

**ANALISIS KESESUAIAN ANTARA DESIGN *ENGINEERING*
ANJUNGAN MIGAS LEPAS PANTAI WHP X-100 DI PT X
DENGAN EERA STANDAR CMPT,
TAHUN 2018**

SKRIPSI



AZHARI RIDWAN

NIM: 031621007

**PROGRAM STUDI KESELAMATAN KESEHATAN DAN KERJA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAAN BINAWAN**

JAKARTA

2018



**ANALISIS KESESUAIAN ANTARA DESIGN *ENGINEERING*
ANJUNGAN MIGAS LEPAS PANTAI WHP X-100 DI PT X
DENGAN EERA STANDAR CMPT,
TAHUN 2018**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan
Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

Oleh:

AZHARI RIDWAN

NIM: 031621007

**PROGRAM STUDI KESELAMATAN KESEHATAN DAN KERJA
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN BINAWAN
JAKARTA
2018**

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Azhari Ridwan

NIM : 031621007

Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya susun dengan judul :

**ANALISIS KESESUAIAN ANTARA DESAIN *ENGINEERING*
ANJUNGAN MIGAS LEPAS PANTAI WHP X-100 DI PT X
DENGAN EERA STANDAR CMPT, TAHUN 2018**

Adalah benar – benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari Skripsi orang lain. Apabila pada kemudian hari pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademis yang berlaku (cabut predikat kelulusan dan gelar sarjana)

Jakarta, 03 Agustus 2018

Pembuat Pernyataan

Materai 6000

(Azhari Ridwan)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Binawan, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Azhari Ridwan
NIM : 031621007
Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Binawan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS KESESUAIAN ANTARA DESAIN *ENGINEERING* ANJUNGAN MIGAS LEPAS PANTAI WHP X-100 DI PT X DENGAN EERA STANDAR CMPT, TAHUN 2018

Beserta perangkat yang ada (apabila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja STIKes Binawan berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya dan menampilkan/ mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Jakarta

Pada tanggal 03 Agustus 2018

Yang menyatakan:

(Azhari Ridwan)

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Azhari Ridwan
NIM : 031621007
Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Judul Skripsi : Analisis Kesesuaian Antara Desain *Engineering*
Anjungan Migas Lepas Pantai WHP X-100 Di PT X
Dengan EERA Standar CMPT, Tahun 2018

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja STIKes Binawan Jakarta pada tanggal 27 Juli 2018 dan telah diperbaiki sesuai masukan Dewan Penguji.

Jakarta, 03 Agustus 2018



Penguji I

(dr. Syukri Sahab. MM)

Penguji II

(dr. Agung C T. M. Si)

Pembimbing

(Drs. Sahuri, SST.K3, M.A)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI		
Nama Lengkap	:	Azhari Ridwan
Panggilan	:	Awan
Tempat, Tanggal Lahir	:	Jakarta, 19 Oktober 1980
Jenis Kelamin	:	Laki-Laki
Golongan Darah	:	A
Agama	:	Islam
Warga Negara	:	Indonesia
Alamat	:	Jl. Tengiri II No. 26 RT. 005 RW. 008 Karawaci Baru Karawaci, Tangerang, Banten
Nomor HP	:	081384869007
E-mail	:	Awan.safety@gmail.com
Life Motto	:	Utamakan Shalat dan Keselamatan
Hobby	:	Memanah, Berenang dan Travelling
PENDIDIKAN		
1998-2001	:	Universitas Indonesia
Jurusan	:	Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Lokasi	:	Depok – Jawa Barat
1995-1998	:	SMU Negeri 4 Tangerang
Lokasi	:	Tangerang , Jawa Barat
1992-1995	:	SMPN 4 Tangerang
Lokasi	:	Tangerang , Jawa Barat
1986-1992	:	SDN Karawaci Baru 2
Lokasi	:	Tangerang , Jawa Barat
PENGALAMAN BIDANG ENGINEERING		
Tahun 2012 - 2018		
Perusahaan	:	PT Singgar Mulia
Lokasi	:	Jakarta Selatan, DKI Jakarta
Jabatan	:	<i>Lead HSSE Engineer</i>
Nama Proyek	:	Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java (PHE ONWJ)
		- FEED FSB <i>Field Development</i>
		- FEED YYA <i>Field Development</i>
		- FEED FOXTROT <i>Compressor Retrofit</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - FEED Brafo F&G <i>System Upgrade</i> - <i>Engineering Specification Development</i> - SPA & KLD <i>Wellhead Platform Development</i> - OO-OC-OX <i>Field Development</i> - <i>New MB2 Field Camp and Control Room Design</i>
:	Pertamina EP
	<ul style="list-style-type: none"> - FEED Pakugajah <i>Development Project</i> - FEED Tegal Pacing <i>Development Project</i>
:	Pertamina EP Cepu
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Gas Development Project For The Unitization of The Jambaran-Tiung Biru Field</i>
:	Petrochina International Jabung Ltd
	<ul style="list-style-type: none"> - FEED Geragai <i>Modification for BCD-5</i> - <i>Non Associated Gas From SABAR and NEB-UTAF Field (BCD-6)</i>
:	PERTAGAS
	<ul style="list-style-type: none"> - FEED Pipa Gas Grissik - PUSRI
:	Chevron Pacific Indonesia
	<ul style="list-style-type: none"> - FEED NDD 14 -
:	Pertamina West Madura Offshore (PHE WMO)
	<ul style="list-style-type: none"> - PHE WMO: EPCI-1 PHE-24, PHE-12, and CPP2 <i>Platforms and Pipeline</i>
:	Husky – CNOOC Madura Ltd
	<ul style="list-style-type: none"> - EPCI For MDA and MBH <i>Fields Development</i>
:	Santos (Sampang) Pty. Ltd
	<ul style="list-style-type: none"> - Grati <i>Onshore Compressor Project</i> - Meliwis WHP and <i>Pipeline Engineering Study</i> - MPP <i>Modification Engineering Study</i> - MPP <i>Compressor Restaging Detail Condensate Utilization and Fuel Treatment</i>

<i>External Project Support</i>	
Jabatan	Project Coordinator
Nama Proyek	: PGN Solution
	- <i>Technical Assistance Services for Flow Meter Performance Test Facility - PGN</i>
	- Jangkrik Complex Project – Provision of Lean Gas Pipeline Phase -1 – ENI Indonesia
	Gexcon Indonesia
	- <i>Fire and Explosion Risk Assessment for LNG Storage and Distribution Station, Chaozhou, China</i>
	Timas Suplindo
	- Terang, Sirasun, Batur (TSB) Phase 2 Development – Kangean Energy Indonesia Ltd.
	Rekayasa Engineering
	- FEED Fasilitas Produksi Lapangan Bambu Besar, PT Pertamina EP BBS & ABG Development Project
	Bureau Veritas Indonesia (BVI)
	- Block A Gas Development - MEDCO
	Ganeshatama Consulting
	- FEED <i>Existing Acid Flare Relocation</i> – Pertamina RU V
	TUV Rheinland
	- <i>Fire and Explosion Risk Assessment for 24 Manufacturing</i> – Unilever Indonesia

Dibuat di Jakarta

Pada tanggal 03 Agustus 2018

Yang menyatakan:

(**Azhari Ridwan**)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT senantiasa penulis panjatkan atas segala rahmat dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, STIKES Binawan.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di STIKES Binawan. Selama menyusun skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik bantuan moril maupun materil. Oleh karena itu penulis ingin berterima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua yang tak pernah lelah memberikan dukungan dan semangat.
2. Bidadari surgaku (Istri dan anak-anakku) tercinta yang selalu menemani dan memotivasi disetiap langkah untuk selalu berusaha berjalan hanya atas ridho Allah SWT.
3. Dr. M. Toris Z. MPH, SpKL, selaku Kepala Program Studi K3 STIKES Binawan.
4. Drs. Sahuri, SST.K3., MA., selaku pembimbing skripsi.
5. dr. Agung C T. M. Si, selaku penguji skripsi.
6. Seluruh Dosen, Staff dan Karyawan STIKES Binawan yang telah memberikan ilmu, wawasan dan pengalaman kepada penulis selama ini.
7. Lir Barliana, M.T, teman dan panutan yang mendukung dan memberikan solusi-solusi disetiap permasalahan keilmuan *safety engineering*.
8. Seluruh saudara-saudara K3 STIKES Binawan angkatan 2016 Program B yang selalu kompak, dan berbagi pengalamannya.
9. Achmad Taufik, Giesella Iska Wardani, Agung Ahmad Riadi, Faiga Narindra dan Yopi Januarpan yang pantang menyerah selalu memberikan motivasi, harapan dan bantuan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi menyajikan data maupun penulisannya. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penulisan selanjutnya yang lebih baik.

Semoga Allah SWT memberikan balasan pahala atas segala amal yang telah diberikan dan semoga skripsi ini berguna baik bagi diri sendiri dan pihak lain yang membacanya.

Jakarta, 03 Agustus 2018

Azhari Ridwan



ANALISIS KESESUAIAN ANTARA DESAIN ENGINEERING ANJUNGAN MIGAS LEPAS PANTAI WHP X-100 DI PT X DENGAN EERA STANDAR CMPT, TAHUN 2018

Nama : Azhari Ridwan
NIM : 031621007
Jurusan : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Dosen Pembimbing : Drs. Sahuri, SST.K3, M.A

Abstrak

Escape, Evacuation, and Rescue Analysis (EERA) adalah suatu analisis yang bertujuan untuk melindungi dan menyelamatkan pekerja pada saat terjadinya peristiwa kecelakaan besar, khususnya di anjungan minyak dan gas lepas pantai. EERA WHP X-100 ini dilakukan pada tahapan *Front End Engineering Design* (FEED) dengan latar belakang masalahnya adalah skenario peristiwa kebakaran besar dari hasil studi FERA. Hasil studi FERA menyatakan bahwa kejadian kebakaran besar terjadi di *main deck* dan *intermediate deck* yang berdampak pada terganggunya *escape route* menuju *muster point*. Hal ini mengakibatkan tidak tersedianya akses bagi pekerja untuk keluar dari kepungan api.

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi kesesuaian desain *engineering* anjungan migas lepas pantai WHP X-100 di PT X dengan EERA standar CMPT, kemudian kelayakan EERA desain *engineering* WHP X-100 dianalisis dengan peristiwa kebakaran besar dari hasil studi FERA dan selanjutnya kesesuaian waktu EERA desain *engineering* WHP X-100 dibandingkan dengan standar CMPT.

Hasil dari penelitian ini diketahui tingkat kesesuaian desain *engineering* WHP X-100 dengan EERA standar CMPT adalah sebesar 90%., pencapaian kelayakan EERA desain *engineering* WHP X-100 dengan peristiwa kebakaran besar dari hasil studi FERA masih belum layak untuk disetujui karena beberapa elemen EERA yang masih tidak tercapai, sedangkan untuk skala waktu EERA desain *engineering* WHP X-100 tercapai 14 menit, lebih cepat dari rekomendasi standar CMPT, yaitu 30 menit.

Kata Kunci: Desain *engineering*, EERA, *offshore escape*, *offshore evacuation*, and *offshore rescue*.

THE ANALYSIS OF CONFORMITY BETWEEN WHP X-100'S OFFSHORE OIL AND GAS ENGINEERING DESIGN AT PT X WITH THE EERA STANDARD OF CMPT, YEAR OF 2018

Name : Azhari Ridwan
NIM : 031621007
Majoring : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Supervisor : Drs. Sahuri, SST.K3, M.A

Abstract

Escape, Evacuation, and Rescue Analysis (EERA) is an analysis aimed to protecting and rescuing workers in event of major accidents, especially on offshore oil and gas platforms. This EERA WHP X-100 performed on the Front End Engineering Design (FEED) stage with the fire event scenario from the FERA study as a background issue. The FERA study resulted that fire scenario occurs on main deck and intermediate deck which impairs the escape routes to the muster point. In this fire event scenarios, worker are potentially trapped by fire on each deck.

This study is to identify the conformity level of WHP X-100 offshore oil and gas platform design with EERA of the CMPT standard. Afterwards, the feasibility achievement of EERA WHP X-100 engineering design analized against major fire events from the FERA study result. Furthermore, this study conducted the conformity of EERA timescale compared with CMPT standard.

This study resulted that the conformity level of WHP X-100 engineering design with EERA from CMPT standard is 90%. Meanwhile, EERA feasibility achievement of WHP X-100 engineering design based on major fire events of FERA study result is still not feasible for approval due to some EERA elements are still not achieved. Whereas the EERA timescale of WHP X-100 engineering design is 14 minutes, more swift than CMPT standard recommendation, which is 30 minutes.

Keyword: Engineering design, EERA, offshore escape, offshore evacuation, and offshore rescue.

