2020), istilah *Butterworth* digunakan untuk merujuk pada mesin pencuci tangki kapal beserta sistem penyediaan air dan metode pencuciannya. Peralatan ini tersedia dalam bentuk portabel maupun permanen, dengan komponen utama berupa nozel yang berputar. Pergerakan nozel tersebut dihasilkan oleh mekanisme roda gigi yang digerakkan menggunakan tekanan air, sehingga menghasilkan pola penyemprotan yang sistematis dan mampu membersihkan seluruh bagian tangki secara efektif.

Butterworth merupakan peralatan yang digunakan untuk membersihkan tangki muatan minyak di atas kapal dengan memanfaatkan semburan air panas bersuhu sekitar 72°C pada tekanan kurang lebih 13 atm. Air dialirkan melalui pipa berdiameter 2,5 cm, kemudian disemprotkan menggunakan sistem Segner yang memungkinkan kepala penyemprot

berputar pada sumbu vertikal. Mekanisme tersebut membuat seluruh permukaan bagian dalam tangki dapat dijangkau secara merata sehingga proses pembersihan berlangsung lebih efektif. Seiring perkembangan teknologi, berbagai alat pembersih tangki dengan merek yang berbeda telah banyak dipasarkan. Namun demikian, istilah Butterworth masih sering digunakan oleh masyarakat maritim sebagai sebutan umum untuk alat tank cleaning karena merupakan merek dagang yang pertama kali dikenal luas. Dalam pengoperasiannya, *Butterworth* ditempatkan di dalam tangki dan memanfaatkan tekanan air sebagai sumber tenaga untuk memutar kepala penyemprot, sehingga air dapat disemprotkan ke seluruh bagian tangki secara menyeluruh.

a. Jenis Jenis *butterworth*

1) *Tank cleaning hose*



Gambar 2. 1 Tank Cleaning Hose

Sumber : <https://www.butterworth.com/wp-content/uploads/2021/06/hose.jpg> (Diakses pada tanggal 24 Mei 2024)

Selang pembersih tangki *butterworth* diaplikasikan sebagai alat pembersihan laut dan industri yang dirancang dengan kuat dan

aman. Selang ini dirancang untuk mampu menahan tekanan operasi senilai 1000 psi dan di desain dengan bahan yang konduktifitasnya terbilang baik. Ukuran selang ini memiliki variasi antara 50 kaki, 75 kaki, dan 100 kaki

2) *Tank Cleaning Machine (Type: K / SK / SSK)*

Butterworth type K terbuat dari perpaduan perunggu serta terdapat penggerak turbin yang mengoperasikannya. *Butterworth type K* dapat membersihkan tangki mencapai kapasitas 10.000.000 galon (38.000 m³) serta dapat ditingkatkan dengan perpaduan dari beberapa mesin yang digunakan.



Gambar 2. 2 Tank cleaning mechine (type K / SK / SSK)

Sumber : <https://www.butterworth.com/wp-content/uploads/2021/06/hose.jpg> (Diakses pada tanggal 24 Mei 2024)

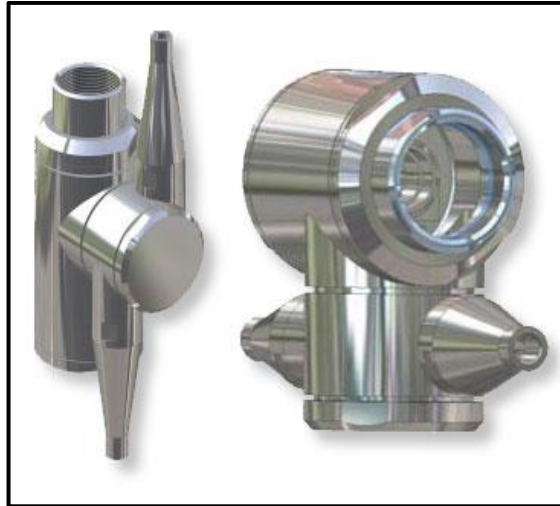
Butterworth type K membentuk pola matriks yang menyerupai pola benang. Pola ini dibentuk saat 63 putaran aksial bodi terpenuhi. Saat proses Sedang berjalan, 2 siklus digerakan sehingga meningkatkan kepadatan matriks pola. *Butterworth type K* memiliki

