

SKRIPSI

**REVIU JALUR EVAKUASI PADA KAPAL PENUMPANG
BARANG 2000 GT**

Disusun dan diajukan oleh :

MUH. FATHIN ANUGRAH

D031191019



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**REVIU JALUR EVAKUASI PADA KAPAL PENUMPANG
BARANG 2000 GT**

Disusun dan diajukan oleh:

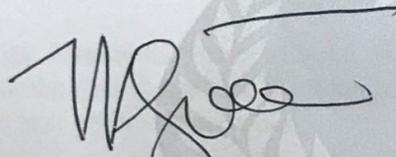
MUH. FATHIN ANUGRAH**D031191019**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 26 September 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Wahyuddin, ST., MT.
Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.

NIP. 19720205 199903 1 002

NIP. 19650318 199103 1 003

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT.

NIP. 19730206 200012 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Muh. Fathin Anugrah
NIM : D031191019
Program Studi : Teknik Perkapalan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

REVIU JALUR EVAKUASI PADA KAPAL PENUMPANG

BARANG 2000 GT

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, 21 September 2023

Yang Menyatakan



Muh. Fathin Anugrah

ABSTRAK

MUH. FATHIN ANUGRAH. REVIU JALUR EVAKUASI PADA KAPAL PENUMPANG BARANG PERINTIS 2000 GT (dibimbing oleh Wahyuddin dan Syamsul Asri)

Dalam beberapa dekade terakhir, keselamatan kapal penumpang besar telah mendapat perhatian yang signifikan saat mendesain dan mengoperasikan kapal penumpang, baik baru maupun lama. Pada saat terjadi kecelakaan kapal, evakuasi adalah bagian yang sangat penting karena proses evakuasi dilakukan untuk melindungi penumpang dan awak di sebuah kapal. Hal-hal perlu dilakukan sebelum proses evakuasi yaitu membuat dan mengetahui jalur evakuasi yang efektif dan efisien. Pada penelitian ini akan membahas mengenai waktu evakuasi dan jalur evakuasi optimal dari berbagai proses evakuasi yang terjadi di kapal penumpang barang perintis 2000 GT. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Agent Based Model Simulation* adalah pendekatan baru dalam simulasi permodelan sistem yang kompleks dimana agent/individu berinteraksi secara *autonomus*. Adapun proses pengujian simulasi menggunakan *software pathfinder*. *Pathfinder* adalah jalan keluar berbasis agen dan simulator pergerakan manusia. Ini menyediakan pengguna grafis antarmuka untuk desain dan eksekusi simulasi serta alat visualisasi 2D dan 3D untuk analisis hasil. Waktu simulasi pergerakan penumpang dan awak kapal disesuaikan dengan tingkat kepadatan di ruangan privat dan ruangan publik yang terjadi pada tiap skenario atau kejadian di jalur evakuasi dimana ditinjau di berbagai geladak sesuai dengan *general arrangement*. Proses evakuasi dengan akses terbatas di *main deck* dan tangga buritan serta tangga *midship* dengan akses terbuka menuju *boat deck* atau *muster station* akan melewati tangga bagian haluan di *main deck* yang membutuhkan waktu evakuasi yang lama untuk mengeluarkan seluruh penumpang dan awak kapal diantara skenario lainnya. Total waktu evakuasi penumpang berdasarkan simulasi dan hasil perhitungan menurut IMO dari skenario normal dan berbagai proses evakuasi dengan akses terbatas ini dengan tiap kondisi kepadatan penumpang di ruangan-ruangan memenuhi persyaratan waktu evakuasi berdasarkan IMO karena menghasilkan waktu yang masih dibawah standart dari IMO, sehingga kapal layak untuk berlayar mengangkut penumpang dan gambar *general arrangement* kapal perintis 2000 GT untuk jalur evakuasi menuju akses keluar/*muster station* dalam kondisi aman.

Kata Kunci : Jalur Evakuasi, Waktu Evakuasi, Proses Evakuasi

ABSTRACT

MUH. FATHIN ANUGRAH. *REVIEW OF THE EVACUATION PATH ON THE 2000 GT PIONEER PASSENGER SHIP* (supervised by Wahyuddin and Syamsul Asri)

In recent decades, the safety of large passenger ships has received significant attention when designing and operating passenger ships, both new and old. When a ship accident occurs, evacuation is a very important part because the evacuation process is carried out to protect passengers and crew on a ship. Things that need to be done before the evacuation process are creating and knowing effective and efficient evacuation routes. This research will discuss evacuation times and optimal evacuation routes from various evacuation processes that occur on the 2000 GT pioneer cargo passenger ship. The method used in this research is Agent Based Model Simulation, which is a new approach in simulating complex system modeling where agents/individuals interact autonomously. The simulation testing process uses pathfinder software. Pathfinder is an agent-based exit and human movement simulator. It provides graphical user interfaces for simulation design and execution as well as 2D and 3D visualization tools for analysis of results. The simulation time for the movement of passengers and crew members is adjusted to the level of density in private and public spaces that occurs in each scenario or incident on the evacuation route which is reviewed on various decks in accordance with the general arrangement. The evacuation process with limited access on the main deck and stern stairs as well as the midship stairs with open access to the boat deck or muster station will pass through the bow stairs on the main deck which requires a long evacuation time to remove all passengers and crew among other scenarios. The total evacuation time for passengers based on simulations and calculation results according to IMO from normal scenarios and various evacuation processes with limited access with each passenger density condition in the rooms meets the evacuation time requirements based on IMO because the resulting time is still below IMO standards, so the ship is suitable to sail to carry passengers and a general arrangement drawing of the 2000 GT pioneer ship for the evacuation route to the exit access/muster station in a safe condition.

Keywords: Evacuation Route, Evacuation Time, Evacuation Process

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
KATA PENGANTAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Umum	6
2.1.1 Kapal Perintis	6
2.1.2 Pengertian Penumpang	6
2.1.3 Pengertian Evakuasi	7
2.2 Kondisi-Kondisi di Kapal	8
2.3 Ketentuan SOLAS 1974 Mengenai Evakuasi Penumpang	11
2.3.1 <i>Simplified Evacuation Analysis</i>	11
2.3.2 <i>Advance Evacuation Analysis</i>	13
2.4 Standar IMO MSC.1/Circ 1533 Tahun 2016	15
2.5 Simulasi	17
2.6 <i>Agent Based Model Simulation</i>	19
2.7 <i>Software Pathfinder</i>	20
2.8 <i>Performance Standart</i>	22
2.9 Analisis Evakuasi dan Penyelamatan	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	25
3.1.1 Lokasi Penelitian	25
3.1.2 Waktu Penelitian	25
3.2 Jenis Data dan Variabel Penelitian	25
3.2.1 Jenis Data	25
3.2.1.1 Pengambilan Data Penelitian	25

3.2.1.2	Metode Pengambilan Data	25
3.2.2	Variabel Penelitian	26
3.2.2.1	Identitas Variabel-Variabel Penelitian	26
3.2.2.2	Definisi Operasional Variabel Penelitian	26
3.3	Teknik Pengumpulan Data	26
3.4	Teknik Analisis Data	27
3.5	Kerangka Pikir	28
3.6	Tahapan Penelitian	29
BAB IV PEMBAHASAN		34
4.1	Data Kapal	34
4.1.1	Data Utama Kapal	34
4.1.2	<i>General Arrangement</i>	35
4.2	Transformasi <i>General Arrangement</i> Kapal Penumpang Barang 2000 GT ke Software <i>Pathfinder</i>	38
4.3	Kesesuaian Karakter <i>General Arrangement</i> Kapal Penumpang Barang 2000 GT dengan Software <i>Pathfinder</i>	44
4.3.1	<i>Floors</i> (Lantai/Geladak)	45
4.3.2	<i>Rooms</i> (Ruangan-Ruangan)	47
4.3.3	<i>Doors</i> (Pintu-Pintu)	51
4.3.4	<i>Stairs</i> (Tangga-Tangga)	53
4.3.5	<i>Exits</i> (Akses Keluar)	55
4.4	Skenario Kepadatan Penumpang di Jalur Evakuasi	56
4.4.1	Identifikasi Ruang Tiap Geladak	56
4.4.2	Identifikasi Penumpang dan ABK	61
4.4.3	Skenario Evakuasi Tingkat Kepadatan Penumpang Tiap Geladak...63	
4.4.3.1	<i>Tank Top/Bottom Deck</i>	65
4.4.3.2	<i>Tween Deck</i>	66
4.4.3.3	<i>Main Deck</i>	67
4.4.3.4	<i>Boat Deck</i>	69
4.5	Pengujian Menggunakan Software <i>Pathfinder</i>	70
4.5.1	Tahapan Skenario Normal dengan Simulasi di Software	72
4.5.2	Tahapan Proses Evakuasi dengan Akses Terbatas	83
4.5.3	Hasil Waktu Simulasi Dari Tiap Skenario	89
4.6	Waktu Evakuasi	92
4.6.1	Permodelan Evakuasi	92
4.6.1.1	Asumsi Permodelan	93
4.6.1.2	Standar Kinerja	93
4.6.1.3	Identifikasi Kepadatan Penumpang	94
4.6.1.4	Parameter Perhitungan	94
4.6.2	Simulasi Model	95
4.6.2.1	Grafik Waktu Evakuasi Tiap Kondisi dan Skenario	99