DAFTAR ISI

Halaman Sampul Depan	i
Halaman Judul	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	iii
Halaman Persetujuan Publikasi	iv
Halaman Pengesahan	v
Halaman Riwayat Hidup	vi
Kata Pengantar	ix
Abstrak Bahasa Indonesia	xi
Abstrak Bahasa Inggris.....	xii
Daftar isi..	xiii
Daftar Tabel	xvi
Daftar gambar.....	xvii
Daftar Singkatan	xviii
Daftar Lampiran	xx
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	6
1.4.2 Manfaat Praktis.....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Desain <i>Engineering</i>	8
2.2 <i>Centre for Marine and Petroleum Technology</i> (CMPT)	13
2.2.1 <i>Fire and Explosion Risk Analysis</i> (FERA).....	15
2.2.2 <i>Escape, Evacuation, and Rescue Analysis</i> (EERA)	16
2.3 Kerangka Teori	18
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Kerangka Konsep.....	20
3.2 Jenis dan Rencana Penelitian.....	21
3.3 Objek Penelitian	21
3.4 Sumber Data Penelitian	21
3.5 Instrumen Penelitian	22
3.6 Pengumpulan Data	22
3.7 Pengolahan Data	23
3.8 Analisa Data.....	24
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil Kesesuaian Desain <i>Engineering</i> WHP X- 100 dengan EERA standar CMPT	25
4.2 Hasil Kelayakan EERA Desain <i>Engineering</i> dengan peristiwa kebakaran besar dari hasil studi FERA.....	30
4.3 Hasil Kesesuaian Waktu EERA Antara Desain <i>Engineering</i> WHP X-100 Dengan CMPT	35

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	40
Daftar Pustaka	41
Lampiran.....	44



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Kesesuaian Desain <i>engineering</i> WHP X-100 dengan EERA standar CMPT	25
Tabel 4.2 Ringkasan Persentase Kesesuaian Desain <i>engineering</i> WHP X-100	42
Tabel 4.3 Hasil Analisis Kelayakan EERA WHP X-100 Berdasarkan Studi FERA	31
Tabel 4.4 Hasil Analisis Kesesuaian Waktu EERA Desain <i>Engineering</i> WHP X-100	36
Tabel 4.5 Ringkasan Kesesuaian Waktu EERA Desain <i>engineering</i> WHP X-100 dengan CMPT	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan <i>Engineering</i>	9
Gambar 2.2 Kerangka Teori	19
Gambar 3.1 Kerangka Konsep.....	20
Gambar 4.1 WHP X-100 <i>Platform</i>	26
Gambar 4.2 <i>Schematic Diagram Alarm System</i>	32
Gambar 4.3 Zona dampak termal <i>Jet Fire</i> dari <i>Production Line</i> di <i>main deck</i>	33
Gambar 4.4 Zona dampak termal <i>Pool Fire</i> dari <i>Diesel Daily Tank</i> di <i>intermediate deck</i>	34



DAFTAR SINGKATAN

ABET	: <i>Accreditation Board for Engineering and Technology</i>
ALARP	: <i>As Low As Reasonably and Practicable</i>
ASME	: <i>American Society Of Mechanical Engineers</i>
BPPT	: <i>Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi</i>
BTBRD	: <i>Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain</i>
CAD	: <i>Computer Aided Design</i>
CMPT	: <i>Center for Marine and Petroleum Technology</i>
CPP	: <i>Central Processing Platform</i>
DED	: <i>Detailed Engineering Design</i>
DNV	: <i>Det Norske Veritas</i>
EERA	: <i>Escape, Evacuation, and Rescue Analysis</i>
EPC	: <i>Engineering, Procurement, Construction</i>
EPIRB	: <i>Emergency Position Indicating Radio Beacon</i>
ESD	: <i>Emergency Shutdown</i>
ESSA	: <i>Emergency System Survivability Analysis</i>
FEED	: <i>Front End Engineering Design</i>
FERA	: <i>Fire and Explosion Risk Analysis</i>
FMECA	: <i>Failur Modes, Effects And Critically Analysis</i>
HAZID	: <i>Hazard Identification Study</i>
HAZOP	: <i>Hazard And Operability Study</i>
LSA	: <i>Life Saving Appliances</i>
Ltd	: <i>Limited</i>
MAC	: <i>Manual Call Point</i>

MAE	: <i>Major Accident Event</i>
Migas	: Minyak dan gas
MSC	: <i>Marine Safety Center</i>
MTD	: <i>Marine Technology Directorate</i>
NUI	: <i>Normally Unmanned Installation</i>
ORF	: <i>Onshore Receiving Facility</i>
P&ID	: <i>Piping And Instrumentation Diagram</i>
PAGA	: <i>Public Address And General Alarm</i>
PFD	: <i>Process Flow Diagram</i>
PP	: Peraturan Pemerintah
QRA	: <i>Quantitative Risk Assessment</i>
SART	: <i>Search And Rescue Transponder</i>
SDV	: <i>Shutdown Valve</i>
SOLAS	: <i>Survival Of Life At Sea</i>
STIKes	: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan
UHF	: <i>Ultra High Frequency</i>
UK	: <i>United Kingdom</i>
USA	: <i>United States of America</i>
VHF	: <i>Very High Frequency</i>
WHCP	: <i>Wellhead Control Panel</i>
WHP	: <i>Wellhead Platform</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Checklist</i> Observasi Kesesuaian Desain engineering WHP X-100 dengan EERA standar CMPT.....	6
Lampiran 2	Kalkulasi Detail Waktu Menuju <i>Muster Point</i> dan <i>Liferaft Station</i>	11



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia industri perminyakan (MIGAS) adalah industri yang berbisnis untuk mengangkat cadangan minyak dan gas (hidrokarbon) yang ada di bawah bumi menuju ke permukaan. Kegiatan industri migas digolongkan dalam dua kegiatan inti (*core business*) yaitu kegiatan usaha hulu dan kegiatan usaha hilir atau sering juga disebut sebagai bisnis hulu dan bisnis hilir. Kegiatan usaha hulu terbagi menjadi dua, antara lain adalah kegiatan eksplorasi yang bertujuan memperoleh informasi mengenai kondisi geologi untuk menemukan dan memperoleh perkiraan cadangan migas di wilayah kerja yang ditentukan, sedangkan kegiatan eksploitasi merupakan rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan minyak dan gas bumi dari wilayah kerja yang ditentukan, yang terdiri atas pengeboran dan penyelesaian sumur, pembangunan sarana pengangkutan, penyimpanan dan pengolahan untuk pemisahan dan pemurnian minyak dan gas bumi di lapangan serta kegiatan lain yang mendukungnya, seperti pengembangan teknologi, pemboran pengembangan, dan pemeliharaan. Kegiatan usaha hilir adalah kegiatan yang berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha Pengolahan (*Refinery*), Pengangkutan, Penyimpanan dan/atau Niaga⁽¹⁾.

Kegiatan explorasi dan exploitasi migas memiliki tingkat resiko yang tinggi terhadap pekerja yang bekerja di fasilitas tersebut, terlebih khususnya pada pekerjaan explorasi dan exploitasi migas di anjungan lepas pantai. Ancaman terjadinya kebocoran gas dan minyak dapat

memicu terjadinya kejadian berbahaya, seperti kebakaran dan bahkan ledakan. Dalam kurun waktu 30 tahun terakhir, semenjak terjadinya tragedi “*Piper Alpha – North Sea, Aberdeen, Scotlandia – 6 Juli 1988*” merupakan sejarah kejadian kebakaran dan ledakan besar di dunia industri minyak dan gas lepas pantai yang mengakibatkan 167 korban jiwa⁽²⁾, para Peneliti keselamatan serta Insinyur dari berbagai negara melakukan penelitian dan melakukan pengembangan teknologi dalam upaya pencegahan kejadian kebakaran dan ledakan yang dikhususkan untuk keselamatan anjungan lepas pantai. Selain itu, peraturan, standar, pedoman dan panduan keselamatan anjungan lepas pantai juga ditetapkan dan juga diperbaharui oleh Pemerintah negara-negara, para praktisi keselamatan dan para perusahaan produsen migas guna meminimalisasi risiko terjadinya kejadian serupa.

Pada Tahun 1999, John R Spouge dari *Det Norske Veritas (DNV) Technica* melalui Center for Marine and Petroleum Technology (CMPT) yang didukung oleh beberapa perusahaan dari berbagai negara, antara lain: Amoco (UK) Exploration Company, Chevron UK Ltd, Exxon Production Research Company, The Health and Safety Executive, Minerals Management Service (USA), Mobil Technology Company, National Energy Board (Canada), dan Norwegian Petroleum Directorate, menyusun suatu panduan untuk penilaian risiko secara kuantitatif khusus instalasi lepas pantai dari kejadian kecelakaan besar, yaitu “*Quantitative Risk Assessment for Offshore Installation*”. Peraturan-peraturan migas dari beberapa negara produsen migas menjadi referensi didalam panduan ini, salah satunya adalah peraturan migas Indonesia, yaitu PP No. 17 Tahun 1974; mengenai Pengawasan Pelaksanaan Eksplorasi Dan Eksploitasi Minyak Dan Gas Bumi Di Daerah Lepas Pantai⁽³⁾.

“*Quantitative Risk Assessment for Offshore Installation; CMPT-1999*” digunakan para Insinyur keselamatan dibidang migas sebagai panduan untuk mengkaji dan menilai secara kuantitatif risiko-risiko keselamatan anjungan dari bahaya-bahaya besar, seperti: risiko kebakaran dan ledakan hidrokarbon (*process fire and explosion*), risiko dan dampak dikarenakan tabrakan kapal/vessel (*ship collision/ship impact*), serta risiko kejatuhan objek dari kegiatan pengangkatan (*dropped object*), atau biasa disebut sebagai kejadian kecelakaan besar / *Major Accident Event (MAE)*⁽³⁾.

PT X adalah salah satu perusahaan yang bergerak di sektor minyak dan gas bumi yang beroperasi pada kegiatan usaha hulu. Dalam rangka mengembangkan produksinya dan penambah pasokan produksi minyak dan gas bumi Nasional, PT X merencanakan eksploitasi dengan membangun anjungan lepas pantai WHP X-100 pada sumur minyak di koordinat yang telah ditentukan. Studi konseptual WHP X-100 dilakukan pada Tahun 2017 oleh PT X yang menyimpulkan bahwa opsi pengembangan optimal adalah opsi *wellhead platform (WHP)* dengan fasilitas minimum yang terhubung dengan CPP X-100 melalui pipa bawah laut berdiameter 10" sepanjang 11 km yang kemudian disalurkan ke ORF (*Onshore Receiving Facility*)⁽⁴⁾.

WHP X-100 adalah anjungan migas lepas pantai yang tidak memiliki akomodasi atau disebut *Normally Unmanned Installation (NUI)*. WHP X-100 dikunjungi setiap hari untuk kegiatan pemeriksaan perawatan (*maintenance*), dengan total pengunjung yang diperbolehkan (*manning level*) adalah tiga orang. WHP X-100 didesain memiliki tiga kaki penahan (*tripod platform*) dan memiliki tiga geladak (*deck*), yaitu *Main deck*, *Intermediate Deck*, dan *Mezzanine Deck*. Namun, WHP X-100 dilengkapi juga dengan dua geladak tambahan,

yaitu *Service Platform* (terletak di atas *Main Deck*) dan *Boat Landing Platform* (terletak di bawah *Mezzanine Deck*)⁽⁵⁾⁽⁶⁾.

Perencanaan pembangunan WHP X-100 dilakukan melalui beberapa tahapan studi *engineering*, antara lain *Conceptual Design*, *Basic Engineering Design* atau istilah lainnya yang dikenal sebagai *Front End Engineering Design* (FEED), kemudian desain *engineering* secara terperinci atau *Detailed Engineering Design* (DED) sebagai tahapan *engineering* akhir. Pada setiap tahapan perencanaan pembangunan, aspek keselamatan dari desain *engineering* WHP X-100 menjadi satu pilihan yang mutlak sebagai upaya kelangsungan operasional bisnis Perusahaan dan menjaga reputasi Perusahaan dikancah Nasional maupun Internasional serta upaya perlindungan kepada pekerja, aset dan lingkungan.

