

ANALISA EVAKUASI PENUMPANG KMP. NEW ROSE

SKRIPSI

*Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Strata 1(S1)
Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*



ASRIL EVENDI

D091171004

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

LEMBAR PENGESAHAN
"ANALISA EVAKUASI PENUMPANG KMP. NEW ROSE"

Disusun dan diajukan oleh

ASRIL EVENDI

D091171004

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 28 April 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Andi Husni Sitepu, S.T., M.T.

NIP. 19770217 200112 1 001



M. Rusydi Alwi, S.T., MT.

NIP. 19730123 200012 1 001



Ketua Departemen,

Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng.

NIP.19810211 200501 1 003

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Analisa Evakuasi Penumpang KMP. New Rose
Nama Mahasiswa : Asril Evendi
NIM : D091171004

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh Panitia Ujian Sarjana Program Strata Satu (S1) Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin pada tanggal 28 April 2022.

Panitia Ujian Sarjana

Ketua : Andi Husni Sitepu, S.T., M.T.
Sekretaris : M. Rusydi Alwi, S.T., M.T.
Anggota : Andi Haris Muhammad, S.T., M.T., Ph.D.
Anggota : Muhammad Iqbal Nikmatullah, S.T, M.T.

Ketua Departemen,

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Asril Evendi

NIM : D091171004

Departemen : Teknik Sistem Perkapalan

dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul :

ANALISA EVAKUASI PENUMPANG KMP. NEW ROSE

adalah karya ilmiah saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Gowa, 28 April 2022

Yang membuat pernyataan,



Asril Evendi

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrohim

Alhamdulillah, Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga skripsi dengan judul “ANALISA EVAKUASI PENUMPANG KMP. NEW ROSE” dapat di selesaikan dengan baik. Sholawat serta salam kita berikan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita semua menuju peradaban manusia yang lebih baik dan mengajarkan arti kehidupan yang sebenarnya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata (S1) Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. terselesaikannya Skripsi/Tugas Akhir (TA) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui ini penulis memberikan ucapan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan dukungan materi demi keberlangsungan selama kuliah di Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
2. Bapak Andi Husni Sitepu, S.T., M.T. selaku pembimbing 1 yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak M. Rusydi Alwi S.T., M.T. selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Dr. Eng. Faisal Mahmudin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng. selaku ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Dosen-dosen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, motivasi serta bimbingannya selama proses perkuliahan.
6. Staf tata usaha Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah membantu segala aktivitas administrasi baik selama perkuliahan serta dalam penyelesaian skripsi ini.

7. Seluruh senior dan junior atas seluruh pembelajaran yang telah diberikan selama masa studi saya dikampus merah hitam.
8. Seluruh teman-teman TEKNIK 2017 terutama teman teman Gedung belakang MIDSHIP 2017 dan PERIZCOPE 2017 atas dukungan dan bantuannya.
9. Lembaga Kemahasiswaan OKFT dan OKSP

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran sebagai bahan untuk memenuhi kekurangan dari penulisan skripsi ini. Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca dan khususnya penulis.

Gowa, 28 April 2022

Asril Evendi

ABSTRAK

Kapal Ferry Ro-ro merupakan jenis kapal penyeberangan yang cocok untuk angkutan kendaraan dan penumpang. Dengan semakin besar kapasitas angkut penumpang perlu diperhatikan pula prosedur jalur dan waktu evakuasi guna menghadapi keadaan darurat, hal ini sangat penting guna meminimalkan terjadinya korban jiwa. *International Maritime Organization* (IMO) telah mengeluarkan suatu regulasi untuk evakuasi dari berbagai tipe kapal dengan pendekatan analisis dimana nilai waktu evakuasi untuk jenis kapal Ferry ro-ro kurang dari 60 menit. Pendekatan analisis evakuasi pada kapal Ferry untuk jalur pelayaran Siwa – Tobaku dilakukan dalam rangka untuk mengetahui seberapa besar waktu evakuasi yang dibutuhkan dengan menggunakan metode *advance analysis*. Metode ini merupakan metode yang direkomendasikan IMO sebagaimana tertera dalam regulasi MSC.1/Circ.1238. Dari analisa dengan bantuan *software pathfinder 2019* didapatkan hasil waktu evakuasi penumpang skenario A dengan waktu 37.2 menit pada siang hari dan 43.45 menit pada malam hari. Skenario B dengan waktu 41.61 menit pada siang hari dan 47.86 menit pada malam hari.

