

## Perancangan *Safety and Fire Control Plan* Pada Kapal Feri Ro-Ro X

Claudia Adzhani Maharani<sup>1\*</sup>, Rona Riantini<sup>2</sup>, Mades Darul Khairansyah<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email: [adzhanic@gmail.com](mailto:adzhanic@gmail.com)

### Abstrak

Kapal feri ro-ro X ini memiliki *length over all* (LoA) 102,60 m dengan ukuran volume 2809 GT dan kapasitas penumpang dan crew kapal 813 orang. Karena kapal bangunan baru ini belum memiliki *safety and fire control plan* maka dari itu diperlukan perancangan *safety and fire control plan* yang meliputi *Life Safety Appliance*, *fire control* serta jalur evakuasi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam merancang adalah merancang kebutuhan LSA, merancang *fire control* dan menentukan rute evakuasi serta menghitung kebutuhan waktu evakuasi sesuai pada regulasi SOLAS, LSA code, FSS code, IMO MSC/Circ.1238 dan BKI. Hasil penelitian adalah Alat Pemadam Api Ringan 9 unit, detektor 113, 9 pilar hidran, 278 unit kepala sprinkler daya pompa 5,05 KW, 3 *main vertical zone*. Penyediaan (LSA) Radio telepon 2 arah 3 unit, Radio transponder 1 unit, Sinyal parasut 12 unit, *Hand flare* 106 unit, *Smoke signal* 21 buah, *Lifebouy* 12 unit, *Lifejacket* 960 unit, *Lifeboat* 4 unit, *Liferaft* 17 buah, *Rescue boat* 2 buah, *International shore connection* 1 unit. Waktu evakuasi yang dibutuhkan untuk *case 1* 56,5 menit, *case 2* 50,25 menit, *case 3* 58,13 menit dan *case 4* 51,88 menit.

Kata Kunci : *Safety and fire control plan*, kapal feri ro-ro, *Life-saving appliance*, *fire control plan*, rute evakuasi.

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki wilayah laut yang sangat luas, sekitar 2/3 wilayah negara ini berupa lautan. Dengan cakupan wilayah laut yang begitu luasnya, maka Indonesia pun diakui secara internasional sebagai negara maritim yang ditetapkan dalam *United Nations Convention on the Law the Sea* (UNCLOS) 1982 yang memberikan kewenangan dan memperluas wilayah laut Indonesia dengan segala ketetapan yang mengikutinya. Pesatnya perkembangan teknologi dan tuntutan penyediaan kebutuhan sumberdaya yang semakin besar mengakibatkan sektor kelautan menjadi sangat penting bagi pembangunan nasional. Untuk sarana transportasi dilaut membutuhkan kapal laut, salah satu kelebihan transportasi menggunakan kapal adalah mengangkut penumpang maupun barang dengan biaya yang murah dibanding menggunakan jalur udara. Oleh karena itu semakin berkembangnya zaman dan teknologi kapal laut semakin dibutuhkan di sektor transportasi.

Dalam mengacu pada regulasi SOLAS bahwa setiap kapal yang dibangun harus dilengkapi *safety and fire control plan* atau rencana keselamatan kapal. *Safety and fire control plan* terdiri dari beberapa komponen yaitu LSA (*Life-Saving Appliance*), *Fire control plan* serta perencanaan jalur evakuasi maupun kapasitas muster station yang harus diperhitungkan secara tepat karena terkait dengan kecepatan proses evakuasi untuk penyelamatan penumpang. Pentingnya pengadaan *safety and fire control plan* lainnya adalah tanpa adanya *safety and fire control plan* maka kapal tidak diperbolehkan melakukan pelayaran.

### METODOLOGI

- *Life-Saving Appliance* (LSA)/ Peralatan Keselamatan

Tidak hanya untuk orang yang bekerja di darat, alat keselamatan juga sangat penting untuk dipakai oleh para pekerja yang berada di atas kapal laut. Keselamatan diri merupakan prioritas yang utama yang harus diperhatikan saat bekerja. Bahkan standar keamanan di kapal kadang memiliki peraturan yang lebih ketat untuk diikuti oleh semua crew kapal daripada standar keamanan di darat. Hal ini karena bagian – bagian kapal yang berbeda menjadi sebuah kesatuan utuh yang harus selalu dalam kondisi baik agar kapal dapat berlayar dengan semestinya dan tidak tenggelam. resiko kecelakaan bisa saja terjadi saat memperbaiki komponen di dalam. untuk itu penggunaan alat keselamatan di kapal harus diperhatikan dengan baik. Alat keselamatan meliputi Peralatan komunikasi, *parachute flare, hand flare, smoke signal, lifebouy, lifejacket, lifeboat, liferaft, rescue boat* dan *international shore connection*. Jumlah dan peletakan peralatan keselamatan telah diatur dalam SOLAS *chapter 3* dan LSA Code.

