

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



SKRIPSI

**PENGUNAAN SISTEM HYDROPEN DAN KAITANNYA
DENGAN PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI KEMAS
DI MV. CMA CGM XIAMEN: ANALISIS KOMPARASI EMPIRIS
SISTEM HYDROPEN DENGAN SISTEM KONVENSIONAL**

Oleh :

AKBAR FADILLAH ANTOMO

NRP. 365221318

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2026

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



SKRIPSI

**PENGUNAAN SISTEM HYDROPEN DAN KAITANNYA
DENGAN PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI KEMAS
DI MV. CMA CGM XIAMEN: ANALISIS KOMPARASI EMPIRIS
SISTEM HYDROPEN DENGAN SISTEM KONVENSIONAL**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Penyelesaian
Program Pendidikan Diploma IV**

Oleh :

AKBAR FADILLAH ANTOMO

NRP. 365221318

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2026

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : AKBAR FADILLAH ANTOMO
NRP : 365221318
Program Pendidikan : Diploma IV
Program Studi : NAUTIKA
Judul : PENGGUNAAN SISTEM HYDROPEN DAN KAITANNYA
DENGAN PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI
KEMAS DI MV. CMA CGM XIAMEN: ANALISIS
KOMPARASI EMPIRIS SISTEM HYDROPEN DENGAN
SISTEM KONVENSIONAL

JAKARTA. 16 APRIL 2026



AKBAR FADILLAH ANTOMO

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : AKBAR FADILLAH ANTOMO
NRP : 365221318
Program Pendidikan : Diploma IV
Program Studi : NAUTIKA
Judul : PENGGUNAAN SISTEM HYDROPEN DAN KAITANNYA
DENGAN PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI
KEMAS DI MV. CMA CGM XIAMEN: ANALISIS
KOMPARASI EMPIRIS SISTEM HYDROPEN DENGAN
SISTEM KONVENSIONAL

Jakarta, 20 April 2026

Pembimbing Utama

Dr. Li. Purnama N.F. Lumban Batu, S.Pd, M.Hum

Pembina (IV/a)

NIP. 19830228 200912 2 006

Pembimbing Pendamping

Capt. Abdul Rochman, M.M.

Pembina Tk. 1 (IV/b)

NIP. 19651031 199709 1 001

Ketua Jurusan Nautika

Dr. Capt. Meilinasari Nurhasanah Hutagaol, S.Si.T., M. M. Tr

Penata Tk. 1 (III/d)

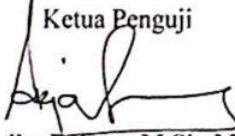
NIP. 19810503-200212 2 001

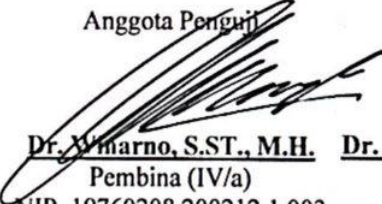
**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**

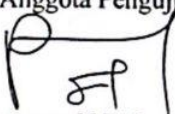


TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

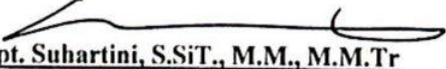
Nama : AKBAR FADILLAH ANTOMO
NRP : 365221318
Program Pendidikan : Diploma IV
Program Studi : NAUTIKA
Judul : PENGGUNAAN SISTEM HYDROPEN DAN KAITANNYA
DENGAN PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI
KEMAS DI MV. CMA CGM XIAMEN: ANALISIS
KOMPARASI EMPIRIS SISTEM HYDROPEN DENGAN
SISTEM KONVENSIONAL

Ketua Penguji

Dr. Arika Palapa, M.Si., M.Mar.
Pembina (IV/a)
NIP. 19760709 199808 1 001

Anggota Penguji

Dr. Alimarno, S.ST., M.H.
Pembina (IV/a)
NIP. 19760208 200212 1 003

Anggota Penguji

Dr. Li. Purnama N.F. Lumban Batu,
S.Pd., M.Hum.
Pembina (IV/a)
NIP. 19830228 200912 2 006

Mengetahui,
Ketua Jurusan Nautika


Capt. Suhartini, S.SiT., M.M., M.M.Tr
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19800307 200502 2 002

iv

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas kehendak-Nya yang tidak terkira sehingga dengan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang dimana merupakan suatu kewajiban untuk memenuhi syarat sebagai kelulusan Diploma-IV bagi setiap taruna Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam, beserta keluarga serta sahabat dan pengikutnya, yang senantiasa menjalankan dan berpegang teguh pada sunnahnya hingga akhir zaman. Penyusunan skripsi ini didasarkan atas pengalaman yang Penulis dapatkan selama menjalani praktek laut di perusahaan pelayaran, serta semua pengetahuan yang diberikan oleh dosen pada saat pendidikan dengan melalui literatur-literatur yang berhubungan dengan judul skripsi yang Penulis ajukan. Adapun judul skripsi yang penulis pilih adalah

PENGUNAAN SISTEM HYDROPEN DAN KAITANNYA DENGAN PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI KEMAS DI MV. CMA CGM XIAMEN: ANALISIS KOMPARASI EMPIRIS SISTEM HYDROPEN DENGAN SISTEM KONVENSIONAL

Selama penelitian dan penulisan skripsi ini penulis banyak sekali menemui hambatan, namun berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dalam menyelesaikan skripsi ini, Penulis banyak memperoleh bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar., selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran
2. Ibu Dr. Meilinasari Nurhasanah Hutagaol, S.SiT., M.M.Tr selaku Ketua Jurusan Nautika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran
3. Bapak Pesta Veri Ahmadi Napitupulu, S.ST.Pel., M.Tr.T selaku Sekretaris Jurusan Nautika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran
4. Ibu Dr.Li. Purnama N.F. Lumban Batu, S.Pd, M.Hum selaku Dosen Pembimbing Utama Penulisan dan Materi yang telah memberikan pengarahan dan masukan dalam penulisan skripsi ini.

5. Bapak Capt. Abdul Rochman, M.M. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Penulisan dan Materi yang telah memberikan pengarahan dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh Civitas Akademika, Staff dan Dosen pengajar Nautika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
7. Keluarga dan Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan doa serta dukungan baik moril dan materil kepada penulis dalam menyelesaikan Pendidikan di STIP Jakarta.
8. Seluruh rekan Angkatan LXV Gelombang 1 yang telah berjuang Bersama dalam menyelesaikan tingkat akhir Pendidikan.
9. Seluruh awak kapal MV. CMA CGM Xiamen dan perusahaan Augustea Intcrews Indonesia yang telah memberikan kesempatan untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman, serta menyelesaikan praktek laut (PRALA) kepada penulis.
10. Kepada English Team angkatan 65 Harito, Ryvaldo, Saleh, Flash dan Ms Laila Puspitasari Anggraini selaku Ketua Unit Bahasa yang telah menjadi keluarga penulis selama melaksanakan pendidikan di STIP Indonesia serta adik adik English Team yang belum bisa penulis sebutkan satu persatu.
11. Kepada anak kamar F101, Abira, Dimas, Dewa, dll yang menemani penulis selama pendidikan di STIP Indonesia
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis untuk dapat menyelesaikan pendidikan.

Akhir kata penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila didalam penulisan skripsi ini terdapat kesalahan serta kekurangan. Penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca

Jakarta,, 2026

Penulis

AKBAR FADILLAH ANOMO

NRP.365221318

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK.....	xv
 BAB I : PENDAHULUAN.....	 1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH	3
C. BATASAN MASALAH	3
D. RUMUSAN MASALAH	4
E. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI.....	4
 BAB II : LANDASAN TEORI.....	 6
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
B. TUJUAN DAN MANFAAT PENYUSUNAN SKRIPSI	16
C. PENELITIAN TERDAHULU	18
D. KERANGKA PEMIKIRAN	23
 BAB III : METODE PENELITIAN	 Error! Bookmark not defined.
A. METODE PENDEKATAN	Error! Bookmark not defined.
B. SUMBER DATA.....	Error! Bookmark not defined.
C. TEKNIK PENGUMPULAN DATA	Error! Bookmark not defined.

defined.

	D. TEKNIK ANALISIS DATA.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV :	ANALISIS DAN PEMBAHASAN ...	Error! Bookmark not defined.
	A. DESKRIPSI DATA.....	Error! Bookmark not defined.
	B. ANALISIS DATA.....	Error! Bookmark not defined.
	C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH	Error! Bookmark not defined.
	D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH.....	Error! Bookmark not defined.
	E. PEMECAHAN MASALAH.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V :	SIMPULAN DAN SARAN.....	25
	A. SIMPULAN	25
	B. SARAN	26
DAFTAR PUSTAKA		28
LAMPIRAN.....		30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Hydropen Board</i>	2
Gambar 2.1 <i>Type of extinguisher</i>	10
Gambar 2.2 <i>Water mist lance</i> (Tombak semprot kabut air)	12
Gambar 2.3 <i>Mobile water monitor</i> (Monitor air bergerak)	13
Gambar 4.1 <i>Cell guide</i> pada kapal peti kemas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Peti kemas 5 tingkat pada CMA CGM Xiamen	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 <i>Fireman outfit</i> yang dipakai dalam operasi pemadaman kebakaran	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4 Penggunaan sistem <i>HydroPen</i> dalam operasi pemadaman peti kemas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5 Petugas pemadam yang kurang percaya diri dalam menggunakan sistem <i>HydroPen</i>	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Bagian - bagian dari sistem HydroPen.....	14
Tabel 2. 2 Prosedur ringkas penggunaan sistem HydroPen	16
Tabel 2. 3 Penelitian terdahulu	21
Tabel 3. 1 Daftar pertanyaan wawancara.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Komparasi kelebihan dan kekurangan antara sistem konvensional dan sistem <i>HydroPen</i>	Error!

Bookmark not defined.

DAFTAR SINGKATAN

CINS	<i>Cargo Incident Network System</i>
DG	<i>Dangerous Goods</i>
DWT	<i>Deadweight Tonnage</i>
FSS	<i>Fire Safety System</i>
GT	<i>Gross Tonnage</i>
HFACS	<i>Human Factors Analysis and Classification System</i>
IMDG	<i>International Maritime Dangerous Goods</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LBP	<i>Length Between Perpendicular</i>
LOA	<i>Length Overall</i>
MV	<i>Motor Vessel</i>
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NT	<i>Net Tonnage</i>
SOLAS	<i>Safety Of Life At Sea</i>
SOP	<i>Standart Operational Procedure</i>
TEU	<i>Twenty-foot Equivalent Unit</i>
UU	Undang - Undang
VR	<i>Virtual Reality</i>

DAFTAR ISTILAH

Sistem <i>HydroPen</i>	Sistem pemadam kebakaran modern yang dirancang khusus untuk menangani kebakaran di dalam peti kemas tertutup dengan cara menembus (<i>penetrating</i>) dinding peti kemas menggunakan tekanan air.
Sistem Konvensional	Sistem pemadam kebakaran yang umum digunakan di kapal, seperti <i>fire hose</i> , <i>fire extinguisher</i> , dan pendinginan eksternal.
<i>Fire Hose</i>	Selang pemadam kebakaran yang digunakan untuk menyalurkan air bertekanan tinggi dari hydrant menuju titik kebakaran.
<i>Fire Extinguisher</i>	Alat pemadam api ringan dengan media seperti CO ₂ , foam, atau <i>dry powder</i> .
<i>Hydrodynamic Turbine</i>	Komponen <i>HydroPen</i> yang mengubah tekanan air menjadi tenaga untuk memutar alat pemotong.
<i>Hole Saw</i>	Alat pembolong baja pada <i>HydroPen</i> untuk menembus dinding peti kemas.
<i>Telescopic Pole</i>	Tiang yang dapat diperpanjang untuk menjangkau peti kemas pada ketinggian tertentu.
<i>Lashing Bridge</i>	Struktur baja yang kokoh dipasang di antara palka untuk memungkinkan penyimpanan <i>tier</i> peti kemas tambahan atau peti kemas yang lebih berat di <i>tier</i> atas.
<i>Flashover</i>	Kondisi di mana api tiba-tiba membesar akibat suplai oksigen mendadak.
<i>External Cooling</i>	Pendinginan dari luar peti kemas untuk mencegah penyebaran api.
<i>Fire Drill</i>	Latihan kebakaran untuk meningkatkan kesiapan kru kapal.
Observasi	Pengumpulan data melalui pengamatan langsung di lapangan.
Wawancara	Teknik pengumpulan data dengan tanya jawab kepada responden.
Dokumentasi	Teknik pengumpulan data dengan cara mengumpulkan dokumen, foto, laporan, atau arsip yang relevan dengan penelitian.

<i>Tier</i>	Istilah yang digunakan untuk menunjukkan tingkat atau lapisan susunan vertikal peti kemas di atas kapal
<i>Fire Drill</i>	Latihan penanggulangan kebakaran yang dilakukan secara berkala di kapal untuk meningkatkan kesiapsiagaan, keterampilan, dan koordinasi kru dalam menghadapi keadaan darurat.
Data Primer	Data yang diperoleh secara langsung dari sumber utama, seperti hasil observasi dan wawancara yang dilakukan oleh peneliti.
Data Sekunder	Data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada sebelumnya, seperti buku, jurnal, laporan, atau dokumen resmi.
Reduksi Data	Proses penyederhanaan dan pemilahan data yang relevan dari hasil penelitian untuk mempermudah analisis.
Penyajian Data	Tahap penyusunan data dalam bentuk tabel, grafik, atau narasi agar mudah dipahami dan dianalisis.
Penarikan Kesimpulan	Tahap akhir dalam penelitian yang bertujuan untuk merumuskan hasil berdasarkan data yang telah dianalisis.
Persepsi Kru	Pandangan atau penilaian awak kapal terhadap penggunaan suatu sistem, dalam hal ini sistem <i>HydroPen</i> dalam pemadaman kebakaran.
Kompetensi Kru	Tingkat kemampuan, keterampilan, dan pengetahuan awak kapal dalam menjalankan tugas, termasuk dalam pengoperasian alat pemadam kebakaran.
<i>Fireman Outfit</i>	Perlengkapan pelindung diri yang digunakan oleh petugas pemadam kebakaran di kapal, seperti baju tahan panas, helm, sarung tangan, dan alat bantu pernapasan.
<i>Misdeclared Cargo</i>	Muatan yang tidak dideklarasikan dengan benar sesuai peraturan, sehingga berpotensi menimbulkan risiko kebakaran atau ledakan.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Ship Particular</i>	30
Lampiran 2 <i>Crew List</i> MV CMA CGM Xiamen	31
Lampiran 3 Transkrip wawancara <i>Boastwain</i> CMA CGM Xiamen.....	32
Lampiran 4 Transkrip Wawancar <i>Chief Officer</i> CMA CGM Xiamen	36
Lampiran 5 Transkrip wawancara <i>Third Officer</i> MV. CMA CGM Xiamen.....	42
Lampiran 6 Transkrip Wawancara <i>Able Body</i> MV. CMA CGM Xiamen.....	46
Lampiran 7 Pengajuan Sinopsis Skripsi	50
Lampiran 8 Lembar Bimbingan Skripsi	55
Lampiran 9 Lembar Hasil Turnitin	57

ABSTRAK

Antomo, Akbar Fadillah. 365221318. 2026. *“Penggunaan Sistem HydroPen Dan Kaitannya Dengan Penanganan Kebakaran Pada Peti Kemas Di MV. CMA CGM Xiamen: Analisis Komparasi Empiris Sistem HydroPen Dengan Sistem Konvensional”*

Kebakaran peti kemas di atas kapal merupakan salah satu risiko utama dalam keselamatan pelayaran yang terus mengalami peningkatan seiring dengan kompleksitas muatan dan volume perdagangan global. Keterbatasan sistem pemadaman kebakaran konvensional dalam menjangkau sumber api di dalam peti kemas tertutup menjadi tantangan utama dalam proses penanggulangan kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan efektivitas antara sistem *HydroPen* dan sistem konvensional, serta mengetahui tingkat pemahaman kru kapal terhadap penggunaan dan perawatan sistem *HydroPen* di atas MV. CMA CGM Xiamen.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif komparatif. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi, kemudian dianalisis menggunakan teknik reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *HydroPen* memiliki keunggulan dalam menjangkau sumber api di dalam peti kemas tanpa harus membuka peti kemas, sehingga lebih efektif dan aman dibandingkan sistem konvensional. Namun, efektivitas penggunaan sistem *HydroPen* masih dipengaruhi oleh tingkat pemahaman dan kesiapan kru kapal yang belum merata. Selain itu, sistem konvensional tetap memiliki peran penting sebagai pendukung dalam proses pendinginan eksternal untuk mencegah penyebaran api.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi antara sistem *HydroPen* dan sistem konvensional merupakan pendekatan yang paling efektif dalam penanganan kebakaran peti kemas di atas kapal. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kompetensi kru melalui pelatihan serta optimalisasi penggunaan teknologi pemadaman kebakaran untuk pemanfaatan teknologi dengan lebih efektif dan efisien.

