

ANALISIS LOKASI KRITIS JALUR EVAKUASI PENUMPANG KAPAL PENYEBERANGAN ANTAR PULAU DENGAN METODE PERGERAKAN SIMULTAN

Andi Haris Muhammad

Staff Pengajar
Jurusan Teknik Perkapalan,
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Jln. Perintis Kemerdekaan KM 10,
Kampus UNHAS, Makassar, 90245
Telp: (0411) 586015
andi_haris@yahoo.com;

Daeng Paroka

Staff Pengajar
Jurusan Teknik Perkapalan,
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Jln. Perintis Kemerdekaan KM 10,
Kampus UNHAS, Makassar, 90245
Telp: (0411) 586015
d_paroka@yahoo.com

Abstract

One of important factor to avoid accident fatalities of passenger vessel evacuation is the evacuation route design of safety. A number of critical locations can slow down the evacuation process such as doors, stairs and corridors essential for analysis. This paper discusses a number of critical locations, potential to evacuation failure, especially on ships crossing inter-islands. The method used to identify the critical location or locations where the concentration of passengers during the evacuation process is the Simultaneous Movement Method. The simulation results show that the total time required evacuation of passengers, especially on economy class of KMP Jatra II, since leaving the passenger compartment until all passengers are on the vehicle deck emergency exit is 870 seconds or 14.50 minutes, smaller than required by IMO (<60 menit). Potential of passenger density or the critical path, starting at the 1st door where in the path traversed by all economy class passengers before entering the 1st and 2nd corridors. Maximum number of passengers that accumulates at these sites is 72 people on 300 seconds. Subsequently passenger's concentration occurs at the meeting movement toward the passenger emergency exit vehicle deck that is derived from the 3rd and 4th corridors, at the location of a concentration of passengers up to 76 people on 490 second. This study suggests that the potential of location or critical point of the passenger evacuation path occurs at a meeting between two or more evacuation routes, especially in locations such as the transition to the doors, stairs or passenger traffic bottlenecks due to the larger capacity. The results of this analysis can also be used as a basis for determining an alternative evacuation route or routes change if the conditions are experienced during vessel operation.

Keywords: *Evacuation, route, critical, simulation and ferry*

Abstrak

Salah satu faktor penting untuk menghindari terjadinya korban jiwa pada suatu kecelakaan kapal adalah desain jalur evakuasi yang aman. Sejumlah lokasi yang dapat memperlambat proses evakuasi seperti pintu-pintu, tangga dan koridor penting untuk dianalisis. Paper ini membahas sejumlah lokasi kritis yang berpotensi terhadap kegagalan evakuasi, khususnya pada kapal penyeberangan antara pulau. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi lokasi kritis atau lokasi dimana terjadinya kepadatan penumpang selama proses evakuasi adalah dengan Metode Pergerakan Simultan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa total waktu evakuasi yang diperlukan penumpang, khususnya pada kelas ekonomi KMP Jatra II, waktu yang diperlukan saat penumpang meninggalkan ruang ekonomi hingga seluruh penumpang tiba pada pintu darurat pada geladak kendaraan adalah 870 detik atau 14.50 menit, waktu tersebut lebih kecil sebagaimana disyaratkan IMO (<60 menit). Potensi kepadatan penumpang atau jalur kritis, dimulai pada pintu 1 dimana jalur tersebut dilalui oleh semua penumpang kelas ekonomi sebelum memasuki koridor 1 dan 2. Jumlah penumpang yang terakumulasi pada lokasi tersebut adalah berkisar 72 orang pada detik ke 300. Selanjutnya kepadatan penumpang terjadi pada daerah pertemuan pergerakan penumpang menuju pintu darurat geladak pada kendaraan yaitu penumpang yang berasal dari koridor 3 dan 4, pada lokasi tersebut terjadi kepadatan penumpang hingga mencapai 76 orang pada detik ke 490. Penelitian ini menyimpulkan bahwa potensi lokasi atau titik kritis jalur evakuasi penumpang terjadi pada pertemuan antara dua atau lebih jalur evakuasi, khususnya pada lokasi transisi seperti pada pintu, tangga atau penyempitan jalur yang dikarenakan kapasitas penumpang yang besar. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam menentukan jalur evakuasi alternatif atau perubahan jalur evakuasi jika kondisi tersebut dialami pada saat kapal beroperasi.

