

Tinjauan Indeks Kenyamanan (*Motion-based Sickness*) Kapal Perintis dalam Program Tol Laut di Perairan Indonesia Timur

Hariyanto Soeroso^{1*}, Sumardiono¹, Wibowo Arnin Putranto²

¹Program Studi Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

²Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

hariyanto.soeroso@gmail.com

Abstrak— Penelitian mengenai faktor manusia dalam operasional sebuah kapal telah banyak dilakukan. Ditengarai bahwa salah satu tolok ukur utama yang menjadi tuntutan terhadap kapal penumpang adalah mengenai kenyamanan kru dan penumpang. Investasi pemilik kapal haruslah dapat dijamin agar jangan sampai operasional kapal mengalami degradasi kenyamanan. Formulasi Motion Sickness Incidence (MSI) dan Motion-induced Interruptions (MII) menjadi parameter mengenai nilai indeks berdasarkan level kenyamanan tertentu bagi kru dan penumpang terhadap gerakan kapal yang terjadi. Obyek penelitian yaitu kapal perintis yang merupakan rangkaian seri Sabuk Nusantara sebagai bagian dari program tol laut yang dicanangkan pemerintah saat ini. Rute pelayaran kapal ini adalah di perairan Ambon. Respon gerak kapal yang menjadi dasar penentuan indeks diperoleh dari Spektrum Respon Gerakan yang merupakan fungsi dari Response Amplitude Operator (RAO) dan Spektrum Energi Gelombang berdasar data karakteristik perairan meliputi tinggi, arah dan periode gelombang dalam waktu 1 tahun. Indeks MSI yang diukur pada area penumpang, akomodasi, ruang kemudi, geladak utama bagian depan dan belakang memberikan nilai maksimal sebesar 30,8 SM. Pada semua lokasi yang sama, indeks MII yang dihasilkan terbesar adalah 17,8 MII/h. Kedua hasil pengukuran indeks tersebut memberikan informasi bahwa tingkat kenyamanan kapal perintis sudah berada pada kategori Sangat Beresiko di area penumpang kelas ekonomi pada geladak utama (main deck). Sedangkan tingkat kenyamanan bagi kru kapal berada pada level Probable di area ruang kemudi (wheel house).

Keywords— kapal perintis, perairan ambon, motion sickness incidence, motion induced interruptions.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan kapal perintis di galangan PT. JMI Semarang merupakan bagian dari pembangunan sarana transportasi laut untuk memperlancar arus penumpang, barang dan jasa sehingga

dapat menggerakkan roda perekonomian. KM. Sabuk Nusantara 71 dan KM. Sabuk Nusantara 72 merupakan dua kapal yang telah dibangun dari total 25 kapal perintis 2000 GT yang direncanakan pemerintah. KM. Sabuk Nusantara 71 merupakan kapal perintis yang beroperasi dari Ambon dengan tujuan Kabupaten Maluku Tenggara Barat (disingkat Kabupaten MTB) dan Kabupaten Maluku Barat Daya (disingkat Kabupaten MBD). Kapal ini diserahkan terimakan pada Maret 2019 kepada PT. Pelni (Persero) yang bertindak atas nama Kementerian Perhubungan.

Keselamatan mengenai berbagai hal di atas kapal seperti muatan dan peralatan serta personil dan penumpang harus dipertimbangkan dengan seksama akibat penurunan efektivitas seakeeping. Tingkat keefektifan seakeeping ini dapat dilihat dari 2 aspek yang disebut sea-kindliness, yaitu kemampuan kapal untuk tetap beroperasi sesuai fungsi dan jenisnya di perairan tertentu sesuai rute pelayaran dan sea-worthness, yaitu kemampuan kapal dalam menjamin bahwa kebisingan, getaran dan mabuk laut tidak terjadi secara berlebihan melebihi ambang batas kelaziman yang telah ditentukan dari literatur yang telah ada maupun dari pengalaman operasional. Di sekitar perairan Maluku selatan menunjukkan kondisi perairan Indonesia dengan tinggi gelombang bervariasi antara 0 meter sampai maksimum sekitar 2,5 meter.