Kata Kunci: *HydroPen, penanganan kebakaran, peti kemas, keselamatan pelayaran.*

ABSTRACT

Antomo, Akbar Fadillah. 365221318. 2026. "*The Use of the HydroPen System and Its Role in Container Firefighting on MV CMA CGM Xiamen: An Empirical Comparative Analysis with Conventional Firefighting Systems*"

Container fires onboard ships represent one of the major risks to maritime safety, with a growing trend in line with the increasing complexity of cargo and global trade volume. The limitations of conventional firefighting systems in reaching fire sources inside enclosed containers pose a significant challenge in fire suppression efforts. This study aims to analyze the differences in effectiveness between the *HydroPen* system and conventional firefighting systems, as well as to examine the level of crew understanding regarding the use and maintenance of the *HydroPen* system onboard MV. CMA CGM Xiamen.

This research employs a qualitative method with a descriptive comparative approach. Data were collected through observation, interviews, and documentation, and analyzed using data reduction, data presentation, and conclusion drawing techniques. The results indicate that the *HydroPen* system has a significant advantage in reaching fire sources inside containers without the need to open them, making it more effective and safer compared to conventional systems. However, the effectiveness of its implementation is still influenced by the varying levels of crew understanding and readiness. In addition, conventional systems continue to play an important supporting role, particularly in external cooling to prevent fire spread.

The study concludes that the combination of the *HydroPen* system and conventional firefighting systems is the most effective approach for handling container fires onboard ships. Therefore, it is necessary to enhance crew competence through training and to optimize the use of firefighting technology in order to improve maritime safety.

Keywords: *HydroPen, fire fighting, container, maritime safety*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kebakaran peti kemas di kapal telah menjadi fenomena global yang mengancam keselamatan maritim, dengan tren peningkatan signifikan seiring ekspansi logistik peti kemas. Menurut Allianz Commercial pada *Safety and Shipping Review* (2025) melaporkan Kebakaran kapal besar, khususnya pada kapal peti kemas, kapal pengangkut mobil, dan kapal ro-ro, masih menjadi perhatian utama bagi perusahaan asuransi. Kenyataannya, risiko tersebut tetap signifikan karena ukuran kapal-kapal ini dan kompleksitas yang terlibat dalam pemadaman kebakaran dan penyelamatan. Masih terdapat beberapa insiden serius yang melibatkan kebakaran, jumlah insiden meningkat dari tahun ke tahun hingga mencapai angka tertinggi dalam satu dekade yaitu 250 kejadian di semua jenis kapal. Sekitar 30% dari insiden kebakaran ini terjadi pada kapal peti kemas, kargo, atau ro-ro. Kebakaran terkait kargo di atas kapal peti kemas telah lama menjadi topik hangat di industri maritim. Upaya untuk mengurangi risiko ini sedang dilakukan, dengan perubahan peraturan dan kemajuan teknologi yang bertujuan untuk mengatasi kesalahan deklarasi kargo, yang merupakan kontributor utama kebakaran tersebut. Risiko-risiko ini sudah diketahui dengan baik, tetapi banyak insiden kesalahan deklarasi kargo disebabkan oleh kurangnya pengetahuan di kalangan pengirim dan eksportir. Cara termudah untuk mengirim kargo mungkin bukan yang paling aman. Meningkatkan kemampuan deteksi dan pemadaman kebakaran sangat penting, terutama seiring dengan perkembangan era elektrifikasi.

Cargo Incident Notification System (CINS) 2025 melaporkan 8 kejadian kebakaran terjadi di atas kapal peti kemas, Basis data *Cargo Incident Notification System* (CINS) 2025 menunjukkan bahwa sejumlah insiden kebakaran dan kebocoran muatan di kapal peti kemas berkaitan dengan kesalahan deklarasi barang. Dalam beberapa kasus, muatan yang tidak

dideklarasikan secara akurat sesuai ketentuan peraturan internasional justru ditempatkan di lokasi yang kurang tepat, seperti di dalam palka, sehingga memperburuk dampak kebakaran. Apabila muatan tersebut dilaporkan dengan benar, kargo berisiko tinggi seharusnya dapat ditempatkan di atas dek dan diposisikan secara lebih strategis untuk memudahkan pengendalian serta prosedur penanggulangan darurat.

Menurut Dharmala, et.al., (2024) Kapal *Container* adalah kapal yang mengangkut muatan berupa peti kemas atau biasa dikenal dengan *container*. Insiden kebakaran peti kemas di atas kapal terus meningkat dan menjadi salah satu risiko keselamatan utama bagi industri pelayaran global, terutama seiring dengan pertumbuhan volume perdagangan dan kompleksitas muatan.

Menurut *Operating instructions for the HydroPen* (2023), Sistem *HydroPen* adalah sistem pemadam kebakaran peti kemas. Sistem *HydroPen* adalah perangkat penetrasi dan pemadam api gabungan, yang mampu menembus peti kemas baja standar dan menyemprotkan air/busa/CO₂ ke dalam peti kemas jika terjadi kebakaran. Sistem *HydroPen* terdiri dari *HydroPen board*, *Teloscopic Pol*, *Hole Saw*, *Winch*, dan *Carabiner*. Pada Gambar 1.1 merupakan *HydroPen Board* yang berfungsi untuk menghubungkan *fire hose* melalui *Hydrodynamic Turbine* kemudian menggerakkan *hole saw*.



Gambar 1. 1 HydroPen Board.

Sumber: Dokumentasi Penulis

Permasalahan muncul dari keterbatasan sistem konvensional (*fire hose* dan *fire extinguisher*) yang tidak menembus peti kemas tertutup, sementara struktur kapal MV. CMA CGM Xiamen memberikan akses yang sempit untuk kru ke posisi tengah/atas tumpukan peti kemas. Kesenjangan mencakup absennya pemahaman mendalam tentang persepsi kru, hambatan implementasi, dan pengalaman praktis sistem *HydroPen* di kapal. Penelitian ini diharapkan mengisi kesenjangan dengan mengeksplorasi persepsi kru, pengalaman operasional, dan tantangan penerapan melalui wawancara, observasi, dan

dokumentasi di MV. CMA CGM Xiamen. Pendekatan ini melengkapi studi teknis sebelumnya dengan perspektif kru sebagai faktor kunci, menghasilkan narasi komprehensif tentang efektivitas sistem *HydroPen* dalam konteks nyata, berkontribusi pada pengembangan panduan pelatihan *International Maritime Organization* (IMO) berbasis pengalaman lapangan. Dengan demikian, penulis menyusun penelitian berjudul:

**PENGUNAAN SISTEM HYDROPEN DAN KAITANNYA
DENGAN PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI KEMAS DI MV.
CMA CGM XIAMEN: ANALISIS KOMPARASI EMPIRIS SISTEM
HYDROPEN DENGAN SISTEM KONVENSIONAL**

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan masalah di dalam latar belakang maka penulis menguraikan beberapa masalah yaitu:

1. Sistem pemadaman kebakaran konvensional tidak menjangkau sumber api yang terisolasi di dalam peti kemas (*standart container*) bertumpuk dan tertutup rapat.
2. Kurangnya pemahaman kru kapal terhadap cara kerja dan perawatan sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional.
3. Keselamatan kru kapal saat melakukan pemadaman kebakaran masih menjadi tantangan karena adanya paparan panas, asap, dan potensi ledakan.
4. Kesulitan pemadaman kebakaran pada peti kemas yang tidak bisa diraih oleh petugas pemadam
5. Meningkatnya kebakaran pada peti kemas yang disebabkan oleh *misdeclared cargo*

C. BATASAN MASALAH

Demi mencapai tujuan dan lebih terfokus, serta memperlancar dalam penyelesaian masalah dengan baik sesuai dengan tujuan, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Sistem pemadaman kebakaran konvensional tidak menjangkau sumber api yang terisolasi di dalam peti kemas (*standart container*) bertumpuk dan tertutup rapat.
2. Kurangnya pemahaman kru kapal terhadap cara kerja dan perawatan sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan penulis saat melaksanakan praktik laut ditemukannya berbagai permasalahan, maka penulis mengidentifikasi masalah-masalah tersebut sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem *HydroPen* berbeda dari sistem konvensional dalam menangani kebakaran pada peti kemas di atas kapal?
2. Bagaimana persepsi kru kapal terhadap penggunaan sistem *HydroPen* di MV. CMA CGM Xiamen?

E. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI

Sistematika penulisan skripsi ini yang dibagi menjadi lima bab, masing masing bab akan saling berkaitan atau saling berhubungan antara yang satu dengan lainnya. Maka sistematika penulisan skripsi ini, antara lain:

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab ini berisi tentang latar belakang perbandingan pada penerapan sistem *HydroPen* dan sistem konvensional pada MV. CMA CGM Xiamen Kemudian penulis mengidentifikasi masalah yang terjadi, membatasi masalah yang disesuaikan dengan kemampuan dan pengalaman yang penulis miliki, lalu merumuskan masalah tersebut. Selain dari itu ada juga tujuan dan manfaat dari penelitian skripsi ini serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini menyajikan tinjauan pustaka dan teori-teori yang mendasari serta memperkuat penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menyajikan lamanya penelitian dan lokasi yang digunakan dan uraian tentang bagaimana cara pengumpulan data yang berhubungan dengan masalah yang diteliti serta mengemukakan metode yang digunakan dalam menganalisis suatu permasalahan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penyaji memaparkan hasil penelitian dan pembahasan berdasarkan data yang diperoleh melalui

observasi, wawancara, dan dokumentasi. Data dianalisis secara kualitatif komparatif untuk menggambarkan dan membandingkan penerapan sistem pemadaman kebakaran *HydroPen* dan sistem konvensional di atas kapal, serta implikasinya terhadap keselamatan kru dan efektivitas penanganan kebakaran.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

Sebagai penutup dalam penyajian penulisan skripsi ini diberikan kesimpulan dari hasil analisa dan pemecahan masalah disertai dengan saran-saran yang sesuai dengan maksud dan tujuan penulisan skripsi.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Bab ini, akan dibahas landasan teori mengenai komparasi empiris penggunaan sistem pemadaman peti kemas konvensional dengan sistem *HydroPen* untuk menangani kebakaran peti kemas di atas kapal MV. CMA CGM Xiamen. Oleh karena itu, dalam penulisan ini diperlukan teori-teori yang diambil dari buku-buku referensi maupun jurnal referensi, yang akan mendukung pemahaman mengenai komparasi empiris penggunaan sistem pemadaman kebakaran peti kemas di atas kapal.

1. Sistem pemadaman kebakaran di atas kapal

Menurut *Safety of life at sea (SOLAS) consolidated 2024 edition chapter II-2 regulation 10* bagian 1.1 tentang *fire fighting* di atas kapal yaitu untuk menekan dan memadamkan kebakaran secara cepat pada ruang asal kebakaran. Untuk mencapai tujuan tersebut, *Safety of life at sea (SOLAS) consolidated 2024 edition chapter II-2 regulation 10* bagian 1.1.1 menjelaskan pada sistem pemadam kebakaran tetap harus dirancang dan dipasang dengan mempertimbangkan potensi pertumbuhan api di ruang yang dilindungi, serta didukung oleh ketersediaan peralatan pemadam kebakaran yang mudah diakses. Pada *Safety of life at sea (SOLAS) consolidated 2024 edition Chapter II-2 Regulation 10* bagian 2.1.1 menjelaskan bahwa bahan yang mudah terbakar tidak boleh digunakan untuk pipa utama dan *hydrant* pemadam kebakaran kecuali dilindungi dengan memadai. Pipa dan *hydrant* harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga selang pemadam kebakaran dapat dengan mudah dihubungkan dengannya. Susunan pipa dan *hydrant* harus sedemikian rupa untuk menghindari kemungkinan pembekuan. Saluran pembuangan yang sesuai harus disediakan untuk pipa utama pemadam kebakaran. Katup isolasi harus dipasang untuk semua cabang pipa utama pemadam kebakaran di dek terbuka yang digunakan untuk tujuan selain

pemadaman kebakaran. Pada kapal yang mungkin membawa kargo di *deck*, posisi *hydrant* harus sedemikian rupa sehingga selalu mudah diakses dan pipa harus diatur sejauh mungkin untuk menghindari risiko kerusakan akibat muatan tersebut. Selain itu, sistem harus menjamin ketersediaan air secara cepat dan berkelanjutan, baik pada kapal penumpang maupun kapal barang, melalui pengoperasian otomatis atau jarak jauh.

International Fire Safety Systems (FSS) Code 2015 edition chapter 2-16 mengatur peralatan dan sistem pemadaman kebakaran di kapal yang diklasifikasikan menjadi:

1. *International Shore Connections*, merupakan sambungan standar internasional yang memungkinkan sistem *fire main* kapal dihubungkan dengan sumber air dari darat saat kapal berada di pelabuhan.
2. *Personnel Protection*, merupakan peralatan pelindung yang digunakan oleh tim pemadam kebakaran kapal. Terdiri dari *fireman outfit*, *helmet* dan *visor*, *fire boots*, *fire gloves*, *self contained breathing apparatus (SCBA)*.
3. *Fire Extinguishers*, merupakan alat pemadam api portabel atau semi-portabel yang digunakan untuk memadamkan kebakaran pada tahap awal. Jenisnya antara lain, *water*, *foam*, CO_2 , dan *dry chemical powder*.
4. *Fixed gas fire-extinguishing system*, merupakan sistem pemadam kebakaran tetap yang menggunakan gas pemadam seperti CO_2 . Prinsip kerjanya yaitu gas dilepaskan ke ruang tertutup seperti *engine room* atau *cargo pump room* untuk mengurangi kadar oksigen agar api dapat padam.
5. *Fixed foam fire-extinguishing systems*, merupakan sistem pemadam tetap menggunakan busa (*foam*) yang efektif untuk kebakaran bahan bakar minyak.
6. *Fixed pressure water-spraying and water mist fire-extinguishing systems*, merupakan sistem pemadam menggunakan semprotan air bertekanan atau kabut air (*water mist*).

7. *Automatic sprinkler, fire detection and fire alarm system*, merupakan sistem sprinkler otomatis yang juga dilengkapi deteksi kebakaran dan alarm. Prinsip kerjanya yaitu ketika suhu di suatu ruangan meningkat hingga batas tertentu, kepala sprinkler pecah dan menyemburkan air.
8. *Fixed fire detection and fire alarm systems*, merupakan sistem tetap untuk mendeteksi kebakaran secara dini dan memberikan peringatan kepada awak kapal. Jenisnya diantara lain yaitu *smoke detector*, *heat detector*, dan *flame detector*.
9. *Sample extraction smoke detection systems*, merupakan sistem deteksi asap yang bekerja dengan mengambil sampel udara melalui pipa dari berbagai ruang menuju unit detektor. Sistem ini mampu mendeteksi asap dalam jumlah sangat kecil dan biasanya digunakan pada *cargo hold* atau ruang tertutup besar.
10. *Low-location lighting systems*, merupakan sistem pencahayaan yang dipasang dekat lantai atau sepanjang jalur evakuasi. Fungsinya membantu awak kapal menemukan jalan keluar saat ruangan dipenuhi asap.
11. *Fixed emergency fire pumps*, merupakan pompa kebakaran darurat yang dipasang terpisah dari ruang mesin utama. Tujuannya jika terjadi kebakaran di *engine room*, pompa ini tetap bisa digunakan.
12. *Arrangement of means of escape*, merupakan pengaturan jalur evakuasi darurat di kapal agar kru kapal dapat meninggalkan area kebakaran dengan aman. Pengaturan ini mencakup tangga darurat, koridor evakuasi, pintu keluar darurat, penandaan jalur evakuasi.
13. *Fixed deck foam systems*, merupakan sistem *foam* tetap yang dipasang pada *deck* kapal *tanker*. Fungsinya untuk memadamkan kebakaran pada area kargo minyak dan menyemburkan *foam* dalam jumlah besar untuk menutupi permukaan bahan bakar.
14. *Inert gas systems*, merupakan sistem yang menghasilkan *inert gas* (biasanya dari gas buang boiler atau mesin) untuk dimasukkan ke dalam tangki kargo kapal *tanker*. Fungsinya untuk mengurangi kadar oksigen di dalam tangki dan mencegah kebakaran serta ledakan selama operasi kargo.
15. *Fixed hydrocarbon gas detection systems*, merupakan sistem deteksi

tetap yang digunakan untuk mengukur konsentrasi gas hidrokarbon di ruang tertentu seperti *cargo pump room*, ruang tangki, dan area muatan.