Berbagai studi analisis dan penilaian risiko (*risk assessment*) secara kuantitatif, kualitatif dan semi-kuantitatif dilakukan di tahapan perencanaan pembangunan / *Engineering Phase* agar WHP X-100 dapat beroperasi pada tingkat risiko keselamatan yang serendah mungkin dan praktis tanpa memerlukan investasi yang berlebih; As *Low As Reasonably and Practicable* (ALARP). Studi keselamatan utama menitikberatkan pada risiko kejadian kecelakaan besar / *Major Accident Event* (MAE) yang salah satunya adalah analisis risiko kebakaran dan ledakan / *Fire and Explosion Risk Analysis* (FERA). Berdasarkan simulasi kebakaran dan ledakan studi FERA secara konsekuensi pada tahapan *Front End Engineering Design* (FEED) dihasilkan bahwa titik sumber kejadian kebakaran yang memiliki risiko tinggi di *Main Deck* WHP X-100 adalah berasal dari kebocoran sebesar 5 mm di *Production Line* dengan karakteristik api jet (*Jet Fire*) sepanjang 7,15 meter. Radius radiasi panas yang dihasilkan sebesar <4,7 kW/m² adalah 8,45 meter, sedangkan radius radiasi panas yang

dihasilkan sebesar 4,7 kW/m² – 12,5 kW/m² adalah 5,35 meter. Kejadian ini mengakibatkan terganggunya akses rute pelarian (*escape route*) di *Main Deck* menuju tempat berkumpul (*Muster Point*). Hasil simulasi studi FERA di *Intermediate Deck*. Risiko kebakaran bersumber dari kebocoran dan terbakarnya *Diesel Daily Tank* yang menimbulkan terjadinya kolam api (*Pool Fire*). Kolam api (*Pool Fire*) yang terbentuk kemungkinan berdiameter 1,35 meter dengan panjang api 3,78 meter. Radius radiasi panas yang dihasilkan sebesar <4,7 kW/m² adalah 7,36 meter, sedangkan radius radiasi panas yang dihasilkan sebesar 4,7 kW/m² – 12,5 kW/m² adalah 5,18 meter dan radius radiasi panas yang dihasilkan sebesar 12,5 kW/m² – 35 kW/m² adalah 4,16 meter. Kejadian ini mengakibatkan ikut terbakarnya area *Mezzanine Deck* dikarenakan cairan berapi yang menyebar dan jatuh ke *deck* dibawahnya. Eskalasi dari kejadian ini menutup akses rute pelarian (*escape route*) menuju tempat berkumpul (*Muster Point*) yang letaknya *boat landing*⁽⁷⁾.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperlukannya studi analisis mengenai penyelamatan diri, evakuasi dan pertolongan pekerja / *Escape, Evacuation, and Rescue Analysis* (EERA) sebagai upaya untuk mencegah adanya korban jiwa pada saat terjadinya peristiwa kebakaran besar dan ledakan di WHP X-100.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka rumusan permasalahan yang akan diteliti antara lain adalah:

1. Adakah kesesuaian antara desain *engineering* WHP X-100 di PT X dengan EERA standar CMPT?.
2. Bagaimana kelayakan EERA di desain *engineering* WHP X-100 dengan peristiwa kebakaran besar dari hasil studi FERA ?.

3. Adakah kesesuaian waktu EERA antara desain engineering WHP X-100 dengan CMPT?.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Diketahui adanya kesesuaian antara desain *engineering* WHP X-100 di PT X dengan EERA standar CMPT.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Diketahui adanya kelayakan EERA di desain *engineering* WHP X-100 dengan peristiwa kebakaran besar dari hasil studi FERA.
2. Diketahui adanya kesesuaian waktu EERA antara desain *engineering* WHP X-100 dengan CMPT.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis sebagai sumbangan pemikiran dalam khasanah keilmuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, khususnya dibidang desain *Engineering* mengenai EERA pada anjungan lepas pantai.

1.4.2 Manfaat Praktis

Bagi Perusahaan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan sebagai referensi dalam penyusunan rencana keadaan darurat di anjungan lepas pantai WHP X-100.

Bagi STIKES Binawan

Dengan penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, khususnya

melakukan EERA di anjungan migas lepas pantai dalam lingkup desain *Engineering*.

Bagi Peneliti

Penelitian ini merupakan sarana bagi Peneliti untuk dapat melatih pola berfikir secara sistematis dalam menghadapi permasalahan Keselamatan dan Kesehatan Kerja seiring dengan perkembangan bahaya di lingkungan kerja dan ilmu pengetahuan. Selain itu merupakan sarana untuk menerapkan keilmuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang telah didapatkan dalam proses perkuliahan serta sebagai salah satu prasyarat untuk mendapatkan gelar Sarjana.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Desain *Engineering* anjungan minyak dan gas lepas pantai WHP X-100. Metode penelitian dilakukan adalah dengan cara deskriptif komparatif antara desain *engineering* WHP X-100 dengan EERA standar CMPT. Sasaran pencapaian dari penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya kesesuaian dan kelayakan antara design engineering anjungan migas lepas pantai WHP X-100 di PT X dengan EERA standar CMPT, Tahun 2018.

Penelitian ini tidak membahas secara detail mengenai studi FERA melainkan hanya sebagai data sekunder yang mendeskripsikan hasil skenario kebakaran besar di WHP X-100 sebagai keperluan studi EERA.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desain *Engineering*

Menurut *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET), 2018: Desain *Engineering* adalah proses merancang sistem, komponen, atau proses untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan⁽⁵⁾. Desain *engineering* adalah proses pengembangan komponen, sistem, proses, atau instalasi dengan serangkaian langkah-langkah metodis yang digunakan Insinyur dalam menciptakan produk dan proses fungsional dan mengikuti untuk menghasilkan solusi bagi masalah untuk memenuhi spesifikasi proyek, ketentuan, standar dan peraturan. Desain *engineering* diterapkan untuk mengkonversi sumber daya secara optimal untuk memenuhi persyaratan proyek serta berbagai kendala realistis, seperti faktor ekonomi, keselamatan, lingkungan, keandalan, dan dampak sosial⁽⁸⁾.

Kegiatan *engineering* memiliki beberapa tahapan yang membedakan lingkup pekerjaannya. Tahapan *engineering* diperlukan untuk memperoleh perkiraan biaya proyek dengan berbagai akurasi. Tahapan *engineering* yang dilakukan antara lain sebagai berikut: (ilustrasi tahapan seperti pada Gambar 2.1)⁽⁹⁾

1) *Conceptual Design*

Conceptual Design adalah dokumen desain awal untuk studi kelayakan termasuk kapasitas operasi (*feeds and products*), penyaringan proses teknologi, pemilihan lokasi, proses secara garis besar dan dokumentasi dasar (PFD dan *layout* keseluruhan). Hasil desain konseptual adalah dasar FEED atau teknik dasar.

Description	Feasibility					EPC		O & M
	Conceptual Design	Pre-FEED	FEED			Detailed Engineering	Procurement Construction	
			Light	Normal	Extended			
Major Deliverable	· Process Description · Block Flow Diagram · Cost Estimation							Debottle -necking Revamping
	· BEDD · PFD · H&MB · Equipment List · Plot Plan							
	· P&ID · MSD · Process D/S · Utility Balance · Licensor Selection							
	· HAZOP/SIL · EPC ITB							
	· 3D Model · LLI PO · BOM							
	· Mechanical D/S · Valves Sizing · HAZOP/SIL (mini) · AFC Drawing							
	· Vendor Print · As Built Drawing							

Gambar 2.1 Tahapan *Engineering*
(Sumber: BTBRD – BPPT, 2017)

2) *Front End Engineering Design (FEED)*

Front End Engineering Design (FEED) adalah tahapan untuk mengevaluasi Total Biaya Investasi atau perkiraan dan pengembangan perencanaan pelaksanaan proyek secara keseluruhan, dan persiapan dokumentasi tender untuk pemilihan kontraktor EPC (*Engineering, Procurement, Construction*), serta untuk membuat keputusan investasi akhir. Tahapan FEED merupakan *basic engineering* yang dikembangkan berdasarkan pada hasil *Conceptual Design* yang kemudian digunakan sebagai dasar *engineering* pada tahapan *Detailed Engineering Design (DED)*. *Output* utama tahapan FEED adalah studi proses termasuk pemilihan teknologi proses, proses dan konfigurasi utilitas, serta optimasi untuk meminimalkan biaya, mendukung dokumentasi untuk perizinan dan pendanaan, perencanaan pelaksanaan EPC termasuk perkiraan biaya EPC, Jadwal EPC, dokumen *tender* EPC, dan sebagai dasar *engineering* pada *Detailed Engineering Design (DED)*.

3) *Detailed Engineering Design (DED)*

Detailed Engineering Design (DED) adalah tahapan untuk mengembangkan semua dokumen dan gambar konstruksi yang diperlukan hingga ke tahap persetujuan untuk konstruksi / *Approved For Construction (AFC)* dan rincian pengadaan material yang diperlukan secara detail berdasarkan *Front End Engineering Design (FEED)*. *Detailed Engineering Design (DED)* menghasilkan semua gambar konstruksi dengan melakukan verifikasi desain FEED dengan informasi *vendor*.

4) *Field Engineering*

Field Engineering adalah tahapan untuk menginterpretasikan desain teknik DED ke pelaksanaan konstruksi di lapangan. *Field Engineering* berguna sebagai pemeriksaan kesesuaian hasil pekerjaan konstruksi serta pengembangan dokumentasi serah terima.

Terdapat banyak cabang dan bidang dalam disiplin *engineering*. Namun demikian, disiplin keilmuan yang diperlukan dalam bidang industri energi dan kimia adalah proses/ kimia, *process safety*, *civil/structure*, *electrical*, *instrumentation*, *mechanical*, *piping* dan *pipeline*. Selain disiplin-disiplin keilmuan tersebut, diperlukan juga disiplin pendukung berupa informatika/ *administrator* serta *project management*. Nilai sesungguhnya yang dapat ditemukan dalam *engineering* adalah kemampuan untuk mengkombinasikan semua pekerjaan untuk membuat sesuatu yang lebih besar. Dengan *engineering*, desain konseptual dapat diwujudkan. Penjelasan singkat mengenai disiplin-disiplin keilmuan teknik (*engineering*) seperti pada uraian berikut: ⁽¹⁰⁾

1) *Process Engineering*

Process engineering adalah cabang dari disiplin ilmu teknik yang berfokus pada pemilihan teknologi proses, konfigurasi, integrasi dan optimalisasi proses dan fasilitas utilitas, serta pemilihan jenis peralatan dengan mempertimbangkan kinerja produksi dan ekonomi dengan dukungan disiplin lainnya. *Process engineering* bertanggung jawab untuk pengembangan desain proses dan dokumen *engineering* termasuk PFD, P&ID, *Datasheet Process*, dan dokumen *process engineering* lainnya. *Process engineering* melibatkan kolaborasi teknik dan sains, normalnya dilakukan oleh para Insinyur dari teknik kimia.

2) *Process Safety Engineering*

Process safety engineering adalah cabang dari disiplin ilmu teknik kimia. *Process safety engineering* berfokus pada pencegahan kebakaran, ledakan dan pelepasan bahan kimia yang secara tidak diharapkan terjadi dalam fasilitas proses kimia atau fasilitas lain yang berhubungan dengan bahan berbahaya seperti kilang dan Instalasi produksi minyak dan gas (darat dan lepas pantai).

3) *Civil / Structure Engineering*

Civil engineering adalah disiplin teknik yang berfokus pada desain, rekayasa, konstruksi dan pemeliharaan bangunan, jalan, jembatan, infrastruktur terkait, dan pekerjaan bawah tanah ⁽¹¹⁾. *Structure engineering* adalah bagian dari *Civil engineering* yang berfokus pada desain dan rekayasa semua jenis perlengkapan struktur, atau anjungan pada sektor migas.

4) *Electrical Engineering*

Electrical engineering adalah disiplin teknik yang berfokus pada sistem tenaga listrik termasuk pembangkit listrik dan sistem distribusi serta kontrol sistem tenaga listrik. *Electrical engineering* bertanggung jawab atas pembangkitan, pendistribusian, dan pengendalian sistem untuk mengembangkan *Single Line Diagram*, daftar beban listrik (*Load List*), lembar data peralatan listrik (*electrical datasheet*), dan gambar jaringan distribusi dan dokumen untuk peralatan dan sistem listrik di Instalasi. Pada perkembangannya, *Electrical engineering* diperluas ke ilmu teknik sistem telekomunikasi.

5) *Instrumentation Engineering*

Instrumentation engineering adalah cabang khusus teknik listrik dan elektronik dan berhubungan dengan pengukuran, kontrol dan otomatisasi proses. Dalam istilah ilmiah, instrumentasi didefinisikan sebagai ilmu pengukuran dan kontrol variabel proses dalam suatu produksi atau area manufaktur.

6) *Mechanical Engineering*

Mechanical engineering adalah disiplin teknik yang menerapkan prinsip teknologi sains dan praktik teknik industri untuk design dan teknik *mechanical* yang berfokus pada mesin, struktur, perangkat, sistem mekanis, dan sistem konversi energi. *Mechanical engineering* bertanggung jawab untuk pengembangan *mechanical datasheet* dan *bid evaluation*, serta melibatkan produksi, konstruksi, operasi dan pemeliharaan mesin-mesin.

7) *Piping Engineering*

Piping engineering adalah cabang dari disiplin ilmu teknik *Mechanical*. *Piping engineering* adalah disiplin teknik yang berfokus pada mekanika fluida, seperti: menganalisis perilaku cairan dan gas dalam desain dan pengembangan mekanika fluida dan sistem perpipaan. *Piping engineering* bertanggung jawab untuk desain dan rekayasa untuk sistem perpipaan.

8) *Pipeline Engineering*

Pipeline engineering adalah cabang dari disiplin ilmu teknik *Mechanical*. *Pipeline engineering* adalah disiplin teknik yang berfokus pada desain dan rekayasa untuk sistem perpipaan jarak jauh (*Pipeline*) secara efektif.