Kata Kunci: *evakuasi, jalur, kritis, simulasi dan ferry*

PENDAHULUAN

Untuk menghindari korban jiwa saat terjadinya kebakaran kapal, khususnya kapal penyeberangan antar pulau tipe *Ferry Ro-Ro*, desain ruang, jalur evakuasi antar ruang sebagai akses penyelamatan penumpang hingga *muster station* adalah penting untuk dianalisis, hal tersebut sangat mendukung selama proses evakuasi penumpang dan anak buah kapal (ABK). Berdasarkan sumber api terjadinya kebakaran, Hakkarainen dkk (2009) sesuai dengan 80 data kapal yang dikumpulkannya dari tahun 1998 – 2007 (termasuk *Ferry Ro-Ro*), mengindikasikan bahwa sumber api berasal dari ruang mesin sebesar 73% selanjutnya ruang muat kendaraan dan ruang akomodasi penumpang masing-masing sebesar 16% dan 11 %. Vanen dan Skjong (2006) menjelaskan bahwa peluang penyelamatan kapal ferry *Ro-Ro* memerlukan waktu lebih banyak dibanding kapal penumpang lainnya se-misal *cruise lines*.

Organisasi Maritim Internasional (IMO) (2002) telah mengatur metode sederhana analisis evakuasi penumpang dan ABK kapal penyeberangan tipe *Ferry Ro-Ro (roll on roll off)*. Untuk mengakuratkan regulasi IMO tersebut sejumlah asumsi telah dikembangkan oleh banyak peneliti di antaranya: i) kecepatan berjalan sangat bergantung pada kepadatan kerumunan orang, tipe dan model jalur serta arah gerakan kerumunan, ii) arah pergerakan berlawanan umumnya diperhitungkan berdasarkan *counter flow factor*, iii) pergerakan orang diasumsikan tanpa rintangan, iv) Pengaruh pergerakan kapal, umur penumpang, serta keterbatasan ruang gerak akibat asap kesemuanya diperhitungkan melalui *safety factor*.

Lee dkk (2003) dalam papernya telah menuliskan sejumlah penelitian pengaruh pergerakan orang (kecepatan berjalan), kepadatan penumpang serta kemiringan koridor (*trim* dan *heeling*) terhadap proses evakuasi penumpang. Sehubungan dengan hal tersebut, Lee dkk (2004) pada penelitian lainnya menjelaskan bahwa kecepatan berjalan secara berkelompok akan mengurangi kecepatan sebesar 20% dibanding berjalan secara sendirian dengan jarak antara kelompok adalah sejauh 3 m, selanjutnya kecepatan berjalan kelompok didepan akan lebih cepat dibanding kelompok yang berada dibelakangnya, namun untuk kecepatan berjalan perorangan dengan arah berlawanan dapat lebih lambat dibanding secara berkelompok.

Muhammad dkk (2012) mengidentifikasi bahwa penentuan waktu evakuasi berdasarkan kriteria IMO bersifat parsial, dimana penumpang yang dievakuasi diasumsikan 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 di suatu titik ditambahkan dengan total waktu pergerakan sepanjang jalur evakuasi. Namun pada kenyataannya, pergerakan penumpang selama proses evakuasi dapat dikatakan bergerak secara simultan, sebagai contoh pada sebuah kasus evakuasi dimana penumpang yang pertama meninggalkan titik pertama maka lebih awal tiba di titik berikutnya, sementara masih ada penumpang yang belum bergerak dari titik pertama tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa perubahan kecepatan pergerakan adalah sebagai fungsi dari kepadatan penumpang pada setiap jalur evakuasi adalah tidak konstan, karena pada dasarnya kepadatan tiap titik pada jalur evakuasi sangat tergantung pada geometri dari titik transisi sebelum dan sesudah lokasi tersebut. Untuk mengurangi kepadatan jalur evakuasi salah satu upaya yang dilakukan adalah mengurai

tumpukan penumpang pada jalur-jalur alternatif yang memungkinkan dapat mempercepat evakuasi (Muhammad, 2013)

Paper ini membahas tentang lokasi kritis atau lokasi yang berpotensi untuk mengakibatkan terjadinya kegagalan evakuasi, khususnya pada kapal penyeberangan antar pulau. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi lokasi kritis atau lokasi terjadinya penumpukan penumpang selama proses evakuasi tersebut adalah dengan Metode Pergerakan Simultan (MPS).