tekanan rata rata sebesar 0 – 250 PSI (18 Bar), daya pancar air sebesar 0 – 410 US GPM (102m³), dan berat untuk *type K* sebesar 48 lbs (21,77 Kg) sementara untuk *SK* sebesar 58 lbs (26,31) dengan suhu maksimum sebesar 121°F - 250°.

3) *Tank Cleaning Machine (Type: LT & LT-FT)*

Butterworth type LT memiliki fungsi yang lebih banyak dan bisa diaplikasikan diberbagai jenis tanki untuk penyimpanan, proses, dan transportasi. *Butterworth type LT* tidak mengadopsi sistem ketel pemasak secara manual. Pembersihan dapat diaplikasikan di berbagai jenis wadah mulai dari ukuran dan kapasitasnya. Untuk memenuhi kebutuhan kapal yang lebih besar, diperlukan beberapa mesin agar menghasilkan proses *tank cleaning* yang efisien dengan cakupan 100%.

Butterworth type TL juga menghasilkan matriks pola yang serupa dengan bola benang. *Butterworth type TL* juga dapat mengoptimalkan proses *tank cleaning* di wadah *horizontal*, persegi Panjang, dan pola yang tidak simetris. Saat 65 putaran aksial tubuh terpenuhi, maka pola lengkap akan terbentuk. Setiap 4 siklus dioperasikan dengan kepadatan matriks pola yang telah ditingkatkan. Mesin dapat di pasang dengan berbagai posisi seperti, *Vertical*, *Horizontal*, atau bahkan terbalik, sesuai dengan cakupan wadah yang akan di bersihkan.



Gambar 2. 3 Tank cleaning mechine (type : LT & LT-FT)

Sumber : <https://www.butterworth.com/wp-content/uploads/2021/06/hose.jpg> (Diakses pada tanggal 24 Mei 2024)

Butterworth type TL juga menghasilkan matriks pola yang serupa dengan bola benang. *Butterworth type TL* juga dapat mengoptimalkan proses *tank cleaning* di wadah *horizontal*, persegi Panjang, dan pola yang tidak simetris. Saat 65 putaran aksial tubuh terpenuhi, maka pola lengkap akan terbentuk. Setiap 4 siklus dioperasikan dengan kepadatan matriks pola yang telah ditingkatkan. Mesin dapat di pasang dengan berbagai posisi seperti, *Vertical*, *Horizontal*, atau bahkan terbalik, sesuai dengan cakupan wadah yang akan di bersihkan.

Butterworth type LT memiliki spesifikasi data dengan tekanan rata-rata berkisar antara 0 – 300 PSI (21 Bar), Daya pancar air sebesar 250m³, berat senilai 15 lbs (6,8 Kg) dengan suhu maksimum sebesar 300°F (149°C)

4) *Tank cleaning machine type BC (FT Only).*

Butterworth Type BC menciptakan matriks yang mirip dengan bola benang. Pola yang tahan lama terbentuk setelah 65 putaran aksial jaringan tubuh dihilangkan. Selama proses pengembangan pola ini, delapan set (untuk hub 4 nosel) dan/atau empat set (untuk hub 2 nosel) dibuat dengan setiap set meningkatkan kerapatan matriks pola.