2.2 **Centre for Marine and Petroleum Technology (CMPT)**

Produksi migas lepas pantai merupakan proyek *engineering* paling ambisius pada dunia modern. Hal ini berkenaan dengan risiko kecelakaan besar yang telah dibuktikan oleh bencana seperti ledakan dan kebakaran di *platform* produksi Inggris; Piper Alpha – 1988 dan *capsizes* di *platform* akomodasi Norwegia; Alexander Kielland – 1980.

Berawal dari kejadian-kejadian kecelakaan besar pada usaha migas lepas pantai, kebutuhan akan panduan tentang penilaian risiko kuantitatif / *Quantitative Risk Assessment* (QRA) mulai diidentifikasi sebagai persyaratan industri migas di Inggris dan Norwegia. Pada saat itu belum ada referensi standar mengenai QRA yang dipublikasikan kepada publik secara meluas, sebagian besar panduan dan aturan hanya dimiliki oleh masing-masing perusahaan operator dan konsultan migas.

Pada Tahun 1999, MTD Ltd, yang sekarang diterbitkan oleh Pusat Teknologi Kelautan dan Perminyakan / *Centre for Marine and*

Petroleum Technology (CMPT), memprakarsai untuk membuat panduan evaluasi penilaian risiko (*risk assessment*) terutama untuk industri lepas pantai. Panduan ini disusun berdasarkan kontrak oleh J R Spouge dari DNV Technica (sekarang bagian dari Det Norske Veritas) sebagai kontraktor *engineering* utama, dengan dibantu oleh AEA Technology, Dovre Safetec, Electrowatt Engineering Services UK Ltd dan Four Elements Ltd. Proyek pembuatan panduan QRA ini disponsori oleh 8 organisasi, yaitu empat Perusahaan operator minyak dan empat Badan pembuat peraturan (*regulatory bodies*), antara lain:

1. Amoco (U.K.) Exploration Company
2. Chevron UK Ltd
3. Exxon Production Research Company
4. Mobil Technology Company
5. The Health and Safety Executive
6. Minerals Management Service (USA)
7. National Energy Board (Canada)
8. Norwegian Petroleum Directorate

Quantitative risk assessment for Offshore Installation adalah sebuah panduan tentang penilaian risiko yang diidentifikasi dari peraturan-peraturan yang memerlukan penilaian risiko instalasi baru dan yang sudah ada sebagai bagian dari aspek keselamatan. Panduan ini bertujuan sebagai sarana untuk membuat analisis sistematis risiko dari kegiatan berbahaya dan membentuk evaluasi rasional signifikansi dalam rangka memberikan masukan untuk proses pengambilan keputusan. Panduan ini mengutamakan proses analitik, memperkirakan tingkat risiko, dan mengevaluasi apakah langkah-langkah yang diambil telah efektif untuk mengurangi tingkat risiko. Panduan ini berisi mengenai manajemen penilaian risiko, secara

kuantitatif dan kualitatif yang terdiri dari tindakan yang sedang berlangsung untuk meminimalkan risiko sebagai bagian dari sistem manajemen keselamatan dari suatu kegiatan.

“Quantitative risk assessment for Offshore Installation”, CMPT memiliki beragam studi dengan bentuk yang berbeda. Setiap studi dikhususkan untuk Instalasi tertentu. Studi-studi yang dijelaskan pada panduan ini adalah termasuk diantaranya studi mengenai kebakaran dan ledakan/ *Fire and Explosion Risk Analysis (FERA)* dan *Escape, Evacuation, and Rescue Analysis (EERA)*.

2.2.1 Fire and Explosion Risk Analysis (FERA)

Analisis Risiko Kebakaran dan Ledakan (*Fire and Explosion Risk Analysis*) adalah jenis analisis risiko yang hanya diterapkan pada kebakaran dan ledakan. Metodologi FERA terdiri dari:

- 1) Mengidentifikasi kejadian yang mampu menimbulkan kebakaran besar ataupun ledakan.
- 2) Menganalisis tingkat frekuensi kejadian berdasarkan data kebocoran hidrokarbon dan kebakaran secara umum.
- 3) Pemodelan konsekuensi kejadian, ukuran api, kerusakan akibat kejadian dan eskalasi dari kejadian.
- 4) Pemilihan sarana yang sesuai untuk mencegah, mendeteksi, mengendalikan dan mengurangi kejadian-kejadian tersebut.

Menurut *Risknology Consultant, 2017⁽¹²⁾*: Analisis Risiko Kebakaran dan Ledakan (*Fire and Explosion Risk Analysis*) adalah metode yang sistematis dalam mengidentifikasi semua kejadian kredibel kebocoran hidrokarbon atau cairan mudah terbakar dari suatu proses dan menilai konsekuensi fisik dari setiap kejadian.

Keunggulan dari Analisis Risiko Kebakaran dan Ledakan (*Fire and Explosion Risk Analysis*) adalah:

- 1) Kebakaran dan ledakan merupakan penyebab utama dari risiko-risiko bahaya di Instalasi. Pendekatan berbasis risiko pada studi analisis ini diperlukan untuk mendesain proteksi kebakaran dan ledakan.
- 2) QRA relatif sangat baik dikembangkan untuk peristiwa berkenaan dengan hidrokarbon, dan FERA memiliki porsi yang besar dalam upaya analisis serta memiliki manfaat bagi Instalasi secara menyeluruh.
- 3) FERA menggunakan informasi tentang aliran proses yang tersedia pada awal desain *engineering*.

Terminologi kebakaran dan ledakan ialah:

- 1) Kebakaran menurut CMPT (1999) adalah proses pembakaran melepaskan panas dan / atau asap. Sedangkan menurut Soehatman Ramli pada (2010): kebakaran adalah api yang tidak terkendali artinya diluar kemampuan dan keinginan manusia ⁽¹³⁾.
- 2) Ledakan adalah pelepasan energi yang menyebabkan gelombang dentuman yang mampu menyebabkan kerusakan.

2.2.2 *Escape, Evacuation, and Rescue Analysis (EERA)*

Analisis penyelamatan diri, evakuasi dan penyelamatan korban (*Escape, Evacuation, and Rescue Analysis*) adalah jenis analisis risiko yang hanya diterapkan untuk EERA dari terjadinya keadaan darurat di Instalasi lepas pantai. Metodologi EERA terdiri dari:

- 1) Mengidentifikasi kejadian yang membutuhkan evakuasi dari Instalasi lepas pantai untuk menghindari atau meminimalkan angka kecelakaan.
- 2) Menganalisis frekuensi kejadian berdasarkan data evakuasi secara umum atau mengacu pada hasil FERA.
- 3) Pemodelan konsekuensi kejadian, kerusakan sarana dan kinerja dari peralatan EERA.
- 4) Pemilihan pengaturan yang sesuai untuk EERA pada pekerja disaat terjadinya keadaan darurat.

EERA tidak dilakukan secara kuantitatif. Analisis dilakukan menggunakan evaluasi dengan memperkirakan kemungkinan dan konsekuensi kejadian secara kualitatif. Didalam melakukan analisis EERA, elemen-elemen penting yang harus dikaji antara lain: *alarm and communication, escape, evacuation, rescue* dan waktu EERA.

Terminologi elemen-elemen pada EERA ialah

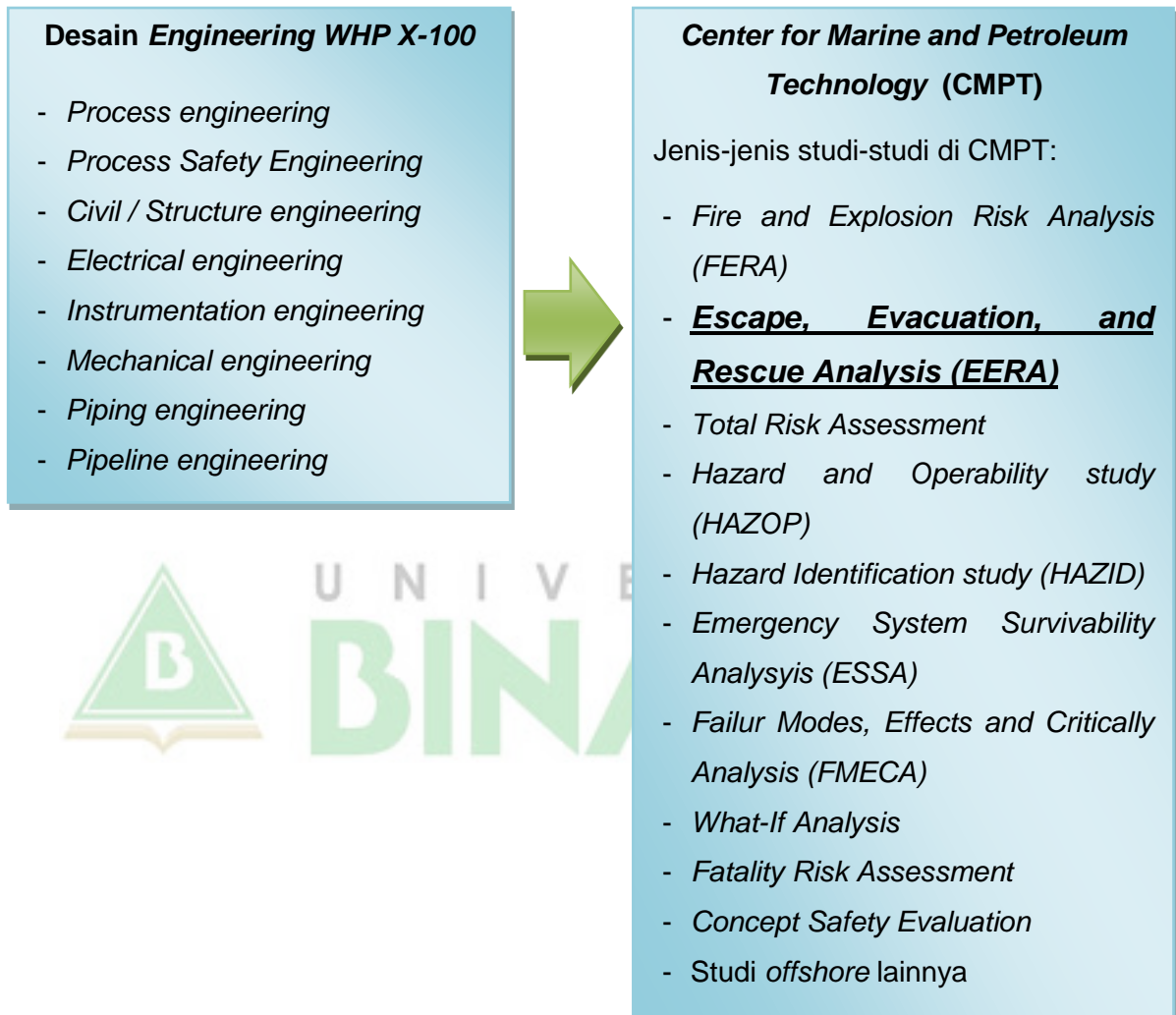
- 1) *Alarm* dan komunikasi (*Alarm and Communication*) adalah keadaan sistem yang menghasilkan sinyal peringatan yang terlihat atau terdengar saat kondisi abnormal ada di mesin, sistem, atau lingkungan. Sedangkan komunikasi adalah Komponen sistem yang mengirim dan menerima sinyal sistem melalui saluran radio untuk berkomunikasi ⁽¹⁴⁾.
- 2) Penyelamatan Diri (*Escape*) adalah gerakan menjauh dari area yang terkena insiden, atau proses meninggalkan anjungan lepas pantai melalui ke laut ⁽³⁾.
- 3) Evakuasi (*Evacuation*) adalah metode yang direncanakan untuk meninggalkan instalasi pada saat terjadinya keadaan darurat ⁽³⁾.

- 4) Penyelamatan korban (*rescue*) adalah proses dimana korban yang dalam situasi darurat, terluka dan / atau terperangkap di *escape route*, dievakuasi dari Instalasi dengan tidak menggunakan sarana penyelamatan yang tersedia ke tempat di mana bantuan medis tersedia ⁽³⁾.
- 5) Kecukupan waktu EERA (*EERA Sufficient Time*) adalah waktu yang dibutuhkan pekerja saat keadaan darurat hingga dievakuasi dari Instalasi. Waktu yang dibutuhkan setidaknya 1 jam ⁽¹⁵⁾. Menurut panduan Norwegian Petroleum Directorate (NPD), ketahanan waktu yang dibutuhkan adalah 1 jam ⁽¹⁶⁾. Menurut CMPT, beberapa studi menganggap bahwa waktu 30 menit sudah mencukupi ⁽³⁾.

Berdasarkan ASME Edisi 33, 2014 ⁽¹⁷⁾: *Escape, Evacuation, and Rescue Analysis* (EERA) diartikan sebagai suatu analisis untuk melindungi dan menyelamatkan pekerja dalam hal kejadian kecelakaan besar di anjungan minyak dan gas lepas pantai. Keunggulan dari *Escape, Evacuation, and Rescue Analysis* (EERA) adalah mensimulasikan keadaan darurat yang memiliki risiko tinggi dan melakukan pendekatan berbasis risiko untuk menyediakan pengaturan yang efektif.