Kata kunci: Evakuasi, Ferri Ro-ro, Penumpang, *Pathfinder*.

ABSTRACT

Ro-ro Ferry is a type of ferry that is suitable for transporting vehicles and passengers. With the larger passenger carrying capacity, it is also necessary to pay attention to the route procedures and evacuation times to deal with emergencies, this is very important in order to minimize the occurrence of fatalities. The International Maritime Organization (IMO) has issued a regulation for the evacuation of various types of ships with an analytical approach where the value of the evacuation time for ro-ro Ferry vessels is less than 60 minutes. Evacuation analysis approach on the Ferry for the Siwa – Tobaku shipping lane is carried out in order to find out how much evacuation time is needed by using advance analysis methods. This method is the IMO recommended method as stated in regulation MSC.1/Circ.1238. From the analysis with the help of the Pathfinder 2019 software, the results of the scenario A passenger evacuation time are 37.2 minutes during the day and 43.45 minutes at night. Scenario B with a time of 41.61 minutes during the day and 47.86 minutes at night.

Keywords : Evacuation, Ferri Ro-ro, Passenger, Pathfinder.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Umum.....	5
2.1.1. Pengertian Kapal Ferry	5
2.1.2. Pengertian Penumpang	5
2.1.3. Pengertian Evakuasi	5
2.2. Kondisi-Kondisi di Kapal.....	6
2.3. Ketentuan SOLAS Mengenai Evakuasi Penumpang	8
2.3.1. Simplified Evacuation Analysis	8
2.3.2 Advance Evacuation Analysis	9
2.4. Simulasi	9
2.5. <i>Software Pathfinder</i>	10
2.6. <i>Software Pyrosim</i>	12

2.7. Waktu Evakuasi.....	13
2.8. Performance Standard	15
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Lokasi dan Waktu Kegiatan Penelitian	17
3.2. Tahapan Penelitian	17
3.3. Data Penelitian	18
3.3.1. Data Kapal Fery Ro-Ro	18
3.3.2. <i>General Arrangement</i>	19
3.4. Diagram Alur Pengerjaan.....	21
3.5. Kerangka Penelitian	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Pengertian Umum Kapal Ferry.....	23
4.2. Alat Keselamatan Dan Pemadam Kebakaran Kapal Standardisasi.....	23
4.3. Komposisi Penumpang.....	23
4.4. Pengembangan Skenario	24
4.5. Simulasi Pergerakan Penumpang	26
4.5.1. Simulasi Skenario A	26
4.5.2. Simulasi Skenario B	28
4.5.3. Hasil Simulasi Waktu Pergerakan Setiap Penumpang	30
4.6. Perhitungan Total Waktu Evakuasi.....	31
4.7. Perhitungan Analitik Validasi	34
BAB 5. PENUTUP	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Screenshot Pathfinder.....	10
Gambar 2. 2. Screenshoot visualisasi pada Pathfinder.	11
Gambar 2. 3. Screenshoot visualisasi pada pyrosim.....	13
Gambar 2. 4. Performance Standard Menurut IMO.....	15
Gambar 3. 1. General Arrangement KMP. NEW ROSE.....	19
Gambar 3. 2. General Arrangement geladak kendaraan KMP. NEW ROSE	19
Gambar 3. 3. General Arrangement geladak penumpang KMP. NEW ROSE.....	20
Gambar 3. 4. General Arrangement geladak penumpang KMP. NEW ROSE.....	20
Gambar 4. 1. Kebakaran truk di geladak kendaraan.....	24
Gambar 4. 2. Kebakaran mini bar di geladak penumpang.....	25
Gambar 4. 3 Diagram Alir arah peregerakan penumpang	26
Gambar 4. 4. Grafik jumlah penumpang dan waktu yang dibutuhkan sampai ke titik kumpul.....	27
Gambar 4. 5. Kepadatan penumpang pada geladak penumpang	27
Gambar 4. 6. Tingkat kecepatan pergerakan suatu penumpang	28
Gambar 4. 7. Grafik jumlah penumpang dan waktu yang dibutuhkan sampai ke titik kumpul.....	29
Gambar 4. 8. Kepadatan penumpang pada geladak penumpang	29
Gambar 4. 9. Tingkat kecepatan pergerakan suatu penumpang	30