Gambar 2. 4 *Tank cleaning machine type BC (FT Only).*

Sumber : <https://www.butterworth.com/wp-content/uploads/2021/06/hose.jpg> (Diakses pada tanggal 24 Mei 2024)

5) *Tank cleaning machine Type LTQ (FT Only)*

Tangki pembersih otomatis *Butterworth Type LTQ* menyediakan cakupan berputar 360° untuk memisahkan bagian proses tangki dan bejana. *Butterworth Type LTQ* adalah mesin yang sangat serbaguna yang dapat digunakan untuk memproses, memindahkan, dan hampir semua jenis tangki. Kisaran massa tangki adalah 13.000-130.000 galon AS (50-500 M3).

b. Cara Pengoperasian *Butterworth*

Pengoperasian Setiap *type* dari *butterwoth* tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Pengoperasian hanya di bedakan dari *nozzle butterworth* yang memiliki perbedaan di setiap *type* nya. Berikut adalah car acara umum yang di gunakan dalam proses *tank cleaning* menggunakan *butterworth machine*.

- 1) Sebelum digunakan, lakukan pemeriksaan terhadap alat *Butterworth* untuk memastikan seluruh komponennya berada dalam kondisi baik serta pastikan pasokan air bertekanan tinggi telah tersedia dan siap digunakan.
- 2) Pasang *nozzle* atau semprotan *Butterworth* di dalam tangki yang akan dibersihkan.
- 3) Hubungkan *nozzle* dengan sumber air bertekanan tinggi di luar tangki.
- 4) Nyalakan sistem air bertekanan tinggi untuk memulai proses pembersihan.
- 5) Air bertekanan tinggi disemprotkan melalui *nozzle* ke dalam tangki dengan kekuatan yang cukup untuk membersihkan permukaan dalam tangki.
- 6) Pastikan pola semprotan yang dihasilkan oleh *Butterworth* mencakup setiap sudut dan sela-sela dalam tangki secara merata.
- 7) Gerakkan *nozzle* ke seluruh area tangki untuk memastikan semua bagian dibersihkan dengan baik.

- 8) Periksa secara berkala untuk memastikan proses pembersihan berjalan lancar dan hasilnya memuaskan.
- 9) Setelah proses pembersihan selesai, matikan sistem air bertekanan tinggi dan cabut *nozzle* dari dalam tangki.



Gambar 2. 5 Proses pengoperasian *butterworth*

Sumber: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/66/Gamajet_8_above_manhole.jpg/220px-Gamajet_8_above_manhole.jpg (Diakses pada tanggal 27 Mei 2024)

4. Mengoptimalkan

Mengoptimalkan berarti menggunakan sumber daya pada hari tertentu dengan cara terbaik untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan meminimalkan risiko yang ada (Hafizhurrahman, 2024). Berasal dari kata kunci optimal yang berarti menjadi lebih baik, paling tinggi. Sebaliknya, optimalisasi adalah proses membuat sesuatu menjadi sebaik atau sebaik mungkin. Dengan kata lain, ini adalah proses membuat sesuatu sebaik mungkin. Dengan demikian, optimasi adalah proses membuat sesuatu sebaik mungkin atau membuat sesuatu seideal mungkin. Dengan demikian, optimasi adalah proses atau metode untuk mencapai efisiensi maksimum.

Mengoptimalkan adalah proses atau tindakan untuk meningkatkan atau memperbaiki suatu kondisi atau situasi agar mencapai keadaan terbaik

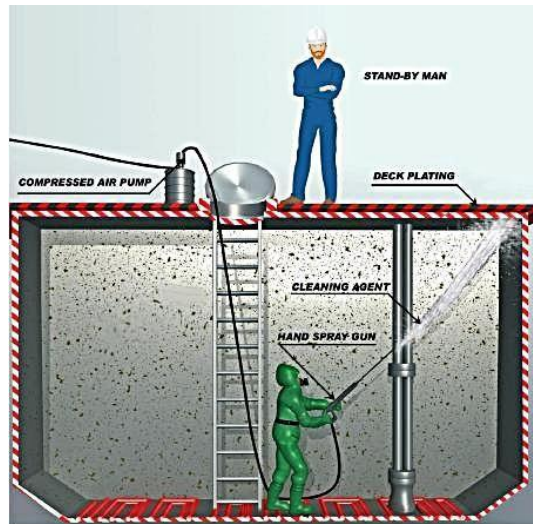
atau paling menguntungkan. Ketika kita merepresentasikan kondisi awal (tidak optimal) dan kondisi yang diinginkan (optimal) sebagai dua titik dalam grafik kartesian, langkah-langkah untuk mengoptimalkan bisa diibaratkan sebagai perjalanan dari titik awal menuju titik yang diinginkan.