2. Jenis alat pemadam kebakaran portabel

Menurut *National Fire Protection Association* (NFPA 10) 1998 tentang *portable fire extinguisher* yang sesuai dengan potensi bahaya kebakaran di suatu area yang berhubungan dengan klasifikasi kelas kebakaran berdasarkan karakteristik material yang terbakar dan berfungsi sebagai instrumen krusial dalam menentukan media pemadaman yang paling efektif dan aman, berikut merupakan penjelasan kelas alat pemadam kebakaran portabel:

a. Alat pemadam kebakaran portabel kelas A

Alat pemadam kebakaran Kelas A dirancang untuk kebakaran yang melibatkan bahan bakar biasa seperti kayu, kertas, dan kain. Alat ini menggunakan air atau busa. Alat pemadam ini ditandai dengan segitiga hijau dan efektif dalam mengendalikan kebakaran yang tidak melibatkan cairan mudah terbakar atau peralatan listrik.

b. Alat pemadam kebakaran portabel kelas B

Alat pemadam kebakaran Kelas B cocok untuk kebakaran yang melibatkan cairan mudah terbakar seperti bensin, minyak, dan lemak. Alat ini menggunakan busa, karbon dioksida (CO₂), atau bahan kimia kering untuk memadamkan api dan mencegahnya menyebar. Alat pemadam kebakaran Kelas B ditandai dengan persegi merah dan sangat penting di area tempat cairan mudah terbakar disimpan atau digunakan.

c. Alat pemadam kebakaran portabel kelas C

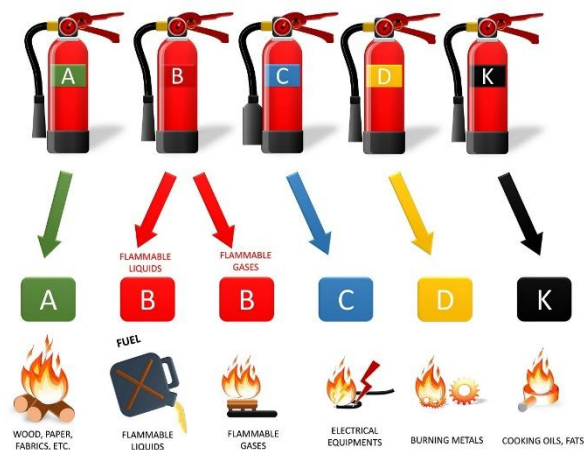
Alat pemadam kebakaran Kelas C digunakan untuk kebakaran yang melibatkan peralatan listrik seperti komputer, papan sirkuit, dan peralatan rumah tangga. Alat ini biasanya menggunakan bahan non-konduktif seperti CO₂ atau bahan kimia kering untuk mencegah sengatan listrik dan memadamkan api dengan aman. Alat pemadam kebakaran ini ditandai dengan lingkaran biru dan sangat penting di lingkungan dengan komponen listrik yang signifikan.

d. Alat pemadam kebakaran portabel kelas D

Alat pemadam kebakaran Kelas D dirancang untuk kebakaran yang melibatkan logam yang mudah terbakar seperti magnesium, titanium, dan natrium. Alat ini menggunakan bahan pemadam *dry powder* khusus untuk memadamkan api tersebut, karena air atau bahan pemadam umum lainnya dapat bereaksi hebat dengan logam-logam ini. Alat pemadam kebakaran Kelas D ditandai dengan bintang kuning dan biasanya ditemukan di lingkungan industri yang berhubungan dengan pengolahan logam.

e. Alat pemadam kebakaran portabel kelas K

Alat pemadam kebakaran Kelas K khusus untuk kebakaran dapur yang melibatkan minyak dan lemak masak. Alat ini menggunakan bahan berbasis *wet chemical extinguisher* dan *foam blanket* untuk memadamkan api tanpa menyebarkan minyak yang terbakar. Alat pemadam kebakaran Kelas K ditandai dengan segi enam hitam dan sangat penting di dapur komersial tempat penggorengan dan peralatan masak lainnya digunakan. Pada Gambar 2.1 merupakan ilustrasi dari *fire extinguisher* dengan klasifikasinya.



Gambar 2.1 *Type of extinguisher*

Sumber: <https://www.imectechnologies.com/wp-content/uploads/2020/11/FE-Types-and-Fires.jpeg>

3. Karakteristik kebakaran di atas kapal

Menurut Iskandar, et.al, (2021) Kebakaran kapal di laut merupakan hal yang membahayakan, baik pada kapal itu sendiri ataupun

penumpangnya. Kru kapal harus memadamkan api tanpa adanya jaminan bantuan dari pihak lain. Tanpa adanya sistem pemadaman yang baik tentu akan mengakibatkan kerusakan kapal serta akan membahayakan keselamatan jiwa crew serta penumpang kapal. Kebakaran di kapal dapat terjadi di berbagai lokasi yang rawan terhadap kebakaran, misalnya di kamar mesin, ruang muatan, gudang penyimpanan perlengkapan kapal, instalasi listrik dan tempat akomodasi Nakhoda dan anak buah kapal. Sedangkan ledakan dapat terjadi karena kebakaran atau sebaliknya kebakaran terjadi karena ledakan, yang pasti kedua-duanya dapat menimbulkan situasi darurat serta perlu untuk diatasi. Keadaan darurat pada situasi kebakaran dan ledakan tentu sangat berbeda dengan keadaan darurat karena tubrukan, sebab pada situasi yang demikian terdapat kondisi yang panas dan ruang gerak terbatas dan kadang-kadang kepanikan atau ketidaksiapan petugas untuk bertindak mengatasi keadaan maupun peralatan yang digunakan sudah tidak layak atau tempat penyimpanan telah berubah. Menurut UU No.1 tahun 1970 Bab II pasal 2 tentang ruang lingkup keselamatan kerja, bahwa aspek keselamatan kerja harus diimplementasikan dalam segala tempat kerja, baik di darat, di dalam tanah, di permukaan air, di dalam air maupun di udara, yang berada di dalam wilayah kekuasaan hukum Republik Indonesia. Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 186/KepMen/1999 pasal 1c, Penanggulangan kebakaran ialah segala upaya untuk mencegah timbulnya kebakaran dengan berbagai upaya pengendalian setiap perwujudan energi, pengadaan sarana proteksi kebakaran dan sarana penyelamatan serta pembentukan organisasi tanggap darurat untuk memberantas kebakaran.

4. Sistem pemadaman konvensional pada peti kemas di atas kapal

Menurut *International Fire Safety Systems (FSS) Code 2015 Edition Chapter 4* bagian 3.1.1.1 Setiap alat pemadam api *powder* atau CO₂ harus memiliki kapasitas minimal 5 kg dan setiap alat pemadam api busa harus memiliki kapasitas minimal 9 L. Massa semua alat pemadam api portabel tidak boleh melebihi 23 kg dan harus memiliki kemampuan memadamkan api setidaknya setara dengan alat pemadam api cairan 9 L. Pada *Safety of life at sea (SOLAS) consolidated edition 2025 Chapter II-*

2 *Regulation* 10 bagian 1.2 Untuk palka peti kemas terbuka dan area penyimpanan peti kemas di *deck* pada kapal yang dirancang untuk membawa peti kemas di atau di atas *weather deck*, yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016, pengaturan proteksi kebakaran harus disediakan untuk tujuan menahan api di ruang atau area asal dan mendinginkan area yang berdekatan untuk mencegah penyebaran api dan kerusakan struktural.

Pemadaman kebakaran untuk kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016 diatur dalam *Safety of life at sea (SOLAS) consolidated 2024 edition Chapter II-2 Regulation* 10 bagian 7.3 yang dirancang untuk membawa peti kemas di atas *weather deck* yaitu kapal harus membawa setidaknya satu *water mist lance* atau tombak semprot kabut air berbentuk pipa panjang yang digunakan untuk menyemburkan kabut air bertekanan tinggi ke dalam ruang tertutup, pada Gambar 2.2 merupakan gambar dari *water mist lance*.



Gambar 2. 2 *Water mist lance* (tombak semprot kabut air).

Sumber: <https://en.kandk-kk.co.jp/fire-fighting-equipment/>

Kapal yang dirancang untuk membawa lima *tier* peti kemas atau lebih di atas *weather deck*, harus memiliki persyaratan monitor air bergerak sebagai berikut:

- a. kapal dengan lebar kurang dari 30 m: setidaknya dua monitor air bergerak; atau
- b. kapal dengan lebar 30 m atau lebih: setidaknya empat monitor air bergerak.

Mobile water monitor (Monitor air bergerak), semua selang, *fitting*, dan perangkat keras pemasangan yang diperlukan harus disimpan dalam ruang yang siap digunakan di lokasi di luar area ruang kargo yang

tidak mungkin terputus jika terjadi kebakaran di kargo. Sejumlah *hydrant* kebakaran yang cukup harus disediakan sehingga semua *mobile water monitor* yang disediakan dapat dioperasikan secara bersamaan untuk menciptakan penghalang air yang efektif di depan dan di belakang setiap peti kemas. Masing-masing *mobile water monitor* yang dibutuhkan dapat disuplai oleh *hydrant* terpisah pada tekanan yang diperlukan untuk mencapai tingkat peti kemas teratas di *deck*. *mobile water monitor* dapat disuplai oleh pipa utama pemadam kebakaran, dengan syarat kapasitas pompa pemadam kebakaran dan diameter pipa utama pemadam kebakaran memadai untuk mengoperasikan monitor air bergerak dan dua pancaran air dari selang pemadam kebakaran secara bersamaan pada nilai tekanan yang dibutuhkan. *Mobile water monitor* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Mobile water monitor* (Monitor air bergerak).

Sumber: <https://mariteam.dk/product/mobile-water-monitor/>

5. Sistem *HydroPen*

Operating Instructions For The HydroPen System (2023) menyatakan sistem *HydroPen* adalah peralatan pemadam kebakaran inovatif yang dapat melakukan pemadaman kebakaran secara otomatis dan langsung pada peti kemas bertumpuk hanya dengan menggunakan tekanan air di pipa utama pemadam kebakaran. Sistem *HydroPen* merupakan perangkat multifungsi yang dirancang untuk melakukan penetrasi sekaligus pemadaman kebakaran. Alat ini mampu menembus dinding peti kemas baja standar dan menyalurkan media pemadam seperti air, busa, atau karbon dioksida langsung ke dalam peti kemas saat

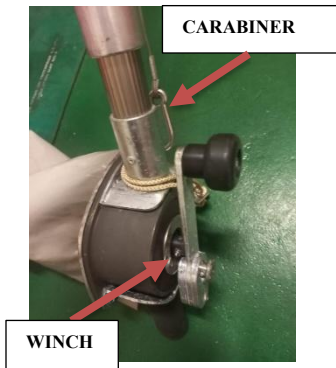
terjadi kebakaran. Sistem *HydroPen* bekerja dengan memanfaatkan tekanan air dari sistem *fire main* kapal tanpa memerlukan sumber daya tambahan.

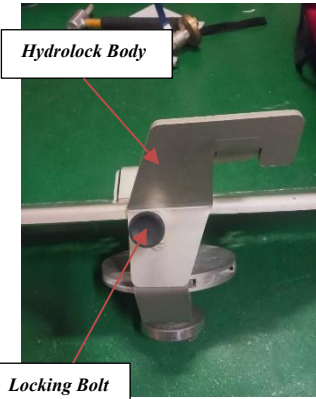
Saat unit dipasang pada palang pengunci peti kemas, kru dapat menjauh dari zona yang berpotensi berbahaya. Saat air dialirkan, mode penetrasi akan dimulai secara otomatis. Tekanan air mengalir ke *Hydrodynamic Turbine* yang berputar dan mengaktifkan proses pengeboran otomatis. Mata bor di ujung *HydroPen* akan menembus peti kemas. Setelah mata bor memasuki peti kemas, sistem *HydroPen* secara otomatis mengubah mode, mematikan pasokan air ke turbin, dan sebagai gantinya mengarahkan air melalui lubang bor untuk menyembrot ke dalam peti kemas yang terbakar.

Sistem *HydroPen* dapat digunakan pada ketinggian hingga peti kemas ISO standar ke-5 di atas *lashing bridge*. Dengan menggunakan *HydroLock*, sistem *HydroPen* juga dapat digunakan pada semua peti kemas yang dapat dijangkau dengan akses ke palang pengunci (di atas dan di bawah permukaan dek). Sistem *HydroPen* dapat dipakai tanpa *telescopic pole* jika letak peti kemas yang terbakar tidak melebihi *lashing bridge*. Berikut pada Tabel 2.1 menunjukkan bagian-bagian dan penjelasan dari sistem *HydroPen*.

Tabel 2. 1 Bagian - bagian dari sistem *HydroPen*.

Nama Komponen	Gambar	Fungsi
<i>HydroPen Board</i>		Penghubung <i>Fire Hose</i> dengan <i>Hydrodynamic Turbine</i> dan kerangka untuk penyangga tiang <i>HydroPen</i> .
<i>Hole Saw</i>		Komponen untuk menembus baja peti kemas.

<i>Section Lock & Top Lock</i>		Bagian untuk menyesuaikan pol dengan ketinggian peti kemas
<i>Carabiner & Winch</i>		<i>Carabiner</i> sebagai penyambung pol dengan <i>HydroPen Board</i> <i>Winch</i> berfungsi untuk menarik <i>HydroPen Board</i> pada posisi yang diinginkan
<i>Hydrodynamic Turbine</i>		Berfungsi untuk menggerakkan <i>hole saw</i> dengan tenaga air dari <i>fire hose</i>
<i>Telescopic pol</i>		Berfungsi sebagai alat untuk meletakkan <i>HydroPen Board</i> ke peti kemas yang dituju jika peti kemas yang terbakar melebihi <i>lashing bridge</i>

<i>Locking Bolt dan Hydrolock Body</i>		<i>Locking Bolt</i> berfungsi untuk mengunci tiang pintu peti kemas dengan <i>Hydropen Board</i>. <i>Hydrolock Body</i> berfungsi untuk mengaitkan tiang pintu peti kemas dengan <i>Hydropen Board</i>.
---	---	--

Sistem *HydroPen* sebagai sistem baru harus memiliki standar prosedur penggunaannya. Pada Tabel 2.2 merupakan prosedur penggunaan sistem *HydroPen* yang dibuat ringkas oleh penulis.

Tabel 2. 2 Prosedur ringkas penggunaan sistem *HydroPen*.

Prosedur penggunaan sistem <i>HydroPen</i>	
Prosedur jika peti kemas terjangkau oleh pemadam	Prosedur jika peti kemas tidak terjangkau oleh pemadam (<i>tier teratas</i>)
1. Pasang <i>hole saw</i> pada lubang yang ada pada <i>HydroPen Board</i>, kemudian putar searah jarum jam sampai <i>hole saw</i> terpasang dengan benar 2. Pasang <i>fire hose</i> yang sudah terhubung dengan <i>fire hydrant</i> ke <i>HydroPen Board</i> 3. Pasang <i>hydrolock body</i> pada <i>HydroPen board</i> 4. Letakkan sistem pada peti kemas tujuan dengan cara mengaitkan <i>hydrolock body</i> di gagang pintu kemas 5. Menjauh dari area peti kemas yang terbakar dan buka <i>valve</i> pada <i>fire hydrant</i>	1. Pasang <i>hole saw</i> pada lubang yang ada pada <i>HydroPen Board</i>, kemudian putar searah jarum jam sampai <i>hole saw</i> terpasang dengan benar 2. Pasang <i>fire hose</i> yang sudah terhubung dengan <i>fire hydrant</i> ke <i>HydroPen Board</i> 3. Siapkan <i>telescopic pole</i> di dekat area peti kemas, tegakkan pada <i>tier</i> peti kemas tujuan 4. Sesuaikan ketinggian peti kemas dengan menggunakan <i>section lock</i> dan sangkutkan <i>top lock</i> pada gagang pintu peti kemas tujuan

6. Tunggu sampai sistem bekerja memadamkan api yang ada di dalam peti kemas	5. Buka kunci pada <i>winch</i> dengan menarik pin kecil dibawah tuas ke kanan dan putar sekali tuas <i>winch</i> ke depan, <i>winch</i> sudah siap 6. Hubungkan <i>carabiner</i> dengan <i>HydroPen</i> board dengan benar 7. Jika sudah terpasang, putar <i>winch</i> sampai <i>HydroPen</i> board sampai pada pintu peti kemas tujuan 8. Tinggalkan area kebakaran dan buka <i>valve fire hydrant</i> 9. Tunggu sampai sistem bekerja memadamkan api
---	---

B. TUJUAN DAN MANFAAT PENYUSUNAN SKRIPSI

1. Tujuan Penelitian

Setiap penelitian memiliki tujuan yang hendak dicapai, baik dalam rangka mengembangkan teori yang telah ada maupun untuk menguji validitas teori tersebut dalam konteks nyata. Demikian halnya dengan penelitian ini, yang dirancang dengan tujuan spesifik guna memberikan kontribusi yang bermanfaat, baik bagi penulis maupun bagi pihak-pihak yang berkepentingan di dunia maritim. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Untuk menganalisis perbedaan efektivitas antara sistem *HydroPen* dan sistem pemadaman konvensional dalam menangani kebakaran pada peti kemas di atas MV. CMA CGM Xiamen.
- Untuk mengetahui tingkat pemahaman serta persepsi kru kapal terhadap penggunaan, pengoperasian, dan perawatan sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional.

2. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sejumlah manfaat, baik secara teoritis maupun praktis, khususnya dalam konteks pemadaman peti kemas di atas kapal. Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah mengenai teknologi pemadaman kebakaran peti kemas, khususnya terkait perbandingan sistem *HydroPen* dengan sistem konvensional, sehingga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam bidang keselamatan maritim.

b. Manfaat praktis

1. Sebagai syarat kelulusan penulis di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta program D-IV Nautika
2. Menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan kelayakan penggunaan sistem *HydroPen* sebagai teknologi pemadaman, serta meningkatkan kebijakan keselamatan di atas kapal.

C. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian Aboud & M. Attia, (2025), kebakaran peti kemas pada kapal peti kemas umumnya disebabkan oleh kegagalan berlapis dalam sistem keselamatan, yang meliputi kesalahan klasifikasi muatan berbahaya, keterbatasan efektivitas sistem pemadaman, serta kesiapan kru yang belum optimal. Persamaan penelitian tersebut dengan skripsi ini terletak pada fokus kajian terhadap keterbatasan sistem pemadaman kebakaran konvensional dalam menangani kebakaran peti kemas tertutup serta pentingnya kesiapan kru sebagai faktor keselamatan utama di atas kapal. Namun demikian, perbedaannya terletak pada pendekatan dan ruang lingkup analisis, di mana Aboud dan M. Attia menggunakan metode *barrier analysis* untuk mengidentifikasi lapisan kegagalan sistem secara konseptual, sedangkan skripsi ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif komparatif yang menitikberatkan pada perbandingan langsung antara sistem *HydroPen* dan sistem pemadaman konvensional berdasarkan pengalaman operasional dan persepsi kru kapal di MV. CMA CGM Xiamen.

Penelitian Ricci et al., (2023), pengelolaan kebakaran pada kapal peti kemas harus mempertimbangkan integrasi antara teknologi pemadaman, prosedur operasional, serta kepatuhan terhadap regulasi keselamatan internasional. Penanganan kebakaran perlu disesuaikan dengan karakteristik muatan dan perkembangan desain kapal peti kemas modern. Persamaan penelitian ini dengan skripsi yang penulis lakukan terletak pada penekanan pentingnya penggunaan teknologi pemadaman kebakaran yang adaptif dan efektif dalam menghadapi karakteristik kebakaran peti kemas di kapal modern, serta relevansi penerapan regulasi keselamatan internasional sebagai landasan operasional. Adapun perbedaannya, penelitian Ricci et al. bersifat konseptual dan strategis dengan cakupan umum terhadap berbagai inovasi dan pendekatan manajemen kebakaran pada kapal peti kemas, sedangkan skripsi ini secara spesifik menganalisis implementasi dan efektivitas sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem pemadaman konvensional berdasarkan kondisi nyata dan pengalaman kru di MV. CMA CGM Xiamen, sehingga menghasilkan temuan yang lebih aplikatif dan berbasis praktik lapangan.

Penelitian Zhang et. al's., (2021), pengembangan sistem deteksi dan pemadaman kebakaran yang terintegrasi langsung dengan desain peti kemas untuk meningkatkan keselamatan pada lingkungan kargo udara. Sistem tersebut dirancang agar mampu mengendalikan kebakaran di ruang tertutup tanpa memerlukan akses langsung ke dalam peti kemas. Persamaan penelitian ini dengan skripsi yang penulis lakukan terletak pada pendekatan pemadaman kebakaran pada peti kemas tertutup, yaitu upaya mengatasi keterbatasan akses langsung ke sumber api serta peningkatan efektivitas pemadaman di ruang tertutup. Namun demikian, perbedaannya terletak pada konteks dan objek penelitian, di mana Zhang et al. berfokus pada peti kemas kargo udara dengan sistem pemadaman yang terintegrasi secara permanen dalam desain peti kemas, sedangkan skripsi ini menitikberatkan pada penggunaan sistem *HydroPen* sebagai perangkat eksternal yang diaplikasikan pada kapal peti kemas laut, serta melakukan analisis komparatif antara sistem *HydroPen* dan sistem pemadaman konvensional berdasarkan kondisi operasional dan pengalaman kru di MV. CMA CGM Xiamen.

Penelitian Krmek et al's., (2022), dilakukan analisis terhadap 23 insiden kebakaran di area muatan kapal peti kemas (*cargo hold* dan *deck*) selama periode 2010–2020 menggunakan data GISIS dan laporan investigasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sekitar 10–12% peti kemas yang terlibat mengangkut muatan IMDG sebagai faktor utama penyebab kebakaran, dengan frekuensi kejadian rata-rata satu kebakaran setiap dua bulan berdasarkan statistik asuransi. Sebanyak 15 insiden (65%) mengalami penyebaran api dari *cargo hold* ke *deck*, sementara 8 kasus (35%) berhasil dikendalikan di *cargo hold*, dan sebanyak 7 kapal harus ditinggalkan (*abandonment*) akibat ketidakefektifan sistem pemadaman kebakaran. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem perlindungan kebakaran konvensional pada kapal peti kemas masih belum memadai dan berkontribusi terhadap korban jiwa, pencemaran lingkungan, serta kerugian properti yang signifikan. Persamaan penelitian ini dengan skripsi penulis terletak pada fokus kajian terhadap keterbatasan dan ketidakefektifan sistem pemadaman kebakaran konvensional dalam menangani kebakaran peti kemas di atas kapal. Adapun perbedaannya, penelitian Krmek et al. bersifat makro dengan pendekatan analisis statistik dan historis terhadap insiden kebakaran pada berbagai kapal peti kemas dalam rentang waktu panjang, sedangkan skripsi ini bersifat studi kasus operasional yang secara spesifik membandingkan efektivitas sistem *HydroPen* dengan sistem pemadaman konvensional di MV. CMA CGM Xiamen, serta menekankan pada aspek penerapan lapangan dan persepsi kru kapal.

Penelitian Sangermano et. al., (2024), menganalisis kontribusi faktor manusia terhadap 52 insiden kebakaran peti kemas pada periode 2018–2023 menggunakan kerangka *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) yang dimodifikasi untuk konteks maritim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sekitar 65% akar penyebab kebakaran berasal dari *unsafe acts* kru, yang terdiri atas *decision errors* sebesar 38% dan *skill-based errors* sebesar 27%, serta dipengaruhi oleh faktor organisasi seperti kekurangan pelatihan (22%). Faktor dominan lainnya adalah *misdeclaration dangerous goods* (DG) oleh pihak pengirim yang tidak terdeteksi saat proses pemuatan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan strategi inovatif berupa penerapan *AI-based cargo screening*

guna mendeteksi baterai lithium yang tidak dideklarasikan dengan tingkat akurasi hingga 92%, serta penggunaan modul pelatihan berbasis *Virtual Reality* (VR) yang berdasarkan simulasi mampu menurunkan tingkat kesalahan manusia hingga 40%. Persamaan penelitian ini dengan skripsi penulis terletak pada penekanan terhadap peran faktor manusia, khususnya kompetensi, pengambilan keputusan, dan kesiapan kru kapal dalam penanganan kebakaran peti kemas di atas kapal. Adapun perbedaannya, penelitian ini lebih berfokus pada aspek pencegahan kebakaran melalui analisis faktor manusia dan solusi berbasis teknologi digital serta sistem pelatihan modern, sedangkan skripsi ini menitikberatkan pada penggunaan dan efektivitas sistem pemadaman kebakaran *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional, serta bagaimana persepsi dan pengalaman kru dalam mengoperasikan sistem tersebut pada kondisi operasional nyata di MV. CMA CGM Xiamen.

Tabel 2. 3 Penelitian terdahulu.

Penulis	Fokus Penelitian	Metode	Hasil
Aboud & M. Attia, 2025	Menganalisis kegagalan berlapis sistem keselamatan yang menyebabkan kebakaran peti kemas pada kapal peti kemas serta keterbatasan sistem pemadaman konvensional dalam menjangkau sumber api.	Metode kualitatif	Kebakaran peti kemas dipengaruhi oleh kesalahan klasifikasi muatan, keterbatasan sistem pemadaman, dan kesiapan kru, sehingga diperlukan teknologi pemadaman yang lebih adaptif dan efektif untuk ruang peti kemas tertutup.
Ricci et al., 2023	Mengkaji strategi pengelolaan kebakaran pada kapal peti kemas dengan mempertimbangkan	Metode kualitatif	Penanganan kebakaran harus disesuaikan dengan karakteristik muatan dan perkembangan desain

	teknologi, prosedur operasional, dan regulasi keselamatan internasional.		kapal peti kemas, serta memerlukan penerapan strategi dan teknologi pemadaman yang lebih tepat pada kapal peti kemas modern.
Zhang et al., 2021	Pengembangan sistem deteksi dan pemadaman kebakaran terintegrasi pada peti kemas kargo udara untuk mengendalikan kebakaran di ruang tertutup.	R&D	Sistem pemadaman terintegrasi pada peti kemas terbukti mampu mendeteksi dan mengendalikan kebakaran tanpa memerlukan akses langsung ke dalam peti kemas.
Krmek et al., 2022	Analisis pola, penyebab, dan dampak kebakaran di area muatan kapal peti kemas selama periode 2010–2020.	Metode Kuantitatif	Kebakaran banyak dipicu muatan IMDG, sering menyebar dari palka ke dek, dan menunjukkan sistem pemadam konvensional tidak efektif hingga menyebabkan abandonment kapal serta kerugian besar.
Sangermano et al. 2024	Analisis peran faktor manusia dalam pencegahan dan penanganan kebakaran peti kemas pada kapal <i>container</i> .	Metode kualitatif	Mayoritas penyebab kebakaran berasal dari kesalahan kru dan kelemahan organisasi, sementara strategi inovatif berbasis AI

			dan VR terbukti menurunkan human error dan meningkatkan deteksi muatan berbahaya.
--	--	--	---

D. KERANGKA PEMIKIRAN

Setiap perusahaan pelayaran pada umumnya mengharapkan agar seluruh kapalnya dapat beroperasi dengan tingkat keselamatan yang tinggi, khususnya dalam menghadapi risiko kebakaran pada muatan peti kemas. Kebakaran pada peti kemas merupakan salah satu potensi bahaya serius di atas kapal karena karakteristik muatan yang tertutup, tersusun bertumpuk, serta kemungkinan mengandung barang berbahaya. Oleh karena itu, penanganan kebakaran tidak hanya bergantung pada ketersediaan peralatan pemadaman, tetapi juga pada kesesuaian sistem yang digunakan, prosedur operasional yang diterapkan, serta kemampuan dan kesiapan awak kapal dalam merespons kondisi darurat. Dalam konteks ini, pemilihan dan penerapan sistem pemadaman kebakaran yang tepat menjadi faktor penting dalam mendukung keselamatan kapal, muatan, dan awak kapal.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai penggunaan sistem *HydroPen* dan kaitannya dengan penanganan kebakaran pada peti kemas di MV. CMA CGM Xiamen: analisis KOMPARASI EMPIRIS sistem *HydroPen* dengan sistem konvensional, penulis menarik kesimpulan yang menjawab rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem *HydroPen* berbeda dari sistem konvensional dalam menangani kebakaran pada peti kemas di atas kapal?

Berdasarkan hasil penelitian, sistem *HydroPen* berbeda dari sistem konvensional dalam menangani kebakaran pada peti kemas karena memiliki kemampuan menjangkau langsung sumber api di dalam ruang tertutup melalui proses penetrasi dinding peti kemas. Hal ini membuat proses pemadaman menjadi lebih cepat, tepat sasaran, dan efektif, terutama pada kondisi peti kemas yang bertumpuk dan sulit diakses. Sistem konvensional bekerja dari bagian luar sehingga tidak mampu mencapai titik api secara langsung dan efektivitasnya terbatas pada pendinginan permukaan luar peti kemas. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sistem *HydroPen* memberikan tingkat efektivitas dan keselamatan yang lebih tinggi dalam penanganan kebakaran peti kemas di atas kapal.

2. Bagaimana persepsi kru kapal terhadap penggunaan sistem *HydroPen* di MV. CMA CGM Xiamen?

Dari hasil penelitian dan wawancara dengan *Chief Officer*, *Third Officer*, *Boatwain*, dan *Able Body* persepsi kru kapal terhadap penggunaan sistem *HydroPen* di MV. CMA CGM Xiamen menunjukkan bahwa alat tersebut dipandang sebagai teknologi yang efektif dan lebih aman dalam menangani kebakaran peti kemas,

terutama karena kemampuannya menjangkau sumber api di dalam peti kemas tanpa perlu membahayakan pemadam. Kru menilai sistem *HydroPen* memiliki potensi besar dalam meningkatkan keberhasilan pemadaman kebakaran. Namun, tingkat pemahaman dan kepercayaan diri dalam penggunaannya masih belum merata yang dipengaruhi oleh keterbatasan pelatihan dan pengalaman langsung di lapangan. Kru juga cenderung lebih familiar dengan sistem konvensional yang sudah sering digunakan dalam *drill* dan operasional sehari-hari. Persepsi ini menggambarkan bahwa sistem *HydroPen* diterima sebagai teknologi yang unggul, namun pemanfaatannya belum sepenuhnya optimal karena faktor kesiapan dan kompetensi kru.

B. SARAN

1. Untuk penelitian yang akan datang

Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada sistem *HydroPen* dengan membahas berbagai jenis muatan berbahaya, pengaruh kondisi cuaca dan stabilitas kapal saat proses pemadaman, serta evaluasi teknis dan ekonomis terhadap implementasi *HydroPen* pada berbagai tipe kapal peti kemas. Selain itu, penelitian dapat menggunakan pendekatan kuantitatif atau simulasi kebakaran guna memperoleh hasil yang lebih mendalam dan komprehensif terkait optimalisasi sistem pemadaman kebakaran di atas kapal.

2. Untuk perusahaan pembuat sistem *HydroPen*

Perusahaan dapat mempertimbangkan peningkatan aspek kemudahan dalam perakitan dan pengoperasian alat. Hasil wawancara dari *Third Officer* kru masih mengalami kesulitan dalam menggunakan *winch* khususnya dalam kondisi darurat di atas kapal yang menuntut kecepatan dan ketepatan tindakan. Desain sistem yang lebih sederhana dan mudah dirakit tanpa memerlukan prosedur yang kompleks akan sangat membantu kru dalam mengoptimalkan waktu respons saat terjadi kebakaran. Selain itu, aspek efisiensi biaya juga perlu menjadi perhatian, agar sistem *HydroPen* dapat lebih terjangkau dan memungkinkan implementasi yang lebih luas pada berbagai jenis kapal yang mengangkut peti kemas. Dengan demikian, peningkatan pada aspek kemudahan penggunaan dan keterjangkauan harga diharapkan

dapat mendukung efektivitas pemadaman kebakaran serta meningkatkan keselamatan operasional di lingkungan maritim.

