

SKRIPSI

REDESAIN *ESCAPE ROUTE* DAN PERLENGKAPAN KESELAMATAN PADA KAPAL PINISI SESUAI STANDAR NCVS (*NON-CONVENTION VESSEL STANDARD*) STUDI KASUS KLM ELYSIAN

**WAHYU WARDANA
D091 181 313**

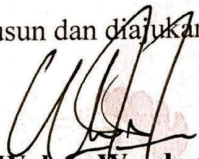


**PROGRAM STUDI SARJANA
TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

REDESAIN ESCAPE ROUTE DAN PERLENGKAPAN KESELAMATAN PADA KAPAL PINISI SESUAI STANDAR NCVS (*NON-CONVENTION VESSEL STANDARD*) STUDI KASUS KLM ELYSIAN

Disusun dan diajukan oleh


Wahyu Wardana
D091181313

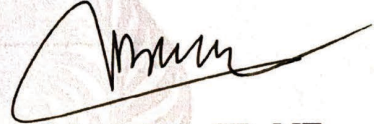
Telah memenuhi syarat untuk melaksanakan Seminar Proposal
Pada tanggal 6 Juni 2023

Menyetujui,

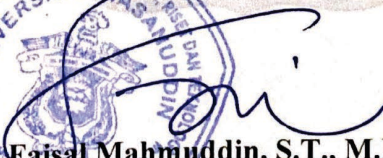
Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Andi Husni Sitepu, ST., MT
NIP 19770271 200112 1 001


Baharuddin, ST., MT
NIP 19720202 199802 1 001

Ketua Program Studi,


Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng.
NIP 19810211 200501 1 003



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Wahyu Wardana
NIM : D091181313
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“REDESAIN ESCAPE ROUTE DAN PERLENGKAPAN KESELAMATAN
PADA KAPAL PINISI SESUAI STANDAR NCVS (NON-CONVENTION
VESSEL STANDARD) STUDI KASUS KLM ELYSIAN”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 9 November 2023



Yang Menyatakan

Wahyu Wardana

ABSTRAK

WAHYU WARDANA REDESAIN ESCAPE ROUTE DAN PERLENGKAPAN KESELAMATAN PADA KAPAL PINISI SESUAI STANDAR NCVS (NON-CONVENTION VESSEL STANDARD) STUDI KASUS KLM ELYSIAN. (Dibimbing oleh Andi Husni Sitepu, S.T., M.T dan Baharuddin, ST., MT)

Labuan bajo merupakan daerah wisata yang sedang menjadi incaran turis lokal dan mancanegara. Wisatawan memiliki ketertarikan besar dalam mengunjungi Labuan Bajo dan menginap di kapal atau live on board. Kapal pinisi menjadi pilihan yang sering dilakukan oleh wisata untuk live on board saat ini. Sebagai sarana wisata tentunya keselamatan penumpang dan kapal menjadi prioritas bagi pengguna. KLM. Elysian merupakan kapal Pinisi yang dibangun pada tahun 2002 sebagai kapal penumpang dan dimodifikasi pada tahun 2022 menjadi kapal penumpang wisata. Namun realitanya, jika melihat dari segi desain kapal yang ada saat ini belum memenuhi standar yang dituangkan oleh Kementerian Perhubungan sebagai standar keselamatan untuk Kapal Layar Motor yaitu *Non-Convention Vessel Standard* (NCVS) sehingga berpotensi membahayakan kru kapal dan penumpang jika terjadi keadaan darurat. Ruang mesin KLM. Elysian hanya memiliki satu akses berupa pintu dari kamar kru dimana akses tersebut berupa tangga vertikal dari dapur yang ada di main deck. Berdasarkan temuan diatas, peneliti mengajukan tiga desain yang memenuhi standar NCVS dan SOLAS dalam mengevakuasi penumpang dan kru kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil redesain ruang kamar mesin telah memenuhi NCVS dengan dilengkapinya akses keluar-masuk dan akses darurat bagi kru kapal yaitu dengan menambahkan akses ke kamar mesin. Pada desain 1) Desain 1, letak penambahan akses yaitu pada bagian kiri mesin induk, bagian belakang mesin bantu sebelah kiri dan tangga vertical di depan mesin bantu kanan. 2) Desain 2, letak penambahan akses yaitu pada bagian belakang sekat kamar mesin bagian kiri mesin induk dan tangga vertical dari kamar mesin ke geladak utama dekat dengan poros kemudi. Berdasarkan hasil simulasi, desain 1 membutuhkan waktu evakuasi selama 29.00 menit Dan desain 2 membutuhkan waktu evakuasi selama 29.15 menit. Dari ketiga hasil redesain, ketiga desain memenuhi persyaratan waktu evakuasi yang ditentukan oleh SOLAS yaitu kurang dari 60 menit.

Kata kunci ; pinisi, kapal layar motor, keselamatan

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
KATA PENGANTAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Keselamatan Pelayaran.....	5
2.1.1Kecelakaan Kapal	7
2.2 Kapal Layar Motor	7
2.3 Regulasi Keselamatan Kapal Layar Motor.....	8
2.4 Persyaratan Keselamatan Kapal Layar Motor	11
2.4.1Perlengkapan Keselamatan.....	11
2.4.1.1Alat – Alat Pemadam Kebakaran.....	11
2.4.1.2Alat – Alat Penolong.....	12
2.4.1.3Alat – Alat Isyarat Bahaya	12
2.5 IMO Interm Guidelines.....	13
2.6 Software Pathfinder	14
2.6.1 Kecepatan Berjalan	16
2.6.2 Persentase Jumlah Penumpang dan ABK	18
2.6.3 Pemodelan Evakuasi	18