4.6.2.2 Perhitungan Waktu Evakuasi	106
4.6.2.3 Hasil Perhitungan Total Waktu Evakuasi Tiap Skenario ...	109
4.7 Validasi	111
BAB V PENUTUP	113
5.1 Kesimpulan	113
5.2 Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	116
LAMPIRAN	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Perintis Sabuk Nusantara 68.....	6
Gambar 2.2 Software <i>Pathfinder</i>	20
Gambar 2.3 Visualisasi pada <i>Pathfinder</i>	21
Gambar 2.4 <i>Performance Standart</i> Menurut IMO.....	22
Gambar 3.1 Kerangka Pikir	28
Gambar 3.2 <i>General Arrangement</i> KM. SABUK NUSANTARA 68	30
Gambar 4.1 <i>General Arrangement</i> Bagian <i>Tank Top/Bottom Deck</i>	35
Gambar 4.2 <i>General Arrangement</i> Bagian <i>Tween Deck</i>	36
Gambar 4.3 <i>General Arrangement</i> Bagian <i>Main Deck</i>	36
Gambar 4.4 <i>General Arrangement</i> Bagian <i>Boat Deck</i>	37
Gambar 4.5 Impor Gambar Pada Menu File.....	38
Gambar 4.6 Langkah Awal Pengerjaan Transformasi Gambar <i>General Arrangement</i> Berbentuk File DWG ke Software <i>Pathfinder</i>	38
Gambar 4.7 Pilih File Format DWG.....	39
Gambar 4.8 Kotak Dialog <i>Import Location</i>	39
Gambar 4.9 Kotak Dialog <i>Units</i>	40
Gambar 4.10 Kotak Dialog <i>Import Settings</i>	40
Gambar 4.11 Kotak Dialog <i>Analyzing File</i>	41
Gambar 4.12 Kotak Dialog <i>Import Options</i>	41
Gambar 4.13 <i>General Arrangement</i> Telah Diinput	43
Gambar 4.14 <i>General Arrangement</i> Telah Diinput (Zoom In).....	43
Gambar 4.15 Kotak Dialog Informasi Geometris.....	43
Gambar 4.16 Tampilan Membuat <i>Floors</i>	46
Gambar 4.17 Kotak Dialog Ukuran <i>Floors</i>	46
Gambar 4.18 Kotak Dialog <i>Drop-Down</i>	46
Gambar 4.19 <i>Adding New Rooms</i> Bentuk Ruang Poligonal.....	48
Gambar 4.20 <i>Adding New Rooms</i> Bentuk Ruang Persegi Panjang	48
Gambar 4.21 <i>Splitting Rooms</i> Antara Dua Ruangan/Kamar.....	50
Gambar 4.22 <i>Splitting Rooms</i> Antara Dua Ruangan Satu Area.....	50
Gambar 4.23 <i>Separating and Mergins Rooms</i>	50
Gambar 4.24 Menentukan Letak Pintu Ruangan	51
Gambar 4.25 Menambahkan Karakteristik Pintu Tipis Untuk Tiap Ruangan	52
Gambar 4.26 Tangga Tidak Terhubung Batas Tepi.....	53
Gambar 4.27 Tangga Terhubung Batas Tepi	53
Gambar 4.28 Properti Pembuatan atau Peletakan Tangga Antar Geladak	54
Gambar 4.29 Menentukan Letak Akses Keluar/ <i>Exits</i>	55
Gambar 4.30 Hasil Model Pada Bagian <i>Tank Top/Bottom Deck</i>	70
Gambar 4.31 Hasil Model Pada Bagian <i>Tween Deck</i>	70
Gambar 4.32 Hasil Model Pada Bagian <i>Main Deck</i>	71
Gambar 4.33 Hasil Model Pada Bagian <i>Boat Deck</i>	71
Gambar 4.34 Hasil Model Pada Bagian <i>3D View</i>	71
Gambar 4.35 Letak Ruangan dan Area Pada Bagian <i>Tank Top/Bottom Deck</i>	73
Gambar 4.36 Letak Penumpang Pada Bagian <i>Tank Top/Bottom Deck</i>	74
Gambar 4.37 Letak Ruangan dan Area Pada Bagian <i>Tween Deck</i>	75
Gambar 4.38 Letak Penumpang Pada Bagian <i>Tween Deck</i>	76

Gambar 4.39 Letak Ruangan dan Area Pada Bagian <i>Main Deck</i>	77
Gambar 4.40 Letak Penumpang Pada Bagian <i>Main Deck</i>	80
Gambar 4.41 Letak Ruangan dan Area Pada Bagian <i>Boat Deck</i>	81
Gambar 4.42 Letak Penumpang Pada Bagian <i>Boat Deck</i>	83
Gambar 4.43 Pembatasan Akses di <i>Main Deck</i> dan Stairs Buritan	84
Gambar 4.44 Pembatasan Akses di <i>Main Deck</i> dan Stairs Haluan	85
Gambar 4.45 Pembatasan Akses di <i>Main Deck</i> dan Stairs <i>Midship</i>	86
Gambar 4.46 Pembatasan Akses di <i>Main Deck</i> dan Stairs Buritan serta <i>Midship</i>	87
Gambar 4.47 Pembatasan Akses di <i>Main Deck</i> dan Stairs Haluan serta Buritan	88
Gambar 4.48 Pembatasan Akses di <i>Main Deck</i> dan Stairs <i>Midship</i> serta Haluan	89
Gambar 4.49 Grafik Waktu Simulasi di Softawre <i>Pathfinder</i>	91
Gambar 4.50 Hasil Model 3D <i>View</i> Sesuai <i>General Arrangement</i>	95
Gambar 4.51 Hasil Model 3D Pada Result	97
Gambar 4.52 Kotak Dialog Waktu Evakuasi Berjalan	98
Gambar 4.53 Simulasi Model 3D	98
Gambar 4.54 Grafik Skenario Normal	99
Gambar 4.55 Grafik Skenario Akses <i>Main Deck</i> dan Tangga Buritan Ditutup..	100
Gambar 4.56 Grafik Skenario Akses <i>Main Deck</i> Tangga Haluan dan Buritan Ditutup	101
Gambar 4.57 Grafik Skenario Akses <i>Main Deck</i> , Tangga Buritan dan <i>Midship</i> Ditutup	102
Gambar 4.58 Grafik Skenario Akses <i>Main Deck</i> , Tangga <i>Midship</i> dan Haluan Ditutup	103
Gambar 4.59 Grafik Skenario Akses <i>Main Deck</i> dan Tangga Haluan Ditutup ..	104
Gambar 4.60 Grafik Skenario Akses <i>Main Deck</i> dan Tangga <i>Midship</i> Ditutup..	105
Gambar 4.61 Grafik Total Waktu Evakuasi Tiap Skenario	111
Gambar 4.62 Grafik Kondisi Kepadatan Penumpang di Tangga 1	112

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Kerangka Analisis.....	33
Tabel. 4.1 Identifikasi Ruang Privat Penumpang Ekonomi.....	56
Tabel. 4.2 Identifikasi Ruang Privat Penumpang Class.....	57
Tabel. 4.3 Identifikasi Ruang Publik Penumpang Ekonomi & Class.....	57
Tabel. 4.4 Identifikasi Ruang Privat ABK/Crew.....	58
Tabel. 4.5 Identifikasi Ruang Publik ABK/Crew.....	59
Tabel. 4.6 Daftar Penumpang Kapal Perintis yang dikelompokkan berdasarkan kriteria IMO.....	61
Tabel. 4.7 Daftar Penumpang Kapal Perintis yang dikelompokkan berdasarkan Kecepatan Berjalan/Berpindah sesuai kriteria IMO.....	62
Tabel 4.8 Skenario Tingkat Kepadatan Penumpang Pada Bagian <i>Tank Top/Bottom Deck</i>	65
Tabel 4.9 Skenario Tingkat Kepadatan Penumpang Pada Bagian <i>Tween Deck</i> ...	66
Tabel 4.10 Skenario Tingkat Kepadatan Penumpang Pada Bagian <i>Main Deck</i> (Area 1).....	67
Tabel 4.11 Skenario Tingkat Kepadatan Penumpang Pada Bagian <i>Main Deck</i> (Area 2).....	68
Tabel 4.12 Skenario Tingkat Kepadatan Penumpang Pada Bagian <i>Boat Deck</i>	69
Tabel 4.13 Uraian Skenario Rute Evakuasi pada <i>Tank Top/Bottom Deck</i>	73
Tabel 4.14 Uraian Skenario Rute Evakuasi pada <i>Tween Deck</i>	75
Tabel 4.15 Uraian Skenario Rute Evakuasi pada <i>Main Deck</i>	78
Tabel 4.16 Uraian Skenario Rute Evakuasi pada <i>Boat Deck</i>	81
Tabel 4.17 Hasil Waktu Simulasi atau <i>Travel Time</i> (T).....	89
Tabel 4.18 Faktor Nilai k Ditentukan Berdasarkan dari Ukuran Tangga.....	95
Tabel 4.19 Total Hasil Waktu Evakuasi atau <i>Evacuation Time</i> (ET).....	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dialog dan Grafik Waktu Simulasi atau <i>Travel Time</i> (T) Tiap Skenario Dengan Berbagai Kondisi Kepadatan di <i>Software Pathfinder</i>	120
Lampiran 2 Perhitungan Total Waktu Evakuasi atau <i>Evacuation Time</i> (ET) Tiap Skenario Dengan Berbagai Kondisi Kepadatan.....	131

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim...