METODOLOGI PENELITIAN

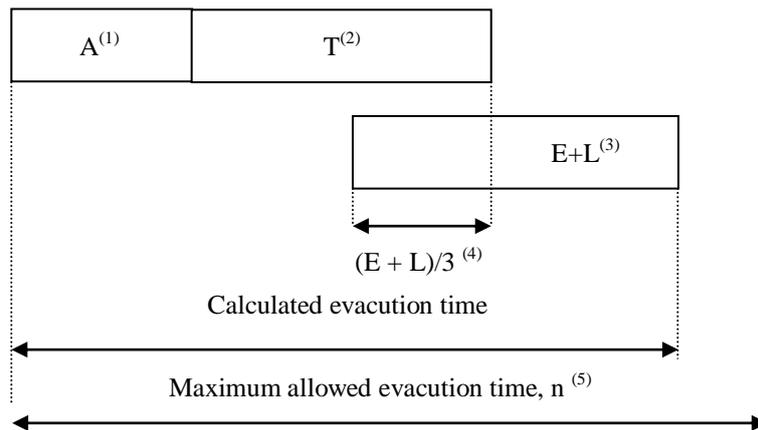
Ketentuan dan asumsi yang digunakan dalam menentukan lokasi kritis dan lokasi konsentrasi terjadinya penumpukan penumpang sbb: i) Kriteria evakuasi dan asumsi aliran spesifik serta kecepatan orang yang dipergunakan adalah sebagaimana ketentuan IMO 2002, ii) Jalur evakuasi yang digunakan dalam program simulasi adalah menggunakan jalur evakuasi penumpang kelas ekonomi KMP Jatra II.

Kriteria IMO

Sejak Tahun 1970, IMO telah mengembangkan aturan dalam proses evakuasi penumpang kapal laut sebagaimana tertera pada ketentuan SOLAS kaitanya dengan keselamatan kapal dan jumlah pelampung penolong serta karakteristiknya. Hingga akhir abad yang lalu aturan utama tentang evakuasi keselamatan penumpang tersebut telah mengalami perubahan sebanyak 757 aturan. Tahun 1999 IMO mengeluarkan MSC Circ. 909 yang berisikan pedoman Interim analisis evakuasi sederhana khususnya untuk kapal penumpang tipe Ro-Ro (IMO, 1999), ketentuan tersebut adalah upaya awal untuk menganalisa secara keseluruhan tentang pergerakan penumpang di atas kapal selama proses evakuasi. Akhirnya pada tahun 2002 IMO menerbitkan MSC Circ. 1033 dengan judul pedoman interim analisis evakuasi untuk kapal baru dan yang sudah ada (IMO, 2002), aturan tersebut berisikan dua metode analisis penyelamatan penumpang: i) analisis sederhana sebagaimana yang digambarkan pada MSC Circ 909 dan ii) analisis lanjut sesuai dengan perkembangan kondisi selama evakuasi. Kriteria standar analisis sederhana total waktu maksimum evakuasi penumpang kapal ferry ro-ro yang dikembangkan oleh (IMO, 2002) sebagaimana tertera pada gambar 1. Berdasarkan skema pada gambar 1 dapat disederhanakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Total Waktu Evakuasi} = (A + T) + 2/3 (E + L) \leq 60 \text{ menit}; E + L \leq 30 \text{ menit}$$

Dimana: Awareness time / waktu tanggap (A); Travel time / waktu perjalanan (T) Embarkasi time / waktu embarkasi (E) dan Launching Time (L)



Gambar 1 Waktu evakuasi maksimum sesuai kriteria IMO (2002)

Aliran Sfesifik dan Kecepatan Penumpang

Harga aliran sfesifik dan kecepatan penumpang yang dipergunakan dalam program simulasi evakuasi penumpang menggunakan sejumlah koefisien sebagaimana yang disyaratkan oleh IMO (2002) lihat Tabel 1. dan 2.

Tabel 1 Harga aliran sfesifik dan kecepatan orang sebagai fungsi kepadatan (IMO, 2002)

Jenis fasilitas	Kepadatan (D) (p/m ²)	Aliran Sfesifik FS (p/ms)	Kecepatan orang S (m/s)
Corridors	0	0	1,2
	0,5	0,65	1,2
	1,9	1,3	0,67
	3,2	0,65	0,2
	≥3,5	0,32	0,1

Tabel 2 Harga aliran sfesifik dan kecepatan orang (IMO, 2002)

Jenis fasilitas	Aliran Sfesifik FS (p/ms)	Kecepatan orang S (m/s)
Stairs (down)	0	1,0
	0,54	1,0
	0,11	0,55
Stairs (up)	0	0,8
	0,43	0,8
	0,88	0,44
Corridors	0	1,2
	0,65	1,2
	0,13	0,67