2.6.4 Asumsi	19
2.6.5 Performance Standard.....	19
2.6.6 Parameter yang digunakan.....	20
2.7 Software Pyrosim.....	21
2.8 Waktu Evakuasi	21
2.8.1 Performance Standard	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Lokasi Penelitian	24
3.2 Tahapan Penelitian.....	24
3.3 Objek Penelitian.....	25
3.3 Bagan Alir.....	26
BAB 4 hasil dan pembahasan	27
4.1 Desain Engine Room KLM. Elysian	27
4.2 Perlengkapan Keselamatan KLM. Elysian	30
4.4 Desain Escape Route KLM. Elysian	33
BAB 5 penutup.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. KLM Elysian	3
Gambar 2. <i>Tampilan Home Pathfinder</i>	15
Gambar 3. Tampilan visualisasi simulasi pada <i>pathfinder</i>	15
Gambar 4. Performance Standard Menurut IMO.....	20
Gambar 5. Performance Standard Menurut IMO.....	23
Gambar 6. Bagan Alir Penelitian	26
Gambar 7. Rencana Umum KLM Elysian	28
Gambar 8. Redesain 1	29
Gambar 9. Redesain 2	29
Gambar 10 Gambar Rencana Umum pada Autocad.....	34
Gambar 11 Import Gambar Autocad.....	35
Gambar 12 Manage Floor	35
Gambar 13. Pembuatan Dinding Dan Lubang Lantai.....	36
Gambar 14 Import Gambar Autocad.....	36
Gambar 15 Penentuan Reaksi yang Dihasilkan Api	38
Gambar 16 Pemasangan Slices	38
Gambar 17 Pembuatan Mesh	38
Gambar 18 Pengaturan Luaran Pyrosim	39
Gambar 19 Proses Running.....	40
Gambar 20 Grafik Heat Release Rate	40
Gambar 21 Penampakan Api	41
Gambar 22 Penampakan Api Keseluruhan	41
Gambar 23 Menentukan Lokasi Geladak.....	42
Gambar 24 Pemodelan pada tiap Geladak	42
Gambar 25 Pembuatan Profile Agent	43
Gambar 26 Penggambaran Model Final	43
Gambar 27 Melakukan Pengaturan FDS Data	44
Gambar 28 Video Simulasi Evakuasi Kebakaran	45
Gambar 29 Travel Time	45

Gambar 30 Grafik Traveling Time	46
Gambar 31 Grafik Waktu Evakuasi	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kecepatan Berjalan pada Bidang Datar	17
Tabel 2. Kecepatan Berjalan pada Tangga.....	17
Tabel 3. Persentase Jumlah Penumpang dan ABK	18
Tabel 4 Data Perlengkapan Keselamatan KLM Elysian.....	30
Tabel 5 Software dan Fungsinya.....	33
Tabel 6. Detail Material pada Pemodelan Kebakaran.....	37
Tabel 7. Hasil Perhitungan Waktu Evakuasi.....	47

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini. Skripsi ini dibuat dan disusun sebagai salah satu syarat yang harus dilengkapi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Proposal Skripsi ini berjudul “REDESAIN ESCAPE ROUTE DAN PERLENGKAPAN KESELAMATAN PADA KAPAL PINISI SESUAI STANDAR NCVS (STUDI KASUS KLM ELYSIAN) “ yang disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa pengerjaan dan penulisan dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi materi maupun penyusunannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pihak lain untuk perbaikan dalam pengembangan skripsi ini dimasa yang akan datang.

Wassalamualaikum Wr.Wb

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Labuan Bajo sebagai Ibukota dari Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Labuan Bajo terletak tepatnya di ujung barat Pulau Flores. Kota Labuan Bajo saat ini menjadi titik kumpul dan pintu keluar-masuk wisatawan Kawasan Taman Nasional Komodo (Pulau Komodo, Pulau Rinca, Pulau Padar, Gilimotang, Pulau-Pulau Kecil dan perairan laut sekitarnya) dan daratan Flores. Pada tahun 2021, Badan Pusat Statistik Nusa Tenggara Timur mencatat setidaknya ada 216.658 jiwa sedangkan pada tahun 2022 yaitu sebanyak 259.574 jiwa jumlah wisatawan Mancanegara dan Domestik (Badan Pusat Statistik NTT, 2022). Hal ini menunjukkan peningkatan jumlah wisatawan sebesar 16.53%. Wisatawan memiliki ketertarikan besar dalam mengunjungi Pulau Komodo dan Pantai-pantai sekitar kota Labuan Bajo. Dan wisatawan juga lebih memilih menginap di kapal atau live on board daripada menginap di hotel dan fasilitas penginapan lainnya di Kota Labuan Bajo (Luru, 2018). Adapun transportasi laut yang digunakan yaitu speedboat, cruise, yacht, kapal pesiar, atau kapal pinisi (Franseco Evan, Wongge, & I.Dutha, 2022). Kepala Dinas Pariwisata dan Ekonomi Kreatif NTT, Zeth Sony Libing mengatakan 60 persen wisatawan yang berkunjung ke Labuan Bajo menginap di Pulau Komodo dengan kapal pinisi. Jumlah kapal pinisi yang beroperasi secara legal saat ini mencapai 614 kapal (Salukh, 2022).

Kapal Pinisi yang juga termasuk Kapal Layar Motor merupakan salah satu alternatif moda transportasi yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi potensi pariwisata dan kemudian pendapatan pariwisata dapat menyumbang pendapatan negara. Salah satu sarana transportasi untuk berhubungan antara pulau yang satu dengan pulau yang lainnya pada zaman dahulu dilakukan dengan menggunakan kapal-kapal tradisional hingga saat ini pun sarana transportasi tersebut masih tetap dipakai meskipun kemajuan teknologi pada saat ini semakin pesat. Akan tetapi, kapal ini masih memiliki banyak kekurangan yang sebagaimana berakibat terjadinya kecelakaan pelayaran.

Salah satu kecelakaan pelayaran yang terjadi akibat tenggelam pada Juni 2022 yaitu tenggelamnya KLM. Tiana yang diakibatkan oleh stabilitas kapal yang tidak memenuhi kriteria saat dihadapi dengan kondisi oleng yang disebabkan oleh cuaca buruk dan gelombang tinggi. Kecelakaan ini mengakibatkan meninggalnya dua penumpang disebabkan terjebak di kamar. (Kurniawan, 2022). Kecelakaan lainnya terjadi pada KLM Buana Indah, yaitu tenggelamnya kapal karena menghantam ombak besar dan terjadi kebocoran di kamar mesin. Mesin yang tersedia tidak sanggup memompa air keluar kapal. Akibatnya air laut masuk sampai ke dalam geladak kapal (Hakim, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat KLM yang lalai dalam menerapkan operasional keselamatan.

Berdasarkan temuan KNKT, kru kapal kerap membawa muatan melebihi kapasitas yang seharusnya dan membawa barang yang mudah terbakar seperti bahan bakar minyak (BBM) dalam kemasan yang tidak memenuhi standar keamanan. KNKT juga mengatakan seluruh pemangku kepentingan diharapkan untuk memberikan edukasi dan pengawasan terkait konstruksi kapal yang menyangkut permesinan dan kelistrikan supaya memenuhi standar keselamatan. Untuk mencegah kecelakaan perlu adanya kesadaran masing-masing dari setiap pengguna (Widianto, 2022).