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Penumpang pada setiap geladak	23
Tabel 4. 2. Pembagian penumpang berdasarkan umur dan kecepatan pergerakan	24
Tabel 4. 3. Total waktu pergerakan penumpang pada semua skenario.....	31
Tabel 4. 4. Total waktu evakuasi	34
Tabel 4. 5. Karakteristik variabel terhadap kondisi dan jenis vasilitas.....	34
Tabel 4. 6. Validasi perhitungan total waktu evakuasi	44

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Maraknya terjadi kecelakaan kapal di Indonesia dalam periode 2021 terakhir sebagaimana yang dilaporkan KNKT tercatat dalam kurun waktu tersebut terjadi 15 kecelakaan kapal dan memakan korban jiwa. Dalam laporan tersebut dijelaskan bahwa sejumlah kecelakaan kapal umumnya disebabkan oleh kelalaian manusia itu sendiri dan selebihnya kondisi alam. Terjadinya kecelakaan yang dialami kapal umumnya bervariasi diantaranya kebakaran salah satu truk geladak kendaraan sebagaimana yang terjadi pada KMP. Bahari Indonesia dan terjadinya tubrukan yang menyebabkan lambung kapal bocor sebagaimana yang terjadi pada KMP. Yunicee.

Dari sejumlah fakta kecelakaan kapal di Indonesia salah satu penyebab jatuhnya banyak korban saat terjadi kecelakaan adalah perencanaan jalur evakuasi di atas kapal yang kurang baik. Setidaknya terdapat dua jalur evakuasi penumpang yang harus disiapkan di atas 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.

KMP. New Rose merupakan kapal ferry ro-ro milik PT. Afta Teknik Mandiri yang beroperasi pada pelabuhan penyeberangan Siwa, Kabupaten Wajo ke pelabuhan Tobaku, Kolaka Utara dengan kapasitas muatan 404 penumpang. Sedangkan kapasitas kendaraan jika dicampur antara truk besar dan muatan kecil bisa hingga 30 unit, namun jika hanya kendaraan kecil bisa menampung 50-60 unit. Kapal ini tersusun dari beberapa geladak yaitu geladak kendaraan, geladak antara, geladak penumpang, dan geladak navigasi.

Berdasarkan pembahasan diatas, skripsi ini akan membahas tentang studi analisis evakuasi penumpang untuk mengetahui kemungkinan terjadinya titik-titik

penumpukan penumpang pada jalur tertentu dan mengetahui seberapa besar waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi penumpang pada KMP. New Rose.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Berapakah waktu evakuasi yang dibutuhkan penumpang KMP. New Rose ?
2. Apakah waktu evakuasi penumpang KMP. New Rose sesuai dengan aturan SOLAS ?

1.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian ini diperlukan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Kondisi bahaya yang jadi pemicu dilakukannya evakuasi adalah kebakaran di geladak kendaraan dan geladak penumpang.
2. Kecepatan rambatan api dan tingkat bahayanya diabaikan.
3. Perhitungan waktu evakuasi menggunakan metode *advance evacuation analysis* dengan bantuan *software pathfinder* dan perhitungan analitik.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui total waktu evakuasi penumpang pada KMP. New Rose.
2. Mengetahui apakah waktu evakuasi penumpang sudah sesuai dengan aturan SOLAS.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman kepada masyarakat pengguna layanan transportasi kapal ferry tentang jalur evakuasi yang ada sehingga dapat mencegah dan mengurangi korban kecelakaan kapal.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB 1: PENDAHULUAN

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

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memberikan penjelasan mengenai teori dasar yang digunakan dalam penyelesaian skripsi ini yaitu: pathfinder, pyrosim, kapal ferry, dan jalur evakuasi.

BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan waktu dan lokasi penelitian, tahapan penelitian, data kapal ferry, data penelitian, serta kerangka penelitian.

BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas analisa dari hasil pengolahan data yang telah dilaksanakan.

BAB 5: PENUTUP

Pada bab ini akan menyajikan secara singkat kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan dan memuat saran-saran bagi pihak yang berkepentingan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum

2.1.1. Pengertian Kapal Ferry

Kapal ferry merupakan jenis kapal penyebrangan antar pulau yang banyak digunakan karena disamping mampu menampung jumlah penumpang yang cukup banyak dan juga dapat untuk mengangkut kendaraan seperti mobil dan truk, sehingga kapal ini dilengkapi dengan pintu (*rump door*) baik pada sisi haluan maupun buritan.

2.1.2. Pengertian Penumpang

Menurut aturan Pemerintah 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 Ferry penyeberangan penumpang ditandai dengan kepemilikan tiket penumpang sekaligus sebagai bukti pengguna jasa penyeberangan. Pada penyusunan skripsi ini yang dimaksud dengan penumpang adalah pengguna jasa penyeberangan kapal Ferry 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.

2.2. Kondisi-Kondisi di Kapal

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

1. Kondisi Tenang

Yang dimaksud 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.

2. Kondisi Darurat

Yang dimaksud kondisi darurat adalah kondisi saat kapal mengalami gangguan yang disebabkan oleh factor dari luar dan factor dari dalam. 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.

3. 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. Tabrakan atau kecelakaan yang tidak menyebabkan kerusakan parah yang dapat mengakibatkan kapal tenggelam.
- c. Cuaca buruk atau badai, karena akan lebih berbahaya bagi penumpang, kecuali jika dapat menyebabkan kapal tenggelam.
- d. Mesin mati atau *black out*.
- e. Adanya perompak atau bajak laut.

4. 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
- b. Kebakaran besar sehingga dapat membakar seluruh kapal dan membahayakan penumpang dan menyebabkan kapal tenggelam.
- c. Tabrakan atau kecelakaan yang menyebabkan kerusakan parah sehingga dapat menyebabkan kapal tenggelam.

2.3. Ketentuan SOLAS 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 meliputi: Analisis evakuasi yang disederhanakan (Simplified Evacuation Analysis) dan Analisis evakuasi lanjutan (Advanced Evacuation Analysis).

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.

Definisi-definisi yang dipakai dalam perhitungan *simplified analysis* antara lain:

- a. *Persons load* adalah jumlah orang yang dipertimbangkan dalam evakuasi.
- b. *Awareness time (A)* adalah waktu yang dibutuhkan bagi orang untuk bereaksi terhadap situasi. Kali ini dimulai setelah pemberitahuan awal misalnya, alarm darurat dan berakhir ketika penumpang telah menerima situasi tersebut dan mulai bergerak menuju tempat berkumpul.
- c. *Travel time (T)* didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk semua orang di kapal untuk bergerak dari tempat mereka menuju tempat berkumpul (*assembly station*) kemudian ke tempat pemberangkatan (*embarcations stations*).
- d. *Embarcation time (E)* and *launching time (L)*, jumlah waktu yang dibutuhkan dari jumlah total orang untuk meninggalkan kapal.

2.3.2 Advance Evacuation Analysis

Advance Evacuation Analysis merupakan metode perhitungan waktu evakuasi yang dilakukan dengan bantuan software. Contoh software *advance evacuation analysis* adalah *Pathfinder*.

2.4. 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.

2.5. *Software Pathfinder*

Pathfinder adalah salah satu software simulasi jalur evakuasi yang berdasarkan agen 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 screenshot dari antarmuka pengguna ini ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1. *Screenshot Pathfinder*

Pathfinder juga mencakup program kedua yang dirancang khusus untuk visualisasi kinerja tinggi dari waktu secara 3D. 3D program hasil ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2. *Screenshot* visualisasi pada *Pathfinder*.

Gambar 2.2. 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*).