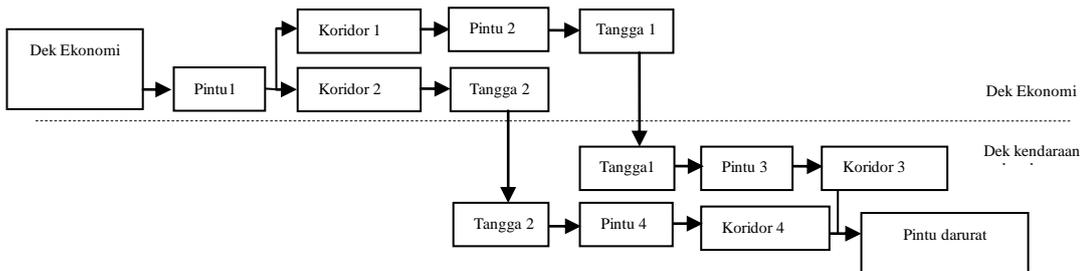
Jalur Evakuasi

Jalur evakuasi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah salah satu jalur pada KMP Jatra II dengan ukuran utama: L (88 m), B (15,6 m) H(5 m), GRT (3932 Ton) dan

kecepatan Knot 16 beroperasi pada trayek Merak-Bakauheni tersebut berkapsitas 751 penumpang dan 50 kendaraan. Ruang penumpang KMP Jatra II terdiri dari ruang ekonomi dan bisnis masing-masing 288 penumpang yang terletak pada geladak ruang penumpang ekonomi dan ruang eksekutif (175 penumpang) terletak pada geladak penumpang eksekutif satu lantai berada diatas geladak penumpang ekonomi. Dalam proses evakuasi penumpang kapal KMP Jatra II dilayani 3 koridor embarkasi yang berada pada geladak penumpang eksekutif. Dalam penelitian, jalur yang dianalisis terbatas pada jalur evakuasi dari ruang penumpang kelas ekonomi menuju pintu darurat pada geladak kendaraan, mengingat jalur tersebut merupakan jalur terpadat (Muhammad et al (2012)). Untuk jelasnya pembagian ruang KMP Jatra II dan Model Hidrolik Jalur Evakuasi kapal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3 serta Tabel 3



Gambar 2 Pembagian ruangan KMP Jatra II



Gambar 3 Model Hidrolik Jalur Evakuasi KMP Jatra II

Tabel 3 Jumlah Punumpang dan Panjang Jalur Evakuasi KMP Jatra II

Dari	Jml. Penumpang	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m ²)	Tujuan
Dek Ekonomi-Pintu 1	144	1,2	-	-	Ke Koridor 1 &2
Dek Ekonomi -Koridor 1	72	2.4	10.00	24.00	Ke Pintu 2
Dek Ekonomi -Koridor 2	72	2.4	10.00	24.00	Ke Tangga 2

Dari	Jml. Penumpang	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m ²)	Tujuan
Dek Ekonomi -Pintu 2	72	0,6	-	-	Ke Tangga 1
Dek Ekonomi -Tangga 1	72	0,6	9,68	5,81	Ke Pintu 3
Dek Ekonomi -Tangga 2	72	0,6	9,68	5,81	Ke Pintu 4
Dek Kendaraan-Pintu 3	72	0,6	-	-	Ke Koridor 3
Dek Kendaraan -Pintu 4	72	0,6	-	-	Ke Koridor 4
Dek Kendaraan -Koridor 3	72	0,60	13,00	7,80	Ke Pintu Darurat
Dek Kendaraan -Koridor 4	72	0,60	24,60	14,76	Ke Pintu Darurat

ASUMSI DAN MODEL PROGRAM SIMULASI

Pergerakan Simultan

Pergerakan simultan dalam proses evakuasi penumpang kapal adalah diasumsikan penumpang melakukan pergerakan secara bersama ketika ada aba-aba “evacuate” atau meninggalkan kapal. Selama pergerakan tersebut, kepadatan pada tiap titik disepanjang jalur evakuasi senantiasa berubah terhadap waktu, demikian pula kecepatan pergerakan orang sebagai fungsi terhadap kepadatan serta lebar jalur evakuasi yang dilalui.

Waktu Evakuasi

Waktu evakuasi adalah total waktu yang diperlukan untuk semua penumpang tiba di titik akhir evakuasi (muster station). Waktu kemacetan disaat melewati tangga serta pergantian jenis jalur evakuasi sudah termasuk dalam waktu tersebut sehingga tidak perlu penambahan waktu seperti yang direkomendasikan oleh IMO.