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul "**REVIU JALUR EVAKUASI YANG OPTIMAL PADA KAPAL PENUMPANG BARANG 2000 GT**" sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Disamping untuk memberikan pengalaman untuk meneliti dan menyusun karya ilmiah berupa skripsi kepada penulis dan selain itu skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan peneliti lainnya untuk menambah pengetahuan dalam bidang perkapalan. Shalawat dan Salam tak lupa penulis kirimkan kepada junjungan Nabi Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam sebagai suri tauladan kita dengan segala pengorbanannya yang telah menerangi sisi-sisi gelap kehidupan Jahiliyah dengan hasilnya yang dapat kita nikmati sampai saat ini. Dalam menjalani kehidupan ini tentu tidak selalu baik-baik saja, ada kalanya kita menghadapi berbagai tantangan untuk menjadi lebih baik lagi, begitu pula apa yang penulis rasakan dalam menyusun skripsi ini yang penuh tantangan dan dinamika. Namun alhamdulillah semua tantangan dan dinamika tersebut dapat penulis lewati berkat tekad yang kuat dan dukungan berupa do'a, pikiran, dan tenaga dari berbagai pihak.

Dalam kesempatan ini pula dari lubuk hati terdalam penulis sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, do'a, usaha, bimbingan serta dukungan moral, semoga semuanya bernilai ibadah di mata ALLAH SWT dan mendapatkan balasan yang lebih baik Aamiin. Dengan ini ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Ibunda Siti Hafiznah, S.Sos., dan Ayahanda Iswanto, S.Kom., dengan penuh kasih sayang dan ketulusan tanpa pamrih telah membesarkan serta mendidik penulis hingga saat ini. Terima kasih sebesar-besarnya karena telah memberikan dukungan materil dan moril serta segala do'a yang tiada henti kepada penulis sehingga bisa mendapatkan kemudahan dalam menjalani kehidupan terkhusus kemudahan dalam penyusunan skripsi ini. Terima Kasih pula kepada kakak penulis Muhammad Rezkyto yang juga memberikan dorongan semangat dan hiburan kepada penulis. Semoga ALLAH SWT selalu melindungi dan memberikan kesehatan kepada kedua orang tua dan kakak penulis Aamiin.
2. Bapak Wahyuddin, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan arahan, saran dan kritik kepada penulis dari awal proposal hingga penyusunan skripsi ini selesai
3. Bapak Dr. Ir. Syamsul Asri, MT. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan arahan, saran dan kritik kepada penulis dari awal proposal hingga penyusunan skripsi ini selesai

4. Bapak Farianto Fachruddin L, ST., MT. dan Ibu Dr. Eng. A. Ardianti, ST., MT. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan ilmu, masukan, dan saran dalam Upaya penyempurnaan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu dan juga Dosen Labo Rancang Bangun Kapal, atas kesabaran dan keikhlasan telah membagi serta menyampaikan ilmunya yang sangat bermanfaat bagi penulis.
6. Bapak Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajaran stafnya.
7. Seluruh staf Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas ilmu, nasihat, dan pelayanan administrasinya kepada penulis.
8. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajaran stafnya.
9. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada penulis menempuh pendidikan program S1 di Universitas Hasanuddin.
10. Seluruh keluarga besar penulis mulai dari sepupu sampai om dan tante keponakan yang telah memberikan semangat, dukungan moril dan materil serta do'a sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan di Teknik Perkapalan 2019 yang telah memberikan pembelajaran dan tambahan ilmu selama menempuh pendidikan dan perkuliahan.
12. Saudara (i) keluarga di ZTARBOARD'19 yang terus mendukung, memberi semangat, kekompakan, bantuan dan rasa persaudaraan yang telah kalian tunjukkan kepada penulis selama berkuliah di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
13. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah telah berjasa dalam hidup penulis memberikan dukungan dan bantuan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan baik itu pada teknik penulisan maupun isi yang disajikan. Oleh karena itu, penulis sangat membutuhkan usul dan kritikan yang bersifat membangun guna perbaikan berikutnya. Akhirnya penulis berharap apa yang disajikan dalam skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya. Semoga semuanya dapat bernilai ibadah di sisi-Nya. Aamiin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Gowa, 21 September 2023

Penulis,

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal penumpang adalah kendaraan transportasi yang sangat kompleks, dan dengan berkembangnya industri pembuatan kapal, kompleksitasnya telah meningkat. Dalam beberapa dekade terakhir, keselamatan kapal penumpang besar telah mendapat perhatian yang signifikan saat mendesain dan mengoperasikan kapal penumpang, baik baru maupun lama. Di bawah Konvensi Internasional untuk Keselamatan Kehidupan di Laut (SOLAS), Organisasi Maritim Internasional (IMO) menetapkan perjanjian maritim internasional yang menetapkan standar keselamatan minimum untuk fase desain, konstruksi, dan pengoperasian kapal. Peraturan IMO MSC.1/CIRC.1533 dan SOLAS II-2/13 yang baru diterbitkan pada tahun 2016, peraturan ini menetapkan bahwa rencana evakuasi kapal penumpang melalui jalur evakuasi harus dinilai secara komputasi pada tahap desain. Tujuan penilaian adalah untuk memberikan informasi tentang durasi evakuasi, arus penumpang di seluruh kapal, dan lokasi kemacetan. Analisa ini berlaku untuk kapal penumpang ro-ro yang dibangun pada atau setelah tanggal 1 Juli 1999 dan kapal penumpang yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2020 yang mengangkut lebih dari 36 orang. (Baocheng Ni, 2018)

Pada saat terjadi kecelakaan kapal, evakuasi adalah bagian yang sangat penting karena proses evakuasi dilakukan untuk melindungi kru dan penumpang di sebuah kapal. Hal-hal perlu dilakukan sebelum proses evakuasi yaitu membuat dan mengetahui jalur evakuasi yang efektif dan efisien. Dianggap efektif dan efisien jika dilakukan dalam waktu singkat, sehingga tidak menimbulkan korban jiwa dalam setiap kondisi kecelakaan kapal. Untuk membuat proses evakuasi yang mudah dipahami oleh penumpang, jalur evakuasi dibuat yang sederhana dan memiliki rambu-rambu jalur. Karakteristik penumpang, usia, jenis kelamin, dan berat badan juga harus dipertimbangkan. Hal ini memengaruhi kecepatan berjalan penumpang sehingga mengganggu proses evakuasi. Selain itu, penting bagi penumpang untuk mengetahui waktu kesadaran, yaitu waktu dimana penumpang

dapat mengenali bahaya. Berdasarkan perhitungan IMO, panjang koridor, pintu dan tangga memiliki faktor keselamatan terkait dengan kecepatan berjalan awak kapal. Pola evakuasi akan dipengaruhi oleh hubungan antara karakteristik awak kapal dan kondisi kapal. (Umadiyah, 2015)

Sebagaimana di atur dalam ketentuan SOLAS Chapter II-2/28-3 yaitu Dalam sebuah kapal penumpang Setidaknya terdapat dua jalur evakuasi yang harus disiapkan diatas kapal yaitu jalur melarikan diri bagi penumpang saat evakuasi terjadi (escape route) dan jalur yang dilewati oleh ABK kapal saat melakukan tindakan penyelamatan (access route) ketempat asal kejadian misalnya ketitik asal api untuk kejadian kebakaran. (SOLAS, 1997)

Muhammad, et al. (2012) mengidentifikasi bahwa penentuan waktu evakuasi berdasarkan kriteria IMO MSC.1/Circ.1533 dan efektifitas waktu yang digunakan selama proses evakuasi bergantung pada jumlah penumpang dan jarak tempuh menuju koridor embarkasi dengan penumpang yang dievakuasi dianggap berkumpul pada titik tertentu, sebelum bergerak secara bersama menuju titik berikutnya sehingga penentuan waktu evakuasi penumpang sangat dipengaruhi oleh perubahan kepadatan penumpang terhadap kecepatan pergerakan. Namun pada kenyataannya pergerakan penumpang selama proses evakuasi dapat dikatakan bergerak secara simultan.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan Kapal Penumpang Barang 2000 GT untuk menjadi objek dalam mengevaluasi jalur evakuasi yang sudah ada berdasarkan tingkat kondisi kepadatan penumpang dan awak kapal di ruangan-ruangan dengan proses evakuasi melewati akses penuh terbuka dan akses terbatas pada jalur tertentu serta mengetahui seberapa besar waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi penumpang yang disesuaikan dengan standart IMO MSC.1/Circ.1533. Metode yang diperlukan untuk mengavaluasi jalur evakuasi yang ada dan alternatif jalur yang dibuat adalah Metode Simulasi atau Komputer dalam mencapai optimal dari pencapaian waktu evakuasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang, maka permasalahan utama yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Apakah waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi dengan keluar menuju ke seluruh akses terbuka dari jalur evakuasi yang telah ada di kapal penumpang barang 2000 GT memenuhi jika melakukan simulasi dengan tingkat kepadatan orang di ruangan tiap geladak yang ditentukan sesuai dengan standar IMO MSC.1/Circ.1533?
2. Apakah waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi dengan akses terbatas menuju ke *muster station* dari jalur evakuasi yang telah ada di kapal penumpang barang 2000 GT memenuhi jika melakukan simulasi dengan tingkat kepadatan orang di ruangan tiap geladak yang ditentukan sesuai dengan standar IMO MSC.1/Circ.1533?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka maksud dan tujuan dari tugas proposal penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi dengan keluar menuju ke seluruh akses dari jalur evakuasi yang telah ada di kapal penumpang barang 2000 GT pada simulasi dengan tingkat kepadatan orang di ruangan tiap geladak yang sudah ditentukan sesuai dengan standar IMO MSC.1/Circ.1533.
2. Mengevaluasi waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi dengan akses terbatas menuju ke *muster station* dari jalur evakuasi yang telah ada di kapal penumpang barang 2000 GT pada simulasi dengan tingkat kepadatan orang di ruangan tiap geladak yang sudah ditentukan sesuai dengan standar IMO MSC.1/Circ.1533.