2.3 Kerangka Teori

“*Quantitative Risk Assessment for Offshore Installation*”; CMPT-1999 digunakan para Insinyur keselamatan dibidang migas sebagai panduan untuk mengkaji dan menilai risiko-risiko keselamatan anjungan lepas pantai dari bahaya-bahaya besar, khususnya risiko kebakaran dan ledakan hidrokarbon.

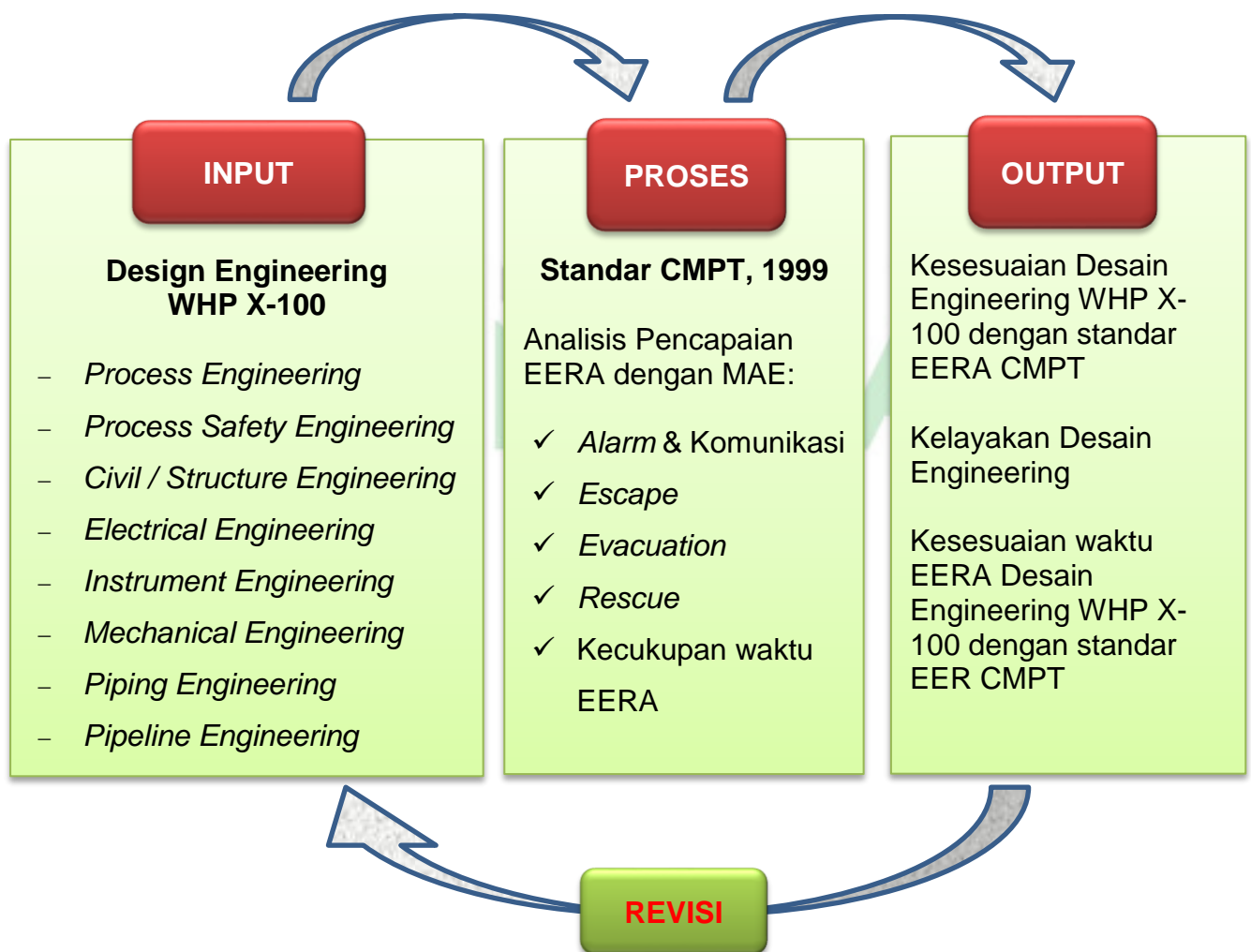


Gambar 2.2 Kerangka Teori

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep

Kerangka konsep dari penelitian ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

3.2 Jenis dan Rencana Penelitian

Desain penelitian yang penulis menggunakan penelitian deskriptif komparatif. Deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif adalah untuk membuat deskripsi, gambaran, atau lukisan secara sistematis, aktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki. Dalam metode deskriptif Peneliti dapat membandingkan fenomena-fenomena tertentu sehingga merupakan suatu studi komparatif ⁽¹⁸⁾.

Metode komparatif adalah penelitian yang membandingkan keberadaan satu variabel atau lebih pada dua atau lebih yang berbeda, atau pada waktu yang berbeda ⁽¹⁸⁾. Oleh karena itu penggunaan metode deskriptif komparatif dalam penelitian ini adalah dengan membandingkan antara desain *engineering* anjungan migas lepas pantai WHP X-100 dengan EERA standar CMPT.

3.3 Objek Penelitian

Objek yang diteliti dalam penelitian ini adalah desain *engineering* WHP X-100 yang meliputi *process engineering*, *Process Safety Engineering*, *Civil / Structure engineering*, *Electrical engineering*, *Instrumentation engineering*, *Mechanical engineering*, *Piping engineering* dan *Pipeline engineering*. Dari objek ini, Peneliti mengetahui apakah sarana dan kinerja EERA sudah sesuai dengan ketentuan di EERA standar CMPT.

3.4 Sumber Data Penelitian

Pengumpulan data penelitian ini bersumber dari data primer dan data sekunder yang antara lain:

1. Data Primer

Data primer didapatkan dengan melakukan observasi gambar-gambar desain *engineering*, yaitu *layout main deck, intermediate dan mezzanine deck, boat landing, tampak utara dan tampak timur*.

2. Data Sekunder

Data sekunder berupa data yang didapatkan dari multi-disiplin desain *engineering* WHP X-100, seperti denah WHP X-100, hasil studi FERA, laporan HAZID, dokumen spesifikasi, dokumen filosofi dan dokumen *datasheet*. Selain itu, data diperoleh dari panduan CPMT, 1999.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen atau alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. *Checklist* observasi untuk panduan menentukan kesesuaian objek dengan ketentuan standar CMPT.
2. Komputer untuk mempermudah pengolahan data
3. Software CAD viewer sebagai sarana pendukung tampilan desain *engineering*.


3.6 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini observasi dilakukan dengan lembar *checklist* sebagai panduan menentukan kesesuaian desain *engineering* WHP X-100 dengan EERA standar CMPT. Untuk menganalisis kelayakan desain *engineering* WHP X-100 diperlukannya data hasil studi FERA, laporan HAZID, dokumen spesifikasi, dokumen filosofi dan dokumen *datasheet*.

3.7 Pengolahan Data

Metode pengolahan data pada penelitian ini menggunakan teknik pengodean. Pengodean adalah aktifitas memberi kode terhadap segmen – segmen data. Kode dapat berupa pernyataan, perilaku, peristiwa, perasaan, tindakan dari informan dan lain – lain. Tergantung apa yang terkandung dalam segmen data yang dihadapi. Kode dalam penelitian kualitatif merupakan kata atau frasa pendek yang secara simbolis bersifat meringkas, menonjolkan pesan, menangkap esensi dari suatu porsi data, baik itu data berdasarkan bahasa atau data visual. Dengan bahasa yang lebih sederhana, kode adalah kata atau frasa pendek yang memuat esensi dari suatu segmen data ⁽¹⁹⁾.

Dalam penelitian ini nantinya untuk mendapatkan nilai presentase dari hasil checklist kesesuaian akan dihitung dengan rumus sebagai berikut:


$$\frac{\text{Jumlah Kesesuaian atau ketidak sesuaian}}{\text{Total Elemen}} \times 100\%$$

Dengan anggapan “Sesuai” dan “Tidak Sesuai” sama – sama mendapat skor 100%, yang nantinya akan mewakili presentase kesesuaian dari “Sesuai” dan “Tidak Sesuai” pada checklist kesesuaian desain *engineering* WHP X-100 dengan EERA standar CMPT.

Pada bagian analisis kelayakan EERA desain *engineering* saat peristiwa kebakaran besar dan ledakan, analisis kelayakan menggunakan kata “Tercapai”, “Tidak Tercapai” dan “Tidak dianalisis” akan mewakili tingkat kelayakan antara desain *engineering* WHP X-100 dengan EERA standar CMPT.

3.8 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menganalisis data temuan hasil observasi desain *engineering* WHP X-100 dengan standar CMPT terkait dengan EERA. Apakah desain *engineering* WHP X-100 telah memiliki kinerja EERA yang terpenuhi sesuai standar CMPT.



BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Kesesuaian Desain *Engineering* WHP X-100 dengan EERA standar CMPT

Hasil kesesuaian desain *engineering* WHP X-100 dengan EERA standar CMPT adalah seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil Kesesuaian Desain *engineering* WHP X-100 dengan EERA standar CMPT

No	EERA CMPT	Desan <i>Engineering</i> WHP X-100	Tingkat Pemenuhan	
			Sesuai	Tidak Sesuai
A. Alarm dan Komunikasi (<i>Alarm and Communication</i>)				
1	Tersedianya pendeteksi api dan gas, dan sistem alarm	Tersedia <i>personal gas detector</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
2	Tersedianya <i>Muster Alarm</i>	Tersedia <i>Manual Call Point</i> (MAC) yang menginisiasi <i>pneumatic fog horn</i> ⁽²¹⁾	100%	0%
3	Apakah sarana alarm bersifat <i>fireproof</i>	Tidak, namun fog horn terletak di dalam WHCP ⁽²¹⁾	100%	0%
4	Tersedianya Public Address and General Alarm (PAGA)	Tersedia <i>Manual Call Point</i> (MAC) yang menginisiasi <i>ESD</i> , fog horn dan mengirimkan alarm ke CPP X-100 ⁽²⁰⁾	100%	0%

No	EERA CMPT	Desan <i>Engineering</i> WHP X-100	Tingkat Pemenuhan	
			Sesuai	Tidak Sesuai
5	Tersedianya alarm untuk memberitahukan Control Room	Tersedia <i>Manual Call Point</i> (MAC) yang menginisiasi <i>ESD</i> , fog horn dan mengirimkan alarm ke CPP X-100 ⁽²⁰⁾	100%	0%
6	Tersedianya alat komunikasi untuk memberitahukan ke pihak internal	Tersedia <i>personal UHF handheld radio</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
7	Tersedianya alat komunikasi untuk memberitahukan ke pihak eksternal	Tersedia <i>Manual Call Point</i> (MAC) untuk mengirim komunikasi data ke CPP X-100, EPIRB, dan SART ⁽²⁰⁾	100%	0%
B. Penyelamatan Diri (<i>Escape</i>)				
8	Tersedia <i>escape route</i> dengan lebar yang memadai	<i>Escape route</i> tersedia di semua <i>deck</i> . <i>Escape route</i> utama memiliki lebar minimal 1 meter dan headroom clearance 2,1 meter. ⁽²²⁾ <i>Escape route</i> sekunder memiliki lebar minimal 0.8 meter dan headroom clearance 2,1 meter. ⁽²²⁾	100%	0%
9	Tersedia <i>escape route</i> pada dua sisi berlawanan	<i>Escape route</i> tersedia pada sisi Barat <i>Platform</i> ⁽²²⁾	0%	100%

No	EERA CMPT	Desan <i>Engineering</i> WHP X-100	Tingkat Pemenuhan	
			Sesuai	Tidak Sesuai
10	<i>Escape route</i> tidak memiliki penghalang atau gangguan	<i>Piping arrangement</i> melalui bagian bawah <i>deck</i> ⁽²³⁾	100%	0%
11	<i>Escape route</i> memiliki tanda arah menuju <i>Muster Point</i>	Tersedia tanda panah yang memandu ke <i>Muster Point</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
12	<i>Escape route</i> dapat terlihat	Untuk <i>plated deck</i> , ditandai dengan cat warna kuning. ⁽²⁰⁾ Untuk <i>grated deck</i> , ditandai dengan tanda panah ⁽²⁰⁾	100%	0%
C. Evakuasi / Pengungsian (<i>Evacuation</i>)				
13	<i>Muster Point</i> memiliki luasan yang mencukupi untuk semua pekerja	<i>Muster Point</i> memiliki luas 61 m ² ⁽²⁴⁾	100%	0%
14	<i>Muster Point</i> terbebas dari risiko kebakaran dan penyebaran gas	<i>Muster Point</i> terletak di <i>Boat Landing</i> dan tidak ada fasilitas proses hidrokarbon. ^{(24) (7)}	100%	0%
15	<i>Muster Point</i> terlihat dengan jelas	<i>Muster point</i> dilengkapi dengan tanda " <i>muster point</i> ". ⁽²⁰⁾	100%	0%
16	<i>Muster Point</i> difasilitasi dengan peralatan komunikasi	Tersedia <i>personal UHF handheld radio</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
17	Tersedia alternatif <i>Muster Point</i>	Alternatif <i>Muster Point</i> di <i>Mezzanine deck</i> ⁽²⁵⁾	100%	0%