Kepadatan dan Kecepatan Pergerakan

Kepadatan dan kecepatan pergerakan orang pada tiap jalur evakuasi didasarkan pada standar yang diberikan oleh IMO. Kecepatan awal pergerakan orang pada setiap jalur evakuasi diasumsikan 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 dari ruangan tersebut maka diasumsikan bahwa tidak ada perpindahan orang keruang tersebut. Dengan demikian, kecepatan pergerakan orang pada ruangan sebelumnya akan sama dengan nol. Untuk kasus dimana terjadi pertemuan dua jalur evakuasi pada titik yang sama, jumlah orang yang masuk ke titik tersebut sama dengan jumlah aliran orang dari dua aliran yang berbeda yang masuk secara bersamaan. Pada kasus dimana transisi dari satu ruangan menuju dua jalur yang berbeda, aliran orang pada masing-masing jalur adalah sama, asumsi ini sedikit berbeda dengan asumsi yang diterapkan pada regulasi IMO dimana jumlah aliran pada setiap jalur disesuaikan dengan dimensi jalur yang dilalui.

Titik Kritis

Titik atau lokasi kritis adalah lokasi dimana jumlah penumpang pada lokasi tersebut cenderung untuk 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 dimana 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

Model program simulasi evakuasi penumpang dikembangkan dengan Metode Pergerakan Simultan (MPS). Program dikembangkan terdiri dari tiga bagian pokok yaitu: input, proses dan output. Program input meliputi jumlah jalur dan jenis lokasi transisi pada tiap jalur serta dimensi dari masing-masing titik serta harga aliran spesifik dan kecepatan orang yang dipergunakan dalam proses input menggunakan sejumlah koefisien sebagaimana yang disyaratkan oleh IMO (2002). Bagian proses terdiri dari perhitungan kecepatan pergerakan, jarak tempuh orang pada setiap jalur serta jumlah orang yang ada pada setiap titik pada jalur evakuasi. Program output dari program simulasi 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 seriap lokasi di jalur evakuasi, lokasi-lokasi kritis yang memungkinkan terjadinya penumpukan penumpang serta perlambatan proses evakuasi dapat diidentifikasi.

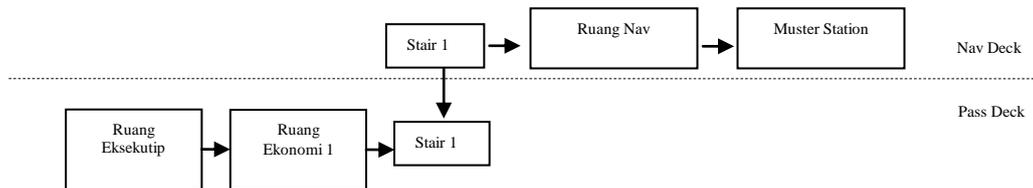
Validasi Program

Program simulasi yang digunakan dalam menganalisis titik kritis dalam penelitian ini telah divalidasi melalui pengujian langsung pada kapal serupa yaitu KMP Sangke Palangga dengan ukuran utama: L (40.15 m), B (12 m) H(3.2 m) dan kecepatan Knot 11. KMP Sangke Palangga beroperasi pada trayek Bira-pamatata tersebut berkapasitas 214 penumpang dan 19 kendaraan. Distribusi penumpang masing-masing: 40 orang pada ruang eksekutif, 98 pada ruang ekonomi 1 dan 76 orang pada ruang ekonomi 2. Dalam proses evakuasi penumpang KMP Sangke palangga dilayani 1 koridor embarkasi yang terletak pada geladak navigasi atau berada satu geladak diatas geladak penumpang, namun pada geladak kendaraan juga terdapat 2 pintu darurat yang sewaktu-waktu dapat digunakan.