1.4 Manfaat Penelitian

Pada Reviu Jalur Evakuasi pada Kapal Penumpang Barang 2000 GT dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mampu merancang *general arrangement* atau rencana umum kapal dan menjadi dasar dalam proses pembuatan gambar desain kapal.
2. Memberikan gambaran kepada desainer kapal, khususnya kapal Penumpang agar mempertimbangkan akses maupun titik evakuasi agar dijangkau dalam waktu seminimal mungkin oleh para penumpang dan ABK.
3. Memberikan wawasan mengenai proses evakuasi yang merujuk pada kecepatan berjalan penumpang maupun ABK sesuai standar yang berlaku.
4. Mampu menentukan dan mengetahui letak alat-alat keselamatan diatas kapal yang bisa digunakan dan dijangkau sedekat mungkin.

1.5 Ruang Lingkup

Batasan masalah yang digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan proposal penelitian ini agar sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang di harapkan. Batasan permasalahan yang di bahas dalam tugas akhir ini adalah tidak membuat desain *safety plan* dan rencana umum ulang untuk kapal yang tidak memenuhi standar IMO MSC.1/Circ.1533 dan perhitungan waktu evakuasi yang dilakukan dengan asumsi kapal dalam kondisi *even keel* serta tidak ada bahaya kebakaran di ruangan tiap geladak pada kapal dengan menggunakan aplikasi berbasis komputer tentang *ship evacuation* dengan bantuan *Thunderhead Engineering* dan perhitungan analitik.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi dan pembaca memahami uraian dan makna secara sistematis, maka skripsi disusun pada pola berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi pendahuluan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diberikan penjelasan mengenai teori dasar yang digunakan dalam penyelesaian skripsi ini yaitu : pathfinder, kapal perintis, dan waktu evakuasi.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan waktu dan lokasi penelitian, tahapan penelitian, data kapal perintis 2000 GT, data penelitian, serta kerangka pikir

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil penelitian yang diperoleh dari proses perhitungan data yang telah diperoleh dari hasil simulasi sehingga diketahui waktu evakuasi pada setiap penumpang kapal perintis 2000 GT

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini akan disajikan secara singkat kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan dan juga memuat saran-saran bagi pihak yang berkepentingan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

2.1.1 Kapal Perintis

Kapal Perintis adalah kapal yang memiliki tugas menghubungkan daerah masih tertinggal dan/atau wilayah terpencil dan/atau daerah yang memerlukan angkutan perairan Pelabuhan.



Gambar 2.1 Kapal Perintis Sabuk Nusantara 68

Kapal Perintis merupakan angkutan laut yang sangat diandalkan masyarakat kepulauan terpencil, terdepan, terbelakang, dan perbatasan (3TP) mengingat ketiadaan transportasi jenis lain (darat dan udara) yang beroperasi di wilayah tersebut. Tanpa kehadiran Kapal Perintis, urat nadi perekonomian di pulau tersebut akan terganggu.

2.1.2 Pengertian Penumpang

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 51 tahun 2002 tentang perkapalan, yang dimaksud penumpang adalah pelayar yang ada di atas

kapal selain awak kapal dan beumur kurang dari 1 (satu) tahun. Jadi penumpang adalah setiap orang yang ada di atas kapal selain petugas serta tidak memiliki requirement sebagai pelaut. Pada kapal penumpang ditandai dengan kepemilikan tiket penumpang sekaligus sebagai bukti pengguna jasa penyeberangan. Pada penyusunan skripsi ini yang dimaksud dengan penumpang adalah pengguna jasa kapal penumpang yang juga sebagai evakuator (orang yang melakukan evakuasi).

2.1.3 Pengertian Evakuasi

Evakuasi adalah aspek *emergency planning* yang dapat dijelaskan sebagai tindakan meninggalkan suatu zona bahaya secepat mungkin dengan tertib dan teratur. Sasaran utama dari evakuasi adalah dengan waktu yang sesingkat singkatnya dapat mengevakuasi sejumlah besar orang dengan aman.

Prosedur evakuasi merupakan suatu tata cara yang harus dilakukan ketika menemui keadaan bahaya dan melakukan proses pengungsian dari tempat terjadinya bahaya ke tempat perlindungan yang aman. Selain kelengkapan sarana penanggulangan kebakaran, aplikasi prosedur evakuasi yang tepat juga sangat diperlukan guna mengantisipasi terjadinya peristiwa kebakaran dan terbalik demi keselamatan semua kru yang berada didalam kapal tersebut. Menurut International Maritim Organization (IMO), bagian terpenting dari Ship Evacuation Plan (SEP) adalah arahan operasi dalam bentuk format komputer maupun cetakan dimana misi dan tugas kru, tahapan operasi dasar dan criteria operasi ditunjukkan.

Evakuasi terdiri dari dua bagian: Pertama mengarahkan penumpang ke titik evakuasi dan kemudian jika situasi sudah memungkinkan, lifeboats dan life raft dilepaskan untuk meninggalkan kapal yang collapse. Bagian pertama terutama diurus dengan memberikan jalur yang memadai pada rute evakuasi dengan mempertimbangkan jumlah penumpang maupun ABK. Metode ini memiliki kelemahan: salah satu contoh adalah bahwa open deck tidak perlu dimasukkan ke dalam perhitungan rute evakuasi.

Ketika kapal lebih besar, tangga, pintu dan daerah *assembly point* seharusnya juga memiliki luasan yang lebih besar sebanding dengan jumlah orang yang ada di kapal. Oleh karena itu pengaturan proses evakuasi dari kapal yang lebih

besar harus sama amannya dengan kapal yang lebih kecil. Namun, risiko utama bisa datang dari jumlah orang yang lebih banyak, yakni membimbing orang ke lokasi yang tepat, dan membuat mereka untuk mematuhi petunjuk dalam situasi panik bisa menjadi suatu tantangan karena berbagai alasan. Sebagai contoh, yakni akan lebih sulit mengkoordinir sejumlah penumpang dalam kondisi panik pada kapal penumpang dibanding dengan penumpang pada kapal Ro-Ro.

Pada dasarnya evakuasi terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu Pre-evacuation yang terdiri dari munculnya api, bunyi alarm, keputusan dan mulai pergerakan. Setelah pre-evacuation langkah selanjutnya adalah movement, dimana pergerakan ini adalah proses berjalannya evakuasi yang diukur dengan satuan waktu (time) (IMO, 2007).

2.2 Kondisi-Kondisi di Kapal

Kapal laut yang melakukan aktivitasnya dapat mengalami masalah yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti cuaca, keadaan alur pelayaran, kapal, manusia, dan lain-lain yang tidak dapat diduga sebelumnya sehingga pada akhirnya menimbulkan gangguan pelayaran pada kapal. Gangguan pelayaran kadang dapat diatasi, atau perlu mendapat bantuan dari pihak lain bahkan dapat pula mengakibatkan nahkoda dan ABK harus meninggalkan kapalnya.

Kondisi di kapal digolongkan menjadi dua, yaitu kondisi tenang dan kondisi darurat.

A. Kondisi Tenang

Kondisi tenang adalah kondisi saat kapal tidak sedang mengalami gangguan, baik itu gangguan dari luar maupun gangguan yang diakibatkan dari kondisi kapal itu sendiri. Yang dimaksud gangguan dari luar misalnya adalah adanya badai, perompak atau kecelakaan kapal. Sedangkan gangguan dari dalam adalah gangguan yang diakibatkan dari kondisi kapal, misalnya mesin alat-alat bantu yang mati.

B. Kondisi Darurat

Menurut (Sahirman, 2013) Kondisi darurat adalah kondisi saat kapal mengalami gangguan yang disebabkan oleh faktor dari luar dan faktor dari dalam. Keadaan darurat dapat menyebabkan kerugian bagi semua pihak, sehingga perlu dipahami kondisinya guna memiliki kemampuan dasar mengidentifikasi tanda-tanda keadaan agar situasinya mampu diatasi oleh nahkoda beserta anak buahnya maupun kerja sama dengan pihak terkait. Keadaan darurat yang terjadi di kapal terkadang dapat ditanggulangi sendiri atau perlu bantuan pihak lain bahkan dapat pula mengakibatkan seluruh awak kapal (dan penumpang) harus meninggalkan kapal (evakuasi). Dari semua kondisi yang dialami oleh kapal, berikutnya dibagi lagi berdasarkan perlu atau tidaknya dilakukan evakuasi. Dari sini kondisi darurat kapal dibagi menjadi dua, yaitu kondisi rawan dan kondisi bahaya.