KLM. Elysian merupakan kapal Pinisi yang dibangun pada tahun 2002 sebagai kapal penumpang dan dimodifikasi pada tahun 2022 menjadi kapal penumpang wisata. Namun realitanya, jika melihat dari segi desain kapal yang ada saat ini belum memenuhi standar yang dituangkan oleh Kementerian Perhubungan sebagai standar keselamatan untuk Kapal Layar Motor yaitu *Non-Conventional Vessel Standard* (NCVS) sehingga berpotensi membahayakan kru kapal dan penumpang jika terjadi keadaan darurat. Ruang mesin KLM. Elysian hanya memiliki satu akses berupa pintu dari kamar kru dimana akses tersebut berupa tangga vertikal dari dapur yang ada di main deck. Berdasarkan NCVS Bab II. Bagian I. Seksi 35. Poin 35.15.4 dinyatakan bahwa “Kamar mesin harus dilengkapi dengan bukaan guna dilalui oleh awak kapal untuk masuk ke kamar mesin. Disamping itu dibuat pula bukaan darurat

yang dapat dilalui oleh awak kapal untuk menyelamatkan diri jika terjadi kecelakaan.”.



Gambar 1. KLM Elysian

Berdasarkan penjelasan diatas, penelitian ini akan dilakukan penyesuaian desain KLM Elysian berdasarkan pertimbangan teknis dan standar keselamatan yang berlaku dengan judul penelitian sebagai berikut : “REDESAIN *ESCAPE ROUTE* DAN PERLENGKAPAN KESELAMATAN PADA KAPAL PINISI SESUAI STANDAR NCVS (STUDI KASUS KLM ELYSIAN)”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat dikemukakan pada studi ini adalah :

- 1 Bagaimana desain ruang kamar mesin KLM. Elysian yang memenuhi *Non-Conventional Vessel Standards* ?
- 2 Apakah kelengkapan alat keselamatan KLM. Elysian yang memenuhi *Non-Conventional Vessel Standards* ?
- 3 Apakah desain *escape route* KLM. Elysian memenuhi *Non-Conventional Vessel Standards* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1 Membuat desain ruang kamar mesin KLM. Elysian yang memenuhi *Non-Conventional Vessel Standards*.
- 2 Mengetahui kelengkapan alat keselamatan KLM. Elysian yang memenuhi *Non-Conventional Vessel Standards*.
- 3 Mengetahui escape route KLM Elysian yang paling efektif.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini :

1. Sebagai bahan masukan bagi pemilik kapal agar memperbaiki desain ruang kamar mesin kapal penumpang.
2. Sebagai bahan masukan bagi pemilik kapal untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan penumpang dan kru kapal.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini yaitu :

1. Objek pada penelitian ini yaitu KLM. Elysian.
2. Hanya melakukan desain dan perhitungan pada escape route, perlengkapan keselamatan pada redesain kamar mesin.
3. Tidak menganalisis biaya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keselamatan Pelayaran

Seluruh pengguna sarana transportasi laut di Indonesia khususnya dan di dunia pada umumnya, senantiasa sangat mengutamakan persoalan keselamatan dan keamanan, yang selanjutnya baru diikuti dengan aspek biaya yang terjangkau, kecepatan dan ketepatan waktu, serta aspek kenyamanan. Terjadinya kecelakaan kapal seperti tenggelam, terbakar, dll adalah permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan keselamatan dan keamanan transportasi laut. Untuk pelaksanaan peningkatan keselamatan pelayaran ini, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut telah mengeluarkan kebijakan dalam pencegahan kecelakaan kapal seperti membuat maklumat pelayaran tentang peningkatan pengawasan keselamatan pelayaran bagi kapal penumpang, membuat maklumat tentang kondisi cuaca perairan di Indonesia seperti telegram perihal kesiapan cuaca buruk di laut (Hendrawan, 2019).

Keselamatan dan keamanan maritim di sini, adalah kebijakan utama yang harus mendapatkan prioritas pada pelayaran dalam menunjang kelancaran transportasi laut Indonesia sebagai negara kepulauan. Indonesia memiliki kedaulatan atas keseluruhan wilayah laut Indonesia, sehingga laut memiliki peran cukup berarti baik bagi sarana pemersatu bangsa dan wilayah Republik Indonesia, mau pun laut sebagai asset bangsa yang tidak ternilai serta masa depan Indonesia. Penguasaan atas laut tersebut, memiliki konsekuensi bahwa Pemerintah berkewajiban atas penyelenggaraan pemerintahan di bidang penegakan hukum di laut, baik terhadap ancaman pelanggaran, pemanfaatan perairan, serta menjaga dan menciptakan keselamatan pelayaran secara optimal. Berdasarkan UU Nomor 17 Tahun 1985 tentang Pengesahan Negara Kepulauan (Archipelago State) bagi Indonesia oleh konvensi PBB, hal ini berarti Indonesia sebagai negara kepulauan telah diakui oleh dunia Internasional (Pramono, 2021)

Keselamatan pelayaran Peraturan Safety Of Life At Sea (SOLAS) adalah peraturan yang mengatur keselamatan maritim paling utama dengan tujuan untuk meningkatkan jaminan keselamatan hidup di laut yang dimulai sejak 1914,

mengingat, saat itu, di mana-mana banyak terjadi kecelakaan kapal yang menelan banyak korban jiwa. Pada tahap permulaan, dimulai dengan fokus pada peraturan kelengkapan navigasi, kekedapan dinding penyekat kapal serta peralatan berkomunikasi, kemudian berkembang pada konstruksi dan peralatan lainnya. Modernisasi peraturan SOLAS sejak 1960, adalah menggantikan Konvensi 1918 dengan SOLAS 1960 (Kadarisman, 2017).

Sejak saat itu, peraturan mengenai desain untuk meningkatkan faktor keselamatan kapal mulai dimasukkan seperti: Desain konstruksi kapal, Permesinan dan instalasi listrik, Pencegah kebakaran, Alat-alat keselamatan, Alat komunikasi dan keselamatan navigasi. Adapun, usaha penyempurnaan peraturan tersebut dengan cara mengeluarkan peraturan tambahan (amandement) hasil konvensi IMO, yang dilakukan secara berturut-turut pada 1966, 1967, 1971 dan 1973. Namun, usaha untuk memberlakukan peraturan-peraturan tersebut secara internasional kurang berjalan sesuai dengan yang diharapkan, terutama karena hambatan prosedural, yaitu: diperlukannya persetujuan 2/3 dari jumlah negara anggota untuk meratifikasi peraturan dimaksud, ternyata sulit dicapai pada waktu yang diharapkan. Selanjutnya, pada rentang 1974, dibuat konvensi baru SOLAS 1974, yakni pada setiap amandemen diberlakukan sesuai target waktu yang sudah ditentukan, kecuali ada penolakan dari 1/3 jumlah negara anggota atau 50 % dari pemilik tonnage yang ada di dunia (Suryani, Pratiwi, Sunardji, & Hendrawan, 2018).

