

Perancangan *Emergency Respon Plan* dan Simulasi dengan Menggunakan Piranti Lunak Pathfinder pada KMP Tipe Ro-Ro

Astrid Halena Rasyid^{1*}, Rona Rianti², mochamad Luqman Ashari³

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

^{2,3}Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*email: astridhalena.354@gmail.com

Abstrak

Dikeluarkannya surat keputusan Republik Indonesia no. SK 885/AP.005/DRJD/2015 tentang larangan penggunaan LCT sebagai angkutan penyebrangan menyebabkan dikonversinya kapal-kapal LCT oleh pemerintah kabupaten banyuwangi, salah satunya menjadi kapal Ro-Ro. Namun pengkonversian kapal tersebut belum diikuti dengan perancangan *Emergency Respon Plan*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan *Life-Saving Appliance*, *Emergency Respon Plan* dan simulasi dengan menggunakan *Pathfinder*. Hasil perancangan *Life-Saving Appliance* yang harus disediakan didalam KMP Ro-Ro antara lain 2 Lifeboat berkapasitas 20 orang, 6 Liferaft berkapasitas 20 orang, 2 buah Lifebuoy with line, 6 buah Lifebuoy with self-igniting lights 125 Lifejacket dewasa, 10 Lifejacket anak-anak, 3 Lifejacket bayi. Luas minimum *muster station* yang harus disediakan yakni 41,65 m². Hasil perhitungan Total Evacuation Time adalah 30,17 menit pada Case 1; 36,42 menit pada Case 2; 31,76 menit pada Case 3; 38,01 menit pada Case 4. Persentase perbedaan antara perhitungan manual dengan simulasi dihasilkan nilai sebesar 2,0 % (Primary Case) dan 3,4 % (Secondary Case).

Kata Kunci: Sistem Evakuasi, *Life-Saving Appliance*, SOLAS 2004, *IMO's Interim Guidelines*, Simulasi Pathfinder

PENDAHULUAN

Pada tanggal 15 Maret 2015 Dirjen Perhubungan Darat mengeluarkan Surat Keputusan Republik Indonesia NO. SK 885/AP.005/DRJD/2015 tentang larangan penggunaan LCT sebagai angkutan Penyebrangan, sehingga harus dilakukan pengkonversian kapal LCT menjadi kapal angkutan penumpang yang layak. LCT hanya diperbolehkan beroperasi hingga tanggal 8 Mei 2015 saja, dan mulai tanggal 19 Mei 2015 kapal LTC tidak diperbolehkan lagi untuk beroperasi dengan beralasan bahwa LCT tidak memenuhi syarat safety untuk penumpang, terutama di bidang konstruksi kapalny. Maka dari itu, untuk memenuhi standart safety tersebut, kapal LCT tersebut dikonversi menjadi kapal jenis lain, salah satunya adalah jenis Ferry Ro-Ro (*Roll-on/Roll-off*).

Pengkonversian yang dilakukan haruslah diikuti dengan pengadaan sarana-sarana yang digunakan saat keadaan darurat salah satunya merupakan alat-alat keselamatan dan sistem evakuasi yang baik. Kapal yang akan dijadikan studi kasus adalah LCT milik Pemerintah Kabupaten Banyuwangi, salah satu kapal LCT yang dikonversi menjadi kapal Ferry Ro-Ro.

METODE PENELITIAN

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, keadaan darurat adalah Peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat. Keadaan darurat ini dapat terjadi akibat tubrukan, kebakaran, ledakan, kandas, kebocoran, tenggelam, dan sebagainya.

Proses evakuasi dalam keadaan darurat adalah proses pemindahan manusia, penumpang atau jiwa dari tempat yang mengandung bahaya menuju ke tempat yang aman. Istilah-istilah yang umum dipakai saat evakuasi menurut IMO's *Interim Guidelines* MSC/Circ.1238 yaitu :

- Awareness time* (A) adalah waktu yang diperlukan oleh penumpang untuk mengambil tindakan dan bereaksi saat terjadi keadaan darurat. Nilai A harus dibawah 10 menit untuk kasus malam hari, dan 5 menit untuk kasus siang hari.
- Travel Time* (T) diartikan sebagai waktu yang digunakan oleh seluruh manusia untuk keluar atau berpindah dari tempat semula ke tempat yang lebih aman atau berupa titik kumpul
- Embarkation time* (E) dan *launching time* (L), waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan semua penumpang ke luar dari kapal.