No	EERA CMPT	Desan <i>Engineering</i> WHP X-100	Tingkat Pemenuhan	
			Sesuai	Tidak Sesuai
18	Alternatif <i>Muster Point</i> memiliki luasan yang mencukupi untuk semua pekerja	Alternatif <i>Muster Point</i> memiliki luas 2 m ² ⁽²⁵⁾	100%	0%
19	Alternatif <i>Muster Point</i> terbebas dari risiko kebakaran, radiasi panas, dan penyebaran gas	Terdapat SDV di sisi timur <i>Mezzanine deck</i> ⁽²⁵⁾	0%	100%
20	Alternatif <i>Muster Point</i> terlihat dengan jelas	Alternatif <i>Muster point</i> dilengkapi dengan tanda " <i>Life Raft Station</i> ". ⁽²⁵⁾	100%	0%
21	Alternatif <i>Muster Point</i> difasilitasi dengan peralatan komunikasi	Tersedia <i>personal UHF handheld radio</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
22	Memiliki setidaknya dua metode evakuasi beserta sarannya	Evakuasi utama menggunakan kapal kru ⁽²⁰⁾ Evakuasi sekunder menggunakan <i>liferaft</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
23	Sarana evakuasi sesuai dengan standar IMO atau SOLAS	<i>Liferaft</i> sesuai dengan SOLAS LSA <i>Chapter III by resolution MSC</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
24	Jumlah dan kapasitas sarana evakuasi mencukupi untuk mengevakuasi seluruh pekerja	Kapal kru memiliki kapasitas 15 orang ⁽²⁰⁾ <i>Liferaft</i> memiliki kapasitas 10 orang ⁽²⁰⁾	100%	0%

No	EERA CMPT	Desan <i>Engineering</i> WHP X-100	Tingkat Pemenuhan	
			Sesuai	Tidak Sesuai
25	Lokasi sarana evakuasi sekunder terbebas dari kebakaran, radiasi panas, dan penyebaran gas	Terdapat SDV di sisi timur <i>Mezzanine deck</i> ⁽²⁵⁾	0%	100%
26	Sarana evakuasi sekunder dilengkapi dengan sarana pendukung untuk turun ke laut	Sarana pendukung sekunder utama menggunakan <i>personal descent device</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
27	Sarana evakuasi sekunder mudah terlihat	Sarana sekunder pada area terbuka dan tidak terhalang peralatan proses ⁽²⁵⁾	100%	0%
28	Sarana evakuasi sekunder memiliki metode / cara penggunaan	Cara penggunaan tersedia ⁽²⁰⁾	100%	0%
D. Penyelamatan Korban (<i>Rescue</i>)				
29	Tersedia sarana <i>rescue</i>	Sarana <i>rescue</i> menggunakan kapal kru yang dilengkapi <i>rescue boat</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
30	Tersedia peralatan komunikasi	Tersedia VHF <i>marine radio</i> dan <i>radar beacon</i> ⁽²⁰⁾	100%	0%
Tingkat Kesesuaian			90%	10%

Berdasarkan hasil observasi kesesuaian desain *engineering* WHP X-100 dengan standar CMPT pada tabel diatas, maka didapatkan ringkasan kesesuaian pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Ringkasan Persentase Kesesuaian Desain *engineering* WHP X-100

Desain Engineering	EERA CMPT	Persentase
Sesuai	27	90%
Tidak Sesuai	3	10%

Tabel diatas menggambarkan bahwa desain *engineering* WHP X-100 telah memenuhi kesesuaian dengan standar CMPT sebesar 90%, namun masih terdapat ketidaksesuaian sebesar 10%. Sebagai upaya mencegah terjadinya korban akibat peristiwa kebakaran besar dan ledakan, adanya ketidaksesuaian dapat menjadi faktor pendorong terjadinya korban jiwa.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa, desain *engineering* WHP X-100 masih perlu dilakukan perbaikan-perbaikan. Perbaikan desain harus dilakukan pada setiap deck sesuai dengan ketentuan CMPT mengenai *escape route*. Selain itu, perbaikan juga dilakukan pada *Mezzanine deck* sesuai dengan ketentuan CMPT mengenai Alternatif *Muster Point* dan sarananya.

4.2 Kelayakan EERA Desain *Engineering* dengan peristiwa kebakaran besar dari hasil studi FERA

Hasil analisis kelayakan EERA desain *engineering* WHP X-100 adalah seperti pada tabel berikut:

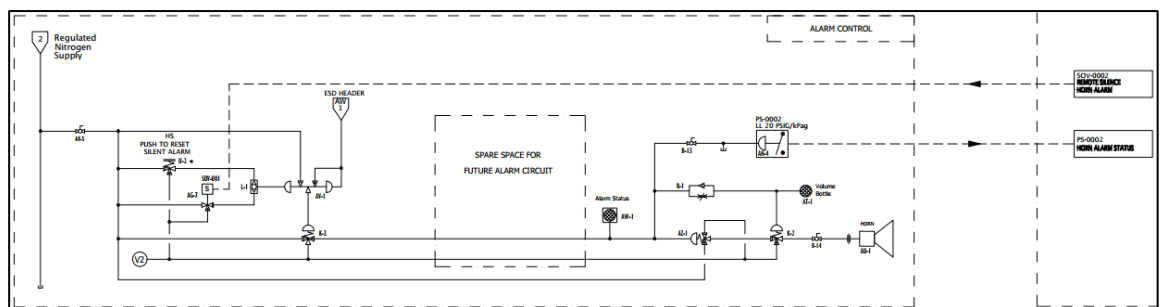
Tabel 4.3 Hasil Analisis Kelayakan EERA WHP X-100 Berdasarkan Studi FERA

Elemen	Kelayakan EERA WHP X-100			
	Lokasi Kebakaran Besar (Studi FERA)			
	<i>Main Deck</i>	<i>Intermediate Deck</i>	<i>Mezzanine Deck</i>	<i>Boat Landing</i>
<i>Alarm dan Komunikasi (Alarm & Communication)</i>	TERCAPAI	TERCAPAI	TERCAPAI	TERCAPAI
Penyelamatan Diri (<i>Escape</i>)	TIDAK TERCAPAI	TIDAK TERCAPAI	TIDAK TERCAPAI	TIDAK DIANALISIS
Evakuasi / Pengungsian (<i>Evacuation</i>)	TIDAK DIANALISIS	TIDAK DIANALISIS	TIDAK TERCAPAI	TERCAPAI
Penyelamatan Korban (<i>Rescue</i>)	TIDAK DIANALISIS	TIDAK DIANALISIS	TIDAK DIANALISIS	TERCAPAI

Hasil analisis kelayakan EERA desain *engineering* WHP X-100 berdasarkan studi FERA pada tabel 4.3 menyatakan bahwa:

1. Analisis sistem *alarm* dan komunikasi (*Alarm & Communication*) pada semua *deck* adalah "Tercapai", hal ini dikarenakan:
 - a. Setiap pekerja membawa alat pendeteksi gas, sehingga kebocoran gas dapat terdeteksi secara dini. Selain itu, pekerja dilengkapi *UHF handheld radio* sebagai alat komunikasi antar pekerja.
 - b. *Manual Call Point* (MAC) yang berfungsi sebagai tombol ESD menginisiasi *pneumatic fog horn* yang dapat memberikan peringatan kepada pekerja diatas WHP X-100 dan kapal kru. Selain itu, aktifnya tombol ESD akan

secara paralel mengirimkan komunikasi dalam bentuk data ke CPP X-100 serta mengaktifkan alarm di Control Room CPP X-100. Dengan kesisteman tersebut, maka ketidaktersediaan PAGA dapat diabaikan, serta mengingatkan bahwa jumlah maksimal orang yang diperbolehkan mengunjungi WHP X-100 hanya tiga orang.

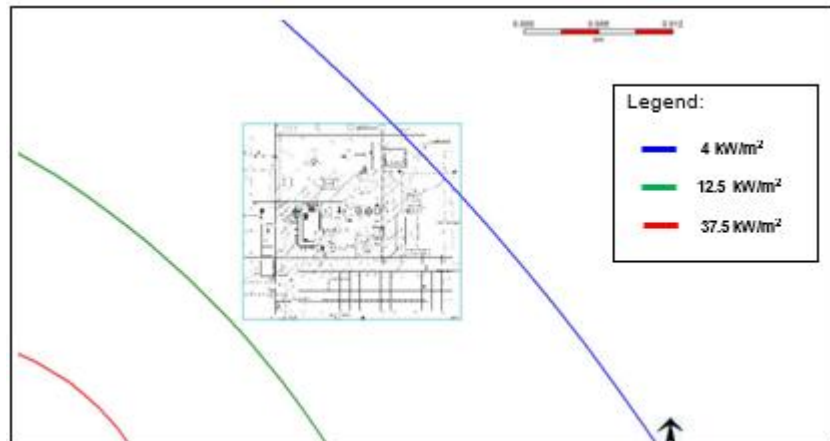


Gambar 4.2 Schematic Diagram Alarm System

c. Pada saat peristiwa kebakaran besar, khususnya di area *main deck*, kinerja *fog horn* tidak akan terganggu oleh api maupun radiasi panas dikarenakan posisi *fog horn* berada di WHCP.

2. Analisis penyelamatan diri (*escape*) pada semua deck di WHP X-100 adalah “Tidak Tercapai”, terkecuali di boat landing, “Tidak Dianalisis”, dikarenakan tidak tersedianya proses hidrokarbon di *boat landing*.

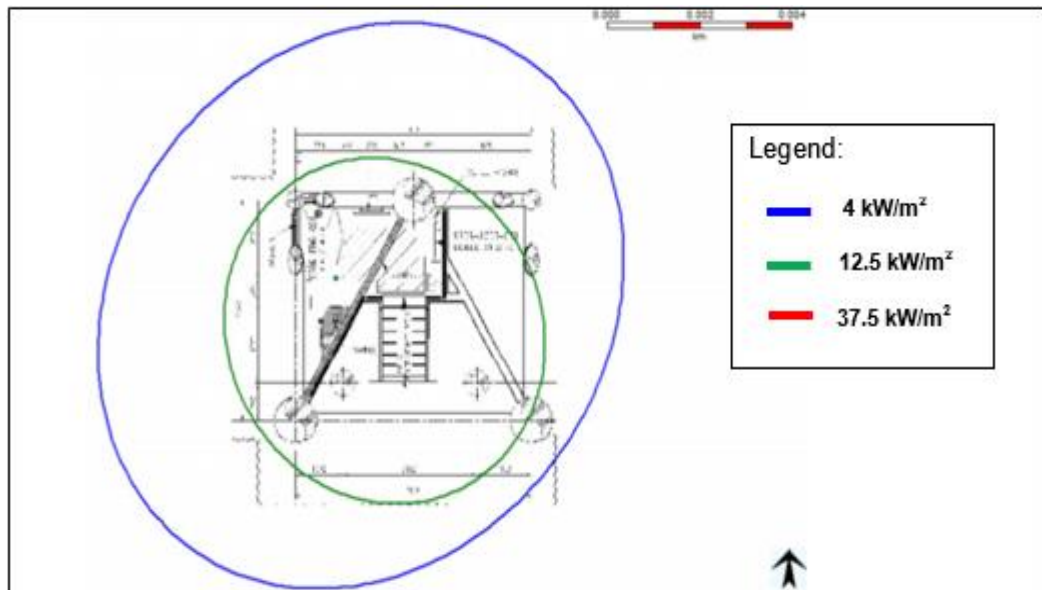
Tidak tercapainya kelayakan design di semua *deck* (kecuali di *boat landing*) dikarenakan desain engineering WHP X-100 hanya memiliki satu sisi *escape route* saja. Pada saat terjadi peristiwa kebakaran besar, maka personil akan terjebak oleh api di salah satu *deck*. Zona dampak dari masing-masing skenario kebakaran besar seperti terlihat pada gambar 4.3, dan 4.4.



Gambar 4.3 Zona dampak termal *Jet Fire* dari *Production Line* di *main deck*

Berdasarkan simulasi kebakaran dan ledakan studi FERA secara konsekuensi dihasilkan bahwa titik sumber kebakaran yang memiliki risiko tinggi di *Main Deck* WHP X-100 adalah berasal dari kebocoran sebesar 5 mm di *Production Line* dengan karakteristik api jet (*Jet Fire*) sepanjang 7,15 meter. Radius radiasi panas yang dihasilkan sebesar $<4,7 \text{ kW/m}^2$ adalah 8,45 meter, sedangkan radius radiasi panas yang dihasilkan sebesar $4,7 \text{ kW/m}^2 - 12,5 \text{ kW/m}^2$ adalah 5,35 meter. Kejadian ini mengakibatkan terganggunya *escape route* di *Main Deck* menuju *Muster Point*.