Riola (2006) menyebutkan bahwa dewasa ini ditengarai per tahunnya ada sebanyak mendekati 10 juta penumpang berlayar di kapal pesiar yang berjumlah 230 buah di seluruh dunia. Tidak pelak lagi salah satu tolok ukur utama tuntutan penumpang kapal pesiar adalah mengenai kenyamanan. Investasi pemilik kapal pesiar haruslah dapat dijamin dengan memberikan kenyamanan yang tinggi bahkan pada saat harus menghadapi gelombang relatif besar. Hasil studi tersebut memberikan kontribusi dalam memperkenalkan parameter kenyamanan kru dan penumpang



berbasis perilaku gerakan kapal pada saat beroperasi, dikenal dengan Motion Sickness Incidence dan Motion Induced Interruption. MSI secara ringkasnya adalah prosentase dari jumlah keseluruhan personil dan penumpang yang mengalami muntah karena mabuk laut setelah kapal berlayar dalam cuaca buruk selama 2 jam. Untuk kapal-kapal militer konvensional dan berkecepatan rendah kriteria rata-rata menetapkan 20% MSI sedangkan untuk kapal-kapal cepat sebesar 10% MSI. MII adalah keadaan dimana anak buah kapal akan menghentikan aktivitasnya atau tugas yang sedang dikerjakannya dan kemudian berpegangan pada bagian kapal yang manapun dengan tujuan untuk menjaga keseimbangan. MII lazimnya dikaitkan dengan efek gerakan lateral kapal khususnya akibat osilasi roll.

Memperhatikan sejumlah permasalahan di atas maka salah satu target akhir dari pengkajian seakeeping adalah mengarah pada kemampuan perancang dalam memprediksi perilaku kapal ketika laut yang ganas harus dihadapi. Selanjutnya luaran dari pengkajian tersebut akan didokumentasikan sebagai bagian dari petunjuk pengoperasian kapal untuk menjamin keamanan, keselamatan dan kenyamanan penumpang..

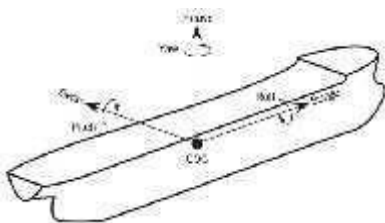
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gerakan Kapal

Gerakan bangunan apung akibat eksitasi gelombang terdiri dari 6-derajat kebebasan, yaitu surge, sway, heave, roll, pitch dan yaw. Keenam gerakan tersebut adalah merupakan gerakan linier dan harmonik [4]. Gerakan-gerakan ini dapat dinyatakan dalam persamaan diferensial. Gerakan kopelnya dalam enam derajat kebebasan, yang ditunjukkan pada Gambar 1 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{n=1}^6 [(M_{jn} + A_{jn})\ddot{\zeta}_{jn} + B_{jn}\dot{\zeta}_{jn} + K_{jn}\zeta_{jn}] = F_j e^{i\omega t} \quad (1)$$

- M_{jn} = matriks massa dan momen inersia massa
- A_{jn} = matriks koefisien-koefisien massa tambah hidrodinamik
- B_{jn} = matriks koefisien-koefisien redaman hidrodinamik
- K_{jn} = matriks koefisien-koefisien kekakuan atau gaya dan momen hidrostatik
- F_j = matriks gaya eksitasi dan momen eksitasi dalam fungsi kompleks
- ζ = elevasi gerakan
- $\dot{\zeta}$ = elevasi kecepatan gerak
- $\ddot{\zeta}$ = elevasi percepatan gerak



Gambar. 1. 6-derajat Gerakan Kapal

Persamaan (1) menunjukkan hubungan antara gaya aksi di ruas kanan dan gaya reaksi di ruas kiri. Gaya aksi adalah

merupakan eksitasi gelombang, sedangkan gaya reaksinya terdiri dari gaya inersia, gaya redaman dan gaya pengembali, yang masing-masing berkorelasi dengan percepatan gerak, kecepatan gerak dan simpangan atau displasemen gerakan.

B. Respon Gerakan di Gelombang Laut

Informasi tentang karakteristik gerakan pada umumnya disajikan dalam bentuk grafik, di mana absisnya adalah berupa parameter frekuensi, sedangkan ordinatnya merupakan rasio antara amplitudo gerakan pada mode tertentu (ζ) dengan amplitudo gelombang (ζ_0), yang dikenal sebagai respon RAO (Response Amplitude Operator).