Dengan ketentuan perhitungan untuk total waktu evakuasi adalah :

$$(A + T) + 2/3 (E + L) < n \quad (1)$$

$$E + L < 30 \text{ menit}$$

Ketentuan untuk kapal ro-ro passenger ship $n=60$, kapal penumpang selain ro-ro yang tidak memiliki lebih dari 3 *main vertical zone* $n=60$, dan $n=80$ untuk kapal yang memiliki lebih dari 3 *main vertical zone*. Jika tidak ada informasi tentang waktu evakuasi, nilai yang diijinkan adalah maksimum 30 menit.

Berikut adalah variabel-variabel yang digunakan dalam perhitungan :

- Menghitung densitas (D)
- Kecepatan orang (S)
- Aliran orang specific (Fs)
- Menghitung aliran orang (Fc)
- Menghitung aliran waktu (tF)
- tdeck (s)
- tstair (s)
- Tassembly
- Waktu keseluruhan (tI)
- Travel time* Dimana:

Adapun perancangan LSA meliputi *Lifeboat*, *Lifebuoy*, *Liferaft*, *Lifejacket*, serta *Muster Station*. Kemudian, dalam pembuatan simulasi sistem evakuasi menggunakan software dari salah satu publisher dari Amerika, Thunderhead Engineering, yakni Pathfinder Simulator Version 2016.

HASIL DAN PEMBAHASAN

- **Mengidentifikasi assembly station atau muster station**

Berdasarkan SOLAS (2014) Chapter III/Reg/ 11 bahwa setiap Muster Station harus cukup luas untuk menampung seluruh penumpang (seluas $0,35 \text{ m}^2$ untuk setiap orang). Maka perhitungan luas *Muster station* adalah $119 \text{ orang} \times 0,35 \text{ m}^2/\text{orang} = 41,65 \text{ m}^2$. *Muster station* pada *Bridge deck* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu di sisi kiri kapal dan di sisi kanan kapal.

- **Mengidentifikasi Embarcation Station**

Embarcation station pada kapal ini diletakkan di geladak sekoci pada tiap sisi kanan dan kiri kapal, yang letaknya dekat dengan jangkauan *survival craft* baik *lifeboat* maupun *liferaft*.

- **Mengidentifikasi escape route**

Escape route atau rute untuk penyelamatan diri harus disediakan secara normal dari setiap tempat pada kapal untuk menuju *Muster Station*.

- **Mengidentifikasi life saving appliance (LSA)**

1. Perhitungan Jumlah *Lifebuoy*

Kebutuhan jumlah *Lifebuoy* pada kapal penumpang dijelaskan pada *SOLAS (2014) Chapter III/Reg. 22*. Kapal ini memiliki panjang (Lpp) yakni 56,6 m, sehingga jumlah minimal *Lifebuoy* yang harus tersedia adalah 8 buah.

2. Perhitungan Jumlah *Lifejacket*
Menurut *SOLAS (2014) Chapter III/Reg.7-2 Lifejacket* harus disediakan untuk setiap orang dengan ketentuan (untuk pelayaran kurang dari 24 jam) yakni 2,5% untuk bayi, 10% untuk anak-anak, 105% untuk dewasa. Sehingga *Lifejacket* yang harus dibawa adalah 3 buah *Lifejacket* bayi, 10 buah *Lifejacket* anak-anak, 125 *Lifejacket* dewasa.
3. Perhitungan jumlah *Lifeboat*
Berdasarkan *SOLAS (2014) Chapter II/Reg. 21* harus menyediakan *Lifeboat* dengan kapasitas 30% dari total penumpang. Dengan kapasitas *Lifeboat* 20 orang maka dibutuhkan 2 buah *Lifeboat*.
4. Perhitungan *Liferaft*
Berdasarkan *SOLAS (2014) Chapter III/reg.21* harus menyediakan *Liferaft* dengan kapasitas 70% +25% dari jumlah orang. Jika menggunakan *Liferaft* dengan kapasitas 20 orang per unit, maka diperlukan 6 buah *Liferaft*.