Peraturan standar kapal non konvensi berbendara Indonesia tertuang dalam Lampiran Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM No. 65 Tahun 2009. Peraturan tersebut berisikan standar kualitas hal-hal yang terkait dengan kapal dan pengawakannya dan sudah ditandatangani juga oleh Dirjen Perhubungan Laut dalam SK UM 008/20/9/ DJPL/2012 dan akan diberlakukan pada 1 Januari 2013. Pada penerbitan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM.65/2009 mengenai Standard Kapal Non-konvensi pada bulan September tahun 2009, merupakan suatu langkah yang maju jika pemerintah sebagai upaya mencapai standard keselamatan pelayaran yang lebih baik (Utami, 2015).

Pelaksanaan NCVS sangat mendesak dilaksanakan, mengingat selama ini banyak terjadi kecelakaan kapal di laut dan lebih banyak menimpa kapal-kapal Non

Konvensi. Di sejumlah perairan nusantara banyak mengalami cuaca kurang bersahabat, angin kencang hingga menimbulkan gelombang tinggi. Kalau tidak diwaspadai maka akan terulang kembali kasus kecelakaan kapal kelas non konvensi (Utami, 2015). Sebagai negara yang memiliki armada niaga yang makin meningkat bagi penyelenggara angkutan laut khususnya pelayaran rakyat, makin dirasakan perlunya keberadaan sarana angkutan laut yang baik dan aman, sesuai ketentuan-ketentuan yang diberlakukan oleh pemerintah.

2.1.1 Kecelakaan Kapal

Berdasarkan hal tersebut IMO mengeluarkan peraturan baru International Safety Management Code (ISM-CODE) dengan resolusi A.741(18) yang diterbitkan International Management Code for the Safe Operation of Ships and Pollution Prevention yang dikenal sebagai ISM Code, dan mulai diaplikasikan sejak 1 Juli 1998 (Sulfadly, 2013).

ISM-Code menghendaki adanya komitmen dari manajemen tingkat puncak sampai pelaksanaan, baik di darat maupun di kapal. Pemberlakuan ISM-Code, diharapkan keselamatan kapal akan lebih dijamin. Pemenuhan ISM-Code mengacu pada 13 elemen yang terdiri dari elemen umum, kebijakan keselamatan dan perlindungan lingkungan, tanggung jawab dan wewenang perusahaan, petugas yang ditunjuk di darat, tanggung jawab dan wewenang nahkoda, sumber daya dan tenaga kerja, pengembangan rencana pengoperasional kapal, kesiapan menghadapi keadaan darurat, pelaporan dan analisis ketidaksesuaian, kecelakaan dan kejadian berbahaya, pemeliharaan kapal dan perlengkapan, verifikasi, tinjauan, dan evaluasi perusahaan, sertifikasi, verifikasi, dan pengawasan (Sulfadly, 2013).

2.2 Kapal Layar Motor

Kapal layar motor adalah kapal layar dengan bahan utama dari kayu berukuran tonase sampai dengan GT 500 dan mempunyai tenaga pesawat penggerak bantu sampai dengan 535 Tenaga Kuda (TK) yang khusus mengangkut barang dan atau hewan bukan mengangkut penumpang (Kementerian Perhubungan, 2009).

Puslitbang Perhubungan Laut menyatakan bahwa kapal layar motor sebagai armada pelayaran rakyat yang dapat dimanfaatkan dalam melayani angkutan perintis sepanjang memenuhi kriteria keselamatan. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan kapal pelayaran rakyat pada jalur pelayaran perintis, maka hal yang sangat penting mendapatkan pertimbangan adalah daerah pelayaran dan teknologi kapal yang masih tradisional. Kapal layar motor sekalipun dibangun secara tradisional namun telah dimodifikasi dengan motorisasi maka harus mampu mencapai seluruh pelayaran Indonesia (Malisan & Jinca, 2012).

2.3 Regulasi Keselamatan Kapal Layar Motor

Non-convention Vessel Standard (NCVS) atau standar kapal non konvensional berbendera Indonesia adalah standar yang berlaku untuk kapal-kapal domestic yang berlayar di perairan Indonesia. Standar ini diterapkan pada seluruh Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia baik kapal lama maupun kapal baru yang tidak diatur dalam konvensi internasional termasuk namun tidak terbatas pada :

1. Seluruh kapal niaga yang tidak berlayar ke luar negeri.
2. Kapal-kapal niaga berukuran dibawah 500 GT yang berlayar ke luar negeri.
3. Kapal-kapal yang tidak digerakkan dengan tenaga mekanis (tongkang, pontoon dan kapal layar).
4. Kapal-kapal kayu (KLM) dan kapal kayu dengan mesin penggerak;
5. Kapal penangkap ikan.
6. Kapal pesiar.
7. Kapal-kapal yang dibangun memenuhi persyaratan kebaharuan (NOVEL)
8. Semua kapal yang ada yang mengalami perubahan fungsi.

2.3.1 Persyaratan Keselamatan Konstruksi Kapal Layar Motor Berukuran Tonase Kotor Sampai dengan GT 500

2.3.1.1 Konstruksi

- Konstruksi KLM harus memenuhi persyaratan sesuai dengan petunjuk-petunjuk teknis dan menggunakan bahan kayu

- Kemudi harus dibuat dan ditempatkan sedemikian rupa sehingga dapat bekerja dengan baik pada waktu KLM menggunakan layer maupun mesin penggerak bantu

2.3.1.2 Layar

- Untuk setiap KLM, jumlah luas layar disyaratkan sekurang-kurangnya 1,5 (satu setengah) x Panjang x lebar kapal.
- Kapal layar yang dirombak menjadi KLM harus tetap menggunakan layar yang ukurannya sebagaimana dimaksud penjelasan sebelumnya.
- Bangunan atas ataupun rumah geladak pada KLM harus dibuat sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu penggunaan layar.

2.3.1.3 Mesin

- Besarnya tenaga mesin penggerak bantu untuk suatu nilai tonase kotor kapal ditentukan dengan pembatasan kecepatan dinas kapal yang dihasilkan dengan menggunakan layer dan tenaga mesin penggerak bantu.
- Besarnya tenaga mesin penggerak bantu yang diperbolehkan berdasarkan tonase kotor kapal ditetapkan sebagai berikut :
 - Tonase kotor (GT) kurang dari 10, besarnya tenaga pesawat penggerak bantu (TK) maksimum 50 TK
 - Tonase kotor (GT) 10 sampai dengan kurang dari 20, besarnya tenaga pesawat penggerak bantu (TK) maksimum 75 TK
 - Tonase kotor (GT) 20 sampai dengan kurang dari 35, besarnya tenaga pesawat penggerak bantu (TK) maksimum 105 TK
 - Tonase kotor (GT) 35 sampai dengan kurang dari 80, besarnya tenaga pesawat penggerak bantu (TK) maksimum 175 TK.
 - Tonase kotor (GT) 80 sampai dengan kurang dari 165, besarnya tenaga pesawat penggerak bantu (TK) maksimum 275 TK.
 - Tonase kotor (GT) 165 sampai dengan kurang dari 260, besarnya tenaga pesawat penggerak bantu (TK) maksimum 360 TK.
 - Tonase kotor (GT) 260 sampai dengan kurang dari 315, besarnya tenaga pesawat penggerak bantu (TK) maksimum 400 TK.