Respon gerakan RAO, untuk gerakan translasi, yaitu surge, sway dan heave adalah merupakan perbandingan langsung antara amplitudo gerakannya dibanding dengan amplitudo gelombang insiden (keduanya dalam satuan panjang):

$$RAO = \frac{\zeta_0}{\zeta_0} \quad (m/m) \quad (2)$$

Sedangkan respon non-dimensi atau RAO untuk gerakan rotasi, yaitu roll, pitch dan yaw adalah merupakan perbandingan antara amplitudo gerakan rotasi (dalam radian) dengan kemiringan gelombang, yang merupakan perkalian antara angka gelombang dengan amplitudo gelombang insiden:

$$RAO = \frac{\zeta_0}{k \zeta_0} \quad (deg/deg) \quad (3)$$

Arah gelombang (θ) didefinisikan sebagai sudut antara arah propagasi gelombang dengan arah laju kapal. Arah gelombang

θ sebesar 0° ditetapkan bila arah propagasi gelombang adalah sama dengan arah melajunya kapal. Sebaliknya bila arah gelombang berlawanan dengan arah laju kapal maka ditetapkan $\theta=180^\circ$. Mengikuti kedua definisi tersebut kemudian ditetapkan

bahwa sudut gelombang 90° dan 270° adalah apabila gelombang datang dari arah sisi-sisi kapal yaitu starboard dan portside. Lebih lanjut istilah yang lazim digunakan untuk menjelaskan arah gelombang datang adalah following sea untuk gelombang buritan, beam sea untuk gelombang sisi dan head sea untuk gelombang haluan.

Gelombang di laut adalah gelombang acak sehingga respon kapal terhadap gelombang reguler yang dinyatakan dalam RAO tidak dapat menggambarkan respon kapal pada keadaan sesungguhnya di laut. Untuk mendapatkan respon gerakan kapal terhadap gelombang dapat ditunjukkan dengan spektrum respon. Spektrum respon tidak dapat dengan mengalikan spektrum gelombang dengan angkaadrat dari RAO.

$$S_{\zeta^2}(\omega) = S_{\zeta_0^2}(\omega) \times RAO^2 \quad (4)$$

C. Kenyamanan Kapal

Gerakan kapal terombang-ambing atau naik turun di laut lepas yang diakibatkan oleh ombak yang besar dan terus menerus dapat mengakibatkan gejala sakit berupa kepala pusing, mual bahkan muntah yang seringkali diistilahkan sebagai mabuk laut (sea sickness atau motion sickness). Istilah motion sickness pada kapal yang dikenal juga dengan istilah mabuk laut adalah gejala sakit yang diakibatkan karena gerakan kapal yang mengakibatkan gejala fisik yang tidak nyaman yang ditandai dengan susah bernapas, pusing, mual, pucat dan muntah. Pada



kasus tertentu yang parah, penumpang ataupun awak kapal harus dibawa ke rumah sakit.

Kenyamanan pada penumpang juga dapat dilihat dari indeks jumlah penumpang yang mengalami mabuk laut pada periode tertentu dengan mengacu pada standard ISO-2631/1997. Perhitungan dan simulasi dilakukan pada beberapa titik di kapal untuk melihat percepatan vertikal yang terjadi. Dari hasil simulasi didapatkan pengaruh dari lokasi pengukuran, durasi dan arah ombak terhadap persentase jumlah penumpang yang mengalami gejala mabuk laut atau Motion Sickness Incidence (MSI). Standar Internasional (ISO 2631) mendefinisikan metode untuk melakukan estimasi presentase jumlah penumpang yang mengalami gejala motion sickness pada berbagai posisi di kapal untuk berbagai kriteria yaitu 10% MSI setelah 8 jam, 10% MSI setelah 2 jam dan 10% MSI setelah 30 menit. Selain kriteria diatas, penilaian MSI juga dapat berdasarkan range nilai MSI berdasarkan indeks yang ada seperti yang disajikan Tabel 1. Sedangkan Tabel II menampilkan kategorisasi tingkat resiko indeks MII baik dihitung per jam maupun per menit.

TABLE I. RENTANG NILAI MSI

Rentang SM	Status
0 - 5	Moderat
5 - 10	Waspada
10 - 15	Parah
15 - 20	Berbahaya
> 20	Sangat Beresiko

TABLE II. TINGKAT RESIKO MII

Tingkat MII	MII per hour	MII per minute
Possible	6	0,1
Probable	30	0,5
Serious	90	1,5
Severe	180	3,0
Extreme	300	5,0

III. METODOLOGI Pengerjaan

Kapal perintis yang akan digunakan sebagai case study adalah kapal perintis Sabuk Nusantara 71 dengan ukuran utama pada Tabel III yang dibangun oleh salah satu galangan kapal di Semarang yang beroperasi dengan trayek dari Tual sampai Kota Ambon. Penelitian ini akan mengikuti alur seperti yang ditunjukkan pada flowchart Gambar 2.