3. Untuk Nakhoda dan Perwira di atas kapal

Nakhoda dan perwira kapal disarankan untuk meningkatkan intensitas pelatihan dan simulasi penggunaan sistem *HydroPen* sebagai bagian dari *fire drill* rutin, sehingga kru memiliki pengalaman praktis dan kesiapan yang lebih baik dalam menghadapi kondisi darurat kebakaran peti kemas. Selain itu, perlu dilakukan pengawasan dan evaluasi secara berkala terhadap pemahaman serta keterampilan kru dalam penggunaan dan perawatan sistem *HydroPen*, guna memastikan bahwa seluruh personel memiliki kompetensi yang memadai serta mampu mengoperasikan sistem secara optimal dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- About, L. M., & M. Attia, M. (2025). *Enhancing the fire safety onboard container ship cargo area: a barrier analysis method*. *Safety and Reliability*, 1–20.
- Allianz Commercial. (2025). *Safety and shipping review 2025*. Allianz Commercial. <https://www.allianz.com>. Diakses pada tanggal 27 Februari 2026.
- Anderson, J. & Adams, R. (2017). *Root Cause Analysis: Solving Problems Systematically*. New York: Wiley.
- Cargo Incident Notification System. (2025). *Cargo Incident Notification System (CINS)*. <https://www.cinsnet.com>. Diakses pada tanggal 6 Maret 2026.
- Dharmala P., A., Kiryanto, & Santosa, A. W. B. (2024). Perencanaan kapal container 12.500 DWT untuk rute pelayaran Surabaya - Banjarmasin. *Jurnal Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro*, Volume 12 No. 03, hal 2.
- Fiantika, F. R., *et al.* (2022). *Metodologi penelitian kualitatif*. Global Eksekutif Teknologi.
- Haryono, C. G. (2020). *Ragam metode penelitian kualitatif komunikasi*. CV Jejak.
- Operating instructions for the HydroPen* (2023). Oslo: HydroPen System.
- International code for fire safety systems (FSS Code), 2015 edition*. International Maritime Organization
- Iskandar, *et.al*, (2021). Analisis sistem *fire safety assessment* pada kapal latih “KL Frans Kaisiepo”. *Jurnal Patria Bahari*, Volume 1 No. 1, hal 16.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 186/KepMen/1999 tentang Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja. (1999). Kementerian Tenaga Kerja Republik Indonesia.
- Miles, M. B., Huberman, A. M. and Saldana, J. (2014) *Qualitative Data Analysis: a Methods Sourcebook*. Third Edit. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: SAGE Publications, Inc.
- National Fire Protection Association (NFPA 10) 1998. Standard for portable fire extinguishers (1998 ed.)*. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- Qomaruddin, & Sa’diyah, H. (2024). Kajian teoritis tentang teknik analisis data dalam penelitian kualitatif: Perspektif Spradley, Miles dan Huberman. *Journal of Management, Accounting and Administration*, 1(2), 77–84.
<https://doi.org/10.52620/jomaa.v1i2.9377>

- Rahardjo, M. (2011). *Metode pengumpulan data penelitian kualitatif*.
- Rahmawati, et. al.,(2016). *Penerapan Metode Rootcause Analysis (RCA) dalam Pengembangan Kawasan Wisata Cagar Budaya Kampung Kemas, Gresik. Jurnal penataan ruang, Volume 11, halaman 2*
- Safety of life at sea (SOLAS) consolidated 2024 edition*. London: International Maritime Organization.
- Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. (2025). *Pedoman penulisan proposal dan skripsi program Diploma - IV tahun 2025* (Keputusan Ketua STIP Nomor: SK-STIP 122 Tahun 2025). Pusat Penjaminan Mutu (PJM).
- Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. <https://uin-malang.ac.id/r/110601/metode-pengumpulan-data-penelitian-kualitatif.html> diakses pada tanggal 9 Maret 2026
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. (1970). Pemerintah Republik Indonesia.
- Ricci, S., Ravikumar, B. S. S. K., & Rizzetto, L. (2023). *Fire Management on Container Ships : New Strategies and Technologies*. 17(2), 415–421.
<https://doi.org/10.12716/1001.17.02.19>
- Sahir, S. H. (2022). *Metodologi penelitian*. KBM Indonesia.
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Cetakan ke-31). Bandung: Alfabeta.
- Zhang, Q., Wang, Y. C., Soutis, C., & Gresil, M. (2021). Development of a fire detection and suppression system for a smart air cargo container. *The Aeronautical Journal*, 125(1283), 205–222.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Ship Particular



CMA CGM XIAMEN

SHIP'S PARTICULARS

NAME OF SHIP	CMA CGM XIAMEN
FLAG / PORT OF REGISTRY	MALTA / VALLETTA
CALL SIGN	9HA4648
IMO NUMBER	9400069
REGISTER NUMBER	9400069
MMSI NUMBER	248411000
BUILDER	CSBC TAIWAN KAIHSIUNG
KEEL LAID / DATE OF DELIVERY	24.12.2008 / 26.04.2010
HULL NO.	CSBC 896
CLASS & NOTATION	DNV
MANAGING OWNER	CMA CGM, BOULEVARD JACQUES SAADE 4, QUAI D'ARENC, MARSEILLE 2E ARRONDISSEMENT, SEDEX 02, 13235, FRANCE
MAX SERVICE SPEED	25.30 KTS
LENGTH OVERALL (L.O.A.)	305.6 M
LENGTH B/P (L.B.P)	293.16 M
LENGTH OF BOW TO BRIDGE	214.66 M
BREATH	40.0 M
DEPTH MAIN DECK TO KEEL	24.2 M
MOULDED DEPTH	20.17 M
SUMMER DRAFT	14.23M
HEIGHT OF MAST TO KEEL	55.50 M
FRESH WATER ALLOWANCE	266 MM
GROSS TONNAGE	75752
NET TONNAGE	43840
DEADWEIGHT	81002 MT
DISPLACEMENT	107656 MT
ANCHORS	14 SHACKLES EACH / 1 shackle 27.5m
TEU	6589
REFFER SOCKETS	1162
TOTAL HFO CAPACITY	7219.15 CUB M
TOTAL MDO CAPACITY	191.89 CUB M
TOTAL FRESH WATER	633.94 CUB M
TOTAL BALAST CAPACITY	18845.74 CUB M
MAIN ENGINE TYPE	10 RTFLEX 96-C (DOOSAN KOREA), POWER MCR 57200 KW
DIESEL GENERATORS	DAIHATSU, TYPE 8DC-32 (X4) POWER 3844 KW
PROPELLER	RIGHT HAND FIXED PROPELLER 5 BLADES
BOW THRUSTER	ELECTRONIC CONTROL DRIVER, CONTROLLABLE PITCH TYPE PROPELLER DIAMETER= 2.850 M X 4 BLADES, 2000 KW
RUDDER TYPE	DOUBLE PLATE SEMI- BALANCED HANGED TYPE
LIFE SAVING APPLIANCE FOR	29 PERSONS
E-MAIL	captain.ccxiamen@skyfile.com
SHIP'S SAT PHONE LINE(MASTER)	+47 2339 7951
SHIP'S SAT PHONE LINE (BRIDGE)	+47 2339 7950
SHIP'S SAT PHONE LINE (SHIP'S OFFICE)	+47 2339 7956
SAT C TERMINAL 1	424841113
SAT C TERMINAL 2	424841114



Lampiran 2 Crew List MV CMA CGM Xiamen

IMO CREW LIST

				✳		Arrival		Departure		Page No. 1		
1. Name of ship / Call sign / IMO number				2. Port of arrival / departure			3. Date of arrival / departure					
CMA CGM XIAMEN / 9HA4648 / 9400069				MANZANILLO			3-May-25					
5. Nationality of ship				6. Port arrived from / Port of destination			7. Voyage number					
MALTESE				ENSENADA/ BUENAVENTURA			0MHQRW1MA					
9.N°	10. Family name, given names	11. Sex	12. Rank	13. Nationality	14. Date and place of birth	15. Passport Number	16. Date of Expiration	17. Date sign on / Place	18. Seaman book Number	19. Date of Expiration		
1.	KORDONSKY, Oleksandr	MALE	Master	Ukrainian	14/Jan/1986	Ukraine	FH361281	8/Aug/2027	29/Mar/2025	Yokohama	AC004174	8/Dec/2027
2.	CHOERONI, Muhammad	MALE	Chief Officer	Indonesian	22/Sep/1989	Kudus	X2969098	10/Jun/2034	14/Feb/2025	Ensenada	J050054	27/Jun/2027
3.	KURUGAMAGE, Mahendra Gunawardana	MALE	2nd Officer	Sri Lankan	17/Mar/1971	Kandy	N8265153	5/Aug/2029	18/Jun/2025	Ningbo	C017427	20/Sep/2028
4.	ERNANDA, Rezki	MALE	3rd Officer	Indonesian	29/Dec/1998	Bandu Agung	E4880026	26/Oct/2033	24/Jun/2025	Busan	F217437	21/Jun/2026
5.	ZINOVIEV, Vladyslav	MALE	3rd Officer	Ukrainian	8/May/1995	Ukraine	FL455059	2/Feb/2028	9/Mar/2025	Posorja	AB684165	27/Aug/2026
6.	ARSENIEV, Volodymyr	MALE	Chief Engineer	Ukrainian	4/Oct/1990	Ukraine	FU467322	12/Mar/2029	29/Mar/2025	Yokohama	AB648884	20/Jun/2028
7.	KRUCHININ, Vladyslav	MALE	2nd Engineer	Ukrainian	11/Sep/1996	Ukraine	FP684910	9/Jul/2028	26/Feb/2025	Buenaventura	AA1000568	11/Apr/2029
8.	ILIN, Vitalii	MALE	3rd Engineer	Ukrainian	5/Apr/1989	Ukraine	FN603248	27/Apr/2028	3/Mar/2025	Callao	AB588085	19/Feb/2026
9.	IZOTOV, Stanislav	MALE	4TH Engineer	Ukrainian	6/Feb/2003	Ukraine	GB295003	6/Oct/2031	18/Jun/2025	Ningbo	AB685396	8/Nov/2026
10.	BALOV, Kostiantyn	MALE	ETO	Ukrainian	15/Nov/1992	Ukraine	FP551359	2/Jul/2028	20/Jun/2025	Shanghai	AB674277	25/Feb/2026
11.	FERNANDO, Enoshan	MALE	Bosun	Sri Lankan	31/Aug/1980	Colombo	N8860692	21/Dec/2030	13/Apr/2025	Busan	C027223	9/Jun/2030
12.	DE SILVA, JAYAWARDANA, Dulan Udayanga	MALE	Able seaman	Sri Lankan	20/Jun/1995	Matara	P0253149	6/Mar/2035	13/Apr/2025	Busan	C045702	23/Mar/2030
13.	SUTIRTO, Pandu	MALE	Able seaman	Indonesian	17/Jun/1984	Tegal	C8475431	4/Jun/2027	24/Jun/2025	Busan	G010195	18/Sep/2027
14.	SARAGIH, Setiawan	MALE	Able seaman	Indonesian	29/Jul/1987	Bandar Hataran	X4813478	18/Jun/2035	29/Mar/2025	Yokohama	F314582	20/Dec/2026
15.	PRASETYO, Doni	MALE	Ordinary seaman	Indonesian	11/Oct/1999	Batang	X2972776	26/Apr/2034	29/Mar/2025	Yokohama	G126643	11/Apr/2027
16.	CANDRANIAGA, Hendrik	MALE	Fitter	Indonesian	11/May/1982	Pameungpeuk	E3601191	3/Aug/2033	29/Mar/2025	Yokohama	H019932	22/Mar/2027
17.	NAMBIGE, Sebasthyan Randika Singno	MALE	Oiler	Sri Lankan	25/Jun/1989	Negombo	N6560924	11/Jun/2026	13/Apr/2025	Busan	C029430	27/Feb/2030
18.	WIBISONO HADRIAN, Fausta	MALE	Oiler	Indonesian	19/Dec/1977	Jakarta	X1159038	1/Apr/2026	29/Mar/2025	Yokohama	I115905	20/Dec/2026
19.	LITO, Holik	MALE	Chief Cook	Indonesian	5/Apr/1983	Pamekasan	C7152852	10/Nov/2026	13/Apr/2025	Busan	I042442	16/Jun/2026
20.	HERLIWAN, Firman	MALE	Messman	Indonesian	25/Mar/1983	Ciamis	E0787523	3/Oct/2027	29/Mar/2025	Yokohama	K028591	24/Feb/2028
21.	LIYANAARACHCHI, Milinda Madusanka	MALE	Reefman	Sri Lankan	6/Jul/2000	Colombo	N10375412	28/Feb/2033	18/Jun/2025	Ningbo	C059889	7/Feb/2029
22.	IZOVITA, Taras	MALE	Engine Cadet	Ukrainian	19/Dec/2005	Ukraine	GF388707	22/Mar/2033	16/Nov/2024	Qingdao	AC014713	10/Apr/2029
23.	ANTOMO FADILLAH, Akbar	MALE	Deck Cadet	Indonesian	27/Dec/2003	BEKASI	E5596889	23/Feb/2034	24/Jun/2025	Busan	J061246	21/Jun/2027
24.	DASARI, Srinivasarao	MALE	Ordinary seaman	Indian	15/Jul/2001	Kambalevanipeta, Andhra Pradesh	T8542807	28/Jul/2029	13/Apr/2025	Busan	MUM410587	6/Feb/2030
25.	PAPPU, Santhosh Kumar	MALE	Ordinary seaman	Indian	14/Apr/1997	Mogadala Padu, An dhra Pradesh	C8445544	20/Mar/2035	13/Apr/2025	Busan	MUM258931	4/Jul/2029
26.	BANTE, Rakesh Shamrao	MALE	Wiper	Indian	30/Jan/1986	Jawaharnagar, Maharashtra	S2880152	8/Jun/2029	13/Apr/2025	Busan	MUM171105	19/Dec/2029
14. Date and signature by master, authorized agent or officer												
				KORDONSKY, Oleksandr								
				Master								
3/May/2025												

Lampiran 3 Transkrip wawancara Boastwain CMA CGM Xiamen

TRANSKRIP WAWANCARA BOASTWAIN CMA CGM XIAMEN

BIODATA BOASTWAIN CMA CGM XIAMEN

NAMA : FERNANDO ENOSHAN
KEWARGANEGARAAN : SRI LANKA
JENIS KELAMIN : LAKI – LAKI

- DECK CADET : *Good day* bos, maaf mengganggu waktunya. Saya memiliki tugas terakhir (tesis) untuk syarat lulus saya di sekolah dan saya membutuhkan peserta untuk menjawab pertanyaan saya dari awak kapal
Mungkin jika Anda memiliki waktu luang, bisakah saya mewawancarai Anda bos? Saya akan memberikan 22 pertanyaan tentang penggunaan sistem *HydroPen* dan sistem Konvensional (selang pemadam kebakaran, hidran, dll) untuk mencegah kebakaran di dalam peti kemas bos
beri tahu saya jika Anda ingin menjadi peserta saya ya bos, terima kasih
- BOASTWAIN : Baik. Apa yang Anda inginkan. Kirim pertanyaan itu
- DECK CADET : Apa penyebab kebakaran pada peti kemas di kapal?
- BOASTWAIN : Kerusakan listrik. Pembakaran spontan, reaksi kimia
- DECK CADET : Seberapa sering kebakaran terjadi di kapal peti kemas, dan apa tantangan dalam memadamkan kebakaran di dalam peti kemas?
- BOASTWAIN : Tidak sering. Tantangan ditumpuk dalam kepadatan tinggi, baris sulit diakses dan kargo di dalamnya dapat mudah menguap yang menyebabkan kebakaran mandiri menghasilkan asap beracun yang keluar dari dinding baja peti kemas.
- DECK CADET : Sistem pemadam kebakaran konvensional apa yang biasa digunakan di kapal untuk memadamkan kebakaran peti kemas?
- BOASTWAIN : Sistem CO₂ tetap untuk ruang kargo, selang hidran kebakaran, alat pemadam api portabel, alat penyemprot kabut, alat runcing yang dipalu.
- DECK CADET : Bagaimana prosedur penggunaan selang pemadam kebakaran dalam kebakaran peti kemas di kapal? Seberapa efektif sistem konvensional dalam memadamkan kebakaran dalam peti kemas?