- Tonase kotor (GT) 315 sampai dengan kurang dari 500, besarnya tenaga pesawat penggerak bantu (TK) maksimum 535 TK.
- Mesin penggerak bantu ditempatkan secara baik dan kokoh dalam ruang tersendiri, terpisah dari ruang muatan dan ruang awak.
- Tata susunan peralatan, jendela cuaca, peranginan, penerangan ruang mesin harus menjamin keamanan dan kenyamanan kerja.
- Ruang untuk penempatan hewan, harus terpisah dari barang dan tempat-tempat bagi awak KLM dimana harus terlindungi terhadap cuaca dan angin serta tidak mengganggu operasi penggunaan layer.

2.3.1.4 Pondasi Mesin

Kamar mesin dilengkapi dengan bukaan guna dilalui awak kapal untuk masuk ke kamar mesin. Disamping itu dibuat pula bukaan darurat yang dapat dilalui oleh awak kapal untuk menyelamatkan diri jika terjadi kecelakaan. Tinggi ambang bukaan untuk kamar mesin minimal 600 mm.

2.3.1.5 Akses

Mesin harus diatur sedemikian rupa di dalam kamar mesin dengan semua lubang instalasi dan lubang pemeriksaan yang disediakan oleh pembuat mesin untuk pemeriksaan dan perawatan mudah dicapai. Penggantian komponen, selama masih praktis dilakukan di atas kapal, harus bisa dimungkinkan. Persyaratan berkaitan dengan ruangan dan konstruksi harus dipertimbangkan untuk instalasi mesin.

2.3.1.6 Pengaman Keselamatan Ruang Mesin

1 Umum

Mesin harus diatur dan dilindungi sedemikian rupa sebagai upaya melindungi awak kapal dari bencana

2 Lebar jalan laluan

Di dalam kamar mesin pada kapal yang berukuran Panjang pengukuran 20 meter atau lebih, harus disediakan jalan laluan dengan lebar tidak kurang dari 600 mm antara mesin dan permesinan bantu atau dengan papan hubung.

3 Jeruji dan pelat lantai

Jeruji di ruang mesin harus dilengkapi dengan susuran tangan dan rel pengaman jika diperlukan. Pelat pelindung dengan tinggi sekitar 60 mm harus dipasang pada semua jeruji bila dianggap perlu. Pelat lantai harus dipasang dengan benar dan menempel ditempatnya dan mempunyai permukaan anti slip.

4 Tangga

Tangga di ruang mesin harus dipasang anak tangga atau tapak anti slip dan mempunyai susuran tangan yang memadai.’

5 Pelindung bagian mesin yang bergerak

Mesin, motor listrik, roda gigi, rantai dan sabuk penggerak, kopling dan poros yang bisa menyebabkan luka pada awak kapal haruslah dipasang pelindung jika perlu

6 Pelindung panas

Pipa gas buang dan permukaan panas lainnya harus diisolasi dengan baik atau pelindung lainnya jika perlu.

2.4 Persyaratan Keselamatan Kapal Layar Motor

2.4.1 Perlengkapan Keselamatan

Berdasarkan *Non-convention Vessel Standard* (NCVS) setiap KLM harus dilengkapi dengan alat-alat pemadam kebakaran dan alat penolong yang memenuhi syarat serta dalam keadaan baik meliputi :

2.4.1.1 Alat – Alat Pemadam Kebakaran

- 1 Sekurang-kurangnya 2 (dua) buah tabung pemadam kebakaran tipe busa dengan kapasitas @ 9 liter atau yang sepadan ditempatkan di dalam kamar mesin.
- 2 Sekurang-kurangnya 2 (dua) duah tabung pemadam kebakaran type ABC dengan kapasitas @ 9 liter atau yang sepadan, yang ditempatkan diluar kamar mesin.

- 3 1 (satu) bak berisi sekurang-kurangnya $\frac{1}{2}$ (setengah) meter kubik pasir dengan 2 (dua) buah tembilang.
- 4 Untuk kapal yang lebih besar dari 200 GT harus dilengkapi dengan 1 (satu) pompa pemadam kebakaran yang berdiri sendiri dengan kapasitas yang cukup.

2.4.1.2 Alat – Alat Penolong

- 1 Sekurang-kurangnya 2 (dua) buah pelampung penolong (life buoy) berwarna jingga, bertuliskan nama KLM dan pelabuhan pendaftaran, dengan panjang tali 25 m. Dibuat dari bahan yang bersifat mengapung karena memiliki rongga udara yang mempengaruhi daya apungnya, dimana memiliki massa tidak kurang dari 2,5 kg. Harus mampu menahan beban di air seberat 14,5 kg selama 24 jam.
- 2 Baju penolong warna jingga untuk setiap pelayar. Harus mampu menahan beban di air seberat 7,5 kg selama 24 jam.
- 3 Rakit penolong dengan kapasitas cukup untuk seluruh pelayar, berlaku untuk KLM dengan ukuran 100 s.d. 230 GT.
- 4 Rakit penolong kembung dengan kapasitas cukup untuk seluruh pelayar, berlaku untuk KLM dengan ukuran diatas 230 GT.
- 5 1 (satu) sampan (perahu penyelamat) beserta dayungnya dengan kapasitas sekurang-kurangnya untuk 4 (empat) orang.
- 6 Alat keselamatan yang digunakan telah lulus uji.

2.4.1.3 Alat – Alat Isyarat Bahaya

1. 2 (dua) buah cerawat paying.
2. 4 (empat) buah cerawat tangan berwarna merah.
3. 2 (dua) buah isyarat asap apung berwarna jingga atau kuning.

Setiap KLM dengan ukuran 35 s/d 500 GT harus dilengkapi dengan :

a. Perangkat komunikasi radio yang terdiri dari :

1. Pemancar penerima (Transceiver) telepon radio SSB (Single Side Band) yang menggunakan Upper Sideband, yang mempunyai daya pancar maximum 50 watt Peak and Envelop Power (PEP), dengan minimum 4 (empat) saluran maksimum 6 saluran.

2. Pembangkit alarm dua nada (Two Tone Alarm Generator).
 3. Sumber tenaga yang dapat hidup secara terus menerus selama 6 (enam) jam.
 4. Antena dengan segala kelengkapannya, termasuk antena matching, antena coupler, dan sebagainya.
- b. EPIRB 406 MHZ (Radio Penunjuk Posisi Darurat)
 - c. Jam Dinding yang mudah dibaca jam dan menitnya dari tempat kerja operator.
 - d. Buku harian radio.
 - e. Daftar stasiun Radio Pantai Indonesia.