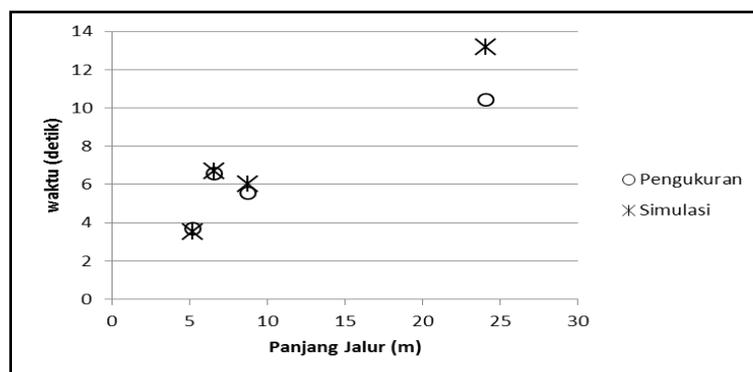
Sejumlah skenario pengujian dikembangkan dalam menentukan waktu evakuasi, khususnya terhadap panjang dan lebar jalur yang dilalui. Adapun skenario pengujian sbb. i) Skenario 1, evakuasi penumpang dari ruang eksekutif menuju tangga naik ruang ekonomi 1 (koridor eksekutif-pintu-ruang ekonomi-tangga naik). ii) Skenario 2, evakuasi penumpang dari ruang eksekutif menuju muster station. (koridor eksekutif-pintu-ruang ekonomi-tangga naik-ruang nav.-pintu-muster station). iii) Skenario 3, evakuasi penumpang dari ruang ekonomi 1 menuju ruang navigasi (ruang ekonomi-tangga naik-ruang nav.). iv) Skenario 4, evakuasi penumpang dari ruang ekonomi 1 menuju muster station (pintu-ruang nav.-pintu).

Hasil pengujian dan simulasi (Metode MPS) menunjukan perbedaan terbesar terjadi pada skenario 2 sekitar 26% sedangkan 3 skenario lainnya memiliki perbedaan dibawah 4%, besarnya perbedaan hasil pada skenario 2 dikarenakan pada jalur tersebut terdapat jalur

transisi seperti halnya perubahan dari koridor ke tangga dan pintu-pintu. Model hidrolis jalur evakuasi dan data hasil pengujian berdasarkan skenario masing-masing ditampilkan pada gambar 4, 5 dan tabel 4.



Gambar 4: Model Hidrolik Jalur Evakuasi KMP Sangke Palangga



Gambar 5: Perbandingan antar pengujian dan simulasi (Metode MPS)

Tabel 4 Perbandingan antar hasil pengujian dan simulasi (Metode MPS)

Asal penumpang (Skenario)	Panjang Jalur (m)	Pengukuran (dt)	Simulasi(dt)	Pesertanse
Ruang Eksekutif / Skenario 1	8,75	5,56	6,03	8%
Ruang Eksekutif / Skenario 2	24,05	10,41	13,16	26%
Ruang Ekonomi / Skenario 3	6,6	6,58	6,7	2%
Ruang Ekonomi / Skenario 4	5,2	3,68	3,54	4%

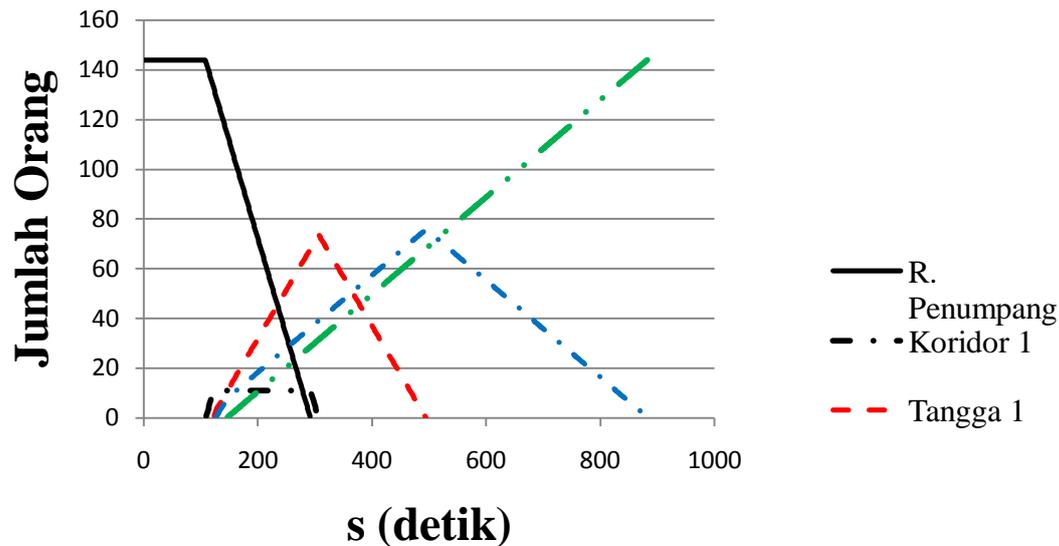
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Simulasi evakuasi penumpang dengan metode MPS pada penelitian ini terbatas pada analisis jalur evakuasi dari ruang penumpang kelas ekonomi pada KMP Jatra II menuju ke pintu darurat yang terdapat di geladak kendaraan sebagaimana Gambar 3. Jumlah penumpang yang dievakuasi pada jalur tersebut total sebanyak 288 orang dengan masing-masing 144 orang pada sisi kanan dan 144 orang pada sisi kiri kapal.