2.6. Software Pyrosim

Pyrosim adalah salah satu software simulasi kebakaran yang menunjukkan simulator api untuk mengetahui tindakan dan interaksi manusia. Software ini menyediakan antarmuka pengguna grafis untuk model simulasi dan visualisasi 2D dan 3D untuk analisa hasil. (*Pyrosim Thunderhead Engineering, 2019*).

Sebuah screenshot dari antarmuka pengguna ini ditunjukkan pada gambar 2.3. Transparansi dari program digunakan untuk membantu pandangan penumpang terhadap dinding pelindung.



Gambar 2. 3. *Screenshot* visualisasi pada *pyrosim*.

2.7. Waktu Evakuasi

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 dimodel dengan layak untuk situasi gawat darurat.
- d. Kecepatan berjalan penumpang ditentukan berdasarkan perhitungan densitas penumpang dan jenis sarana penyelamatan.
- e. 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).
- f. Counterflow dihitung berdasarkan faktor counterflow.
- g. Jumlah penumpang diasumsikan 100% (terisi penuh).
- h. Kemampuan seluruh sarana penyelamatan telah dipertimbangkan yaitu memenuhi kelayaklautan (Seaworthiness)
- i. Seluruh penumpang dapat bergerak tanpa ada halangan,
- j. Efek dari pergerakan kapal, usia dan kemampuan penumpang, kemampuan melihat ketika terdapat asap dan lain-lain telah dihitung dalam safety factor.

Komponen yang perlu dipertimbangkan dalam menghitung waktu evakuasi:

1. Awareness time (A)
2. Perhitungan Travel time (T), dan
3. Embarkation time (E) dan launching time (L).

2.8. Performance Standard

Perhitungan performance standard seperti yang digambarkan pada gambar

2.4. adalah sebagai berikut:

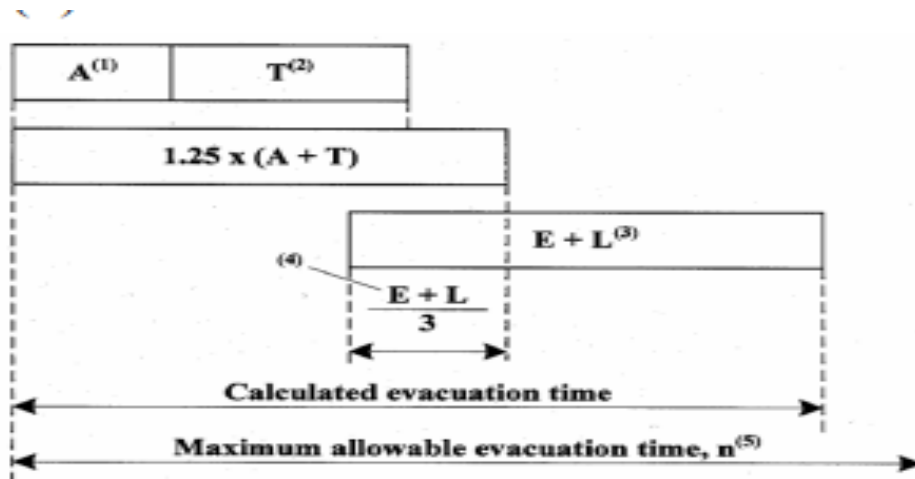
Calculated evacuation time:

$$1.25 (A + T) + 2/3 (E + L) < 60' \quad (1)$$

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

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

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



Gambar 2. 4. Performance Standard Menurut IMO

(Sumber: IMO Interim Guidelines MSC/Circ.909, 1999)

Selain menghitung waktu evakuasi untuk menyelamatkan diri, perlu diperhatikan tentang jalur keselamatan seperti means escape. Menurut SOLAS Chapter II, Part D regulation 13 yang dimaksud dengan means escape adalah ketika seluruh orang yang ada di kapal dapat melarikan diri dengan selamat dan cepat ke dek embarkasi lifeboat dan liferaft, berikut ketentuan-ketentuannya:

1. Harus terdapat jalur untuk melarikan diri yang aman.
2. Jalur atau rute melarikan diri harus dipelihara agar kondisi aman, bebas rintangan.
3. Harus ada bantuan tambahan yang tidak kalah penting yaitu akses, penandaan yang jelas dan model yang memenuhi saat situasi darurat.