2.5 IMO Interim Guidelines

Koridor/escape routes adalah jalur-jalur aman yang ditetapkan untuk menuju ke titik kumpul pada saat terjadi keadaan darurat (Pratama, 2016). Berikut beberapa faktor yang menjadi pengaruh untuk mendesain escape route yang efektif. Berdasarkan IMO Interim Guidelines untuk analisa evakuasi kapal passenger ship, maka perlu diberikan beberapa asumsi agar perhitungan waktu evakuasi dianalisa berdasarkan keadaan yang sebenarnya. Terdapat beberapa asumsi pada IMO MSC/Circ.9092), antara lain;

1. Seluruh penumpang dan awak kapal akan memulai evakuasi pada saat yang bersamaan. Dimana satu dengan yang lainnya tidak akan bertabrakan. Evakuasi akan dimulai saat alarm dibunyikan dan terjadi Awareness Time (A)
2. Seluruh penumpang dan ABK akan menyelamatkan diri melalui jalur penyelamatan diri utama. Dengan mengacu pada SOLAS regulasi II-2/13 tentang penyediaan jalur evakuasi agar penumpang dapat dengan cepat dan selamat menuju titik kumpul, maka kapal harus mengikuti syarat berikut ini:
 - a. Jalur penyelamatan yang layak disediakan sesuai dengan peraturan (safe escape route);
 - b. Jalur penyelamatan harus dijaga agar tetap dalam kondisi yang bebas dari berbagai hambatan;

- c. Jalur penyelamatan harus disediakan seperlunya dengan memperhitungkan kecepatan akses, memiliki penandaan yang jelas, dan didesain dengan layak untuk situasi gawat darurat.
- 3. Kecepatan berjalan penumpang ditentukan berdasarkan perhitungan densitas penumpang dan jenis sarana penyelamatan.
- 4. Tidak ada penumpang atau ABK yang tidak mampu menyelamatkan diri atau kondisi mentalnya sedang bermasalah. Seluruh penumpang dan ABK telah dinyatakan kompeten serta memiliki sertifikat Basic Safety Training (BST).
- 5. Counterflow dihitung berdasarkan faktor counterflow.
- 6. Jumlah penumpang diasumsikan 100% (terisi penuh), yaitu 101 orang,
- 7. Kemampuan seluruh sarana penyelamatan telah dipertimbangkan yaitu memenuhi kelaik lautan (Seaworthiness)
- 8. Seluruh penumpang dapat bergerak tanpa ada halangan,
- 9. Efek dari pergerakan kapal, usia dan kemampuan penumpang, kemampuan melihat ketika terdapat asap dan lain-lain telah dihitung dalam safety factor.

2.6 Software Pathfinder

Pathfinder adalah software simulasi jalur evakuasi yang berdasarkan gerakan simulator manusia. Software ini menyediakan antarmuka model simulasi serta visualisasi 2D dan 3D untuk analisis hasil bagi pengguna grafis. GUI pada *pathfinder* digunakan utamanya untuk membuat dan menjalankan model simulasi. Sebuah screenshot dari antarmuka pengguna ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Tampilan Home Pathfinder*

Pathfinder juga mencakup program kedua yang dirancang khusus untuk visualisasi kinerja tinggi dari waktu secara 3D. 3D program hasil ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Tampilan visualisasi simulasi pada *pathfinder*.

Lingkungan gerakan (*mesh 3D*) dirancang agar sesuai dengan dimensi nyata model bangunan. *Mesh* gerakan dimasukkan secara otomatis berdasarkan data misalnya FDS geometri.

Dinding dan kawasan lain di ibaratkan sebagai *gap* dalam *mesh* navigasi. Benda tersebut tidak diteruskan ke simulator melainkan diwakili implisit dikarenakan penumpang tidak bisa bergerak ke tempat-tempang yang tidak terdapat jalan navigasi.

Pintu direpresentasikan sebagai tepi khusus *mesh* navigasi. Dalam simulasi, pintu akan menyediakan peluang untuk menggabungkan suatu kamar dengan jalur pencarian penumpang. Pintu juga dapat digunakan untuk mengontrol aliran penumpang pada suatu aliran tertentu dalam simulasi.

Tangga direpresentasikan sebagai ujung navigasi. Berbentuk segitiga. Pergerakan penumpang dikurangi dengan faktor kecepatan perjalanan berdasarkan tingkat kemiringan dari tangga. Setiap tangga yang implisit menggambarkan dua pintu. Pintu tersebut memiliki fungsi yang sama seperti pintu lainnya pada simulator. Namun, dikendalikan oleh editor tangga untuk memastikan tidak ada kesalahan geometric kesalahan geometrik akibat ketidaksesuaian pintu penghubung dan tangga.

Penumpang diibaratkan sebagai silinder yang tegak pada pergerakannya menggunakan teknik berbasis agen. Penumpang kan bergerak independen dan mempunyai gerakan yang berbeda dengan yang lain dengan tidak saling bergantung.

Seperti dalam mode SEPE, penumpang diperbolehkan saling merasuk dan tidak berusaha menghindari satu sama lain. Namun disamping itu, terdapat pintu yang membatasi aliran dan kecepatan yang dikendalikan oleh banyaknya atau padatnya penumpang (Pathfinder Thunderhead Engineering, 2019).

2.6.1 Kecepatan Berjalan

Dalam melakukan sebuah evakuasi, kecepatan berjalan merupakan hal utama untuk menentukan waktu evakuasi yang dibutuhkan. Namun pada praktinya, setiap orang memiliki kecepatan berjalan yang berbeda-beda. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan jenis kelamin atau umur. Pada setiap jenis kelamin, kecepatan pun dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan rentang umur dan keterbatasan fisik. IMO menjelaskan bahwa kecepatan berjalan penumpang dan ABK telah ditentukan dengan membedakan peran, jenis kelamin, dan rentang umur. Sehingga pengambilan data kecepatan disesuaikan dengan standar IMO. Seperti kecepatan berjalan pada bidang datar yang ditunjukkan pada tabel dan kecepatan berjalan pada tangga yang ditunjukkan pada tabel 1 dan 2