Gambar 4 menunjukkan histori waktu evakuasi yang diperlukan penumpang untuk tiba hingga pintu darurat, pada detik ke 100 penumpang mulai meninggalkan ruang kelas ekonomi, selanjutnya pada detik ke 290 seluruh penumpang telah keluar dari ruang tersebut, pada rentang waktu tersebut tepatnya pada detik ke 140 sudah ada penumpang yang tiba pada pintu darurat sesuai jalur yang ditentukan hingga detik ke 870 seluruh penumpang sudah berada pada pintu darurat. Waktu tersebut lebih kecil sebagaimana disyaratkan IMO (<60 menit)

Berdasarkan kepadatan disepanjang jalur evakuasi, potensi kepadatan (jalur kritis) terjadi pada pintu 1 dimana jalur tersebut dilalui oleh seluruh penumpang kelas ekonomi (2 x 144 orang) yang selanjutnya terbagi menjadi dua jalur yaitu masing-masing 144 penumpang menuju koridor 1 dan 2. Jumlah maksimal penumpang yang terakumulasi pada pintu 1 tersebut berkisar 72 orang pada detik ke 300, dan jumlah tersebut berangsur berkurang setelah ada penumpang yang tiba di pintu darurat. Hal tersebut dikarenakan dimensi (lebar) jalur pada koridor 1 dan 2 lebih kecil dibanding pintu masuk kedua koridor tersebut. Kepadatan serupa juga terjadi pada daerah pertemuan penumpang yang berasal dari koridor 3 dan 4 menuju pintu darurat. Pada lokasi tersebut terjadi penumpukan penumpang hingga mencapai 76 orang pada detik ke 490.

Total waktu evakuasi yang diperlukan untuk mengevakuasi seluruh penumpang dari ruang penumpang kelas ekonomi menuju pintu darurat yang berada di geladak kendaraan adalah 870 detik atau 14.50 menit, hasil tersebut lebih kecil dibandingkan dengan total waktu evakuasi yang diperoleh dengan memakai metode yang diberikan oleh IMO yaitu 16.43 menit (Muhammad et al, 2012). Hal tersebut dikarenakan pada perhitungan dengan Metode IMO terdapat parsialisasi dalam mengestimasi waktu yang digunakan untuk melewati seluruh jalur evakuasi. Hal lain yang memungkinkan terjadinya perbedaan hasil perhitungan kemungkinan karena ada asumsi waktu tambah akibat kemacetan atau antrian yang terjadi pada lokasi atau titik transisi tertentu. Khusus metode MPS, kemacetan atau antrian yang terjadi direalisasikan dalam bentuk perubahan kecepatan pergerakan penumpang yang semakin lambat, sementara pada metode parsial, koreksi waktu akibat kemacetan atau antrian berupa penambahan waktu evakuasi tanpa memperhitungkan jumlah dan kondisi titik transisi sepanjang jalur evakuasi.



Gambar 4 Hasil simulasi evakuasi penumpang KMP Jatra II

KESIMPULAN

1. Total waktu evakuasi yang diperlukan penumpang kelas ekonomi KMP Jatra II mulai meninggalkan ruang penumpang hingga seluruh penumpang berada pada pintu darurat geladak kendaraan adalah 870 detik atau 14.50 menit, waktu tersebut lebih kecil sebagaimana disyaratkan IMO (<60 menit)
2. Potensi kepadatan atau jalur kritis terjadi pada pintu 1 dimana jalur tersebut dilalui oleh semua penumpang kelas ekonomi sebelum memasuki koridor 1 dan 2. Jumlah penumpukan penumpang pada lokasi tersebut berkisar 72 orang pada detik ke 300. Selanjutnya penumpukan penumpang terjadi pada daerah pertemuan penumpang dari koridor 3 dan 4 menuju pintu darurat geladak kendaraan. Pada lokasi tersebut terjadi penumpukan penumpang hingga mencapai 76 orang pada detik ke 490.
3. Potensi kepadatan atau titik kritis terjadi dikarenakan adanya pertemuan antara dua atau lebih jalur evakuasi, khususnya lokasi disekitar pintu dan tangga atau penyempitan jalur evakuasi dari ruang penumpang dengan kapasitas penumpang yang besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M DIKTI dalam pendanaan penelitian ini. Terima kasih pula khususnya kepada teknisi dan mahasiswa yang tergabung dalam kelompok penelitian bersama pada Labo-Based Education Laboratory Keselamatan Kapal Universitas Hasanuddin yang telah membantu selama pengambilan data di lapangan.