5. Proses

Proses merupakan rangkaian tahapan yang memiliki peranan penting dalam berbagai aspek kehidupan, baik pada bidang bisnis, ilmu pengetahuan, maupun teknologi. Pemahaman terhadap konsep, fungsi, dan karakteristik suatu proses menjadi dasar dalam memahami bagaimana suatu kegiatan berlangsung serta pengaruhnya terhadap pencapaian hasil yang diharapkan. Dengan memahami proses secara menyeluruh, pelaksanaan suatu pekerjaan dapat dilakukan secara lebih terstruktur, efektif, dan efisien sehingga tujuan yang telah ditetapkan lebih mudah dicapai. Untuk kejelasan, artikel ini akan menjelaskan secara umum apa itu proses, fungsi-fungsinya, dan ciri-ciri yang membedakan proses tersebut.

6. *Tank cleaning*

Tank Cleaning adalah proses membersihkan dan mengangkat lumpur serta kotoran dari dalam tangki kapal, baik yang menempel di dasar maupun di dindingnya. Ini dilakukan untuk menjaga fungsi optimal kapal dan mencegah bahaya. Kegiatan ini biasanya dilakukan sebagai bagian dari proses bongkar muat, seringkali setelah bongkar muat dilakukan (Andhika, n.d.).



Gambar 2. 6 Metode *Tank Cleaning* Pada Kapal Tanker

Sumber : <https://kapalaku.com/gambar/tank-cleaning1.jpg> (Diakses pada tanggal 27 Mei 2024)

Tank Cleaning melibatkan pemeriksaan tanki terlebih dahulu, diikuti dengan membersihkan kotoran dan lumpur dari dalam tanki dengan mengalirkannya melalui *bottom plug* untuk menghilangkan semua kotoran. Kemudian, dilakukan pemeriksaan terhadap kerusakan atau kebocoran yang mungkin terjadi pada tanki tersebut.

a. Prosedur *Tank Cleaning*.

1) *Gas freeing*

adalah tahap persiapan yang melibatkan penghilangan gas-gas berbahaya, seperti H_2S , dari dalam tangki sebelum memulai proses selanjutnya. Tujuan dari *tank cleaning* adalah untuk memastikan bahwa saat dilakukan pemeriksaan pertama (*first man entry*), lingkungan tersebut telah bebas dari gas-gas berbahaya.

2) *Tank washing*

Tank washing merupakan tahapan awal yang dilaksanakan sebelum proses demucking. Pada tahap ini, endapan dan kotoran

yang menempel pada permukaan dinding tangki dibersihkan menggunakan semburan air bertekanan tinggi. Proses pembersihan dilakukan dengan memanfaatkan mesin tank cleaning (*Butterworth*) yang mampu berputar secara penuh hingga 360 derajat pada sumbu vertikal maupun horizontal. Mekanisme tersebut memungkinkan seluruh bagian dalam tangki tersiram secara merata, sehingga kotoran dapat terlepas dari dinding tangki dan mengendap di bagian dasar untuk memudahkan proses pembersihan berikutnya.

3) *De-slopping*

Sebelum kegiatan *demucking* dilaksanakan, seluruh air yang tersisa dari proses *tank cleaning* maupun air bekas kegiatan *ballasting* harus dikeluarkan terlebih dahulu dari dalam tangki. Karena kedua jenis limbah cair tersebut termasuk dalam kategori Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), proses penanganan serta pembuangannya wajib mengikuti ketentuan, standar, dan prosedur pengelolaan limbah B3 yang berlaku guna mencegah pencemaran lingkungan dan menjamin keselamatan operasional.