• **Ship Evacuation Sistem**

Menurut *IMO’s Interim Guidelines MSC/Circ. 1238*, dijelaskan bahwa di dalam sistem evakuasi sebuah kapal minimum dengan menggunakan 4 skenario, yaitu Case 1 (malam hari) dan case 2 (siang hari) merupakan *primary evacuation case* serta Case 3 (malam hari) dan 4 (siang hari) merupakan *secondary evacuation case*. Adapun skenario jumlah posisi penumpang tiap deck sebagai berikut :

Below main deck = 6 orang	Main deck = 87 orang
Bridge deck = 15 orang	W.H deck = 11 orang

Perhitungan *Travel Time* melalui tahapan-tahapan sebagai berikut (contoh untuk deck 1 koridor 1 pada *Primary Case*) :

- a. Menentukan jalur evakuasi pada masing masing deck menuju Muster Station dan menentukan Luas jalur evakuasi

Tabel 1 Contoh Identifikasi Rute Evakuasi Deck 1 *Primary Case*

Item	Wc [m]	panjang [m]	Jarak [m]	Luas [m2]	keterangan
deck 1- koridor 1	6	6	5,6	36	ke tangga A
deck 1-tangga A	1	NA	3,16	NA	Menuju deck 2

Catatan : Wc = lebar koridor yang dilalui

Panjang = panjang koridor yang dilalui

- b. Menentukan densitas pada tiap jalur evakuasi

$$D_{koridor1} = \text{Jumlah orang (N)} / \text{Luas area (A)}$$

$$= 3p / 36 \text{ m}^2$$

$$= 0,08 \text{ p/m}^2$$
- c. Menentukan fs berdasarkan nilai densitas yang telah diketahui
 Pada deck 1 koridor 1 yang mempunyai nilai D = 0,08 p/m² maka dengan dilakukan interpolasi (tabel 2.1) mendapatkan nilai Fs = 0,1 p/ms (tidak melebihi nilai Fs max untuk koridor yaitu 1,3 p/ms).
- d. Menghitung flow of person (fc) pada masing masing jalur evakuasi tiap deck

$$FC_{koridor1} = Wc \times Fs$$

$$= 6 \text{ m} \times 0,1 \text{ p/ms}$$

$$= 0,6 \text{ p/s}$$
- e. Menentukan speed of person (S) berdasarkan nilai Fs tiap deck.

Untuk mencari nilai S koridor dapat dilihat pada tabel 2.1 dan dapat dilakukan interpolasi seperti mencari nilai Fs. Sehingga setelah dilakukan interpolasi terhadap S didapatkan nilai S pada deck 1 koridor 1 sebesar 1,2 m/s.

f. Menghitung flow time (tf) tiap tiap deck

$$\begin{aligned} T_{f \text{ koridor1}} &= N \text{ (jumlah orang total)} / F_c \text{ (Calculated Flow)} \\ &= 3 p / 0,6 p/s \\ &= 5 \text{ s} \end{aligned}$$

g. Menentukan T deck pada tiap tiap deck

$$\begin{aligned} T_{\text{deck koridor1}} &= \text{Jarak (m)} \times \text{Initial Speed (S)} \\ &= 5,6 \text{ m} \times 1,2 \text{ m/s} \\ &= 4,67 \text{ s} \end{aligned}$$

h. Menentukan T stairs pada tiap tiap deck

$$\begin{aligned} T_{\text{stair}} &= \text{Jarak (m)} \times \text{Initial Speed (S)} \\ &= 3,16 \text{ m} \times 0,8 \text{ m/s} \\ &= 3,95 \text{ s} \end{aligned}$$

i. Menentukan overall time $T_i = T_f + T_{\text{deck}} + T_{\text{stairs}} + T_{\text{assembly}}$

j. Menghitung Travel Time = 2,3 x TI

Tabel 2 Total Travel Time Primary Case :

Escape route on	Td [s]	Tf [s]	Ts [s]	Ta [s]	Ti [s]	T [s]	T [menit]
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
deck 1	4,67	45,45	11,13	9,70	70,95	163,20	2,72
Deck 2	19,39	45,45	7,18	9,70	81,73	187,97	3,13
Deck 3	5,72	37,14	11,13	9,70	63,69	146,49	2,44
Deck 4	6,88	37,14	15,08	9,70	68,80	158,24	2,64