- *Fire Control Plan*

*Fire Control Plan* adalah *Fire control plan* adalah sebuah rencana yang menyediakan informasi penting untuk tindakan cepat dan efisien awak kapal selama kebakaran. Rencana kebakaran harus tersedia informasi tentang sekat-sekat tahan api, deteksi kebakaran dan alarm kebakaran, alat pemadam api ringan, pemasangan pipa-pipa kebakaran hidran dan sprinkler sertasarana akses ke kompartmen, geladak, dll yang berbeda menuju ke *muster station*.

Alat pemadam api ringan yang dapat dijinjing adalah peralatan pemadam api yang berukuran kecil, yang dapat dibawa dan digunakan oleh satu orang. Peralatan ini juga sering disebut Alat Pemadam Api Ringan (APAR). Alat ini beratnya berkisar antara 0,5 - 16 Kg. Keunggulan dari alat ini yaitu ringan dan dapat dibawa dan dioperasikan oleh satu orang. Sedangkan kelemahannya yaitu tidak dapat memadamkan api yang berukuran besar. Pada kapal diatur dalam BKI Vol III, 2016 *rules for machinery installation section 12 fire protection and fire extinguishing equipment*, pemilihan alat pemadam kebakaran harus sesuai dengan bahaya kebakaran hunian.

Detektor adalah alat untuk mendeteksi kebakaran secara otomatis, yang dapat dipilih tipe yang sesuai dengan karakteristik ruangan, diharapkan dapat mendeteksi secara cepat dan tidak memberikan informasi palsu. Detektor kebakaran ini dipasang ditempat yang tepat sehingga memiliki jarak jangkauan penginderaan yang efektif sesuai spesifikasinya. Peletakan detektor pada kapal mengacu pada peraturan *The Internasional Code for Fire Safety Systems (FSS Code) Chapter 9 point2.4.2*. Jarak maksimum peletakkan detektor pda kapal dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Jarak maksimum antar detektor**

Tipe detektor	Minimal area per detector (m <sup>2</sup> )	Maksimal jarak terpisah antara detector (m)	Maksimal jarak terjauh dari bulkhead (m)
Panas	37	9	4,5
Asap	74	11	5,5

Sumber : *The Internasional Code for Fire Safety Systems (FSS Code) Chapter 9 point2.4.2*

Hidran adalah alat yang dilengkapi dengan selang dan mulut pancar untuk mengalirkan air bertekanan, yang digunakan bagi keperluan pemadaman kebakaran. kapal yang membawa lebih dari 36 penumpang berdasarkan SOLAS chapter II-2 regulasi 10 paragraf 2.3 tentang *fire hose* dan *nozzle*. *Fire hose* dan selang harus terhubung dengan hidran sepanjang waktu. Panjang fire hose tidak boleh lebih dari 10 m, tetapi tidak boleh lebih dari :

1. 15 m dari mesin
2. 20 m dalam ruangan lain dan dek terbuka, dan
3. 25 dalam dek terbuka dengan lebar maksimal 30 m.

Instalasi *sprinkler* ialah suatu sistem instalasi pemadam kebakaran yang dipasang secara tetap / permanen di dalam bangunan yang dapat memadamkan kebakaran secara otomatis dengan menyembrotkan air di tempat mula terjadi kebakaran. Untuk kapasitas fire pump berdasarkan pada BKI rules vol 3 section 12 tentang *Fire Protection and Fire Extinguishing Equipmentn* kapasitas minimum dari satu *fire pump* adalah  $5,75 \times 10^{-3} dH^2$ . Maka  $Q = 5,75 \times 10^{-3} dH^2$ . Untuk menentukan persamaan dH diketahui pada BKI rules vol 3 *section* tentang *bilge system* terdapat pada persamaan (1).

$$dH = 1,68 \sqrt{(B + H)L + 25}$$

(1)

Untuk mencaari kerugian / *headloss total* menggunakan *software pipe flow expert* . *pipe flow expert* adalah suatu piranti lunak yang berfungsi untuk merancang serta mendokumentasikan hasil rancangan pipa. *Software* ini sangat membantu untuk menganalisis tekanan yang hilang sepanjang jalur pipa. Setelah mendapatkan nilai *headloss total* harus memperhitungkan daya air sebelum menemukan daya pompa yang diperlukan. Untuk menghitung daya air terdapat pada persamaan (2).