4) *De-mucking*

De-mucking merupakan kegiatan pembersihan yang bertujuan mengangkat endapan lumpur minyak (*oily sludge*) dari bagian dasar tangki hingga ke area main deck kapal. Agar proses pembersihan tangki memberikan hasil yang lebih optimal, pelaksanaan *demucking* sebaiknya dilakukan bersamaan dengan kegiatan *scrapping*, sehingga sisa-sisa kotoran yang masih melekat pada

permukaan tangki dapat terlepas dan dibersihkan secara lebih efektif.

5) *Sludge packaging*

Pengepakan merupakan tahapan yang berkaitan erat dengan proses *de-mucking*, yaitu kegiatan pengemasan lumpur minyak yang telah diangkat ke permukaan kapal. Pada tahap ini, *oily sludge* dimasukkan ke dalam *sludge bag* yang memiliki dua lapisan sebagai upaya mencegah terjadinya kebocoran. Selanjutnya, beberapa *sludge bag* tersebut dikumpulkan dan ditempatkan ke dalam *jumbo bag* yang berukuran lebih besar, sehingga proses pemindahan limbah dari kapal tanker menuju kapal pengangkut limbah dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efisien.

b. Hal Yang Harus Diperhatikan Saat Proses *Tank Cleaning*.

- 1) Memuat muatan terakhir ke-2 dan ke-3.
- 2) Persyaratan kebersihan tangki yang diinginkan dan muatan yang akan dimuat.
- 3) Evaluasi kondisi tangki yang terkait dengan jumlah residu.
- 4) Penentuan waktu yang diperlukan untuk melakukan pembersihan tangki
(*tank cleaning*).
- 5) Estimasi jumlah air panas yang dibutuhkan selama proses pembersihan tangki (*tank cleaning*).
- 6) Identifikasi jenis lapisan di dalam tangki serta kapasitas *stripping pump*.

- 7) Penilaian terhadap kebutuhan tenaga kerja dan memperhatikan kondisi cuaca.
- 8) Penyediaan tempat untuk menerima atau membuang *sludge*,
- 9) Pertimbangan jika terdapat muatan yang berdekatan dengan tangki yang akan dibersihkan

7. Kapal Tanker

Kapal tanker, yang kerap disebut sebagai “raksasa lautan”, memiliki fungsi yang sangat penting dalam pengangkutan berbagai jenis muatan cair, terutama minyak dan bahan bakar, sehingga menjadi bagian utama dalam sistem transportasi global. Perannya dalam rantai pasok energi dunia sangat krusial, karena kapal ini bertugas menyalurkan minyak mentah dari negara produsen menuju berbagai wilayah konsumen di seluruh dunia (PGN LNG, 2023).

a. Jenis-jenis kapal tanker

1) Tanker minyak mentah (*Crude Oil Tanker*).

Tanker minyak mentah adalah kapal khusus yang dirancang untuk membawa minyak mentah dari ladang minyak ke kilang minyak. Dengan kapasitas besar, mereka memiliki tangki yang kuat untuk menjaga kualitas minyak selama pengiriman.

2) Tanker produk (*Product Tanker*).

Tanker produk adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut hasil pemrosesan minyak dari kilang. Produk ini termasuk bahan bakar, diesel, bensin, dan berbagai produk kimia.

Mereka memiliki tangki terpisah untuk mencegah kontaminasi antar produk.

3) Tanker gas (*Gas Carrier*).

Tanker gas, atau kapal pengangkut gas, memegang peran vital dalam mengangkut bahan bakar gas seperti *LNG (Liquid Natural Gas)* dan *LPG (Liquid Petroleum Gas)*. Mereka dilengkapi dengan tangki khusus yang didesain untuk mengangkut gas dalam keadaan cair atau terkompresi. Berikut penjabaran dari *LNG (Liquid Natural Gas)* dan *LPG (Liquid Petroleum Gas)*.