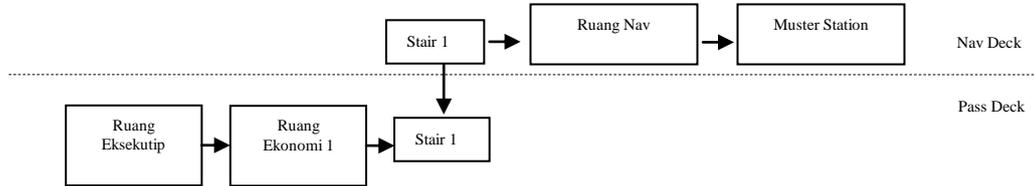
RUJUKAN

- Hakkarainen, et al. 2009. Survivability for ship in case of fire, Final report of SURSHIP-FIRE Project
- IMO, 1999. Interim guidelines for a simplified evacuation analysis on Ro-Ro passenger ships. MSC/ Circ. 909.

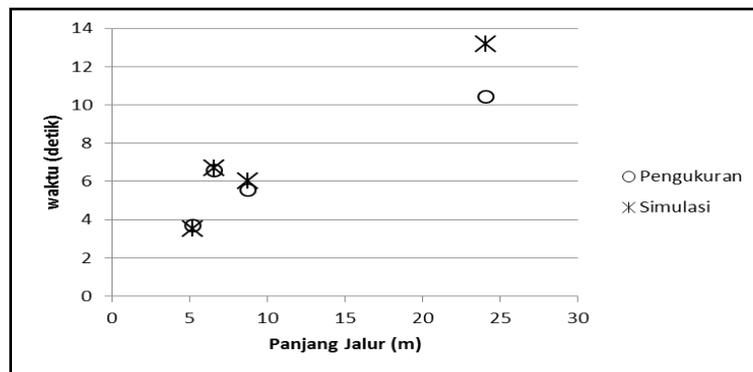
- IMO, 2002. Interim guidelines for evacuation analyses for new and existing passenger ships. MSC/ Circ. 1033.
- Lee, D., Kim, H.A., Park J.H and Park,J.B. 2003. The current status and future issues in human evacuation from ships, *Journal of Safety Science*, Vol. 41. pp. 861 -876
- Lee, D., Park J.H. dan Kim, H. A. 2004. Study on experiment of human behavior for evacuation simulation, *Journal of Ocean Engineering*, Vol. 31. pp. 931 -941
- Muhammad, A.H., Paroka, D., Sutomo, R., Daud, H.N. 2012. Studi Jalur Evakuasi pada Kapal Penyeberangan antar pulau, *Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan*. ITS Surabaya
- Muhammad, A.H., Paroka, D., Sutomo, R., Daud, H.N. 2013. Perancangan Jalur Evakuasi Pada Kapal Penyeberangan antar Pulau, *Jurnal Riset Teknologi Kelautan*, Vol. 11. No. 2. pp. 159 -282
- Vanem, E., Skjong, R. 2006. Designing for safety in passenger ships utilizing advanced evacuation analyses - A risk based approach, *Journal of Safety Science*, Vol. 44. pp. 111 -135

LAMPIRAN 1: VALIDASI PROGRAM

Model hidrolis jalur evakuasi dan data hasil pengujian berdasarkan skenario masing-masing ditampilkan pada gambar L1, L2 dan tabel L1.



Gambar L1 Model Hidrolis Jalur Evakuasi KMP Sangke Palangga



Gambar L2 Perbandingan antar pengujian dan simulasi (Metode MPS)

Tabel L1 Perbandingan antar hasil pengujian dan simulasi (Metode MPS)

Asal penumpang (Skenario)	Panjang Jalur (m)	Pengukuran (dt)	Simulasi(dt)	Pesertanse
Ruang Eksekutif / Skenario 1	8,75	5,56	6,03	8%
Ruang Eksekutif / Skenario 2	24,05	10,41	13,16	26%
Ruang Ekonomi / Skenario 3	6,6	6,58	6,7	2%
Ruang Ekonomi / Skenario 4	5,2	3,68	3,54	4%