Tabel 1. Kecepatan Berjalan pada Bidang Datar

<i>Population Groups-Passengers</i>	<i>Walking speed in flat terrain</i>	
	<i>Minimum</i> <i>(m/s)</i>	<i>Maximum</i> <i>(m/s)</i>
<i>Females younger than 30 years</i>	0.93	1.55
<i>Females 30-50 years old</i>	0.71	1.19
<i>Females older than 50 years</i>	0.56	0.94
<i>Females older than 50, mobility impaired (1)</i>	0.43	0.71
<i>Females older than 50, mobility impaired (2)</i>	0.37	0.61
<i>Males younger than 30 years</i>	1.11	1.85
<i>Males 30-50 years old</i>	0.97	1.62
<i>Males older than 50 years</i>	0.84	1.4
<i>Males older than 50, mobility impaired (1)</i>	0.64	1.06
<i>Males older than 50, mobility impaired (2)</i>	0.55	0.91
<i>Crew Females</i>	0.93	1.55
<i>Crew Males</i>	1.11	1.85

Tabel 2. Kecepatan Berjalan pada Tangga

<i>Population Groups-Passengers & Crews</i>	<i>Walking speed in flat terrain</i>			
	<i>Stairs down</i>		<i>Stairs up</i>	
	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>
<i>Females younger than 30 years</i>	0.56	0.94	0.47	0.79
<i>Females 30-50 years old</i>	0.49	0.81	0.44	0.74
<i>Females older than 50 years</i>	0.45	0.75	0.37	0.61
<i>Females older than 50, mobility impaired (1)</i>	0.34	0.56	0.28	0.46
<i>Females older than 50, mobility impaired (2)</i>	0.29	0.49	0.23	0.39
<i>Males younger than 30 years</i>	0.76	1.26	0.5	0.84
<i>Males 30-50 years old</i>	0.64	1.07	0.47	0.79
<i>Males older than 50 years</i>	0.5	0.84	0.38	0.64
<i>Males older than 50, mobility impaired (1)</i>	0.38	0.64	0.29	0.49
<i>Males older than 50, mobility impaired (2)</i>	0.33	0.55	0.25	0.41

<i>Crew Females</i>	0.56	0.94	0.47	0.79
<i>Crew Males</i>	0.76	1.26	0.5	0.84

2.6.2 Persentase Jumlah Penumpang dan ABK

Persentase jumlah penumpang dan ABK juga dapat mempengaruhi waktu evakuasi. Waktu evakuasi akan bertambah lama jika jumlah penumpang didominasi oleh kelompok rentang umur yang lebih tua, sedangkan waktu evakuasi akan lebih cepat jika penumpang didominasi oleh kelompok rentang umur yang muda. Oleh karena itu IMO memberi standar persentase jumlah penumpang dan ABK.

Tabel 3. Persentase Jumlah Penumpang dan ABK

<i>Population Groups-Passengers</i>	<i>Percentage of passengers (%)</i>
<i>Females younger than 30 years</i>	7
<i>Females 30-50 years old</i>	7
<i>Females older than 50 years</i>	16
<i>Females older than 50, mobility impaired (1)</i>	10
<i>Females older than 50, mobility impaired (2)</i>	10
<i>Males younger than 30 years</i>	7
<i>Males 30-50 years old</i>	7
<i>Males older than 50 years</i>	16
<i>Males older than 50, mobility impaired (1)</i>	10
<i>Males older than 50, mobility impaired (2)</i>	10
<i>Crew Females</i>	50
<i>Crew Males</i>	50

2.6.3 Pemodelan Evakuasi

Pemodelan evakuasi dengan metode Agent Based Modelling Simulation memiliki beberapa karakteristik yaitu :

- Orang pada pada pemodelan direpresentasikan sebagai agent.
- Setiap agent memiliki kemampuan pada beberapa parameter, seperti kecepatan berjalan.
- Perpindahan setiap agent harus direkam.
- Pada setiap populasi, masing-masing individu memiliki variasi parameter.
- Agent memiliki kemungkinan persentase yang sama dalam memilih jalur untuk melakukan evakuasi.

2.6.4 Asumsi

Dalam melakukan pemodelan dibutuhkan beberapa asumsi untuk menjadikan model lebih nyata sesuai dengan kondisi di lapangan. Asumsi yang dipakai dalam memodelkan evakuasi sesuai IMO yaitu :

- Waktu respon dan kemampuan pada setiap agent berbeda-beda.
- Jalur evakuasi penumpang dan ABK telah ditentukan sebelumnya.
- Muatan pada kapal disesuaikan dengan kondisi kapal penuh.
- Olah gerak pada kapal di abaikan pada perhitungan waktu evakuasi.
- Semua hubungan sosial agent diabaikan dan semua agent bersifat individu

2.6.5 Performance Standard

Perhitungan performance standard seperti yang digambarkan pada gambar 7.1 adalah sebagai berikut :

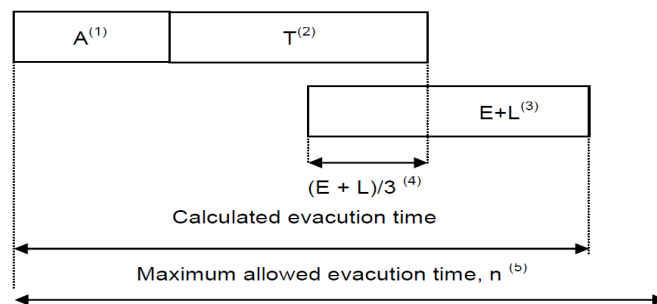
Calculated evacuation time:

$$A + T + 2/3 (E + L) < 60' \quad (1)$$

$$E + L < 30' \quad (2)$$

Performance standard (1) diturunkan dari resolusi 4 SOLAS Conference tahun 1995.

Performance standard (2) sesuai dengan peraturan SOLAS III/21.1.4.



Gambar 4. Performance Standard Menurut IMO

Selain perhitungan waktu evakuasi untuk menyelamatkan diri, juga perlu diperhatikan tentang jalur keselamatan seperti means escape. Menurut SOLAS Chapter II, Part D regulation 13, means escape adalah ketika seluruh penumpang dan awak kapal dapat berlari dan selamat menuju dek embarkasi lifeboat dan liferaft, berikut ketentuan-ketentuannya:

1. Harus tersedia jalur yang aman untuk melarikan diri.
2. Jalur atau rute untuk melarikan diri harus dipastikan tetap dalam kondisi aman dan bebas rintangan.
3. Sediakan bantuan tambahan, termasuk akses, penandaan yang jelas, dan model yang memenuhi saat situasi darurat.

2.6.6 Parameter yang digunakan

IMO MSC.1/Circ.1238 memberikan parameter dalam memodelkan simulasi sehingga dengan tujuan mempermudah dalam membuat model. Berikut parameter yang digunakan:

1. Kategori Geometris Kategori geometris membahas mengenai layout dan penempatan rute evakuasi. Layout yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan rencana umum yang telah didapat sedangkan untuk rute evakuasi bersumber dari safety plan kapal.
2. Kategori Populasi Kategori populasi ini mendeskripsikan kemampuan penumpang dan ABK. Kemampuan yang dimaksud yaitu dalam kecepatan berjalan serta presentase pembagian penumpang berdasarkan kelompok rentang

umur. Presentase dan kecepatan berjalan ini didapatkan sesuai dengan standar IMO MSC. 1/Circ. 1238.