1. Kondisi Rawan.

Kondisi rawan adalah saat kapal mengalami kondisi darurat namun nahkoda tidak harus melakukan evakuasi terhadap penumpang dan awak kapal. Tidak perlunya dilakukan evakuasi dapat dikerenakan beberapa alasan, antara lain :

- a. Kondisi darurat yang dihadapi masih dapat diatasi oleh awak kapal.
- b. Kapal masih tetap dapat melakukan perjalanan, minimal hingga pelabuhan terdekat.
- c. Tidak perlu membahayakan penumpang, sehingga penumpang masih dapat tetap berada di kapal.
- d. Jika penumpang berada di luar kapal, dilakukan evakuasi, justru akan lebih berbahaya bagi penumpang.

Adapun kondisi rawan yang dapat dihadapi kapal misalnya:

- a. Kebakaran ringan yang masih dapat diatasi oleh awak kapal sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada kapal dan kapal masih dapat melanjutkan pelayaran.
- b. Cuaca buruk atau badai, karena akan lebih berbahaya bagi penumpang, kecuali jika dapat menyebabkan kapal tenggelam.

- c. Orang jatuh ke laut merupakan salah satu bentuk kecelakaan yang membuat situasi menjadi darurat dalam upaya melakukan penyelamatan. Pertolongan yang diberikan tidak dengan mudah dilakukan karena akan sangat tergantung pada keadaan cuaca saat itu serta kemampuan yang akan memberi pertolongan, maupun fasilitas yang tersedia.
 - d. Mesin mati atau *black out*.
 - e. Adanya perompak atau bajak laut.
 - f. Pencemaran laut dapat terjadi karena buangan sampah dan tumpahan minyak saat bunkering, buangan limbah muatan kapal tangki, buangan tangki yang tertumpah akibat tubrukan atau kebocoran. Upaya untuk mengatasi pencemaran yang terjadi memerlukan peralatan, tenaga manusia yang terlatih dan kemungkinan-kemungkinan risiko yang harus ditanggung oleh pihak yang melanggar ketentuan tentang pencegahan pencemaran.
2. Kondisi Bahaya

Kondisi bahaya adalah kondisi darurat yang dihadapi oleh kapal dimana mengharuskan dilakukannya evakuasi terhadap seluruh penumpang. Yang menyebabkan harus dilakukan evakuasi adalah :

- a. Kapal tidak dapat melanjutkan perjalanan seperti kapal kandas dapat saja terjadi akibat faktor manusia, alam, teknis atau gabungan faktor-faktor tersebut. Pada saat kapal tidak bergerak, posisi kapal sangat tergantung pada jenis dasar perairan. Akibat kandas dapat berupa olah gerak kapal yang terbatas dan robeknya lambung kapal, terutama apabila kandas di daerah berkarang. Akibat kandas dapat menimbulkan kondisi bahaya lainnya seperti tenggelam, kebakaran, dan pencemaran.
- b. Kebakaran besar sehingga dapat membakar seluruh kapal dan membahayakan penumpang dan menyebabkan kapal tenggelam. Kebakaran di kapal dapat terjadi di berbagai lokasi rawan misalnya di kamar mesin, ruang muatan, gudang penyimpanan perlengkapan kapal, instalasi listrik, dan ruang akomodasi nahkoda maupun ABK.
- c. Tubrukan atau kecelakaan dimana keadaan darurat karena tubrukan kapal dengan kapal atau dengan dermaga maupun dengan benda tertentu akan

memungkinkan terdapat situasi keusakan pada kapal. Tubrukan dapat terjadi di perairan sempit (terbatas) seperti di selat, kolam pelabuhan atau terusan maupun di alur pelayaran luas seperti di laut pedalaman atau samudera. Akibat yang ditimbulkan dari tubrukan dapat hanya berupa rusaknya badan kapal (penyok), robek dan tenggelam atau terjadinya tumpahan minyak di laut.

- d. Kebocoran pada kapal dapat terjadi karena kapal kandas, tetapi dapat juga terjadi karena tubrukan maupun kebakaran serta kerusakan pelat kulit kapal karena korosi. Air yang masuk dengan cepat sementara kemampuan mengatasi kebocoran terbatas, bahkan kapal menjadi miring membuat situasi sulit diatasi. Keadaan darurat ini akan menjadi rumit apabila pengambilan keputusan dan pelaksanaannya tidak didukung sepenuhnya oleh seluruh anak buah kapal.
- e. Akibat keadaan darurat seperti tubrukan, kebakaran (ledakan) dan kebocoran dapat diikuti dengan bahaya tenggelam atau terbalik. Pada umumnya bahaya terbalik hanya terjadi pada kapal yang terbuat dari kayu atau fiber yang daya apungnya masih dapat menahan beban yang ada di kapal.

2.3 Ketentuan SOLAS 1974 Mengenai Evakuasi Penumpang

Sejak Tahun 1970, IMO secara intensif mempublikasikan regulasi tentang evakuasi penumpang kapal laut, hal tersebut sesuai ketentuan SOLAS, kaitanya dengan keselamatan kapal dan jumlah pelampung penolong serta karakteristiknya. Pada sesi ke 83 komite IMO (03-12 Oktober 2007), menyetujui pedoman pada evakuasi analisis untuk kapal penumpang baru dan yang sudah ada, sebagaimana ditetapkan dalam MSC.1/Circ.1238 tanggal 30 Oktober 2007. Dalam pedoman ini menawarkan dua kriteria untuk analisa evakuasi menurut IMO MSC.1/Circ.1238, 2007 dan revisi aturan menurut IMO MSC.1/Circ.1533 meliputi:

2.3.1 Simplified Evacuation Analysis

Simplified Evacuation Analysis bertujuan untuk menyajikan metodologi dalam melakukan analisis evakuasi yang disederhanakan khususnya, untuk: a).

Mengidentifikasi dan menghilangkan sejauh mungkin kemacetan yang dapat berkembang selama evakuasi karena gerakan normal penumpang dan ABK di sepanjang rute evakuasi, mempertimbangkan kemungkinan bahwa ABK mungkin perlu untuk bergerak sepanjang rute-rute berlawanan dengan arah pergerakan penumpang. b). Menunjukkan bahwa pengaturan evakuasi yang cukup fleksibel untuk menyediakan kemungkinan jalan keluar tertentu, tempat berkumpul, dan evakuasi kapal penyelamat, untuk menghindari korban akibat kegagalan evakuasi.

Dengan metode yang disederhanakan, total durasi evakuasi dihitung dan dibandingkan dengan waktu yang diizinkan n , yang tergantung pada jenis kapal (ro-ro atau kapal penumpang lainnya), dan jumlah Zona Vertikal Utama (MVZ). Ini mewakili waktu yang diperlukan untuk semua orang-orang di kapal (penumpang dan awak) untuk mencapai stasiun perakitan terkait, berangkat kerajinan bertahan hidup dan meluncurkannya. Untuk mengatasi analisis evakuasi, berikut ini komponen harus dihitung:

- a) Durasi respons (R), yang mempertimbangkan waktu reaksi efektif untuk setiap orang ke situasi darurat. Durasi ini dimulai setelah pemberitahuan awal dari darurat (biasanya alarm) dan berakhir saat penumpang menyadari situasinya dan mulai bergerak menuju *assembly station*.
- b) Durasi perjalanan total (T), termasuk waktu yang dihabiskan untuk memindahkan semua orang papan dari tempat yang ditempati setelah pemberitahuan darurat ke *assembly station*.
- c) Embarkasi dan durasi peluncuran ($E+L$), yang mewakili waktu yang diperlukan untuk pengabaian kapal semua orang yang ada di kapal. Evaluasi $E+L$ harus dilakukan dengan mengacu pada uji coba skala penuh, simulasi atau data yang disediakan oleh produsen sistem evakuasi. Bagaimanapun $E+L$ tidak boleh melebihi 30 menit.

Mengenai distribusi awal penumpang di kapal, MSC.1/Circ.1533 didasarkan pada Bab 13 Kode Internasional untuk Sistem Keselamatan Kebakaran (Kode FSS), membedakannya "skenario malam" dan "skenario siang" sebagai berikut:

- a) "Skenario Malam" – penumpang di kabin dengan kapasitas berlabuh maksimum sepenuhnya sibuk; $\frac{2}{3}$ awak kabin di kabin mereka dan $\frac{1}{3}$ sisanya dibagikan:
- 1) 50% berlokasi di ruang layanan;
 - 2) 25% berlokasi di stasiun darurat mereka;
 - 3) 25% awalnya berlokasi di stasiun perakitan; berturut-turut mereka harus melanjutkan menuju kabin penumpang terjauh yang ditugaskan ke stasiun perakitan itu, diurus balik dengan para pengungsi. Setelah kabin penumpang ini tercapai, kru ini anggota tidak lagi dipertimbangkan dalam simulasi.
- b) "Skenario Hari" – penumpang di ruang publik menempati $\frac{3}{4}$ dari kapasitas maksimum; $\frac{1}{3}$ dari awak kapal di ruang akomodasinya (kabin dan hari kru spasi); $\frac{1}{3}$ awak kapal berada di ruang publik dan $\frac{1}{3}$ sisanya didistribusikan sebagai berikut:
- 1) 50% berlokasi di ruang layanan;
 - 2) 25% berlokasi di lokasi tugas darurat mereka;
 - 3) 25% awalnya berlokasi di stasiun perakitan; berturut-turut, mereka harus melanjutkan menuju kabin penumpang terjauh yang ditugaskan ke stasiun perakitan itu, diurus balik dengan para pengungsi. Setelah kabin penumpang ini tercapai, kru ini anggota tidak lagi dipertimbangkan dalam simulasi.