- BOASTWAIN* : Pendinginan batas dengan mengelilingi area api secara manual dilakukan oleh anggota kru. Efeknya adalah mendinginkan eksterior peti kemas.
- DECK CADET* : Apakah sistem konvensional (selang pemadam kebakaran, hidran pemadam kebakaran, tombak kabut air) mampu mencapai sumber api di dalam wadah, dan berapa tingkat keselamatan kru saat menggunakan sistem ini?
- BOASTWAIN* : Selang konvensional tidak dapat mencapai wadah tinggi. Keselamatan = anggota kru sedang rendah harus hati-hati menangani racun, bisa meledak.
- DECK CADET* : Apa fungsi dari sistem *HydroPen*?
- BOASTWAIN* : Sistem pengeboran & penyemprotan bertenaga air
- DECK CADET* : Bagaimana cara kerja sistem *HydroPen* untuk memadamkan api?
- BOASTWAIN* : Tekanan air dengan turbin hidrodinamik
- DECK CADET* : Seberapa efektif sistem *HydroPen* dalam memadamkan kebakaran peti kemas di kapal?
- BOASTWAIN* : Sangat efektif karena menyediakan pemadam kebakaran langsung daripada hanya eksternal
- DECK CADET* : Apakah sistem *HydroPen* mampu mencapai sumber api di dalam wadah, dan tingkat keamanan apa yang diberikannya bagi pengguna?
- BOASTWAIN* : Ya, memberikan tingkat keamanan yang tinggi. Setelah unit dipasang & aimnya bekerja secara otomatis. Hal ini memungkinkan kru mundur jarak aman
- DECK CADET* : Apa kelebihan dan kekurangan dari sistem *HydroPen*?
- BOASTWAIN* : Keuntungannya sepenuhnya otomatis cepat dalam waktu 30 detik. Tidak ada listrik yang dibutuhkan untuk mencapai tumpukan tinggi peti kemas, kekurangannya dalam perakitan harus dibutuhkan orang yang benar benar paham dan tidak bisa memadamkan api jika yang terbakar lebih dari satu peti kemas.
- DECK CADET* : Apa perbedaan antara sistem *HydroPen* dan sistem konvensional?
- BOASTWAIN* : Sistem konvensional sebagian besar menyembrotkan eksterior, *HydroPen* interior. Memberikan pemadaman tidak seperti *CO2 fixed extinguish* yang membanjiri seluruh palka. *HydroPen* dapat menembus ke dalam peti kemas

- DECK CADET* : Sistem mana yang lebih cepat, lebih efektif, dan lebih aman dalam memadamkan kebakaran peti kemas?
- BOASTWAIN* : *HydroPen* lebih cepat dan aman untuk kebakaran dek. Targetnya api segera setelah penetrasi sedangkan pendinginan konvensional
- DECK CADET* : Dalam keadaan darurat, sistem mana yang lebih dapat diandalkan? Bisakah kedua sistem digunakan secara bersamaan?
- BOASTWAIN* : *HydroPen* sangat andal desain mekaniknya. Tidak ada komponen elektronik. Ya bisa secara bersamaan
- DECK CADET* : Apakah salah satu sistem menawarkan keuntungan khusus?
- BOASTWAIN* : *HydroPen* secara khusus memanfaatkan lift teleskopnya. Yang memungkinkannya menjangkau ketinggian Sekitar 5 tier dari posisi berdiri kru
- DECK CADET* : Bagaimana tingkat pemahaman dan kemahiran kru dengan penggunaan sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional?
- BOASTWAIN* : Sementara kru secara tradisional mendinginkan batas dan membanjiri CO₂, *HydroPen* dirancang untuk menjadi pengiriman utama yang intuitif memberikan pelatihan onboard & online
- DECK CADET* : Apa tantangan yang dihadapi kru dalam menggunakan sistem *HydroPen*, dan apa pentingnya dan perlunya peningkatan pelatihan terkait sistem ini?
- BOASTWAIN* : Pelatihan yang tepat memastikan kru dapat memasang tiang teleskopik dan menghubungkan saluran air/bus a dengan cepat di bawah tekanan.
- DECK CADET* : Sistem pemadam mana yang menimbulkan risiko lebih besar bagi kru, dan apa tingkat bahaya dalam membuka peti kemas selama kebakaran?
- BOASTWAIN* : Sistem *HydroPen* menimbulkan risiko yang lebih kecil karena menghilangkan tugas berbahaya berada di dekat api dan Meminimalkan paparan panas dan asap beracun
- DECK CADET* : Bagaimana penggunaan *HydroPen* berkontribusi dalam mengurangi risiko, termasuk potensi ledakan, dan prosedur keselamatan apa yang diterapkan dalam penanganan kebakaran tersebut?
- BOASTWAIN* : Ya, pengurangan risiko berarti kru dapat memadamkan api dari luar.
- DECK CADET* : Bagaimana kesiapan operasional dan pemeliharaan sistem *HydroPen* di atas kapal, dan apakah ada tantangan teknis dalam penggunaannya?

- BOASTWAIN* : Kesiapan dipertahankan melalui latihan rutin memastikan unit disimpan di lokasi yang cepat diakses.
- DECK CADET* : Bagaimana posisi peti kemas mempengaruhi penggunaan *HydroPen*, dan bagaimana kru mengakses area tersebut selama kebakaran?
- BOASTWAIN* : Peti kemas di tengah tumpukan atau tinggi, kru harus menggunakan tiang teleskopik
Akses kru. Selama kebakaran, akses sering dibatasi oleh asap tebal, kru dapat menggunakan sistem *HydroPen* dari jarak yang aman
- DECK CADET* : Apa yang perlu ditingkatkan tentang sistem *HydroPen*, dan bagaimana, ketika dikombinasikan dengan sistem pemadam kebakaran konvensional, meningkatkan keselamatan kebakaran di kapal?
- BOASTWAIN* : Perbaikan pada kecepatan *drilling* yang ditingkatkan.
Sinergi. Ketika dikombinasikan dengan sistem konvensional, memberikan solusi total yang mendinginkan eksterior sementara *HydroPen* menyerang interior
- DECK CADET* : Upaya apa yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kesiapan dan kompetensi awak dalam menanggapi kebakaran di kapal?
- BOASTWAIN* : Pelatihan dan peningkatan diri dalam latihan kebakaran peti kemas.
Peralatan baru yang ditraining teknis seperti *HydroPen*
Kompetensi, kesadaran situasional, Memahami sifat kimia kargo modern

Lampiran 4 Transkrip Wawancara Chief Officer CMA CGM Xiamen

TRANSKRIP WAWANCARA CHIEF OFFICER CMA CGM XIAMEN

BIODATA CHIEF OFFICER CMA CGM XIAMEN

NAMA : MUHAMMAD CHOERONI
KEWARGANEGARAAN : INDONESIA
JENIS KELAMIN : LAKI – LAKI

- DECK CADET : assalamualaikum nior, selamat sore nior, sebelumnya minal aidzin wal faidzin ya niorr maaf mengganggu waktunya nior
saya mau minta tolong boleh nior? rencananya saya mau wawancara nior by chat whatsapp untuk skripsi saya nior mengenai perbandingan sistem konvensional dengan HydroPen sistem dalam menangani kebakaran peti kemas di atas kapal nior
saya izin mungkin nior jika ada waktu luang bisa menjawab pertanyaan pertanyaannya nior
- CHIEF OFFICER : Walaikumsalam, Minal aidzim walfaidzin mohon maaf lahir dan batin jg ya bar. Ok bar bsk senin ak kabari ya
- DECK CADET : siap nior terimakasih nior nanti saya tinggal kasih pertanyaan aja ya nior by chat dan nior jawab aja menurut perspektif nior
- CHIEF OFFICER : Ok bar, mana pertanyaannya bar
- DECK CADET : Apa penyebab kebakaran pada peti kemas di kapal?
- CHIEF OFFICER : Penyebab kebakaran pada peti kemas di atas kapal bisa berasal dari beberapa faktor antara lain jika peti kemas tersebut berjenis DG (*Dangerous Goods*) apabila terjadi kebocoran bisa menyebabkan kebakaran/ledakan, selain itu kebakaran peti kemas bisa terjadi karena korsleting seperti halnya pada *reefer container* yang terdapat instalasi kelistrikan di dalamnya.
- DECK CADET : Seberapa sering potensi kebakaran terjadi di kapal peti kemas dan apa saja tantangan dalam menangani kebakaran di dalam peti kemas?
- CHIEF OFFICER : Kebakaran yang terjadi di peti kemas berasal dari kesalahan teknis dan *human error* hal tersebut bisa diantisipasi jika kita sebagai awal kapal

bekerja sesuai dengan prosedur perusahaan yang berlaku. Tantangan dalam menangani kebakaran di dalam peti kemas membutuhkan keterampilan awak kapal dalam proses pemadaman api terkhusus apabila kebakaran terjadi pada tumpukan peti kemas yang tinggi sehingga sulit untuk dijangkau oleh awak kapal.

DECK CADET : Sistem pemadaman konvensional apa saja yang biasa digunakan di atas kapal untuk memadamkan kebakaran peti kemas?

CHIEF OFFICER : Menggunakan *fire hydrant & fire hose*.

DECK CADET : Bagaimana prosedur penggunaan *fire hose* dalam kebakaran peti kemas di atas kapal? Seberapa efektif sistem konvensional dalam memadamkan api di dalam peti kemas?

CHIEF OFFICER : Penggunaan *fire hose* dihubungkan dengan *fire hydrant* yang terdapat pada *main deck* kapal, pemadaman api pada peti kemas secara konvensional tidak begitu efektif dikarenakan apabila kebakaran peti kemas berada pada posisi tumpukan peti kemas paling tinggi sehingga sulit untuk dijangkau oleh awak kapal.

DECK CADET : Apakah sistem konvensional (selang pemadam kebakaran, hidran pemadam kebakaran, tombak kabut air) mampu mencapai sumber api di dalam wadah, dan berapa tingkat keselamatan kru saat menggunakan sistem ini?

CHIEF OFFICER : Sistem konvensional tidak dapat menjangkau sumber api secara maksimal karena keterbatasan ruang dan posisi peti kemas yang berada pada tumpukan peti kemas paling tinggi sehingga pemadaman api berlangsung kurang maksimal, terkait keselamatan crew dikarenakan jarak sumber api yang berada di dalam peti kemas yang terlalu tinggi membutuhkan awak kapal untuk naik ke *lashing bridge* paling atas dan

- CHIEF OFFICER** : Suatu alat bantu untuk memadamkan api di atas kapal terkhusus apabila jika api berasal dari dalam peti kemas yang sulit terjangkau oleh awak kapal dikarenakan posisi peti kemas berada pada tumpukan yang tinggi.
- DECK CADET** : Bagaimana cara kerja sistem *HydroPen* untuk memadamkan api?
- CHIEF OFFICER** : Sistem kerja hydroPen ini dengan cara menggunakan tekanan air yang terhubung dari *hose*/selang menuju mata bor HydroPen sehingga ada nya tekanan yang ada mata bor berputar mengebor dinding peti kemas sehingga dapat menembus dinding peti kemas tersebut, kemudian menyemprotkan air yang berasal dari fire hydrant masuk ke dalam peti kemas tanpa perlu awak kapal berada dekat dengan sumber api yang ada di dalam peti kemas.
- DECK CADET** : Seberapa efektif sistem *HydroPen* dalam memadamkan kebakaran peti kemas di kapal?
- CHIEF OFFICER** : Sangat efektif dikarenakan HydroPen ini dirancang untuk pemadaman api yang bersumber dari dalam peti kemas meskipun posisi tumpukan peti kemas terdapat di tumpukan tinggi yang sulit untuk dijangkau oleh awak kapal.
- DECK CADET** : Apakah sistem *HydroPen* mampu mencapai sumber api di dalam wadah, dan tingkat keamanan apa yang diberikannya bagi pengguna?
- CHIEF OFFICER** : Sistem Hydopen mampu menjangkau sumber api yang ada di dalam peti kemas meskipun posisi peti kemas tersebut sangat tinggi dari jangkauan awak kapal. Untuk tingkat keamanan penggunaan hyrdopen sangat tinggi karena *fire man* tidak berada berdekatan dengan sumber api yang ada dalam peti kemas.
- DECK CADET** : Apa kelebihan dan kekurangan dari sistem *HydroPen*?
- CHIEF OFFICER** : Kelebihan yaitu awak kapal bisa memadamkan api yang terdapat pada peti kemas dengan cepat dan sistematis dikarenakan tidak perlu membuka pintu peti kemas tersebut dan bisa di lakukan di meski kebakaran peti kemas terdapat di tempat yang tinggi. Kekurangannya yaitu membutuhkan keterampilan awak kapal dikarenakan alat tersebut baru penggunaannya di kapal.

- DECK CADET** : Apa perbedaan antara sistem *HydroPen* dan sistem konvensional?
- CHIEF OFFICER** : System hydopen dapat memadamkan kebakaran yang bersumber dari peti kemas secara cepat dan sistematis dan air bisa masuk ke dalam peti kemas, awak kapal tidak perlu mendekat pada sumber api. Sedangkan system konvensional hanya memadamkan di area sekitar luar peti kemas yang terjadinya kebakaran dan awak kapal perlu mendekat ke sumber api tersebut.
- DECK CADET** : Sistem mana yang lebih cepat, lebih efektif, dan lebih aman dalam memadamkan kebakaran peti kemas?
- CHIEF OFFICER** : *HydroPen*.
- DECK CADET** : Dalam keadaan darurat, sistem mana yang lebih dapat diandalkan? Bisakah kedua sistem digunakan secara bersamaan?
- CHIEF OFFICER** : Dalam kondisi darurat yaitu *HydroPen* dan kedua sistem bisa digunakan secara bersamaan.
- DECK CADET** : Apakah salah satu sistem menawarkan keuntungan khusus?
- CHIEF OFFICER** : System *HydroPen* dan system konvensional keduanya terdapat keunggulan masing-masing, *HydroPen* memadamkan api dari sisi dalam peti kemas sedangkan system konvensional hanya memadamkan api dari sisi luar peti kemas saja.
- DECK CADET** : Bagaimana tingkat pemahaman dan kemahiran kru dengan penggunaan sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional?
- CHIEF OFFICER** : Perlu dilakukannya pelatihan dan drill secara berkala setiap 2 minggu sekali melaksanakan fire drill dan dikhususkan *fire drill* terjadi di peti kemas sehingga pemahaman awak kapal cepat bisa mengerti.
- DECK CADET** : Apa tantangan yang dihadapi kru dalam menggunakan sistem *HydroPen*, dan apa pentingnya dan perlunya peningkatan pelatihan terkait sistem ini?
- CHIEF OFFICER** : Belum familiar terhadap nama peralatan dari *HydroPen* dan cara instalasi *HydroPen* jika sumber api terdapat pada peti kemas dengan posisi yang tinggi.
- DECK CADET** : Sistem pemadam mana yang menimbulkan risiko lebih besar bagi kru, dan apa tingkat bahaya dalam membuka peti kemas selama kebakaran?

- CHIEF OFFICER** : Apabila kebakaran bersumber dari DG peti kemas, kita ketahui Bersama DG merupakan muatan yang memerlukan penanganan khusus dan muatan DG adalah muatan sensitive dan mudah terbakar/meledak apabila salah dalam prosedur penanganannya. Terkait pembukaan peti kemas saat terjadi kebakaran, dengan adanya system HydroPen awal awal tidak perlu membuka pintu peti kemas dikarenakan system kerja HydroPen bisa memadamkan api di dalam peti kemas tanpa membuka pintu dari peti kemas tersebut. Pintu peti kemas bisa dibuka jika proses pemadaman api benar-benar telah selesai dan padam.
- DECK CADET** : Bagaimana penggunaan *HydroPen* berkontribusi dalam mengurangi risiko, termasuk potensi ledakan, dan prosedur keselamatan apa yang diterapkan dalam penanganan kebakaran tersebut?
- CHIEF OFFICER** : Sistem kerja HydroPen yang bisa memadamkan api yang bersumber dari dalam peti kemas tanpa mendekati peti kemas sangat membantu awak kapal dalam menjaga keamanan awak kapal dari resiko terkena api dan ledakan. Terlebih jika api bersumber dari DG container yang artinya DG container merupakan muatan berbahaya yang mudah meledak dan dapat membahayakan keselamatan awak kapal. Tentaunya dalam proses pemadaman api menggunakan system HydroPen awak kapal yang bertugas terkhusus yang bertugas sebagai *fire man* harus menggunakan PPE secara lengkap meliputi *fireman outfit* dan *breathing apparatus*.
- DECK CADET** : Bagaimana kesiapan operasional dan pemeliharaan sistem *HydroPen* di atas kapal, dan apakah ada tantangan teknis dalam penggunaannya?
- CHIEF OFFICER** : Perlu diadakan training kepada awak kapal terutama awak kapal yang menjadi *fire man*. Untuk perawatan bisa dilaksanakan sesuai dengan *manual book* yang tersedia.
- DECK CADET** : Bagaimana posisi peti kemas mempengaruhi penggunaan *HydroPen*, dan bagaimana kru mengakses area tersebut selama kebakaran?
- CHIEF OFFICER** : Kelebihan dari HydroPen yaitu bisa mengakses sumber api yang berasal dari peti kemas meski posisi peti kemas tersebut berada di tumpukan tinggi, tentunya apabila sumber api dari peti kemas terdapat pada tier paling tinggi awak kapal naik ke *lashing bridge* paling atas dan menaikkan

peralatan HydroPen ke posisi lashing bridge paling atas sehingga instalasi HydroPen bisa terlaksana dan berjalan maksimal.