$$P_w = \rho \times g \times Q \times H$$

(2)

Setelah mengetahui daya air, maka menggunakan persamaan untuk menghitung daya pompa. Persamaan perhitungan daya pompa terdapat pada persamaan (3).

$$P = \frac{P_w}{\eta_p}$$

(3)

Pada seluruh macam tipe kapal, untuk setiap kapal akan dibagi menjadi beberapa ruang sesuai dengan risiko kebakarannya. Untuk kapal penumpang yang membawa lebih dari 36 penumpang *thermal and structural boundaries* sesuai pada SOLAS chapter II-2 part C tabel 9.1. *A-class* terbuat dari material baja, terisolasi dengan bahan yang tidak mudah terbakar dengan test dengan kenaikan suhu mencapai 140°C dari suhu asli, tidak terdapat kenaikan suhu pada setiap sudut-sudut sampai dengan 180°C dibuat agar dapat mencegah perpindahan asap dan api dalam waktu A60 = 60 menit, A30 = 30 menit, A15 = 15 menit, A0 = 0 menit. *B-class* terisolasi dengan bahan yang tidak mudah terbakar dengan test kenaikan temperature kurang dari 140°C dari suhu aslinya, tidak terdapat kenaikan suhu pada sudut-sudut sampai 225 °C dalam waktu B15 = 15 menit, B0 = 0 menit, dibuat agar tidak terjadi perpindahan api saat satujam pertama .

- Sistem Evakuasi

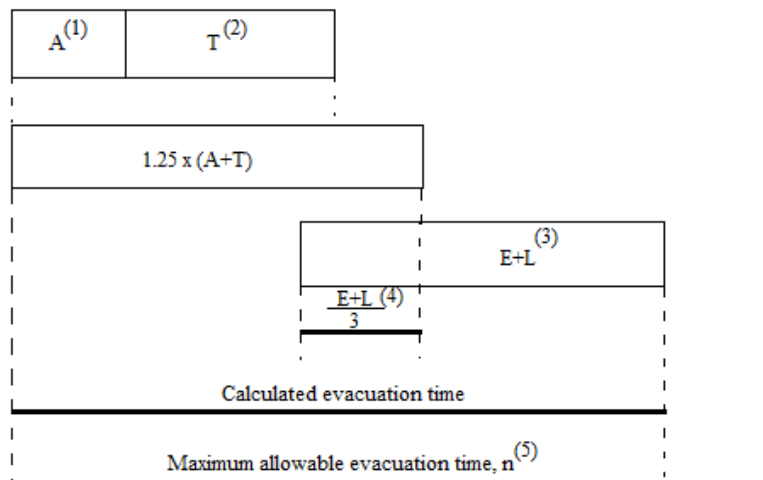
Untuk penentuan sistem evakuasi atau sistem penyelamatan diri, IMO mengeluarkan beberapa regulasi dasar yang dapat digunakan adalah IMO’s *Interim Guidelines MSC/Circ. 1283,2007*. Syarat dalam menentukan perhiungan waktu evakuasi harus memenuhi persyaratan yang terdapat dalam IMO’s *Interim Guidelines*, yakni:

1. *Awareness time* (A) harus dibawah 10 menit untuk kasus malam hari, dan 5 menit untuk kasus siang hari
2. Menghitung *travel time* (T) , dan
3. *Embarkation time* (E) dan *launching time* (L).

Dengan ketentuan, seperti yang digambarkan pada gambar 2, perhitungan untuk total waktu evakuasi seharusnya sesuai dengan:

$$\begin{aligned} (A+T) + 2/3 (E+L) &\leq n \\ E + L &\leq 30 \end{aligned}$$

menit



Gambar 3. Ilustrasi Evakuasi

Travel time adalah waktu akhir yang dihitung dimana telah memasukkan *safety factor*, *counterflow* dan *time over all* (tI), dan persamaanya terdapat pada persamaan 4 adalah:

$$T = (\gamma + \delta) tI$$

(4)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

- *Life-Saving Appliance* (LSA)/ Peralatan Keselamatan  
Untuk total *Life-Saving Appliance* (LSA) yang dibutuhkan kapal feri roro x dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan LSA pada kapal feri roro x

No.	Nama Alat Keselamatan	Jumlah (buah)
1.	Peralatan komunikasi 1. Radio telepon 2 arah <i>Very High Frequency</i> (VHF) 2. Radio transponder	3  1
2.	Sinyal parasut	12
3.	<i>Hand flare</i>	106
4.	<i>Smoke signal</i>	21
5.	<i>Lifebuoy</i>	12
6.	<i>Lifejacket</i>	960
7.	<i>Lifeboat</i>	4
9.	<i>Inflatable liferaft</i>	17
10.	<i>Rescue boat</i>	2