3. Kategori Lingkungan Kategori Lingkungan merupakan kategori yang membahas efek kondisi lingkungan terhadap olah gerak kapal. Olah gerak kapal ini nantinya akan mempengaruhi proses berjalannya evakuasi. Namun sesuai IMO MSC. 1/Circ. 1238 semua yang mempengaruhi proses berjalannya evakuasi yang disebabkan oleh olah gerak kapal untuk diabaikan.
4. Kategori Prosedural Kategori Prosedural yaitu kategori yang mempunyai bahasan dengan menitik beratkan penilaian terhadap empat kasus yang sudah dijelaskan di bab metodologi penelitian. Dimana tujuan akhir dari proses evakuasi pada liferaft dan seluruh ABK mengikuti proses berjalannya evakuasi.

2.7 Software Pyrosim

PyroSim adalah *graphical user interface* untuk Fire Dynamics Simulator (FDS). Model FDS dapat memprediksi asap, suhu, karbon monoksida, dan zat lain selama kebakaran. Hasil dari simulasi ini telah digunakan untuk memastikan keamanan bangunan sebelum konstruksi, mengevaluasi keamanan pilihan bangunan yang ada, rekonstruksi kebakaran pasca kecelakaan penyelidikan, dan membantu dalam pelatihan petugas pemadam kebakaran.

FDS adalah simulator kebakaran hebat yang dikembangkan di National Institut Standar dan Teknologi (NIST). FDS mensimulasikan skenario kebakaran menggunakan dinamika fluida komputasi (CFD) yang dioptimalkan untuk kecepatan rendah, aliran yang digerakkan secara termal. Pendekatan ini sangat fleksibel dan dapat diterapkan kebakaran mulai dari kompor hingga tangki penyimpanan minyak. Bisa juga menjadi model situasi yang tidak termasuk kebakaran, seperti ventilasi pada bangunan. FDS dan program visualisasi Smokeview keduanya terintegrasi erat PyroSim.

2.8 Waktu Evakuasi

Berdasarkan IMO Interim Guidelines untuk analisa evakuasi kapal *passenger ship*, perlu adanya dugaan agar perhitungan waktu saat evakuasi dapat dianalisa

berdasarkan keadaan sebenarnya. Terdapat beberapa asumsi pada IMO (International Maritime Organization, 1999), antara lain:

- A. Seluruh isi kapal akan memulai evakuasi pada saat bersamaan baik penumpang maupun awak kapal, saat evakuasi tidak akan ada yang bertabrakan satu dengan yang lain karena evakuasi akan dimulai saat alarm dibunyikan, maka terjadi Awareness Time (A).
- B. Seluruh penumpang termasuk awak kapal akan menyelamatkan diri menggunakan jalur penyelamatan utama. Dengan berpedoman pada SOLAS regulasi II-2/13 tentang penyediaan jalur evakuasi agar cepat dan selamat menuju titik kumpul, maka kapal diwajibkan memenuhi syarat berikut:
 - 1) Menyediakan lajur penyelamatan yang layak sesuai dengan aturan (safe escape route).
 - 2) Jalur penyelamatan kapal harus dipastikan tetap dalam kondisi bebas hambatan.
 - 3) Kapal dilengkapi dengan jalur penyelamatan yang dimodel dengan layak untuk situasi gawat darurat dengan memperhitungkan kecepatan akses dan diberikan penandaan yang jelas.
 - 4) Menentukan kecepatan berjalan penumpang berdasarkan perhitungan densitas penumpang dan jenis sarana penyelamatan.
 - 5) Memastikan tidak ada penumpang atau ABK yang kondisi mentalnya sedang bermasalah sehingga tidak mampu menyelamatkan diri saat terjadi bahaya.
 - 6) Seluruh penumpang dan awak kapal telah dinyatakan kompeten dibuktikan dengan sertifikat Basic Safety Training (BST).
 - 7) Counterflow dihitung berdasarkan faktor counterflow.
 - 8) Jumlah penumpang diperkirakan 100% (terisi penuh).
 - 9) Kemampuan seluruh sarana penyelamatan telah dipertimbangkan yaitu memenuhi kelayaklautan (Seaworthiness).
 - 10) Dipastikan seluruh penumpang dapat bergerak tanpa ada halangan.
 - 11) Efek Memperhitungkan dalam safety factor kemampuan penumpang misal dari usia yang mempengaruhi penglihatan saat terdapat asap dan lain-lain akibat dari pergerakan kapal.

Komponen yang perlu dipertimbangkan dalam menghitung waktu evakuasi :

- A. Awareness time (A)
- B. Perhitungan Travel time (T), dan
- C. Embarkation time (E) dan launching time (L).

2.8.1 Performance Standard

Perhitungan performance standard seperti yang digambarkan pada gambar 7.1 adalah sebagai berikut :

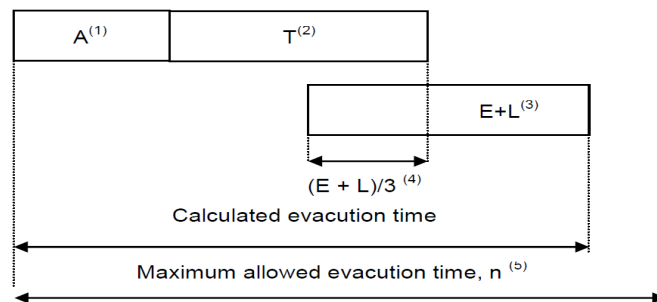
Calculated evacuation time:

$$A + T + 2/3 (E + L) < 60' \quad (1)$$

$$E + L < 30' \quad (2)$$

Performance standard (1) diturunkan dari resolusi 4 SOLAS Conference tahun 1995.

Performance standard (2) sesuai dengan peraturan SOLAS III/21.1.4.



Gambar 5. Performance Standard Menurut IMO

Selain perhitungan waktu evakuasi untuk menyelamatkan diri, juga perlu diperhatikan tentang jalur keselamatan seperti means escape. Menurut SOLAS Chapter II, Part D regulation 13, means escape adalah ketika seluruh penumpang dan awak kapal dapat berlari dan selamat menuju dek embarkasi lifeboat dan liferaft, berikut ketentuan-ketentuannya:

4. Harus tersedia jalur yang aman untuk melarikan diri.
5. Jalur atau rute untuk melarikan diri harus dipastikan tetap dalam kondisi aman dan bebas rintangan.
6. Sediakan bantuan tambahan, termasuk akses, penandaan yang jelas, dan model yang memenuhi saat situasi darurat.