2.3.2 Advance Evacuation Analysis

Dalam metode lanjutan kesamaan hidrolis dari metode yang disederhanakan terlampaui karena semua orang di kapal diwakili sebagai individu dengan kemampuan dan respons tertentu durasi; apalagi hubungan antara penumpang, awak kapal dan tata letak kapal dipertimbangkan.

Dalam metode ini, analisis evakuasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak tertentu berdasarkan realitas virtual, yang menggunakan algoritma pejalan kaki yang berbeda untuk mensimulasikan perilaku pengungsi. Melalui pendekatan acak, durasi perjalanan T dihitung: untuk setiap Kasus menganalisis minimal 500 simulasi berbeda yang harus dilakukan, tetapi jumlah ini mungkin saja

dikurangi menjadi 50 jika kriteria konvergensi yang sesuai dipenuhi. Simulasi adalah dibuat dengan mempertimbangkan 100 populasi berbeda yang dihasilkan secara acak, dan untuk setiap populasi ditetapkan serangkaian parameter yang mempengaruhi evakuasi dan dikumpulkan dalam 4 kategori berbeda:

- a) Kategori geometris, yang mempertimbangkan tata letak rute pelarian;
- b) Kategori populasi, yang mempertimbangkan berbagai parameter mengenai orang dan demografi penduduk;
- c) Kategori lingkungan, yang mempertimbangkan kondisi statis dan dinamis dari kapal (meskipun saat ini angka dari parameter tersebut tidak dapat diandalkan karena kekurangannya dari data percobaan). Untuk itu, dalam beberapa tahun terakhir ini telah dilakukan beberapa percobaan terhadap perilaku manusia saat terjadi badai dengan menggunakan platform tertentu yang mensimulasikan gerakan kapal [21, 22 dan 23];
- d) kategori prosedural, yang mempertimbangkan bantuan awak kapal dalam keadaan situasi darurat

Proses evakuasi kapal penumpang besar sangat kompleks, paling tidak karena melibatkan pengelolaan sejumlah besar orang di platform bergerak yang kompleks, yang biasanya mereka hanya memiliki sedikit pengetahuan. Karakteristik ini membuat evakuasi kapal sangat berbeda dengan evakuasi dari pesawat terbang dan bangunan. Untuk mengatasi risiko yang terkait dengan penumpang dan awak kapal di laut, istilah *Evacuability* (kemampuan kinerja evakuasi penumpang) telah dirancang, (Vassalos et al. 2002), mencakup berbagai kemampuan yang mencakup waktu evakuasi, identifikasi potensi hambatan, penilaian tata letak, peralatan penyelamat jiwa, sosialisasi penumpang dengan lingkungan kapal, pelatihan awak kapal, evakuasi yang efektif prosedur/strategi, sistem pendukung keputusan cerdas untuk manajemen krisis dan desain untuk kemudahan evakuasi. Dari sudut pandang teknis, evakuasi massal ribuan orang dari lingkungan yang sangat kompleks dengan masalah tidak dapat diaksesnya hal-hal yang tidak diketahui, diperburuk oleh bahaya (yang berpotensi terjadi bersamaan) seperti air banjir dan kebakaran/asap serta ketidakpastian bawaan yang berasal dari perilaku manusia yang tidak dapat diprediksi. situasi krisis, adalah masalah dengan

kesulitan pemodelan yang parah pada tingkat sistem, prosedural dan perilaku. (Apostolos D. Papanikolaou, 2009)

Evakuasi telah menjadi prioritas tinggi dalam Agenda Organisasi Maritim Internasional (IMO) sejak tahun 1999 ketika SOLAS memberlakukan analisis evakuasi untuk dilakukan di awal tahap desain kapal penumpang Ro-Ro yang baru. Setelah itu, Sub-Komite Perlindungan Kebakaran, setelah tiga tahun bekerja, mengeluarkan pada bulan Februari 2002 satu set Pedoman Interim yang direvisi untuk kapal penumpang Ro-Ro baru – kapal pesiar baru dan kapal yang ada secara sukarela – untuk dilaksanakan baik dengan analisis sederhana atau analisis lanjutan berbasis komputer. Analisis tersebut memungkinkan untuk penilaian pada tahap desain keselamatan pasif (in-built) dari sistem evakuasi kapal saja, sementara keselamatan operasional (aktif), yang berkaitan dengan tindakan apa pun untuk meningkatkan kesiapsiagaan darurat dan untuk mengelola krisis dengan lebih baik jika terjadi keadaan darurat, hanya ditangani melalui faktor keamanan. Dalam hal ini, skenario evakuasi IMO mengatasi masalah yang berkaitan dengan tata letak dan ketersediaan rute pelarian utama serta distribusi penumpang dan waktu respons tetapi tidak mengatasi keadaan darurat nyata dan karenanya kebutuhan untuk mempersiapkan hal ini melalui perencanaan, pelatihan, dan dukungan keputusan yang lebih baik, semuanya terkait dengan fungsi awak kapal, yang sama pentingnya dengan perakitan penumpang seperti tata letak rute pelarian yang baik. Untuk mengatasi masalah ini, RINA telah mengembangkan dan meluncurkan notasi pertama yang didedikasikan untuk aspek operasional bantuan dari Ship Stability Research Center (SSRC) dan mengimplementasikannya pada Spirit Class of Carnival, (Dogliani et al. 2004).

2.4 Standar IMO MSC.1/Circ. 1533 Tahun 2016

IMO telah memberikan standar evaluasi proses evakuasi seperti yang dijelaskan pada IMO MSC.1/Circ.1533. Standar ini digunakan untuk:

- a) Mengidentifikasi dan menghilangkan, sejauh mungkin, kemacetan yang dapat berkembang selama proses evakuasi, karena gerakan normal penumpang dan awak kapal di sepanjang rute evakuasi, mempertimbangkan

kemungkinan bahwa ABK membutuhkan rute jalur dalam arah berlawanan dari pergerakan penumpang.

- b) Menunjukkan bahwa arah untuk melarikan diri dari bahaya yang cukup fleksibel, menyediakan kemungkinan jalan keluar tertentu, titik kumpul, tempat embarkasi untuk penumpang maupun ABK.

IMO MSC.1/Circ.1238 merumuskan bahwa standar performa untuk waktu evakuasi pada kapal Ro-Ro adalah $n = 60$, untuk kapal penumpang selain kapal penumpang ro-ro adalah $n = 60$ dan jika kapal memiliki tidak lebih dari tiga zona vertikal utama, dan $n = 80$ jika kapal memiliki lebih dari tiga zona vertikal utama.

Berdasarkan Pedoman Interterm IMO untuk menganalisa evakuasi kapal penumpang, kita perlu mengasumsikan beberapa perhitungan awal, sehingga waktu evakuasi dianalisis berdasarkan kondisi nyata, dan semoga bisa mendekati kejadian nyata. Ada beberapa asumsi IMO MSC/Circ.1238, seperti:

- a) Seluruh penumpang dan awak kapal akan mulai dievakuasi secara bersamaan, dimana ke yang lain tidak akan crash. Evakuasi akan dimulai ketika alarm berbunyi dan ada Waktu Kesadaran (A).
- b) Seluruh penumpang dan awak kapal akan dievakuasi melalui penyelamatan utama terowongan. Menurut regulasi SOLAS II-2/13, tentang pendirian jalur evakuasi sehingga penumpang dapat dengan cepat dan aman menuju ke sana tempat berkumpul, kapal harus mengikuti ketentuan :
 - 1) Semua penumpang dan awak kapal akan memulai evakuasi pada waktu yang bersamaan, dan tidak akan saling menghalangi.
 - 2) Penumpang dan awak kapal akan melakukan evakuasi melalui jalur keluar utama.
 - 3) Kecepatan berjalan tergantung pada kepadatan orang dan jenisnya fasilitas pelarian, dengan asumsi bahwa aliran hanya searah dengan itu jalan keluar, dan tidak ada yang menyalip.
 - 4) Tidak ada penumpang atau awak kapal yang memiliki disabilitas atau kondisi medis seperti itu akan sangat menghambat kemampuan mereka untuk mengikuti arus.
 - 5) Arus balik diperhitungkan dengan faktor arus balik.

- 6) Muatan penumpang diasumsikan 100% (muatan penuh)
- 7) Ketersediaan penuh pengaturan penyelamatan diri dipertimbangkan
- 8) Masyarakat dapat bergerak tanpa hambatan
- 9) Pengaruh pergerakan kapal, usia penumpang dan kecacatan, terbatasnya jarak pandang akibat asap, dan lain-lain, diperhitungkan dalam keselamatan faktor.