TABLE III. PRINCIPLE PARTICULAR

Parameter	Nilai	Satuan
Panjang Keseluruhan (LoA)	68,5	m
Lebar (B)	14	m
Tinggi (H)	6,2	m ²
Sarat (T)	2,9	Ton
Kecepatan	12	Knot
Jumlah Penumpang (max.)	472	Orang
Koefisien Blok (Cb)	0,689	

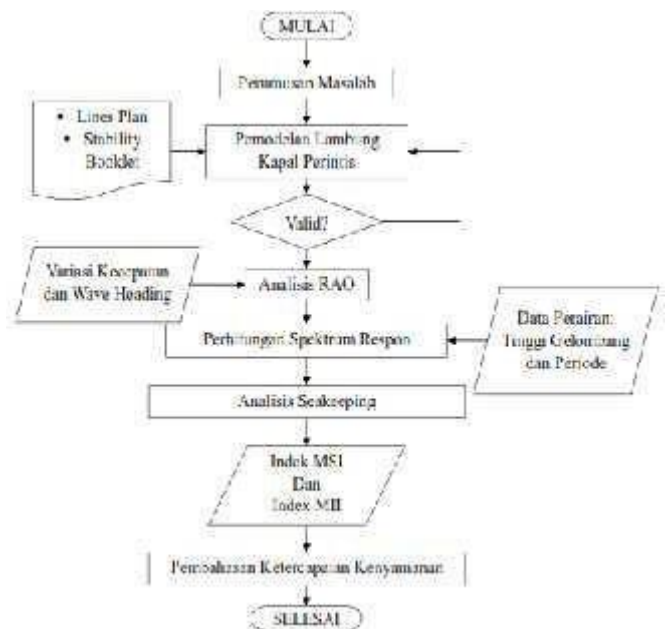
Tahapan penelitian dimulai dengan tahap pemodelan kapal dengan mengolah data-data berupa Linesplan dan Rencana Umum yang diperoleh. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi Autocad dan Maxsurf Modeler. Dilakukan pengecekan kesesuaian displacement dan koefisien blok kapal yang dimodelkan dengan kapal asli yang tercantum pada stability booklet.

TABLE IV. VARIASI KONDISI OPERASIONAL

Faktor	Jumlah	Rincian
Kondisi Pemuatan	1	Loadcase 04
Kecepatan Kapal	1	12 knot
Jenis Gerakan	3	Heave; Roll dan Pitch
Arah Propagasi Gelombang	3	0°; 90° dan 180°

Analisa Response Amplitude Operator (RAO) dilakukan menggunakan aplikasi Maxsurf Motion Advanced dengan memperhatikan ketentuan kondisi pada Tabel IV yaitu kecepatan yang digunakan adalah kecepatan dinas kapal dan Load Condition yang ditentukan yaitu Loadcase 04. Loadcase ini memiliki definisi kondisi dengan penumpang penuh, cargo kosong, dan store 10%. Selain itu, juga menggunakan 3 variasi arah datang gelombang (head sea (180°), beam sea (90°), following sea (0°)). Serta menggunakan 3 variasi derajat kebebasan kapal (heaving, pitching, rolling). Penentuan variasi ini didasarkan pada kondisi existing sesuai hasil perancangan yang telah dilakukan khususnya kondisi-kondisi yang dipertimbangkan dalam analisis stabilitas dimana diketahui nilai GZ terkecil diantara kondisi lainnya.

Kondisi Perairan Ambon memiliki tinggi gelombang yang berbeda-beda pada setiap bulan dalam periode tahunan. Sesuai data yang ada, dari bulan Januari sampai bulan Desember diketahui tinggi gelombang bervariasi antara 1,57 meter pada bulan November sampai tertinggi pada bulan Agustus sebesar 4,02 meter.