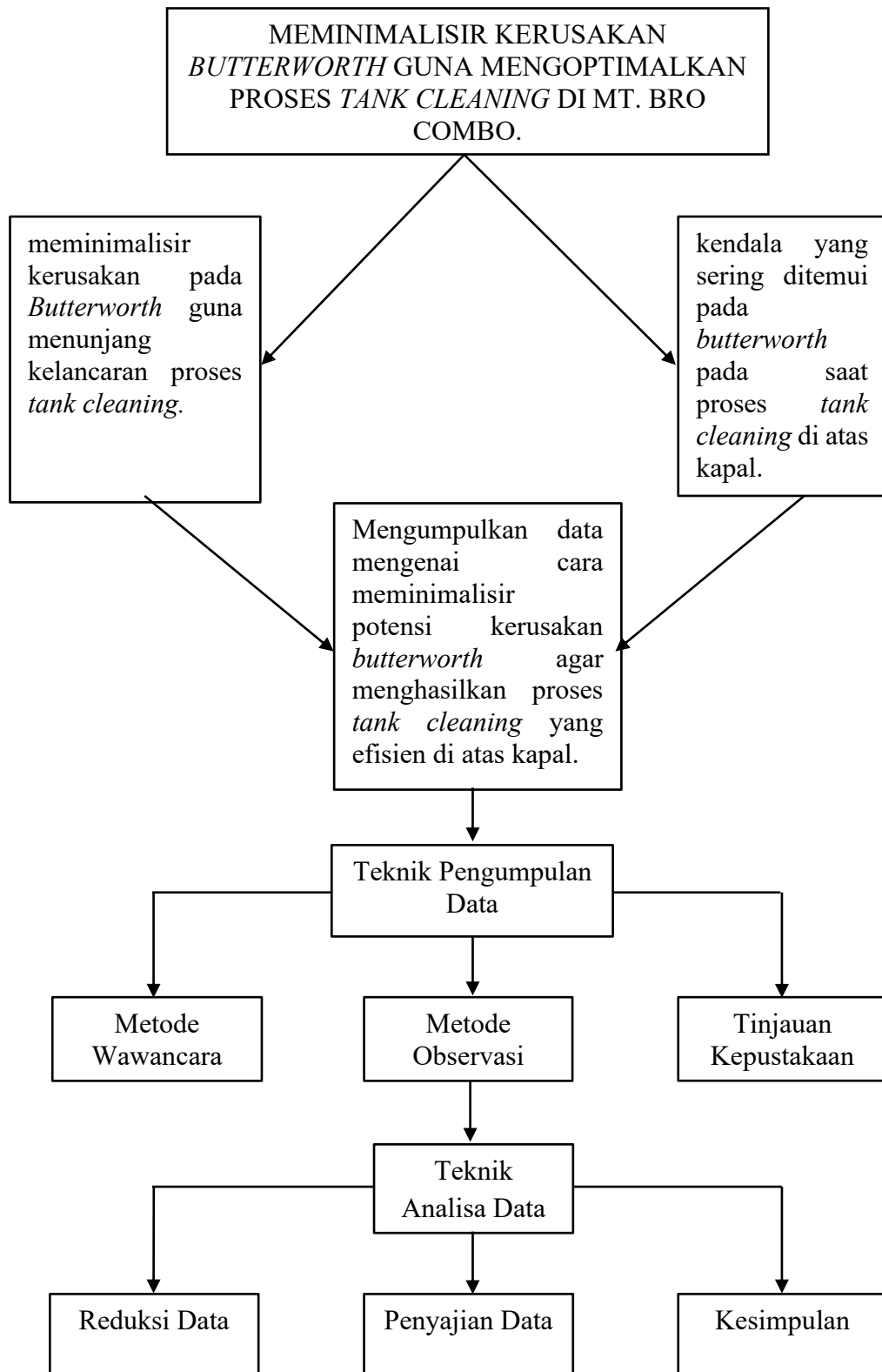
a) *LNG (Liquid Natural Gas)*.