Berdasarkan IMO, ada beberapa istilah umum yang digunakan dalam keadaan darurat, antara lain sebagai :

- a) Evakuasi, kondisi harus diambil ketika alarm berangkat kapal itu berbunyi.
- b) *Mustering (gathering)*, merencanakan pengumpulan penumpang secara berkumpul titik, umumnya titik berkumpul di dekat tempat di mana sekoci atau fasilitas penyelamatan ditempatkan.
- c) *Abandonment*, dimana penumpang meninggalkan kapal dengan menggunakan orang lain fasilitas penyelamatan, seperti kapal penyelamat, rakit penyelamat

2.5 Simulasi

Simulasi merupakan sekumpulan metode dan aplikasi yang menirukan tingkah laku dari sistem nyata dan biasanya menggunakan komputer dengan menggunakan software yang sesuai. Pada kenyataannya, simulasi dapat bersifat umum semenjak ada ide menerapkan simulasi di segala bidang. Banyak pendapat yang mengatakan bahwa simulasi adalah upaya melakukan pendekatan terhadap sistem nyata menggunakan model. Dari model tersebut, dilakukan percobaan beberapa kali untuk mengetahui perilaku sistem yang sebenarnya.

Peranan simulasi adalah membantu merespon adanya perubahan yang terjadi dalam suatu sistem akibat pengaruh internal maupun eksternal Tujuan penggunaan simulasi adalah :

- a) Memahami perilaku sistem.
- b) Membuat teori-teori atau hipotesis dari sistem yang diamati.

- c) Menggunakan teori-teori atau hipotesa tersebut untuk memperkirakan perilaku sistem yang akan datang yaitu hasil atau efek yang dihasilkan apabila terjadi perubahan-perubahan dalam sistem atau dalam teknik operasi system.

Pada pergerakan simultan dalam proses evakuasi penumpang kapal dianggap penumpang melakukan pergerakan secara bersama ketika ada aba-aba “evacuate” atau meninggalkan kapal. Selama pergerakan tersebut kepadatan pada tiap titik di sepanjang jalur evakuasi senantiasa berubah seiring dengan waktu. Demikian pula kecepatan pergerakan orang sebagai fungsi terhadap kepadatan serta lebar jalur evakuasi yang dilalui.

Kepadatan dan kecepatan pergerakan orang pada setiap jalur evakuasi didasarkan pada standar IMO. Kecepatan awal pergerakan orang pada setiap jalur evakuasi dianggap sama dengan kecepatan pada saat melewati lokasi jalur evakuasi sebelumnya. Pergerakan orang selama berada pada jalur evakuasi tertentu ditentukan sesuai dengan kepadatan dan dimensi ruang jalur evakuasi, khususnya lebar jalur. Ketika kepadatan pada satu ruang tertentu sudah melebihi kapasitas maksimum ruangan tersebut, dianggap tidak ada lagi perpindahan orang ke ruang tersebut. Dengan demikian kecepatan pergerakan orang pada ruangan sebelumnya akan sama dengan nol.

Untuk kasus ketika terjadi pertemuan dua jalur evakuasi pada titik yang sama, jumlah orang yang masuk ke titik tersebut sama dengan jumlah aliran orang dari kedua aliran yang berbeda yang masuk secara bersamaan. Pada kasus ketika transisi dari satu ruangan menuju dua jalur yang berbeda, aliran orang pada masing-masing jalur adalah sama. Anggapan ini sedikit berbeda dengan asumsi yang ada pada regulasi IMO, yaitu jumlah aliran pada setiap jalur disesuaikan dengan dimensi jalur yang dilalui.

Titik atau lokasi kritis adalah lokasi dengan jumlah penumpang pada lokasi tersebut cenderung bertambah sampai batas waktu tertentu atau sampai semua penumpang yang ada pada lokasi sebelumnya sudah masuk pada lokasi tersebut. Sedangkan lokasi yang stabil adalah lokasi dengan jumlah penumpang yang ada pada lokasi tersebut cenderung tidak mengalami perubahan sepanjang proses

evakuasi atau sampai semua penumpang yang ada pada lokasi tersebut sudah berpindah ke lokasi selanjutnya.

Model program simulasi evakuasi penumpang menggunakan Metode Pergerakan Simultan (MPS). Program tersebut terdiri atas tiga bagian pokok, yaitu input, proses, dan output. Program input meliputi jumlah jalur dan jenis lokasi transisi pada setiap jalur serta dimensi masing-masing titik serta harga aliran spesifik dan kecepatan orang yang dipergunakan dalam proses input menggunakan sejumlah koefisien sebagaimana disyaratkan oleh IMO. Bagian proses terdiri atas perhitungan kecepatan pergerakan, jarak tempuh orang pada setiap jalur, serta jumlah orang yang ada pada setiap titik pada jalur evakuasi. Program output dengan metode MPS ini adalah jumlah penumpang pada setiap lokasi di sepanjang jalur evakuasi pada setiap satuan waktu serta total waktu evakuasi. Berdasarkan distribusi dan perubahan distribusi penumpang pada setiap lokasi di jalur evakuasi, lokasi-lokasi kritis yang memungkinkan terjadinya penumpukan penumpang serta perlambatan proses evakuasi dapat diidentifikasi.

2.6 Agent Based Model Simulation

Agent Based Model (ABM) adalah salah satu dari kelas model komputasi untuk mensimulasikan tindakan dan interaksi agen otonom (baik entitas individu atau kolektif seperti organisasi atau kelompok) dengan maksud untuk menilai efek mereka pada sistem secara keseluruhan.

Agent Based Model Simulation adalah pendekatan baru dalam simulasi permodelan sistem yang kompleks dimana agent/Individu Berinteraksi secara autonomous (Mengatur kepentingan sendiri) (Siswantoro, 2015). Agen memiliki perilaku lain dimana saling mempengaruhi satu sama lain. Dengan Permodelan agen secara individu, sifat keberagaman dan perilaku terhadap sistem yang dimiliki oleh agen akan secara otomatis berinteraksi antar agen. berikut beberapa sifat keberagaman dan perilaku agent:

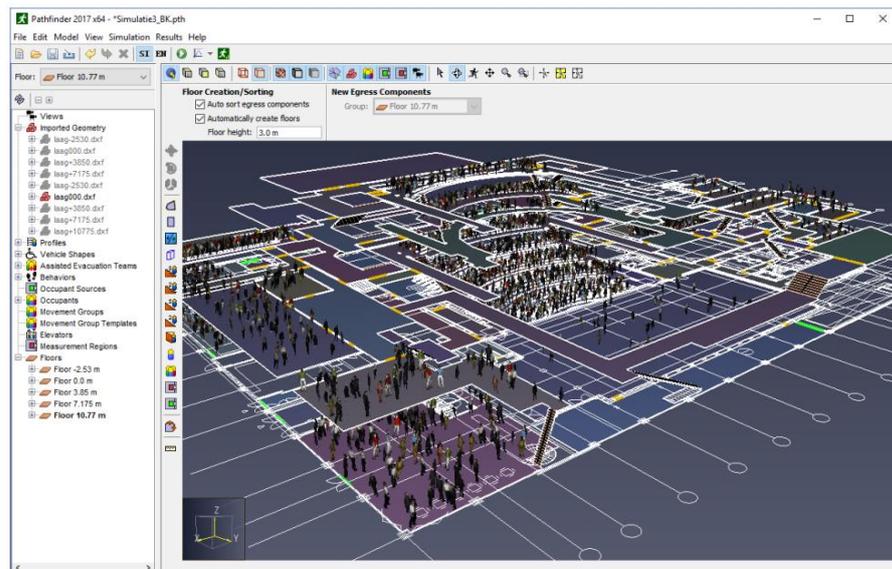
- a) Agen memiliki masalah mengenai representasi alam
- b) Ketika perubahan proses struktural membutuhkan hasil dari permodelan

- c) Peningkatan tingkat keacakan agen
- d) Terdapat kejadian yang tidak terduga / tidak terprediksi
- e) Terdapat komponen geospasial (obyek atau kejadian yang mencakup suatu lokasi, letak dan posisinya) yang mempengaruhi perilaku agen
- f) Saat agen-agen menjadi suatu kesatuan organisasi
- g) Agen memiliki strategi perilaku tertentu
- h) Agen memiliki hubungan yang dinamis dengan agen lainnya
- i) Agen dapat belajar, beradaptasi dan dapat merubah perilaku mereka masing-masing

2.7 Software Pathfinder

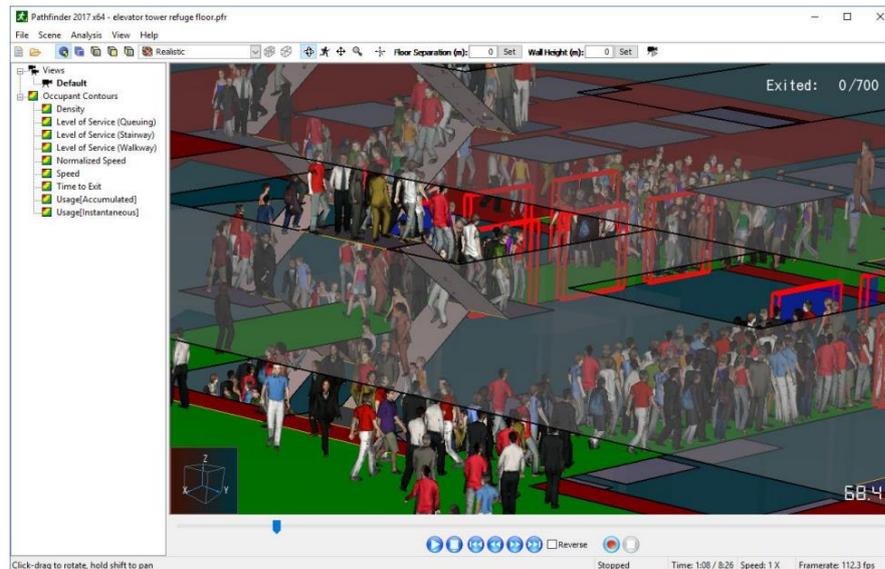
Pathfinder adalah salah satu software simulasi jalur evakuasi yang berdasarkan ABM dan gerakan simulator manusia. Software ini menyediakan antarmuka pengguna grafis untuk model simulasi serta visualisasi 2D dan 3D untuk analisis hasil.