DECK CADET : Apa yang perlu ditingkatkan tentang sistem *HydroPen*, dan bagaimana, ketika dikombinasikan dengan sistem pemadam kebakaran konvensional, meningkatkan keselamatan kebakaran di kapal?

CHIEF OFFICER : Yang perlu ditingkatkan yaitu keterampilan awak kapal dalam menggunakan HydroPen dengan menyelenggarakan *fire drill* secara rutin dimana *fire drill* bisa dilaksanakan di area peti kemas dengan posisi tumpukan yang tinggi.

DECK CADET : Upaya apa yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kesiapan dan kompetensi awak dalam menanggapi kebakaran di kapal?

CHIEF OFFICER : Rutin melaksanakan *fire drills* sesuai dengan *company procedure*.

Lampiran 5 Transkrip wawancara Third Officer MV. CMA CGM Xiamen

TRANSKRIP WAWANCARA *THIRD OFFICER* CMA CGM XIAMEN

BIODATA *THIRD OFFICER* CMA CGM XIAMEN

NAMA : REZKI ERNANDA

KEWARGANEGARAAN : INDONESIA

JENIS KELAMIN : LAKI – LAKI

DECK CADET : Assalamualaikum third, maaf mengganggu waktunya third. Saya mau wawancara third rezki mengenai penggunaan sistem hydropen dan sistem konvensional dalam mengatasi kebakaran peti kemas di atas kapal ted 🙏. Mungkin kalo third ada waktu bisa kabarin saya ya, nanti saya kasih pertanyaannya trus third jawab menurut perspektif third rezki, terimakasih third

THIRD OFFICER : Waalaikumsalam cadetsky, siapp wawancaranya bisa kita laksanakan besok, karena besok pagi sandar jam 10 pagi, mlm ini berlabuh dulu

DECK CADET : Pagi third, apakah sudah bisa saya wawancarai?

THIRD OFFICER : Bisa bar, langsung aja bar berikan saya pertanyaannya

DECK CADET : Baik third, Apa penyebab kebakaran pada peti kemas di kapal?

THIRD OFFICER : Biasanya penyebab utama itu dari dangerous goods yang misdeclared, seperti baterai lithium, chemical, atau cargo yang mudah terbakar. Kadang juga karena self-heating cargo atau reaksi kimia di dalam container.

DECK CADET : Seberapa sering kebakaran terjadi di kapal peti kemas, dan apa tantangan dalam memadamkan kebakaran di dalam peti kemas?

THIRD OFFICER : Potensinya selalu ada, apalagi di kapal container. Tantangannya itu akses ke titik api susah, karena container tertutup dan bertumpuk tinggi.

DECK CADET : Sistem pemadam kebakaran konvensional apa yang biasa digunakan di kapal untuk memadamkan kebakaran peti kemas?

THIRD OFFICER : Biasanya kita pakai fire hose, hydrant system, dan portable extinguisher seperti CO2 atau foam.

- DECK CADET* : Bagaimana prosedur penggunaan selang pemadam kebakaran dalam kebakaran peti kemas di kapal? Seberapa efektif sistem konvensional dalam memadamkan kebakaran dalam peti kemas?
- THIRD OFFICER* : Prosedurnya kita arahkan jet air ke area panas. Tapi jujur, untuk api di dalam container, kurang efektif karena air nggak bisa masuk ke dalam.
- DECK CADET* : Apakah sistem konvensional (selang pemadam kebakaran, hidran pemadam kebakaran, tombak kabut air) mampu mencapai sumber api di dalam wadah, dan berapa tingkat keselamatan kru saat menggunakan sistem ini?
- THIRD OFFICER* : Tidak bisa menjangkau langsung. Dari sisi safety, ada risiko karena kalau buka container bisa terjadi backdraft atau ledakan.
- DECK CADET* : Apa fungsi dari sistem *HydroPen*?
- THIRD OFFICER* : *HydroPen* itu untuk penetrasi container dan langsung menyemburkan air atau foam ke dalamnya.
- DECK CADET* : Bagaimana cara kerja sistem *HydroPen* untuk memadamkan api?
- THIRD OFFICER* : *HydroPen* pakai tekanan air dari fire main untuk mutar cutting tool, terus menembus container dan langsung spray media pemadam ke dalam.
- DECK CADET* : Seberapa efektif sistem *HydroPen* dalam memadamkan kebakaran peti kemas di kapal?
- THIRD OFFICER* : Cukup efektif, karena dia bisa langsung ke sumber api tanpa harus buka container.
- DECK CADET* : Apakah sistem *HydroPen* mampu mencapai sumber api di dalam wadah, dan tingkat keamanan apa yang diberikannya bagi pengguna?
- THIRD OFFICER* : Iya, bisa langsung ke dalam. Dari sisi safety, lebih aman karena mengurangi risiko ledakan saat membuka container.
- DECK CADET* : Apa kelebihan dan kekurangan dari sistem *HydroPen*?
- THIRD OFFICER* : Kelebihan: efektif, aman, dan direct ke api. Kekurangan: butuh latihan, belum semua kru familiar, dan setup butuh waktu.
- DECK CADET* : Apa perbedaan antara sistem *HydroPen* dan sistem konvensional?

- THIRD OFFICER* : HydroPen itu penetrasi langsung ke dalam, sedangkan konvensional cuma dari luar.
- DECK CADET* : Sistem mana yang lebih cepat, lebih efektif, dan lebih aman dalam memadamkan kebakaran peti kemas?
- THIRD OFFICER* : Untuk api dalam container, HydroPen lebih efektif dan aman. Tapi konvensional tetap cepat untuk cooling area sekitar.
- DECK CADET* : Dalam keadaan darurat, sistem mana yang lebih dapat diandalkan? Bisakah kedua sistem digunakan secara bersamaan?
- THIRD OFFICER* : Biasanya kita combine. HydroPen untuk dalam container, fire hose untuk mencegah penyebaran.
- DECK CADET* : Apakah salah satu sistem menawarkan keuntungan khusus?
- THIRD OFFICER* : Ada. Kalau api di luar, konvensional cukup. Kalau di dalam container, HydroPen lebih unggul.
- DECK CADET* : Bagaimana tingkat pemahaman dan kemahiran kru dengan penggunaan sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional?
- THIRD OFFICER* : Masih terbatas. Kru lebih familiar sama sistem konvensional karena lebih sering dipakai di drill.
- DECK CADET* : Apa tantangan yang dihadapi kru dalam menggunakan sistem *HydroPen*, dan apa pentingnya dan perlunya peningkatan pelatihan terkait sistem ini?
- THIRD OFFICER* : Kendalanya di kurang training dan pengalaman langsung. Pelatihan itu penting supaya kru nggak ragu pakai alat ini.
- DECK CADET* : Sistem pemadam mana yang menimbulkan risiko lebih besar bagi kru, dan apa tingkat bahaya dalam membuka peti kemas selama kebakaran?
- THIRD OFFICER* : Konvensional lebih berisiko kalau harus buka container. Membuka container itu sangat berbahaya karena bisa terjadi ledakan.
- DECK CADET* : Bagaimana penggunaan *HydroPen* berkontribusi dalam mengurangi risiko, termasuk potensi ledakan, dan prosedur keselamatan apa yang diterapkan dalam penanganan kebakaran tersebut?

- THIRD OFFICER* : HydroPen bantu mengurangi risiko karena nggak perlu buka container, jadi lebih aman buat kru.
- DECK CADET* : Bagaimana kesiapan operasional dan pemeliharaan sistem *HydroPen* di atas kapal, dan apakah ada tantangan teknis dalam penggunaannya.
- THIRD OFFICER* : Biasanya standby, tapi kadang kurang dicek rutin. Perawatan harus lebih diperhatikan.
- DECK CADET* : Bagaimana posisi peti kemas mempengaruhi penggunaan *HydroPen*, dan bagaimana kru mengakses area tersebut selama kebakaran?
- THIRD OFFICER* : Sangat berpengaruh. Kalau di tier tinggi, akses sulit. *HydroPen* membantu, tapi tetap butuh posisi aman untuk penggunaan.
- DECK CADET* : Apa yang perlu ditingkatkan tentang sistem *HydroPen*, dan bagaimana, ketika dikombinasikan dengan sistem pemadam kebakaran konvensional, meningkatkan keselamatan kebakaran di kapal?
- THIRD OFFICER* : Perlu peningkatan di training kru, kemudahan penggunaan, dan mungkin desain lebih praktis. Kombinasi dengan sistem konvensional sangat membantu.
- DECK CADET* : Upaya apa yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kesiapan dan kompetensi awak dalam menanggapi kebakaran di kapal?
- THIRD OFFICER* : Harus lebih banyak fire drill khusus *HydroPen*, familiarisasi alat, dan evaluasi rutin supaya kru siap di kondisi real.

Lampiran 6 Transkrip Wawancara Able Body MV. CMA CGM Xiamen

TRANSKRIP WAWANCARA *ABLE BODY* CMA CGM XIAMEN

BIODATA *ABLE BODY* CMA CGM XIAMEN

NAMA : PANDU SUTIRTO
KEWARGANEGARAAN : INDONESIA
JENIS KELAMIN : LAKI – LAKI

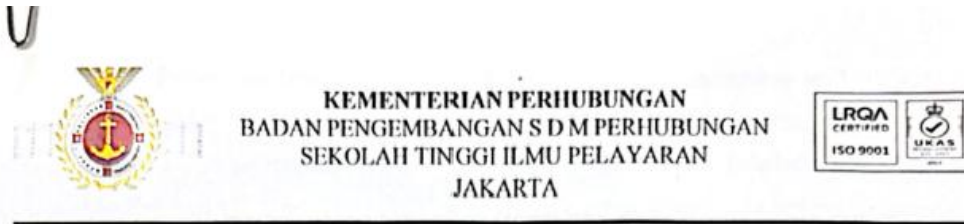
- DECK CADET* : assalamualaikum pak pandu, apakabarnya pak? semoga baik dan sehat selalu ya pak, saya Akbar cadet Xiamen kemarin.
maaf pak saya mau ganggu waktunya boleh pak? saya kan ada tugas penelitian akhir untuk syarat saya lulus kuliah pak.
saya rencananya kalau pak pandu ada waktu dan berkenan mau wawancara pak pandu mengenai penggunaan sistem HydroPen dengan sistem konvensional dalam penanganan kebakaran peti kemas di atas kapal pak. Tolong kabari saya ya pak kalau bapak mau 🙏
- ABLE BODY* : Waalaikumsalam akbar, tentu saja akbar
- DECK CADET* : siapp pak mantap, kabari saya ya pak kalau udah luang
- ABLE BODY* : Okei Akbar, Nanti ya, ne mo masuk Nansha abis ntu Yantian
Terus long voyage ke Los Angeles. Selama masi di China, AB full di anjungan, traffic soalnya
- DECK CADET* : siap pak, nanti kabarin ya pak kalau udah long voyage
- ABLE BODY* : Okei akbar
- DECK CADET* : jam 1 aman kah pak abis lunch today
- ABLE BODY* : Okei akbar
- DECK CADET* : Apa penyebab kebakaran pada peti kemas di kapal?
- ABLE BODY* : Biasanya dari muatan berbahaya yang nggak dilaporkan dengan benar, kayak baterai lithium, chemical, atau barang yang gampang panas sendiri. Kadang juga karena packing yang kurang aman.
- DECK CADET* : Seberapa sering potensi kebakaran terjadi di kapal peti kemas dan apa saja tantangan dalam menangani kebakaran di dalam peti kemas?
- ABLE BODY* : Potensi selalu ada, apalagi di kapal container. Tantangan utamanya itu akses susah, panas tinggi, dan kita nggak tahu isi dalamnya apa.

- DECK CADET* : Sistem pemadaman konvensional apa saja yang biasa digunakan di atas kapal untuk memadamkan kebakaran peti kemas?
- ABLE BODY* : Biasanya pakai fire hose, hydrant, sama portable extinguisher seperti CO2 dan foam.
- DECK CADET* : Bagaimana prosedur penggunaan *fire hose* dalam kebakaran peti kemas di atas kapal? Seberapa efektif sistem konvensional dalam memadamkan api di dalam peti kemas?
- ABLE BODY* : Kita tarik hose, connect ke hydrant, terus arahkan ke titik panas. Tapi untuk api di dalam container, kurang efektif karena air cuma kena luar aja.
- DECK CADET* : Apakah sistem konvensional (selang pemadam kebakaran, hidran pemadam kebakaran, tombak kabut air) mampu mencapai sumber api di dalam wadah, dan berapa tingkat keselamatan kru saat menggunakan sistem ini?
- ABLE BODY* : Nggak bisa langsung ke dalam. Dari sisi safety, cukup berisiko, apalagi kalau harus buka container, bisa meledak tiba-tiba.
- DECK CADET* : Apa fungsi dari sistem *HydroPen*?
- ABLE BODY* : *HydroPen* dipakai buat nembus container dan nyemprot air atau foam langsung ke dalam.
- DECK CADET* : Bagaimana cara kerja sistem *HydroPen* untuk memadamkan api?
- ABLE BODY* : *HydroPen* pakai tekanan air dari fire main, terus muter cutting tool buat lubangin container, setelah itu langsung semprot ke dalam.
- DECK CADET* : Seberapa efektif sistem *HydroPen* dalam memadamkan kebakaran peti kemas di kapal?
- ABLE BODY* : Menurut saya cukup efektif, karena langsung ke titik api tanpa harus buka pintu container.
- DECK CADET* : Apakah sistem *HydroPen* mampu mencapai sumber api di dalam wadah, dan tingkat keamanan apa yang diberikannya bagi pengguna?
- ABLE BODY* : Iya bisa masuk langsung. Lebih aman juga, karena kita nggak perlu buka container yang bisa bikin ledakan.
- DECK CADET* : Apa kelebihan dan kekurangan dari sistem *HydroPen*?
- ABLE BODY* : Kelebihan: lebih aman, langsung ke dalam, dan efektif. Kekurangan: agak ribet setup-nya, berat, dan belum semua kru terbiasa pakai.

- DECK CADET* : Apa perbedaan antara sistem *HydroPen* dan sistem konvensional?
- ABLE BODY* : *HydroPen* bisa penetrasi ke dalam container, sedangkan konvensional cuma dari luar.
- DECK CADET* : Sistem mana yang lebih cepat, lebih efektif, dan lebih aman dalam memadamkan kebakaran peti kemas?
- ABLE BODY* : Kalau api di dalam, *HydroPen* lebih efektif dan aman. Tapi konvensional lebih cepat untuk pendinginan area luar.
- DECK CADET* : Dalam keadaan darurat, sistem mana yang lebih dapat diandalkan? Bisakah kedua sistem digunakan secara bersamaan?
- ABLE BODY* : Biasanya kita pakai dua-duanya. *HydroPen* untuk dalam, fire hose untuk jaga supaya api nggak nyebar.
- DECK CADET* : Apakah salah satu sistem menawarkan keuntungan khusus?
- ABLE BODY* : Ada. *HydroPen* unggul untuk api dalam container, konvensional untuk area terbuka atau pendinginan.
- DECK CADET* : Bagaimana tingkat pemahaman dan kemahiran kru dengan penggunaan sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional?
- ABLE BODY* : Masih kurang dibanding konvensional. Kita lebih sering latihan pakai fire hose daripada *HydroPen*.
- DECK CADET* : Apa tantangan yang dihadapi kru dalam menggunakan sistem *HydroPen*, dan apa pentingnya dan perlunya peningkatan pelatihan terkait sistem ini?
- ABLE BODY* : Kendalanya di kurang latihan dan belum terbiasa. Training penting banget biar kita lebih siap dan nggak bingung saat emergency.
- DECK CADET* : Sistem pemadam mana yang menimbulkan risiko lebih besar bagi kru, dan apa tingkat bahaya dalam membuka peti kemas selama kebakaran?
- ABLE BODY* : Konvensional lebih berisiko kalau harus buka container. Itu bahaya banget, bisa backdraft atau ledakan.
- DECK CADET* : Bagaimana penggunaan *HydroPen* berkontribusi dalam mengurangi risiko, termasuk potensi ledakan, dan prosedur keselamatan apa yang diterapkan dalam penanganan kebakaran tersebut?
- ABLE BODY* : *HydroPen* bantu karena kita nggak perlu buka container, jadi lebih aman buat kru.
- DECK CADET* : Bagaimana kesiapan operasional dan pemeliharaan sistem *HydroPen* di atas kapal, dan apakah ada tantangan teknis dalam penggunaannya?