LNG (Liquified Natural Gas) adalah gas bumi yang telah diproses menjadi bentuk cair dengan suhu -162 derajat Celsius, menyusutkan volumenya hingga 600 kali lipat. Transformasi ini memudahkan penyimpanan dan distribusi gas alam. Penggunaan *LNG* dapat mengurangi emisi CO₂ sekitar 25%, emisi NOX hingga 90%, dan tidak menghasilkan emisi sulfur, debu, atau partikel lainnya.

b) *LPG (Liquid Petroleum Gas)*

Liquid Petroleum Gas (LPG) adalah gas bumi yang diubah menjadi bentuk cair dengan komponen utama propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀). *LPG* dihasilkan melalui penyulingan minyak mentah atau kondensasi gas bumi di kilang pengolahan gas bumi.

C. Kerangka Penelitian



Gambar 2.1 Kerangka Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini, peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif. Metode ini dipilih karena data penelitian diperoleh melalui teknik pengumpulan data berupa observasi, wawancara, dan dokumentasi yang terkait dengan upaya meminimalisir potensi kerusakan *Butterworth* guna mengoptimalkan proses tank cleaning di MT. Bro Combo. Data yang telah diperoleh kemudian dikumpulkan, disusun, dan dianalisis secara sistematis untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai permasalahan yang diteliti serta solusi yang dapat diterapkan.

Penelitian kualitatif merupakan pendekatan sistematis dan analitis yang bertujuan untuk memahami dan merekonstruksi budaya suatu komunitas, yang mencerminkan perspektif kolektif manusia sebagai bagian dari masyarakat yang kompleks. (Nursanjaya, 2021). Pendekatan kualitatif muncul sebagai hasil dari pergeseran paradigma dalam pemahaman terhadap realitas, fenomena, atau gejala sosial, yang menafsirkannya sebagai sesuatu yang holistik, kompleks, dinamis, dan sarat dengan makna.

Penelitian kualitatif melibatkan pengumpulan data di lingkungan alami untuk menginterpretasi fenomena yang diamati, dengan peneliti sebagai instrumen utama. Pengambilan sampel data dilakukan secara *purposive* dan *snowball*, sementara teknik pengumpulan data melibatkan triangulasi. Analisis

data bersifat induktif atau kualitatif, dan penekanan hasil penelitian lebih pada pemahaman makna daripada generalisasi. (Anggito & Setiawan, 2018).

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal tempat peneliti melakukan praktik berlayar. Dalam penulisannya, peneliti membutuhkan waktu selama 12 bulan guna mengobservasi dan mencari referensi di atas kapal.

C. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Untuk memperoleh data tersebut, peneliti menerapkan beberapa teknik pengumpulan data yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian mengenai upaya meminimalisir potensi kerusakan *Butterworth* guna mengoptimalkan proses *tank cleaning* di atas MT. Bro Combo.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti dari sumber utama yang berkaitan dengan objek penelitian. Data ini dikumpulkan melalui keterlibatan langsung peneliti di lapangan sehingga informasi yang diperoleh bersifat aktual dan sesuai dengan kondisi yang terjadi selama penelitian. Pengumpulan data primer dalam penelitian ini dilakukan melalui teknik observasi dan wawancara.

a. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung kondisi dan aktivitas yang berlangsung di lokasi penelitian. Pengamatan

dilakukan selama pelaksanaan perawatan *Butterworth* dan proses *tank cleaning* di atas MT. Bro Combo. Melalui observasi ini, peneliti mengumpulkan data mengenai kondisi peralatan *Butterworth*, prosedur perawatan yang diterapkan, faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan kerusakan, serta pelaksanaan proses *tank cleaning*. Data hasil observasi digunakan untuk memperoleh gambaran nyata mengenai upaya meminimalisir potensi kerusakan *Butterworth* guna mengoptimalkan proses *tank cleaning* di atas kapal.