Total Evacuation Time pada KMP Ro-Ro:

$$1,25 (A+T) + 2/3 (E+L) = n$$

Dimana : $E + L = 30 \text{ menit}$

Day Case, A = 5 menit

Night Case, A = 10 menit

- Total Evacuation Time (n) untuk Day case adalah : $1,25 (5+2,14) + 2/3 (30) = 30,17 \text{ menit} < 60 \text{ menit}$

- Total Evacuation Time (n) untuk Night case adalah : $1,25 (10+2,14) + 2/3(30) = 36,42 \text{ menit} < 60 \text{ menit}$

Tabel 3 Total Travel Time Secondary Case :

Escape route on	Td [s]	Tf [s]	Ts [s]	Ta [s]	Ti [s]	T [s]	T [menit]
	1	2	3	4	5	6	7
Deck 1	4,67	68,18	11,13	9,70	93,68	215,47	3,59
Deck 2	30,00	68,18	7,18	9,70	115,07	264,65	4,41
Deck 3	5,72	37,14	11,13	9,70	63,69	146,49	2,44
Deck 4	6,88	37,14	15,08	9,70	68,80	158,24	2,64

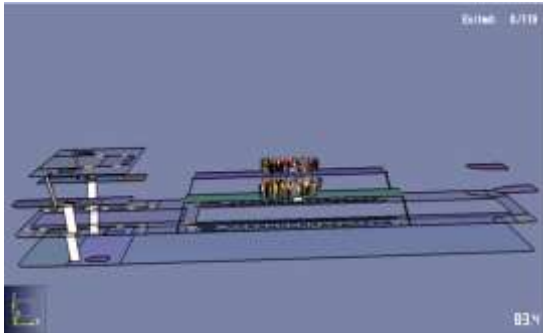
- Total Evacuation Time (n) untuk Day case adalah : $1,25 (5+2,14) + 2/3 (30) = 31,76 \text{ menit} < 60 \text{ menit}$

- Total Evacuation Time (n) untuk Night case adalah : $1,25 (10+2,14) + 2/3(30) = 38,01 \text{ menit} < 60 \text{ menit}$

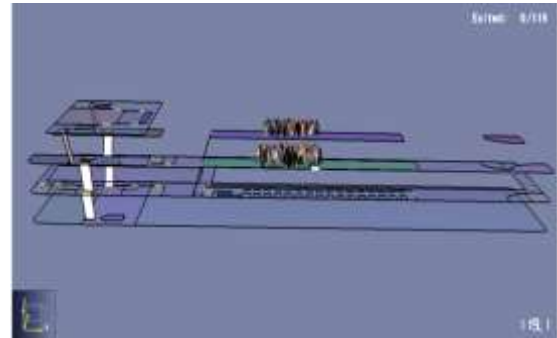
- **Simulasi Pathfinder**

Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu evakuasi yang dibutuhkan untuk 119 *Occupants* berkumpul di *Muster Station* adalah sekitar 83,4 detik (*Primary Case*) dan 119,1 detik (*Secondary Case*). Sedangkan hasil perhitungan manual di dalam perancangan sistem evakuasi yaitu 81,73 detik (*Primary Case*) dan 115,07 detik (*Secondary Case*).

Gambar 2. Hasil Simulasi *Primary Case*



Gambar 3. Hasil Simulasi *Secondary Case*



Adapun hasil dari perhitungan prosentase perbedan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

- *Primary Case* :

$$\text{Prosentase} = \frac{(\text{Hasil Simulasi} - \text{Hasil Perhitungan})}{\text{Hasil Simulasi}} \times 100\%$$

$$\text{Prosentase} = \frac{83,4 \text{ detik} - 81,73 \text{ detik}}{83,4 \text{ detik}} \times 100\%$$

$$\text{Prosentase} = 2,0 \%$$

- *Secondary Case*:

$$\text{Prosentase} = \frac{(\text{Hasil Simulasi} - \text{Hasil Perhitungan})}{\text{Hasil Simulasi}} \times 100\%$$

$$\text{Prosentase} = \frac{119,1 \text{ detik} - 115,07 \text{ detik}}{119,1 \text{ detik}} \times 100\%$$