- ABLE BODY* : Biasanya standby, tapi jujur kadang nggak terlalu sering dicek. Harusnya lebih rutin.
- DECK CADET* : Bagaimana posisi peti kemas mempengaruhi penggunaan *HydroPen*, dan bagaimana kru mengakses area tersebut selama kebakaran?
- ABLE BODY* : Kalau di atas (tier tinggi), akses susah banget. Kita harus hati-hati juga soal safety saat bawa alat.
- DECK CADET* : Apa yang perlu ditingkatkan tentang sistem *HydroPen*, dan bagaimana, ketika dikombinasikan dengan sistem pemadam kebakaran konvensional, meningkatkan keselamatan kebakaran di kapal?
- ABLE BODY* : Mungkin dari segi kemudahan penggunaan dan training kru. Kalau digabung sama sistem konvensional, hasilnya lebih maksimal.
- DECK CADET* : Upaya apa yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kesiapan dan kompetensi awak dalam menanggapi kebakaran di kapal?
- ABLE BODY* : Harus sering drill, familiarisasi alat, dan latihan langsung pakai *HydroPen*, biar nggak kaku saat kejadian nyata.

Lampiran 7 Pengajuan Sinopsis Skripsi



PENGAJUAN SINOPSIS SKRIPSI

NAMA : AKBAR FADILLAH ANTOMO
NRP : 365221318
KELAS : NAUTIKA 7 CHARLIE
JURUSAN : NAUTIKA
SEMESTER : 7

Mengajukan Sinopsis Skripsi sebagai berikut:

A. JUDUL :

**“PENGUNAAN SISTEM *HYDROPEN* DAN KAITANNYA DENGAN
PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI KEMAS DI MV. CMA CGM
XIAMEN: ANALISIS KOMPARASI SISTEM *HYDROPEN* DENGAN SISTEM
KONVENSIONAL”**

B. LATAR BELAKANG MASALAH :

Sistem *HydroPen* adalah teknologi terbaru yang secara spesifik dirancang untuk mengatasi tantangan pemadaman kebakaran kargo di dalam peti kemas. Sistem *HydroPen* bekerja berdasarkan prinsip penetrasi dinding peti kemas menggunakan tekanan air tinggi, diikuti dengan injeksi media pemadam (air atau *foam*) langsung ke sumber api dari jarak aman. Penerapan teknologi ini pada kapal kontainer modern seperti MV. CMA CGM XIAMEN yang menjadi titik fokus penting dalam menguji sejauh mana inovasi ini mampu mengubah prosedur penanggulangan kebakaran yang dikenal memiliki risiko tinggi dan efektivitas yang rendah.

Pencegahan kebakaran pada peti kemas di atas kapal merupakan isu kritis yang mencakup langkah-langkah kesiapsiagaan, deteksi dini, dan respons yang cepat. Sistem *HydroPen* perannya sangat vital dalam konteks penanganan kebakaran peti kemas. Kebakaran pada satu peti kemas dapat dengan cepat menjalar secara horizontal maupun vertikal, mengancam seluruh muatan dan struktur kapal. Dengan memungkinkan pemadaman yang cepat dan terarah tanpa memerlukan pembukaan peti kemas, sistem *HydroPen* secara langsung menunjang upaya penanganan dengan membatasi insiden kebakaran di titik awal, sehingga mencegah kerusakan yang lebih besar dan mengamankan kargo lainnya.

Seiring pertumbuhan industri logistik global, keragaman dan volume muatan peti kemas meningkat drastis, termasuk peningkatan signifikan dalam pengangkutan kargo berbahaya (*Dangerous Goods*). Tantangan ini ditambah oleh desain kapal kontainer yang bertumpuk tinggi seperti di MV. CMA CGM XIAMEN membuat akses pemadaman sistem konvensional menjadi berbahaya bagi petugas pemadam. Sistem konvensional pemadaman peti kemas yang masih umum digunakan, seperti metode penyemprotan air dari luar atau pendinginan bagian luar peti kemas. Selain itu, metode terburuk berupa pembukaan paksa peti kemas yang terbakar seringkali memicu pasokan oksigen yang menyebabkan ledakan atau *backdraft*, yang berakibat fatal bagi kru dan memperbesar intensitas api. Keterbatasan ini menunjukkan adanya kesenjangan teknologi antara risiko kebakaran yang semakin kompleks (didominasi kargo berbahaya) dan peralatan yang tersedia untuk kru kapal. Oleh karena itu, penelitian mengenai sistem *HydroPen* sebagai perbandingan efektif menjadi krusial untuk meminimalisir risiko operasional tersebut. Namun disamping itu, sistem *HydroPen* masih memiliki kekurangan dan merupakan sistem terbaru yang belum semua kapal peti kemas mengaplikasikannya sehingga tidak semua kru kapal mengetahui serta paham dengan cara kerja dan perawatan sistem *HydroPen*.

Kebutuhan akan solusi yang lebih efektif ini sejalan dengan tuntutan dari konvensi internasional *Safety Of Life At Sea (SOLAS)*. *International Maritime Organization (IMO)* secara aktif merevisi dan memperketat persyaratan *firefighting* untuk kapal peti kemas, hal ini mendorong adopsi teknologi yang dapat mengatasi risiko kebakaran kargo. Penelitian yang berfokus pada penanganan kebakaran menggunakan sistem *HydroPen* dengan perbandingan menggunakan sistem konvensional ini bertujuan memberikan data valid yang dapat digunakan oleh perusahaan pelayaran untuk memastikan kepatuhan terhadap standar keselamatan terbaru. Dari latar belakang diatas maka penulis mengambil skripsi yang berjudul:

**“PENGUNAAN SISTEM *HYDROPEN* DAN KAITANNYA DENGAN
PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI KEMAS DI MV. CMA CGM
XIAMEN: ANALISIS KOMPARASI SISTEM *HYDROPEN* DENGAN SISTEM
KONVENSIONAL”**

C. IDENTIFIKASI MASALAH :

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka masalah-masalah yang muncul dapat diidentifikasi :

1. Sistem pemadaman kebakaran konvensional seperti penyemprotan air dari luar tidak mampu menjangkau sumber api yang terisolasi di dalam peti kemas bertumpuk dan tertutup rapat dibanding dengan penggunaan sistem *HydroPen*.
2. Kurangnya pemahaman kru kapal terhadap cara kerja dan perawatan sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional.
3. Belum adanya standar regulasi maritim internasional yang mewajibkan penggunaan sistem *HydroPen* di atas kapal.
4. Proses pemadaman sistem konvensional mengharuskan kru berada dekat dengan peti kemas yang berbahaya dan membuka pintu peti kemas yang terbakar, menimbulkan risiko ledakan (*backdraft*) dan paparan suhu ekstrem.

D. BATASAN MASALAH :

Berdasarkan identifikasi masalah kapal yang diteliti di atas, penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Sistem pemadaman kebakaran konvensional seperti penyemprotan air dari luar tidak mampu menjangkau sumber api yang terisolasi di dalam peti kemas bertumpuk dan tertutup rapat dibanding dengan penggunaan sistem *Hydropen*.
2. Kurangnya pemahaman kru kapal terhadap cara kerja dan perawatan sistem *HydroPen* dibandingkan dengan sistem konvensional.

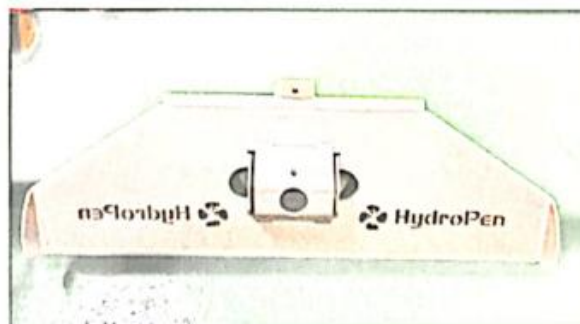
E. RUMUSAN MASALAH :

Berdasarkan penjabaran dari identifikasi masalah dan pembatasan masalah maka perumusan yang diambil yaitu :

1. Bagaimana sistem *HydroPen* berbeda dari sistem konvensional dalam menangani kebakaran pada peti kemas di kapal?
2. Bagaimana persepsi kru kapal terhadap penggunaan sistem *HydroPen* di MV. CMA CGM XIAMEN?

F. PENDEKATAN PENELITIAN

Dalam rangka penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan kualitatif untuk menggali lebih dalam persepsi dari kru MV. CMA CGM XIAMEN mengenai pengaruh penggunaan sistem *Hydropen* dibandingkan dengan sistem konvensional melalui dokumentasi, wawancara, dan observasi di kapal, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih jelas mengenai sistem komparasi sistem *Hydropen* dengan sistem konvensional serta faktor-faktor yang mendukung kesiapan menghadapi keadaan riil di atas kapal.





Menyetujui,

Jakarta, 3 Desember 2025

PEMBIMBING UTAMA

PEMBIMBING PENDAMPING

PENULIS

Dr. Li. PURNAMA N.F. LUMBAN BATU, S.Pd, M.Hum.
NIP . 19830228 200912 2 006

Capt. ABDUL ROCHMAN, MM
NIP . 19651031 199709 1 001

**AKBAR FADILLAH
ANTOMO**
NRP. 365221318

KETUA JURUSAN NAUTIKA

Dr. MEILINASARI N.H., S.SiT., M.MTr
NIP. 19810503 200212 2 001

Lampiran 8 Lembar Bimbingan Skripsi



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



PEMBIMBING I : Dr. Li PURNAMA N.F. LUMBAN BATU, S.Pd, M.Hum.

MATERI PEMBIMBING : Penggunaan Sistem HYDROGEN DAN KAITANNYA DENGAN
Penanganan Kebakaran pada Peti kemas Di MV. CMACGM XIAMEN :
Analisis komparasi empiris Sistem HYDROGEN dengan Sistem konvensional

NO.	TANGGAL	URAIAN MATERI	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	18/11/2025	Revisi Bab I	<i>[Signature]</i>
2	3/12/2025	Aksi Jurnal	<i>[Signature]</i>
3	2/2-2026	Revisi Bab I - III	<i>[Signature]</i>
4	25/02-2026	Revisi Bab I - III	<i>[Signature]</i>
5	10/03-2026	Petru-petru Bab I-III Dikirim data & diarsipkan Lampiran untuk Bab I-III	<i>[Signature]</i>
6	13/04-2026	Lampiran referensi untuk Bab I-III	<i>[Signature]</i>
7	2/4-2026	Bab I-III ke Gibran untuk Bab IV-V	<i>[Signature]</i>
8	3/4-2026	Bab I-III & Bab IV-V Lampiran & form	<i>[Signature]</i>
9	10/4-2026	Bab I-V. Gipsi Siglen	<i>[Signature]</i>
10			

Catatan :

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

FMJR.1.028-R.2



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



PEMBIMBING II : Capt ABDUL ROCHMAN, MM

MATERI PEMBIMBING : PENGGUNAAN SISTEM HYDROPEN DAN KAITANNYA DENGAN PENANGANAN
KEBAKARAN PADA PETI KEMAS DI MV. CMA CGH XIUMEN : ANALISIS
KOMPARASI EMPIRIS SISTEM HYDROPEN DENGAN SISTEM KONVENSIONAL

NO.	TANGGAL	URAIAN MATERI	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	17/11/25	Pengantar Singgih	
2	4/12/25	Ace Jember Singgih	
3	3/2/26	Pengantar Bab I II dan III	
4	11/03/26	Ace Bab III Pengantar Bab IV	
5	9/04/26	Ace Bab IV Pengantar Bab V	
6	10/04/26	Pengantar Bab V	
7	14/04/26	Ace Bab V	
8	15/04/26	Skrupin Gias Cekatan di Gias	
9			
10			

Catatan :

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

FM.JR.1.02B-R.2

Lampiran 9 Lembar Hasil Turnitin

 Page 1 of 80 - Cover Page

Submission ID: 01c0d111-13539542560



11

**PENGUNAAN SISTEM HYDROPEN DAN KAITANNYA DENGAN
PENANGANAN KEBAKARAN PADA PETI KEMAS DI MV. CMA C...**

 265-A1-Informasi 306

 255-B2-Informasi 2 (Moodle FP)

 FH Kärnten Gemeinnützige Gesellschaft mbH

Document Details

Submission ID
01c0d111-13539542560

53 Pages

Submission Date
Apr 16, 2026, 11:26 AM GMT+2

18,960 Words

Download Date
Apr 16, 2026, 11:30 AM GMT+2

71,637 Characters

File Name
AKBAR_FADILLAH_BAB_1_-_V_-_Akbar_Fadil@s.pdf

File Size
1.1 MB

 Page 1 of 80 - Cover Page

Submission ID: 01c0d111-13539542560

23% Overall Similarity

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

Top Sources

- 23%  Internet sources
- 7%  Publications
- 13%  Submitted works (Student Papers)



Top Sources

23%  Internet sources
 7%  Publications
 13%  Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	stkippgri-situbondo.ac.id	6%
2	Internet	jdi.h.maritim.go.id	1%
3	Student papers	Universitas Negeri Manado	1%
4	Student papers	Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta	1%
5	Internet	repository.stipjakarta.ac.id	1%
6	Internet	repository.pip-semarang.ac.id	1%
7	Internet	123dok.com	<1%
8	Internet	digilib.uin-suka.ac.id	<1%
9	Student papers	Universitas Pamulang	<1%
10	Internet	repository.upi.edu	<1%
11	Internet	pt.slideshare.net	<1%

12	Internet	doku.pub	<1%
13	Internet	www.muliasafety.com	<1%
14	Internet	e-campus.iainbukittinggi.ac.id	<1%
15	Internet	media.neliti.com	<1%
16	Internet	digilib.uinkhas.ac.id	<1%
17	Internet	e-theses.iaincurup.ac.id	<1%
18	Student papers	UIN Ar-Raniry	<1%
19	Internet	repository.its.ac.id	<1%
20	Internet	digilib.yarsi.ac.id	<1%
21	Internet	erules.veristar.com	<1%
22	Internet	docplayer.info	<1%
23	Internet	eprints.kwikkiangie.ac.id	<1%
24	Internet	repository.radenintan.ac.id	<1%
25	Internet	www.swgfex.org	<1%

26	Student papers	Universitas Mulawarman	<1%
27	Internet	etheses.uinmataram.ac.id	<1%
28	Internet	www.alatpemadam.biz	<1%
29	Internet	ejurnal.unima.ac.id	<1%
30	Internet	www.coursehero.com	<1%
31	Internet	etheses.uin-malang.ac.id	<1%
32	Internet	www.hostgeni.net	<1%
33	Student papers	Institut Agama Islam Al-Zaytun Indonesia	<1%
34	Internet	repo.staittd.ac.id	<1%
35	Internet	repository.dinamika.ac.id	<1%
36	Internet	repository.metrouniv.ac.id	<1%
37	Internet	ecampus.iainbatusangkar.ac.id	<1%
38	Internet	id.123dok.com	<1%
39	Internet	lib.unnes.ac.id	<1%

40	Internet	repository.unja.ac.id	<1%
41	Internet	repository.iainpurwokerto.ac.id	<1%
42	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
43	Publication	Wahyudi Widodo. "Manajemen Rekrutmen dan Pengembangan Sumber Daya Ma..."	<1%
44	Internet	ejournal.itats.ac.id	<1%
45	Internet	eprints.walisongo.ac.id	<1%
46	Internet	ppid.ppsu.co.id	<1%
47	Internet	repositori.uin-alauddin.ac.id	<1%
48	Internet	repository.iainpare.ac.id	<1%
49	Internet	repository.uhamka.ac.id	<1%
50	Internet	www.overseacruise.com	<1%
51	Internet	www.scribd.com	<1%
52	Internet	www.slideshare.net	<1%
53	Student papers	LL DIKTI IX Turnitin Consortium Part II	<1%

54	Student papers	Universitas Sebelas Maret	<1%
55	Internet	alatpemadam.online	<1%
56	Internet	dqlab.id	<1%
57	Internet	dspace.uii.ac.id	<1%
58	Internet	ejurnal.kampusakademik.co.id	<1%
59	Internet	eprints.ipdn.ac.id	<1%
60	Internet	eprints.ums.ac.id	<1%
61	Internet	etd.uinsyahada.ac.id	<1%
62	Internet	johannessimatupang.wordpress.com	<1%
63	Internet	jurnal.fkip.unila.ac.id	<1%
64	Internet	ppid.tegalkab.go.id	<1%
65	Internet	repository.poltektransdp-palembang.ac.id	<1%
66	Internet	repository.uksw.edu	<1%
67	Internet	text-id.123dok.com	<1%

68

Publication

satria nandar baharza. "Himpunan Perundang-undangan K3", Arabixiv, 2018

<1%