Gambar 4.4 Zona dampak termal *Pool Fire* dari *Diesel Daily Tank* di *intermediate deck*

Simulasi studi FERA di *Intermediate Deck*, risiko kebakaran bersumber dari kebocoran dan terbakarnya *Diesel Daily Tank* yang menimbulkan terjadinya kolam api (*Pool Fire*). Kolam api (*Pool Fire*) yang terbentuk kemungkinan berdiameter 1,35 meter dengan panjang api 3,78 meter. Radius radiasi panas yang dihasilkan sebesar $<4,7 \text{ kW/m}^2$ adalah 7,36 meter, sedangkan radius radiasi panas yang dihasilkan sebesar $4,7 \text{ kW/m}^2 - 12,5 \text{ kW/m}^2$ adalah 5,18 meter dan radius radiasi panas yang dihasilkan sebesar $12,5 \text{ kW/m}^2 - 35 \text{ kW/m}^2$ adalah 4,16 meter. Kejadian ini mengakibatkan ikut terbakarnya area *Mezzanine Deck* dikarenakan cairan berapi yang menyebar dan jatuh ke *deck* dibawahnya. Eskalasi dari kejadian ini menutup akses rute pelarian (*escape route*) menuju tempat berkumpul (*Muster Point*) yang letaknya *boat landing*

3. Analisis Evakuasi / Pengungsian (*Evacuation*) di main deck dan intermediate deck adalah “Tidak Dianalisis” dikarenakan sarana evakuasi sekunder hanya terdapat di *mezzanine deck*. Evakuasi di *mezzanine deck* adalah “Tidak Tercapai” dikarenakan skenario kejadian kebakaran besar di *mezzanine deck* tidak dilakukan pada studi FERA. SDV 201 yang merupakan titik sumber kebakaran tidak teridentifikasi oleh Penulis studi FERA. Evakuasi di boat landing adalah “Tercapai” dikarenakan tidak tersedianya proses hidrokarbon di boat landing.
4. Analisis penyelamatan korban (*rescue*) tidak dilakukan di *main deck*, *intermediate deck*, dan *mezzanine deck* dikarenakan tidak tersedia sarana penyelamatan. Analisis penyelamatan korban (*rescue*) adalah “Tercapai” dikarenakan tidak tersedianya proses hidrokarbon di *boat landing* dan kapal kru selalu *standby*.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa, desain *engineering* WHP X-100 masih perlu dilakukan perbaikan-perbaikan. Perbaikan desain harus dilakukan pada studi FERA, yaitu untuk melakukan penambahan *escape route* di sisi Timur WHP X-100 dan melakukan studi FERA (*consequence analysis*, *consequence fire modeling* dan *frequency analysis*) dengan skenario kegagalan SDV 201 di *mezzanine deck*.

4.3 Kesesuaian Waktu EERA Antara Desain *Engineering* WHP X-100 Dengan CMPT

Hasil analisis kesesuaian waktu EERA desain *engineering* WHP X-100 adalah seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil Analisis Kesesuaian Waktu EERA Desain *Engineering* WHP X-100

Elemen	Waktu (menit)	Waktu Akumulasi (menit)	Standar CMPT
<i>Alarm</i>	2	2	Berdasarkan CMPT
Waktu respon	2	4	Waktu yang diperlukan pekerja untuk meninggalkan tempat bekerja dengan aman dan menuju ke muster point
Metode Evakuasi Utama – Menggunakan Kapal Kru di Boat Landing			
Waktu menuju <i>Muster Point</i>	2	6	Perhitungan waktu diwakili dari titik bekerja terjauh di WHP X-100. Laju melintas berdasarkan CMPT adalah: <ul style="list-style-type: none"> - 1 m/detik permukaan datar - 0,8m/det di tangga miring (<i>stairway</i>) - 0,3m/det di tangga vertikal (<i>ladder</i>) Kalkulasi secara detail ada di lampiran
<i>Roll Call</i>	2	8	4 menit berdasarkan CMPT, namun diasumsikan menjadi 2 menit bahwa pekerja selalu memakai <i>life jacket</i> selama bnerada di WHP X-100
Waktu pemulihan korban	3	11	1.5 X waktu menuju <i>Muster Point</i> , berdasarkan CMPT
Waktu keputusan evakuasi	-	11	Bersamaan dengan waktu untuk pemulihan korban dikarenakan jumlah pekerja sebanyak tiga orang
Waktu menaiki kapal kru	1	12	Waktu yang dibutuhkan untuk naik ke kapal kru menggunakan <i>swing rope</i> diasumsikan 20 detik per orang berdasarkan pengalaman PT X di WHP lainnya.

Elemen	Waktu (menit)	Waktu Akumulasi (menit)	Standar CMPT
Evakuasi Sekunder – Menggunakan Liferaft di Mezzanine Deck			
Perhitungan dilanjutkan dari waktu respon			
Waktu menuju <i>life raft station</i>	1	5	Perhitungan waktu diwakili dari titik bekerja terjauh di WHP X-100. Laju melintas berdasarkan CMPT adalah: - 1 m/detik permukaan datar - 0,8m/det di tangga miring (<i>stairway</i>) - 0,3m/det di tangga vertikal (<i>ladder</i>) Kalkulasi secara detail ada di lampiran.
<i>Roll Call</i>	2	7	4 menit berdasarkan CMPT, namun diasumsikan menjadi 2 menit bahwa pekerja selalu memakai life jacket selama bnerada di WHP X-100
Waktu pemulihan korban	2	9	1.5 X waktu menuju <i>Muster Point</i> , berdasarkan CMPT
Waktu keputusan evakuasi	-	9	Bersamaan dengan waktu untuk pemulihan korban dikarenakan jumlah pekerja sebanyak tiga orang
Waktu peluncuran <i>life raft</i>	2	11	Waktu yang dibutuhkan life raft untuk jatuh dan mengembang sendiri (<i>self-inflate</i>) berdasarkan SOLAS Chapter III
Persiapan dan turun ke laut menggunakan <i>personal descent device</i>	2	13	Persiapan menggunakan personal <i>descent device</i> adalah 30 detik berdasarkan pengalaman dari training PT X. Ketinggian <i>Mezzanine deck</i> adalah 9.5 meter dari permukaan laut. Kecepatan <i>descent device</i> adalah 1.6m/det. Maka waktu yang dibutuhkan adalah 6 detik.

Elemen	Waktu (menit)	Waktu Akumulasi (menit)	Standar CMPT
			Sehingga waktu yang dibutuhkan adalah 102 detik, dibulatkan menjadi 2 menit.
Waktu menaiki <i>liferaft</i>	1	14	Waktu yang dibutuhkan untuk menaiki <i>liferaft</i> .
Waktu EERA WHP X-100 = 14 menit		Waktu EERA CMPT = 30 Menit	

Hasil analisis kesesuaian waktu EERA desain engineering WHP X-100 pada tabel 4.4 maka didapatkan ringkasan kesesuaian pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Ringkasan Kesesuaian Waktu EERA Desain *engineering* WHP X-100 dengan CMPT

Desain Engineering WHP X-100		CMPT
Metode Evakuasi	Waktu EERA	
Evakuasi Utama (Kapal Kru)	12 Menit	30 Menit
Evakuasi Sekunder (<i>Liferaft</i>)	14 Menit	

Tabel diatas menyatakan bahwa waktu EERA di desain *engineering* WHP X-100 dengan waktu terlama adalah metode evakuasi sekunder (menggunakan *liferaft*), yaitu **14 menit**. Sedangkan rekomendasi waktu EERA di CMPT adalah 30 menit. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa waktu EERA di desain *engineering* WHP X-100 lebih cepat dari EERA CMPT.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Analisis Kesesuaian Antara Desain *Engineering* Anjungan Migas Lepas Pantai WHP X-100 Di PT X Dengan EERA Standar CMPT, Tahun 2018 adalah sebagai berikut:

- 1) Tingkat pemenuhan kesesuaian desain Engineering WHP X-100 dengan EERA standar CMPT, yaitu sebanyak 90% memenuhi kesesuaian dan 10% tidak memenuhi kesesuaian.
- 2) Pencapaian kelayakan EERA desain *engineering* WHP X-100 dengan peristiwa kebakaran besar dari hasil studi FERA masih tidak layak untuk disetujui dikarenakan beberapa elemen yang masih tidak tercapai, antara lain:
 - (1) Penyelamatan diri (*escape*) di *main deck*, *intermediate deck* dan *mezzanine deck* tidak tercapai.
 - (2) Evakuasi / Pengungsian (*Evacuation*) di *mezzanine deck* tidak tercapai.
- 3) Waktu EERA terlama dari desain *engineering* WHP X-100 adalah 14 menit. Waktu EERA ini masih dibawah batas waktu yang direkomendasi kan EERA CMPT, yaitu 30 menit.



5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan diatas, maka saran dari penelitian ini antara lain:

- 1) Meningkatkan hasil kesesuaian desain *engineering* WHP X-100 dengan EERA standar CMPT hingga memperoleh kesesuaian yang MUTLAK, yaitu dengan melakukan penambahan *escape route* di sisi Timur WHP X-100 dan memastikan lokasi alternatif *muster point* dan sarananya di area yang terbebas dari kebakaran, radiasi panas dan penyebaran gas.
- 2) Meningkatkan hasil pencapaian kelayakan EERA desain *engineering* WHP X-100 dengan melakukan penambahan *escape route* di sisi Timur WHP X-100 dan melakukan studi FERA (*consequence analysis, consequence fire modeling* dan *frequence analysis*) dengan skenario kegagalan SDV 201 di *mezzanine deck*.
- 3) Melakukan perhitungan kesesuaian waktu EERA desain *engineering* WHP X-100 dengan CMPT berdasarkan hasil perbaikan-perbaikan pada desain *engineering* WHP X-100.



DAFTAR PUSTAKA

1. Undang-Undang Republik Indonesia nomor 22 Tahun 2001; tentang Minyak dan Gas Bumi.
2. BBC News UK – Scotland, 6 Juli 2018; *Minute's silence for Piper Alpha's 167 victims* (Online). <https://www.bbc.com/news/uk-scotland-north-east-orkney-shetland-44725320>. (diakses 18 Juli 2018).
3. John R Spouge (1999); *Quantitative Risk Assessment for Offshore Installation*; Center for Marine and Petroleum Technology (CMPT).
4. Abdul L, et al (2018); *Basis of Design for WHP X-100*. Jakarta, Indonesia
5. Sutari (2018); *Equipment Location Plan – Elevation Looking North for WHP X-100*, Jakarta, Indonesia
6. Sutari (2018); *Equipment Location Plan – Elevation Looking Earth for WHP X-100*, Jakarta, Indonesia
7. Budi S, et al (2018); *Fire and Explosion Risk Analysis for WHP X-100*. Jakarta, Indonesia.
8. ABET (2018); *Definisi design engineering* (Online). Accreditation Board for Engineering and Technology. www.me.unlv.edu. (diakses 18 Juli 2018).
9. BTBRD – BPPT (2017); *Rekayasa Desain, dari Feasibility Study Hingga Pengoperasian* (Online). Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta, Indonesia <http://btbrd.bppt.go.id/index.php/28-articles/193-rekayasa-disain-dari-feasibility-study-hingga-pengoperasian>, (diakses 20 Juli 2018).