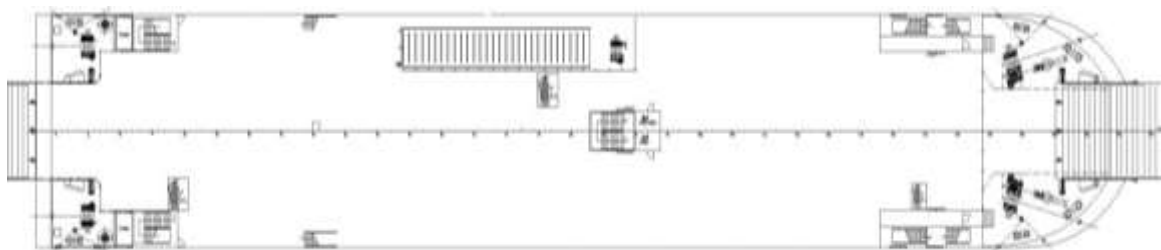
No.	Nama Alat Keselamatan	Jumlah (buah)
11.	<i>International shore connection</i>	1

3.2 Fire Control Plan

Pada 2<sup>nd</sup> deck yang memiliki luas area 2109,04 m<sup>2</sup>, maka perhitungan kebutuhan APAR adalah Kebutuhan APAR

$$\text{Kebutuhan APAR} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{Luas Area yang dilindungi APAR}} = \frac{2109,04}{3,14 \times 20 \times 20} = 1,67 = 2 \text{ buah}$$

Maka kebutuhan APAR pada 2<sup>nd</sup> deck sebesar 2 buah APAR. Tetapi dilihat pada rancangan umum jika memakai 2 APAR seluruh area belum tercover sempurna. Maka ditambahkannya 1 buah APAR untuk dapat mencover seluruh area. Jadi total kebutuhan APAR pada 2<sup>nd</sup> deck sebanyak 3 buah APAR jenis B, dengan media pemadam *dry chemical* dengan berat APAR 12kg. Peletakkan APAR pada 2<sup>nd</sup> deck dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Peletakkan APAR pada 2<sup>nd</sup> deck

Perhitungan jumlah *detector* berdasarkan FSS CODE chapter 9 *Fixed fire detection and fire alarm system* poin 2.3.1 tentang *Detectors* bahwa untuk perhitungan kebutuhan *detector* setiap ruangan didapatkan oleh hasil perhitungan pada tabel 1 Jarak maksimum pada *detector*. Berikut adalah perhitungan untuk jumlah *detector* Jumlah *detector* = Luas area : minimal area *detector*, pada *wheel house* memiliki luas area 108 m<sup>2</sup>, maka *detector* yang diperlukan adalah sebanyak 2 buah dengan jenis *detector* asap.

Kapal feri ro-ro X memiliki jumlah total kepala *sprinkler* sebanyak 278 buah yang tersebar pada 4 dek kapal. Menurut BKI Vol III *Rules for Machinery Instalations temperature range* pada ruang akomodasi, *car deck*, dan *public spaces* adalah sebesar 68°C-79°C. Maka dari itu *sprinkler* pada kapal feri ro-ro x memiliki temperatur antara 68°C-79°C dengan jangkauan *spray* 2,4 m, dengan warna kepala *sprinkler* warna merah.

Berdasarkan SOLAS shapter II-2 regulasi 10 paragraf 2.3 tentang *fire hose* dan *nozzle* bahwa pada kapal yang membawa lebih dari 36 penumpang, *fire hose* atau selang harus terhubung dengan hidran sepanjang waktu. Jumlah Pilar hidran yang dibutuhkan adalah 9 buah. Berdasarkan SOLAS chapter II-2 part C regulasi 10.2.2.2 *number of fire pump* di kapal penumpang kurang dari 4000 GT harus dilengkapi dengan minimal 2 *fire pump* kapasitas minimum dari satu *fire pump* adalah 5,75 x 10<sup>-3</sup> dH<sup>2</sup>. Pada BKI rules vol 3 section 12 tabel 12.2 tentang *number and minimum capacity of fire pump* :