b. Wawancara

Wawancara dilakukan melalui proses tanya jawab secara langsung antara peneliti dengan responden yang berkaitan dengan objek penelitian. Responden terdiri dari perwira dan anak buah kapal yang terlibat dalam kegiatan perawatan *Butterworth* serta pelaksanaan *tank cleaning*. Melalui wawancara, peneliti memperoleh informasi mengenai pengalaman, kendala, prosedur kerja, serta upaya yang dilakukan untuk meminimalisir potensi kerusakan *Butterworth* sehingga proses *tank cleaning* dapat berjalan secara optimal. Data yang diperoleh dari wawancara digunakan untuk melengkapi dan memperkuat hasil observasi yang telah dilakukan.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari berbagai sumber yang telah tersedia sebelumnya dan digunakan sebagai pendukung data primer. Data ini dimanfaatkan untuk memperluas pemahaman serta

memperkuat hasil analisis penelitian. Dalam penelitian ini, data sekunder diperoleh melalui teknik dokumentasi.

a. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan berbagai dokumen yang berkaitan dengan objek penelitian. Dokumentasi yang digunakan meliputi foto kegiatan perawatan Butterworth, foto pelaksanaan *tank cleaning*, catatan perawatan (*maintenance record*), laporan kerja, *manual book* peralatan, serta dokumen-dokumen lain yang mendukung penelitian. Data dokumentasi digunakan sebagai bukti pendukung dan sumber informasi tambahan untuk memperkuat hasil observasi dan wawancara terkait upaya meminimalisir potensi kerusakan Butterworth guna mengoptimalkan proses *tank cleaning* di atas MT. Bro Combo.

D. Teknik Analisa Data

Kegiatan yang menjadi fokus utama peneliti setelah mengumpulkan data adalah menganalisis data. Menganalisis data diperlukan agar data dari penelitian yang dilaksanakan ini dapat dianalisis dan dapat tersusun dengan baik.

Asal usul kata "analisis" berasal dari bahasa Yunani kuno, yaitu "*Analusis*", yang terdiri dari "*ana*" (kembali) dan "*luein*" (melepas atau mengurai), sehingga mengacu pada penguraian kembali. Dalam konteks modern, analisis adalah proses yang melibatkan kegiatan seperti memecah, memilah, dan mengelompokkan sesuatu berdasarkan kriteria tertentu, kemudian mengaitkan dan menafsirkan maknanya (Abdi, 2021).

1. Reduksi Data

Mereduksi data dalam konteks meminimalkan risiko kerusakan pada sistem *butterworth* untuk meningkatkan efisiensi proses *tank cleaning* di kapal melibatkan identifikasi tema dan pola terkait dengan upaya meminimalkan kerusakan pada sistem *Butterworth* dan meningkatkan efisiensi dalam proses *tank cleaning*. Ini melibatkan pemilihan informasi yang esensial, fokus pada hal-hal yang krusial, dan penghilangan yang tidak diperlukan. Akibatnya, data yang telah direduksi akan memberikan gambaran yang jelas tentang strategi meminimalkan kerusakan pada sistem *butterworth* di kapal untuk menciptakan proses *tank cleaning* yang efisien.

2. Penyajian Data

Setelah melakukan reduksi data dalam upaya meminimalkan risiko kerusakan pada sistem *Butterworth* guna meningkatkan efisiensi proses *tank cleaning* di kapal, langkah berikutnya adalah menyajikan data tersebut secara terstruktur, sehingga data terorganisir dan dapat dengan mudah untuk dipahami. Hal ini memungkinkan untuk melakukan analisis dan penarikan kesimpulan yang kemudian dapat menjadi dasar untuk mengambil tindakan lanjutan.

3. Kesimpulan (*conclusion*)

Selanjutnya adalah menarik kesimpulan dan melakukan verifikasi kesimpulan awal. Menarik Kesimpulan adalah kemampuan dalam menyimpulkan data yang ditemukan pada saat praktik cara meminimalkan potensi kerusakan *butterworth* guna mengoptimalkan proses *tank cleaning* di atas kapal. Proses ini melibatkan data yang telah diorganisasikan untuk

menentukan epektifitas *butterworth* pada saat proses *tank cleaning* dan mengidentifikasi hal hal apa yang memengaruhi kerusakan pada *butterworth*, sehingga *tank cleaning* tidak dapat terlaksana dengan maksimal.