Gambar. 2. Diagram Alir Penelitian



Perbandingan antara harga-harga dalam grafik amplitudo respon gerakan dan tinggi gelombang harus memenuhi kriteria seakeeping. Dari kriteria yang telah diplotkan ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menghitung indeks MSI dan MII yang mewakili tingkat kenyamanan penumpang dan kru secara berturut-turut, tergantung dari pengkategorian level kenyamanannya. Level kenyamanan yang telah diperoleh dari hasil analisis berdasarkan berbagai kondisi pembebanan kapal, variasi sudut datang gelombang, variasi kecepatan kapal dan variasi gerakan kapal akan dapat menjadi bahan kajian lebih lanjut untuk menentukan apakah kapal perintis memenuhi aspek kenyamanan, baik kenyamanan kru dalam menjalankan tugasnya maupun kenyamanan penumpang selama berlayar di atas kapal. Tabel V memperlihatkan lokasi pengukuran indeks kenyamanan dan disajikan secara arrangement pada Gambar 3.

TABLE V. LOKASI PENGUKURAN

Lokasi	Kode	Indeks yang diukur
Geladak Penumpang Pertama	1	MSI
Geladak Penumpang Kedua	2	MSI
Geladak Penumpang Ketiga	3	MSI
Geladak Utama Belakang	4	MSI dan MII
Geladak Utama Depan	5	MSI dan MII
Akomodasi Kapten	6	MII
Ruang Navigasi	7	MII



Gambar. 3. Koordinat Pengukuran

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum Respon Gerakan kapal menunjukkan perilaku kapal perintis sebagai akibat eksitasi dari gelombang laut sesuai kondisi perairan yang riil di perairan Ambon, Maluku. Perairan ini memiliki energi gelombang yang terkandung di dalam area tertentu sebagai fungsi dari ketinggian gelombang signifikan (H_s) dan Periode Gelombang zero crossing (T_z).

Lazimnya fenomena yang tidak tentu, dalam kajian gelombang acak ini diterapkan pendekatan statistik. Pendekatan ini menghasilkan angka-angka stokastik yang mencerminkan kejadian sebenarnya diantaranya adalah nilai ekstrem, nilai rata-rata dan nilai ekstrem-nya. Tabel VI memberikan informasi mengenai amplitudo respon maksimum atau ekstrem dari respon gerakan kapal berupa heave, pitch maupun roll. Dapat diketahui bahwa respon gerakan terbesar untuk ketiga jenis gerakan terjadi pada saat kondisi gelombang beam sea atau gelombang datang dari samping (starboard dan portside).

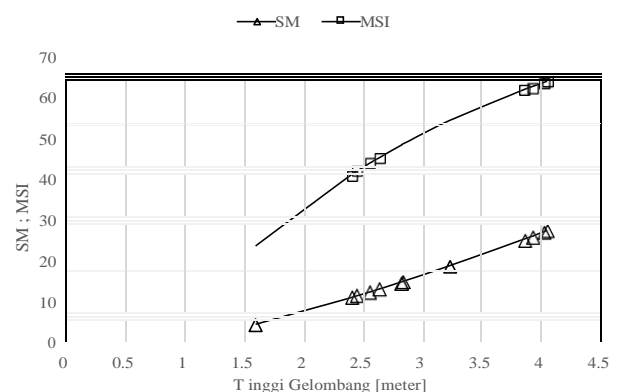
TABLE VI. AMPLITUDO MAKSIMUM RESPON GERAKAN

Gerakan	Head Sea	Beam Sea	Following Sea
Heave	0,25	0,985	0,32
Roll	0	11,21	0
Pitch	1,62	3,05	1,92

Dari respon gerakan yang dialami kapal ini, dapat diambil poin utama adalah bahwa kondisi gelombang beam sea memberikan efek gerakan paling signifikan baik gerakan heave, roll dan pitch berturut-turut sebesar 0,985 meter, 11,21 derajat dan 3,05 derajat. Karena pertimbangan ini maka kemudian analisis kenyamanan penumpang dan kru hanya diambil kondisi beam sea.