Q = 5,75 x 10<sup>-3</sup> dH<sup>2</sup>. Untuk persamaan dH diketahui pada persamaan 1. maka perhitungan dH sebagai berikut :

$$dH = 1,68 \sqrt{(17,6 + 5,2)92,8 + 25} = 102,27 \text{ mm}$$

$$Q = 5,75 \times 10^{-3} (102,27)^2 = 60,14 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0167 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kapasitas minimum tiap *fire pump* berdasarkan BKI rules vol 3 section 12 paragraf 1 poin 1.2 *minimal capacity and pressure head*:

$$Q = 80 \% \times (Q : \text{minimal number of fire pump})$$

$$= 80 \% \times (60,14 : 2) = 24,05 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0066 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan *head* dilakukan menggunakan *software pipe flow expert*, perhitungan ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui daya motor dan daya pompa. Total *head losses* didapatkan sebesar 25, 474815 m. Efisiensi pompa diasumsikan sebesar 85%, maka:

$$P = \frac{4,294 \text{ KW}}{0,85} = 5,05 \text{ KW}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka daya pompa yang dibutuhkan adalah sebesar 5,5 KW atau 7,5 HP .

Untuk kapal yang lebih dari 36 orang penumpang memiliki *main vertical zone* berupa A-60. Pada kapal feri roro x memiliki 3 *main vertical zone* dikarenakan menurut SOLAS *chapter II part C* regulasi 9 paragraf 2.2.1 yaitu panjang maksimal *main vertical zone* dan luas areanya tidak melebihi 1600m<sup>2</sup> pada dek manapun dan maksimal panjang *main vertical zone* adalah 48 m .

### 3.3 Sistem Evakuasi

*Total Evacuation Time* (n) didapatkan rumus  $1,25 (A+T) + \frac{2}{3} (E+L) = n$ , berdasarkan IMO MSC.1/Circ.1238

Dimana :

E + L = 30 menit

*Naight case*, A = 10 menit

*Day case I*, A = 5 menit

*Total Evacuation Time* (n) untuk *Case 1* adalah

$$1,25 (10 + 19,36) + \frac{2}{3} (30) = 56,5$$

menit ( sudah memenuhi)

*Total Evacuation Time* (n) untuk *Case 2* adalah

$$1,25 (5 + 19,36) + \frac{2}{3} (30) = 50,25$$

menit (sudah memenuhi)

## KESIMPULAN

Hasil perancangan *safety and ire control plan* pada kapal feri roro x adalah *Fire control plan* yang harus dipenuhi oleh kapal feri roro X adalah Alat pemadam api ringan (APAR) sebanyak 19 unit dengan jenis dan ukuran yang disesuaikan dengan ruangan yang akan dipadamkan. Detektor sebanyak 113 yang didistribusikan pada 4 dek kapal. Pilar hidran sebanyak 9 pilar yang didistribusikan pada 4 dek. Jumlah kepala sprinkler sebanyak 278 unit dengan sprinkler berwarna merah yang didistribusikan pada 4 dek. Kapasitas pompa pemadam sebesar 5,5 KW atau 7,5 HP. Memiliki 3 *main vertical zone*.

Wajib menyediakan *Life Saving Appliance* (LSA) dengan rincian sebagai berikut radio telepon 2 arah sejumlah 3 unit. Radio transponder sejumlah 1 unit. Sinyal parasut sejumlah 12 unit. *Hand flare* sejumlah 106 unit. *Smoke signal* sejumlah 21 buah. *Lifebouy* sejumlah 12 unit. *Lifejacket* sejumlah 960 unit. *Lifeboat* sejumlah 4 unit. *Liferaft* sejumlah 17 buah. *Rescue boat* sejumlah 2 buah . *International shore connection* sejumlah 1 buah

Waktu evakuasi berdasarkan hasil perhitungan memenuhi syarat yang ditentukan pada IMO MSC.1/Circ 1238 yaitu kurang dari 80 menit. Waktu yang dibutuhkan untuk *case 1* adalah 56,5 menit, *case 2* adalah 50,25 menit, *case 3* adalah 58,13 menit dan *case 4* adalah 51,88 menit.

## DAFTAR PUSTAKA

BKI.(2016). Volume III *Rules for Machinery Instalation*.Jakarta

IMO “*Unified Interpretation of SOLAS Chapter II-2 On The Number and Arrangement of Portable Fire Extinguishers on Board Ships*”

IMO.(1996). *International Life-Saving Appliance (LSA)*.London

IMO. (2007). *The International Code for Fire Safety System (FSS Code)*.London

IMO MSC/Circ.1238.(2007). *Interim Guidelines for Evacuation Analysis for New and Existing Passenger Ships*. *International Maritime Organizationn (IMO)*. London

*Safety of Life at Sea (SOLAS) Consolidate 4<sup>th</sup> Edition*. 2012. *International Maritime Organization*. London

United Nations, *United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)* 1982.