$$\text{Prosentase} = 3,4 \%$$

KESIMPULAN

1. Pada Kapal Ferry Ro-Ro ini wajib menyediakan *Muster Station* dan *Life Saving Appliance* Sebagai Berikut :
 - a. Kapal Ferry Ro-Ro X ini wajib menyediakan *Muster Station* dengan luas minimal 41,65 m². berada pada *Bridge Deck*. dan *Embarcation Station* berada pada *Bridge Deck* didekat Deck sekoci.
 - b. *Lifebuoy* berjumlah minimal 8 buah dengan rincian 2 buah *Lifebuoy with line* dan 6 buah *Lifebuoy with self-igniting lights* (2 diantaranya merupakan *Lifebuoy with smoke signal*).
 - c. *Lifejacket* dewasa sebanyak 119 buah dan 6 buah sebagai cadangan, *Lifejacket* anak-anak sebanyak 10 buah, dan *Lifejacket* bayi sebanyak 3 buah.
 - d. *Lifeboat* minimal 2 buah dengan kapasitas 20 orang.
 - e. *Liferaft* minimal 6 buah dengan kapasitas 20 orang.
2. *Total Evacuation Time* yang dipersyaratkan Kapal Ferry Ro-Ro X sesuai dengan peraturan pada MSC/Circ.1238 adalah sebagai berikut :
 - a. *Primary Evacuation Case*

- *Day case* (siang hari) sebesar 30,17 menit
- *Night case* (malah hari) sebesar 36,42 menit
- b. *Secondary Evacuation Case*
 - *Day Case* (siang hari) sebesar 31,76 menit
 - *Night Case* (malam hari) sebesar 38,01 menit

Semua hasil perhitungan *Total Evacuation Case* masih bisa diterima, karena nilai tersebut lebih kecil daripada nilai yang telah di standartkan oleh IMO yaitu sebesar 60 menit.

3. Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi bagi 119 *Occupants* untuk berkumpul di *Muster Station* sekitar 83,4 detik (*Primary*) dan 119,1 detik (*Secondary*).
4. Presentase perbedaan simulasi sebesar 2,0% (*Primary*) dan 3,4% (*Secondary*).

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, (2016). *User Manual Pathfinder Version 2016*. Thunderhead Engineering. Mamhattan.

Gleen, I.F. dan Galea E.R. 1998. *Ship Evacuation Simulation : Challenges and Solutions*. 2

Law, Kelton W., dan David. (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. Singapura: Mc. Graw Hill

Lopez, P.A., F. Perez Arribas, R. Dosono dan R. Torres. (2005). *Simulation of Passenger Movement on Ship Emergencies, Tools for IMO Regulations Fulfilment*. Journal of Maritime Research, Vol.II.No.1, pp. 105-125.

MSC/Circ.1238. *Intern Guidelines for Evacuation Analysis for New and Existing Passenger Ship*. International Maritime Organization (IMO), London.

IMO (2014). *Safety Of Life At Sea (SOLAS) Consolidated Edition 2014*. International Maritime Organization. London.

Muhammad, A.H dan Paroka. (2015). *Lokasi Kritis Jalur Evakuasi Penumpang Kapal Penyebrangan Antarpulau Dengan Metode Pergerakan Simultan*. Transportasi, Vol.12, No.2, pp.125-134, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Kusuma, Mochammad I. P. Tugas Akhir: *Perancangan Sistem Evakuasi dan Pembuatan Simulasi Sistem Evakuasi Menggunakan Software Pathfinder*. Prodi K3 PPNS. Surabaya : 2014

Pranoto, Sri Adi. Tugas akhir: *Perancangan Dan Simulasi Emergency Respon Plan Pada KM Sabuk Nusantara 52 Dengan Bantuan Piranti Lunak Pathfinder*. Prodi K3 PPNS. Surabaya: 2015

Republik Indonesia. 2015. Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat NO : SK.885/AP.005/DRJD/2015 tentang Larangan Penggunaan Kapal Type LCT (Landing Craft Tank) Sebagai Kapal Angkutan Penyeberangan. Direktur Jendral Perhubungan Darat. Jakarta.

Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Lembaran Negara RI Tahun 2007. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia. Jakarta.

Republik Indonesia. 2009. NCVS Indonesia tentang Standart Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia Bab 4. Lembaran Negara RI Tahun 2008, No. 64. Kementrian Perhubungan. Jakarta.

(https://www.carstickers.com/Sign_and_Symbol_Car_Stickers_and_Decals.php) Diakses pada 19-07-2017 pukul 11.0