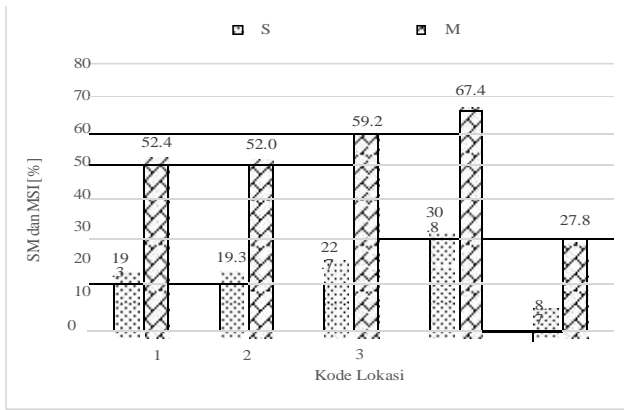
Tingkat kenyamanan penumpang dapat dilihat dari 2 parameter hal yaitu indeks SM dan Prosentase MSI. Masing-masing parameter dihitung berdasarkan lokasi pengamatan yang telah ditentukan sebelumnya pada beberapa kondisi tinggi gelombang di perairan Ambon sesuai rute/trayek pelayaran. Pada lokasi-1 (geladak penumpang pertama), tinggi gelombang minimum dalam periode tahunan sebesar 1,57 meter menghasilkan indeks SM dan MSI terkecil, masing-masing sebesar 7.65 SM dan 25,9%. Sementara itu tinggi gelombang maksimum sebesar 4,02 meter memberikan nilai terbesar baik untuk indeks SM maupun prosentase MSI secara berturut-turut sebesar 29,3 SM dan 64.23% MSI. Dari fenomena ini dapat diidentifikasi bahwa kenaikan tinggi gelombang memberikan pengaruh terhadap meningkatnya indeks kenyamanan penumpang. Kondisi terburuk di atas berarti bahwa kategori kenyamanan penumpang di lokasi-1 berada pada tingkat Sangat Beresiko dimana kemungkinan penumpang yang berada di lokasi tersebut mengalami mabuk laut adalah 64,23% selama waktu 2 jam. Secara lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.

Prosedur yang sama dilakukan untuk lokasi pengamatan lainnya untuk MSI, yaitu Lokasi-2 sampai Lokasi-5, disajikan pada Gambar 5. Dari perhitungan yang dilakukan menginformasikan bahwa pada kondisi gelombang rata-rata sebesar 3 meter, indeks kenyamanan penumpang terbesar dialami oleh penumpang yang berada di Lokasi-4 yaitu geladak utama bagian belakang, dengan pencapaian indeks sebesar 30,8 SM dan prosentase terjadinya mabuk laut sebesar 67,4%. Indeks tersebut berarti bahwa tingkat kenyamanan sudah masuk kategori Sangat Beresiko.



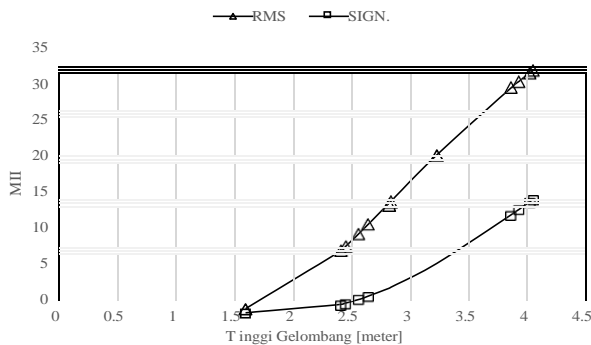
Gambar. 4. Indeks Kenyamanan Penumpang pada Lokasi-1