GUI pada *pathfinder* digunakan terutama untuk membuat dan menjalankan model simulasi. Sebuah gambar *screenshot* yang menunjukkan dari antarmuka pengguna ini pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Software *Pathfinder*

Pathfinder juga mencakup program kedua yang dirancang khusus untuk visualisasi kinerja tinggi dari waktu secara 3D. 3D program hasil ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Visualisasi pada *Pathfinder*

Gambar 2.3, penumpang berkumpul di area perlindungan sebelum melanjutkan ke lift. Transparansi dari program digunakan untuk membantu pandangan penumpang terhadap dinding pelindung.

Lingkungan gerakan adalah *mesh* 3D, dirancang agar sesuai dengan dimensi nyata dari sebuah model bangunan. *Mesh* gerakan dapat dimasukkan secara manual atau secara otomatis berdasarkan data impor (misalnya FDS geometri).

Dinding dan daerah lain direpresentasikan sebagai *gap* dalam *mesh* navigasi. Benda-benda ini tidak benar-benar diteruskan ke simulator, tapi diwakili implisit karena penumpang tidak bisa bergerak di tempat-tempat di mana tidak ada jalan navigasi yang telah dibuat.

Pintu direpresentasikan sebagai tepi khusus *mesh* navigasi. Dalam semua simulasi, pintu menyediakan mekanisme untuk menggabungkan kamar dan jalur pencarian aliran penumpang. Bergantung pada pilihan tertentu dari simulasi, pintu juga dapat digunakan secara eksplisit untuk mengontrol aliran penumpang.

Tangga direpresentasikan sebagai ujung navigasi, jalan khusus dan bentuk segitiga. Kecepatan gerak penumpang dikurangi dengan faktor kecepatan perjalanan berdasarkan tingkat kemiringan dari tangga. Setiap tangga secara implisit

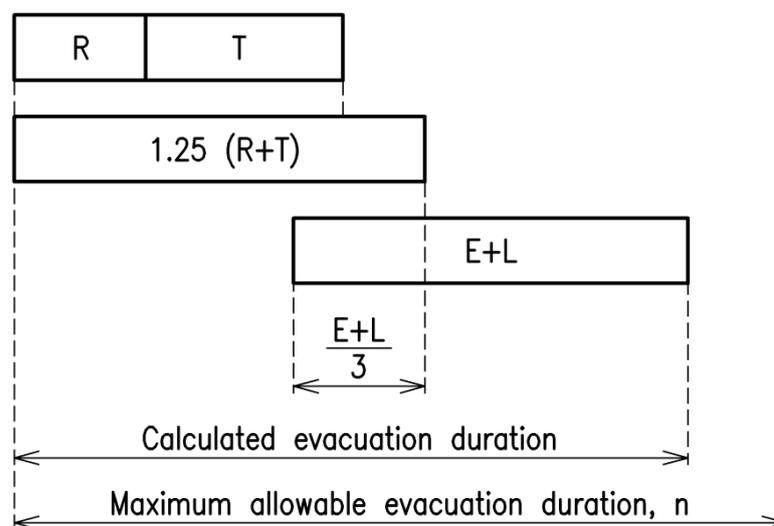
mendefinisikan dua pintu. Pintu-pintu ini berfungsi sama seperti pintu lainnya di simulator, tetapi dikendalikan melalui editor tangga untuk memastikan bahwa tidak ada kesalahan geometrik dari ketidaksesuaian antara tangga dan pintu penghubung. Penumpang diwakili sebagai silinder tegak pada pergerakannya dan gerakannya menggunakan teknik berbasis agen. Setiap penumpang mempunyai gerakan yang independen tidak bergantung satu dengan yang lain.

Dalam mode SFPE, penumpang tidak berusaha untuk menghindari satu sama lain dan diperbolehkan untuk saling merasuk, tapi pintu membatasi adanya batas aliran dan kecepatan yang dikendalikan oleh kepadatan dari penumpang (*Pathfinder Thunderhead Engineering, 2019*).

2.8 Performance Standard

Sebuah inovasi yang diperkenalkan oleh MSC.1/Circ.1533 adalah harmonisasi total durasi evakuasi (t_{TOT}) untuk metode sederhana dan lanjutan pada gambar 2.4. Memang benar, standar kinerja yang harus diverifikasi untuk kedua metode tersebut adalah sama:

$$t_{TOT} = 1.25 (R + T) + \frac{2}{3} (E + L) \leq n \quad (1)$$



Gambar 2.4 Performance Standart Menurut IMO

- 1) 10' pada kasus 1 dan kasus 3, 5' pada kasus 2 dan kasus 4
- 2) Dihitung sebagaimana tercantum dalam Lampiran 1 Pedoman ini

- 3) Maksimum 30' sesuai dengan peraturan SOLAS III/21.1.4
- 4) Waktu tumpang tindih = $1/3 (E+L)$
- 5) Nilai n (min)

Perhitungan E+L harus dihitung berdasarkan hasil penuh uji coba skala pada kapal serupa dan sistem evakuasi atau data yang diberikan oleh produsen, namun dalam hal ini, metode perhitungan harus didokumentasikan termasuk nilai faktor keamanan tertentu yang digunakan. Jika tidak satu pun dari kedua metode tersebut dapat digunakan, E + L diasumsikan 30 menit. [6]

Selain menghitung waktu evakuasi, kita juga perlu memperhatikan keselamatan rute seperti sarana melarikan diri. Menurut SOLAS Bab II, Bagian D peraturan 13, berarti melarikan diri adalah ketika seluruh orang di kapal dapat dengan aman dan cepat melarikan diri ke sekoci dek embarkasi dan sekoci penyelamat, berikut adalah istilahnya:

- a) Harus ada jalan keluar yang aman.
- b) Rute pelarian harus dijaga agar aman dan bebas dari bahaya rudal.
- c) Harus ada bantuan ekstra, yang sama pentingnya, akses, dan jelas penandatanganan, dan pemenuhan desain dalam keadaan darurat.

2.9 Analisis Evakuasi dan Penyelamatan

Analisis evakuasi IMO, yang dilakukan untuk kapal pesiar baru dan kapal penumpang yang ada secara sukarela, memungkinkan penilaian pada tahap desain keselamatan pasif (in-built) dari sistem evakuasi kapal saja, sedangkan keselamatan operasional (aktif), berkaitan dengan setiap tindakan untuk meningkatkan kesiapsiagaan darurat dan untuk mengelola krisis dengan lebih baik jika terjadi keadaan darurat, hanya ditangani dengan cara keselamatan faktor. Sehubungan dengan hal tersebut perlu digarisbawahi tiga hal:

- a) Skenario evakuasi IMO mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan tata letak dan ketersediaan rute evakuasi utama serta distribusi penumpang dan waktu tanggap. Namun hal ini tidak mengatasi keadaan darurat yang nyata dan oleh karena itu diperlukan persiapan melalui perencanaan, pelatihan dan

dukungan pengambilan keputusan yang lebih baik, semua hal terkait terhadap fungsi awak kapal, faktor yang sama pentingnya dengan pengumpulan penumpang adalah tata letak rute pelarian yang baik. Menjauh dari tradisional Pendekatan industri kelautan, Registro Italiano Navale (RINa) telah dikembangkan notasi yang didedikasikan untuk aspek operasional di atas kapal dengan bantuan SSRC dan mengimplementasikannya pada Spirit Class of Carnival, (Dogliani et al. 2004).

Notasi Kelas ini bertujuan untuk menilai efektivitas fungsi awak kapal dengan membandingkan kinerja evakuasi kapal dalam beberapa skenario tertentu (selain 4 skenario IMO), berkaitan dengan acara sosial, kapal di tempat berlabuh dan pemilik menentukan skenario yang mencerminkan keadaan darurat nyata dengan dan tanpa bantuan awak kapal. Konsep baru ini menjadikan analisis evakuasi jauh lebih relevan dan menawarkan “cara” nyata untuk meningkatkan kinerja evakuasi penumpang serta memberi insentif kepada pemilik kapal penumpang untuk meningkatkan prosedur darurat. Berangkat dari perkembangan tersebut, analisis evakuasi dalam situasi darurat melalui simulasi numerik sekarang dapat dilakukan secara bermakna.

- b) Istilah “Evakuasi” cenderung digunakan secara bergantian dengan istilah “Pengumpulan” atau “Perkumpulan” dan dengan demikian merupakan elemen penting dari ditinggalkannya kapal cenderung diabaikan. Penekanan pada kuantifikasi waktu untuk meninggalkan tidak bisa cukup ditekankan.
- c) Evakuasi pasca kecelakaan, selain memastikan ketersediaan sistem darurat, pengaruh air banjir/kebakaran harus dipastikan dengan menggunakan model evakuasi banjir/kebakaran berpasangan seperti yang dijelaskan dalam (Vassalos 2006).