10. *The Project Definition* (2016); *Engineering*, (Online).
<http://www.theprojectdefinition.com/p-engineering/> (diakses 20 Juli 2018)
11. Fatmasari (2012); *Perkembangan Ilmu Teknik Sipil*. Surabaya, Indonesia
12. *Risknology Consultant* (2017); *Safety Assessment: FERA (Fire & Explosion Risk Analysis)*. Quiet Lake Drive, Katy, Texas – US. (diakses 18 Juli 2018).
13. Soehatman Ramli (2010), *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran (Fire Management)* Seri Manajemen K3 04, Jakarta – Indonesia, Dian Rakyat.
14. Edwards Fire and Security Company (2010); *A guide to the language of modern building system design*, 985 Town Center Parkway, Bradenton, Florida. <https://www.comsysgroup.com/wp-content/uploads/85001-0542-Glossary-of-Fire-Alarm-and-MNEC-Terminology>. (diakses 29 Juli 2018)
15. UK HSE (1992); *A Guide to the Offshore Installations (Safety Case) Regulations*, 1992a, Health & Safety Executive, HMSO, London
16. NPD (1990); *Regulations Concerning Implementation and Use of Risk Analyses in the Petroleum Activities*, Norwegian Petroleum Directorate.
17. ASME 33rd (2014); *Offshore and Arctic Engineering*. American Society of Mechanical Engineers. USA.
18. Suharsimi Arikunto (2013); *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktis*, Jakarta – Indonesia, Rineka Cipta.
19. Johnny Saldafia, 2009; *The Coding Manual For Qualitative Researchers*.
20. Charlie M (2018); *Safety Design Philosophy for WHP X-100*, Jakarta, Indonesia

21. Surya Arief S (2018); *Instrument Schematic Diagram WHCP Hydraulic Power for WHP X-100*, Jakarta, Indonesia.
22. Sutari (2018); *Equipment Location Plan – Main Deck for WHP X-100*, Jakarta, Indonesia
23. Lanang (2018); *Piping General Arrangement – Mezzanine and Intermediate Deck for WHP X-100*, Jakarta, Indonesia
24. Sutari (2018); *Equipment Location Plan – Boat Landing Access for WHP X-100*, Jakarta, Indonesia
25. Sutari (2018); *Equipment Location Plan – Mezzanine and Intermediate Deck for WHP X-100*, Jakarta, Indonesia



LAMPIRAN



1. Checklist Observasi Kesesuaian Desain engineering WHP X-100 dengan EERA standar CMPT.

No	EERA CMPT	Desan <i>Engineering</i> WHP X-100	Tingkat Pemenuhan	
			Sesuai	Tidak Sesuai
A. Pemberitahuan dan Komunikasi (<i>Alarm and Communication</i>)				
1	Tersedianya pendeteksi api dan gas, dan sistem alarm			
2	Tersedianya <i>Muster Alarm</i>			
3	Apakah sarana alarm bersifat <i>fireproof</i>			
4	Tersedianya Public Address and General Alarm (PAGA)			
5	Tersedianya alarm untuk memberitahukan Control Room			
6	Tersedianya alat komunikasi untuk memberitahukan ke pihak internal			
7	Tersedianya alat komunikasi untuk memberitahukan ke pihak eksternal			
B. Penyelamatan Diri (<i>Escape</i>)				
8	Tersedia <i>escape route</i> dengan lebar yang memadai			
9	Tersedia <i>escape route</i> pada dua sisi berlawanan			
10	<i>Escape route</i> tidak memiliki penghalang atau gangguan			
11	<i>Escape route</i> memiliki tanda arah menuju Muster Point			
12	Escape route dapat terlihat			
C. Evakuasi / Pengungsian (<i>Evacuation</i>)				

No	EERA CMPT	Desan <i>Engineering</i> WHP X-100	Tingkat Pemenuhan	
			Sesuai	Tidak Sesuai
13	<i>Muster Point</i> memiliki luasan yang mencukupi untuk semua pekerja			
14	<i>Muster Point</i> terbebas dari risiko kebakaran dan penyebaran gas			
15	<i>Muster Point</i> terlihat dengan jelas			
16	<i>Muster Point</i> difasilitasi dengan peralatan komunikasi			
17	Tersedia alternatif <i>Muster Point</i>			
18	Alternatif <i>Muster Point</i> memiliki luasan yang mencukupi untuk semua pekerja			
19	Alternatif <i>Muster Point</i> terbebas dari risiko kebakaran, radiasi panas, dan penyebaran gas			
20	Alternatif <i>Muster Point</i> terlihat dengan jelas			
21	Alternatif <i>Muster Point</i> difasilitasi dengan peralatan komunikasi			
22	Memiliki setidaknya dua metode evakuasi beserta sarananya			
23	Sarana evakuasi sesuai dengan standar IMO atau SOLAS			
24	Jumlah dan kapasitas sarana evakuasi mencukupi untuk mengevakuasi seluruh pekerja			

No	EERA CMPT	Desan <i>Engineering</i> WHP X-100	Tingkat Pemenuhan	
			Sesuai	Tidak Sesuai
25	Lokasi sarana evakuasi sekunder terbebas dari kebakaran, radiasi panas, dan penyebaran gas			
26	Sarana evakuasi sekunder dilengkapi dengan sarana pendukung untuk turun ke laut			
27	Sarana evakuasi sekunder mudah terlihat			
28	Sarana evakuasi sekunder memiliki metode / cara penggunaan			
D. Penyelamatan Korban (<i>Rescue</i>)				
29	Tersedia sarana <i>rescue</i>			
30	Tersedia peralatan komunikasi			
Tingkat Kesesuaian				

2. Kalkulasi Detail Waktu Menuju *Muster Point* dan *Liferaft Station*

Waktu untuk ke *muster point* diperkirakan dari tempat kerja terjauh di WHP X-10. Berdasarkan studi FERA, kejadian kebakaran proses terjadi di *main deck* dan *intermediate deck*.

Perhitungan detail dan penjelasan *escape route* selama berlangsungnya kejadian kebakaran sebagai berikut:

A. Kalkulasi Detail Waktu Menuju *Muster Point*

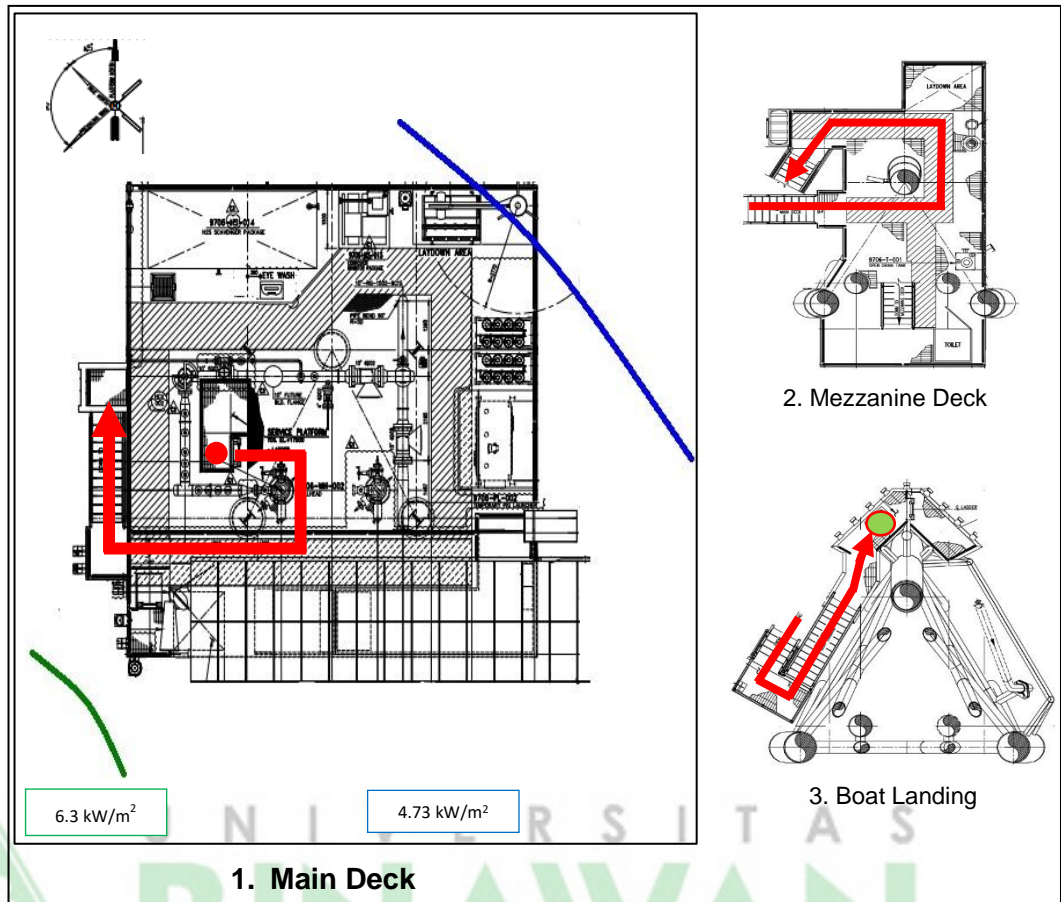
Skenario *escape* dari *service platform* saat kebakaran terjadi di sisi barat *main deck*. Personil menggunakan tangga untuk turun ke *main deck* dari *service platform*. Setelah itu, personel melewati tangga Barat di Main Deck

untuk turun ke *Mezzanine Deck*. Pekerja berbelok ke sisi utara (belok kiri) *escape route* menuju ke tangga yang berdekatan dengan *liferaft station*. Pekerja menuruni tangga menuju ke *Boat Landing* kemudian menuju *Muster Point*.

Skenario waktu menuju *muster point* dari *service platform* diperkirakan pada Tabel bawah ini:

Urutan Langkah	Jarak, (meter) (a)	Kecepatan, (m/detik) (b)	Waktu, (detik) (c = a/b)	Waktu Kumulatif (detik)
Turun tangga dari <i>service platform</i> ke <i>Main Deck</i>	3	0,3	10	10
Dari bawah tangga <i>service platform</i> ke tangga miring (<i>staircase</i>)	12	1	12	22
Turun ke <i>mezzanine deck</i>	12	0.8	15	37
Dari <i>staircase</i> (main deck – <i>mezzanine deck</i>) menuju <i>staircase</i> di dekat <i>life raft station</i>	16	1	16	52
Turun ke <i>Boat Landing</i>	13	0,8	17	69
Dari <i>staircase boat landing</i> ke <i>muster point</i>	6	1	6	75

Berdasarkan tabel diatas, waktu tempuh yang diperlukan menuju *muster point* adalah **75 detik**, atau dibulatkan menjadi **2 menit**. Skenario *escape* menuju *muster point* dari *service platform* seperti pada gambar di bawah:



B. Kalkulasi Detail Waktu Menuju *Liferaft Station*

Skenario *escape* dari *service platform* saat kebakaran terjadi di sisi barat *main deck*. Personil menggunakan tangga untuk turun ke *main deck* dari *service platform*. Setelah itu, personel melewati tangga Barat di Main Deck untuk turun ke *Mezzanine Deck*. Pekerja berbelok ke sisi utara (belok kiri) *escape route* menuju *liferaft station*.

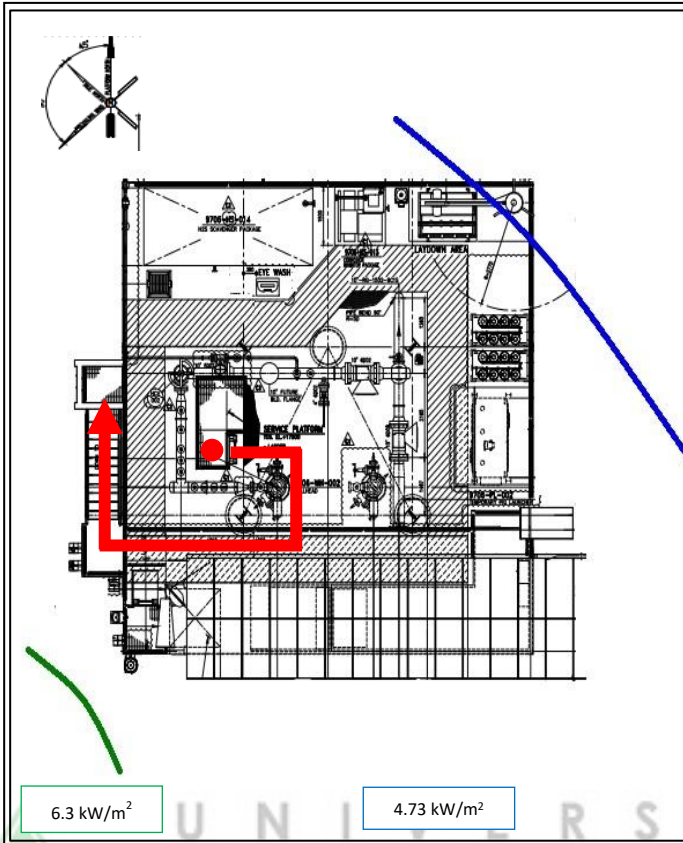
Skenario waktu menuju *liferaft station* dari *service platform* diperkirakan pada Tabel bawah ini:

Urutan Langkah	Jarak, (meter) (a)	Kecepatan, (m/detik) (b)	Waktu, (detik) (c = a/b)	Waktu Kumulatif (detik)
Turun tangga dari <i>service platform</i> ke <i>Main Deck</i>	3	0,3	10	10

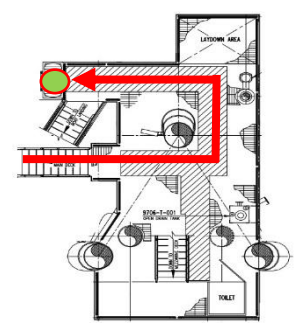
Urutan Langkah	Jarak, (meter) (a)	Kecepatan, (m/detik) (b)	Waktu, (detik) (c = a/b)	Waktu Kumulatif (detik)
Dari bawah tangga <i>service platform</i> ke tangga miring (<i>staircase</i>)	12	1	12	22
Turun ke <i>mezzanine deck</i>	12	0.8	15	37
Dari <i>staircase</i> (main deck – <i>mezzanine deck</i>) menuju <i>life raft station</i>	16	1	16	52

Berdasarkan tabel diatas, waktu tempuh yang diperlukan menuju *liferaft station* adalah **52 detik**, atau dibulatkan menjadi **1 menit**. Skenario *escape* menuju *liferaft station* dari *service platform* seperti pada gambar di bawah:

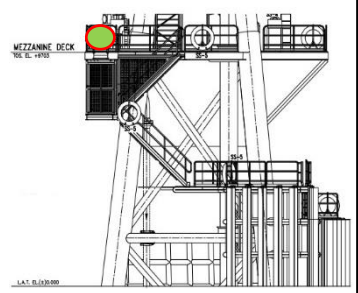




1. Main Deck



2. Mezzanine Deck



3. Life Raft Position