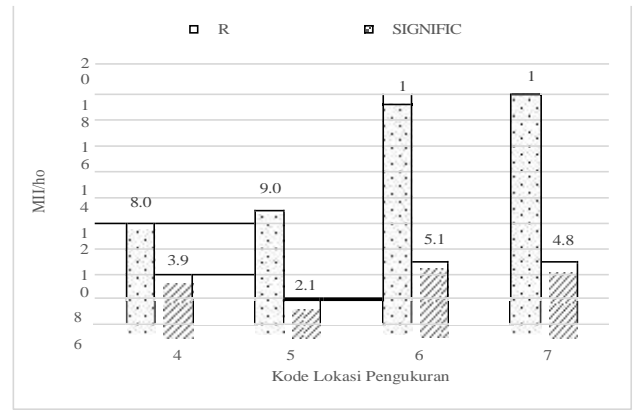
Gambar 5. Indeks Kenyamanan Penumpang

Tren yang serupa ditemui pada perhitungan indeks kenyamanan kru kapal. Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa indeks MII yang diukur di Lokasi-7 yaitu area navigasi mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya tinggi gelombang perairan. Pada ruang kemudi/navigasi, tinggi gelombang minimum dalam periode tahunan sebesar 1,57 meter menghasilkan indeks MII terkecil baik untuk nilai rata-ratanya maupun nilai signifikannya, masing-masing sebesar 8,174 MII/jam dan 1,096 MII/jam. Sementara itu tinggi gelombang maksimum sebesar 4,02 meter memberikan nilai sebesar 32,094 MII/jam dan 14,88 MII/jam. Kondisi terburuk di atas berarti bahwa kategori kenyamanan kru kapal di ruang navigasi berada pada tingkat Serious dimana kemungkinan kru kapal yang berada di lokasi tersebut mengalami gangguan keseimbangan akibat gerakan kapal sudah melebihi angka batas 30. Secara lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Indeks Kenyamanan Kru ABK pada Lokasi-7

Prosedur yang sama dilakukan untuk lokasi pengamatan lainnya untuk MSI, yaitu Lokasi-4 sampai Lokasi-6, ditampilkan pada Gambar 7. Dari perhitungan yang dilakukan pada semua lokasi menginformasikan bahwa pada kondisi gelombang rata-rata sebesar 3 meter, indeks kenyamanan kru kapal terbesar dialami oleh kru yang berada di Lokasi-7 yaitu apabila kru kapal berada pada ruang navigasi/kemudi. Selanjutnya dengan pencapaian indeks sebesar 30,716 MII/jam terjadi pada Lokasi-6 yaitu di ruang akomodasi kapten kapal. Ini menjadi perhatian serius karena seharusnya ruang akomodasi kapten memberikan kenyamanan yang lebih baik diantara ruangan kru kapal yang lain.



Gambar 7. Indeks Kenyamanan Kru (ABK)

V. KESIMPULAN

Analisis kenyamanan pada kapal perintis dilakukan dengan menggunakan parameter indeks kenyamanan dalam bentuk MSI dan MII pada beberapa ruangan atau area di kapal. Indeks MSI yang diukur pada area penumpang baik geladak pertama, kedua dan ketiga, ruang akomodasi, ruang kemudi, area geladak utama bagian depan dan area geladak utama bagian belakang memberikan nilai maksimal sebesar 30,8 SM untuk kondisi perairan dengan tinggi gelombang rata-rata 3 meter. Pada semua lokasi yang sama, indeks MII signifikan yang dihasilkan terbesar adalah 17,8 MII/jam. Kedua hasil pengukuran indeks tersebut memberikan informasi bahwa tingkat kenyamanan kapal perintis sudah berada pada kategori Sangat Beresiko di area penumpang kelas ekonomi pada geladak utama (main deck). Sedangkan tingkat kenyamanan bagi kru kapal berada pada kategori Probable di area ruang kemudi (wheel house).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada institusi Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) yang telah memberikan dukungan terhadap terselesaikannya artikel ini. Dukungan tersebut berupa dana, fasilitas publikasi artikel dan bentuk lain sehingga penulis sangat terbantu untuk terus mengembangkan pengetahuan dengan melaksanakan penelitian-penelitian khususnya bidang maritim.

REFERENCES

- [1] Bhattacharyya, Rameswar. DYNAMICS OF MARINE VEHICLE. Annapolis, Maryland: JOHN WILEY & SONS New York, 1972.
- [2] Djatmiko, Eko B. Perilaku Dan Operabilitas Bangunan Laut Di atas Gelombang Acak. Surabaya: ITS Press, 2012.
- [3] Gabriel, Rainhart, Eko B. Djatmiko, and Mas Murtedjo. "Analisa Operabilitas serta Evaluasi Aspek Slamming dan Greenwater pada Tugboat Studi Kasus Towing FSO Arco Ardjuna dari Jurong Port menuju Ardjuna Marine Terminal ." JURNAL TEKNIK ITS Vol. 5, No. 2, 2016: 11.
- [4] Rudyansah, Hendra, Aries Sulisetyono, and Baharuddin Ali. "Analisa Pengaruh Seakeeping Terhadap Kinerja Dan Kenyamanan Kapal ROPAX Berbasis Uji Model Di Perairan Laut Jawa." JURNALTEKNIK POMITS Vol 2, 2013: 2.
- [5] Santoso, Mardi. "Analisis Prediksi Motion Sickness Incidence (MSI) Pada kapal Catamaran 1000 GT Dalam Tahap Desain Awal (Initial Design)." KAPAL Vol 12 No.1, Februari 2015: 42-43



Halaman ini sengaja dikosongkan

