

ANALISIS SEAKEEPING DAN OPERABILITAS KAPAL PATROLI UNTUK PERBAIKAN SISTEM LAMPU ANCANG BANDARA TEPI LAUT

Ikang Martin Trasnowo^{1*}, Mardi Santoso², Sumardiono³

Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1}*

Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Program Studi Teknik Bangunan Kapal, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Email: ikangtrasnowo@student.ppns.ac.id^{1}; mardisantoso@gmail.com^{2*}; sumardiono@ppns.ac.id^{3*};*

Abstract - *The maintenance of the swaying light system requires fast handling to meet the procedural needs of aviation. Therefore it is necessary to carry out an in-depth analysis of seakeeping and operability to reduce the risk of ship delays when needed when sudden swaying lights are repaired. Movements caused by external forces acting or sea waves will affect the comfort and safety of the crew and passengers of the ship itself. Ship movement response is a seakeeping parameter that must be considered to support the feasibility of ship design. In this final project, the seakeeping analysis process uses Maxsurf Motion software to generate ship movement values. The variations in the direction of arrival of the waves used are 0°, 45°, 90°, 135°, and 180° at a speed of 20 knots. Meanwhile, variations in significant wave height are 0,05; 0,3; 1; 2; dan 3,3 meter and wave period used are 5,6; 6,8; 7,5; 10; and 11 second and ship shipping routes according to Natuna waters wave data from BMKG. Calculations are performed using Maxsurf Motions Advance software. The results that can be concluded in this final project are the percentage of ship operability based on seakeeping criteria according to Olson 1978 and the U.S Coast Guard where 94,06% is operable and 5,94% downtime. In addition, it can also be concluded that the operational wave height that is permitted and safe for ships sailing in the waters of the Natuna Sea is 3 meters.*

Keyword : *RAO, Respon Spectra, Seakeeping, Operability.*

1. PENDAHULUAN

Bandar udara sebagai salah satu sub-sistem dari sistem transportasi udara mempunyai peran yang sangat penting dan strategis dalam mendukung terselenggaranya operasi penerbangan yang aman, lancar, nyaman, efektif dan efisien. Oleh karena itu sistem dan prosedur yang dikembangkan harus mampu memberikan jaminan keamanan dan keselamatan penerbangan, khususnya sistem dan prosedur pengamanan yang mampu melindungi pesawat udara yang akan lepas landas (TakeOff) dan mendarat (Landing) dari berbagai gangguan yang dapat membahayakan penerbangan [2].

Pembangunan bandara tepi laut di kepulauan Riau merupakan langkah pemerintah untuk melaksanakan program pemerataan ekonomi dan mempermudah sektor pertahanan udara di kepulauan riau. Kebutuhan terhadap penunjang keselamatan penerbangan merupakan salah satu syarat untuk terbentuknya bandara, salah satu syaratnya adalah sistem lampu ancang.

Sistem lampu ancang merupakan salah satu peralatan bantu pendaratan visual yang berfungsi memberikan informasi/panduan secara visual kepada penerbang mengenai arah menuju landas pacu pada saat terakhir akan mendarat (final approach). Sistem lampu ancang merupakan

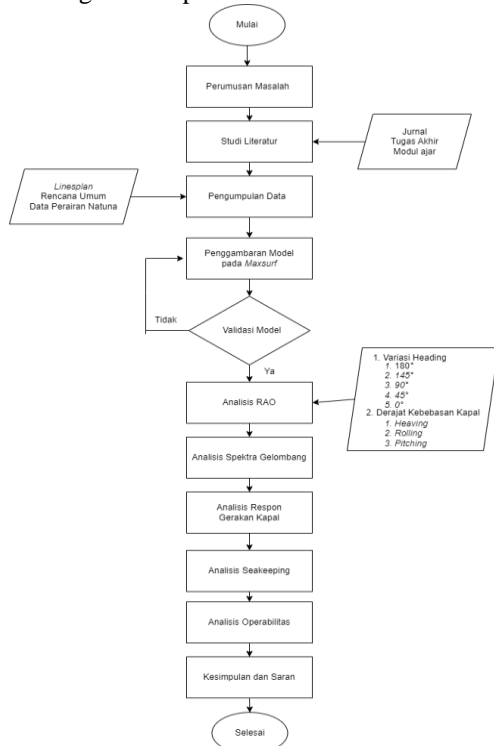
konfigurasi susunan lampulampu yang terpasang simetris dari ujung perpanjangan landas pacu pada approach area sampai dengan ambang landas pacu (threshold) [8].

Aspek pemeliharaan sistem lampu ancang merupakan hal yang perlu diperhatikan untuk keberlangsungan keselamatan penerbangan, selama proses perbaikan selalu adanya resiko tentang keselamatan pekerja.

Pemeliharaan sistem lampu ancang dilakukan melalui mekanisme tertentu, yaitu dengan mengoperasikan kapal patroli, melakukan perbaikan lampu ancang. Jadi, jika terjadi kendala pada saat pengoperasian kapal ini tentu saja akan terjadi juga keterlambatan proses penanganan dari perbaikan maupun pemeliharaan lampu. Maka untuk menghindari hal ini terjadi, diperlukan analisis mendalam terhadap performa kapal untuk menjamin keberlangsungan sistem pemeliharaan lampu ancang

2. METODOLOGI

Tahapan pelaksanaan penelitian pada tugas akhir ini dapat disusun menjadi diagram alir agar mudah dipahami dan diikuti prosesnya, berikut adalah diagram alir penelitian:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Data Kapal Patroli

Data kapal patroli yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

| | |
|-----------------------|-------------|
| <i>Length overall</i> | : 13 meter |
| Lebar (B) | : 3,6 meter |
| Sarat Air (T) | : 0,6 meter |
| Tinggi (H) | : 1,5 meter |

2.2 Analisis RAO

Analisis Response Amplitude Operator (RAO) dilakukan menggunakan aplikasi Maxsurf Motion Advanced dengan memperhatikan kecepatan yang digunakan adalah 20 knot. Selain itu, juga menggunakan 5 variasi arah datang gelombang (head sea (180°), bow quartering sea (135°), beam sea (90°), stern quartering sea (45°), following sea (0°)). Serta menggunakan 3 variasi derajat kebebasan kapal (heaving, pitching, rolling)

2.3 Analisis Seakeeping

Analisis Karakteristik Seakeeping Olah Gerak Kapal (Seakeeping Performance) adalah kemampuan untuk tetap bertahan di laut dalam kondisi apapun dalam keadaan kapal sedang melaksanakan tugasnya, oleh karena itu kemampuan ini jelas merupakan aspek penting dalam hal perancangan kapal (Ship Design). Bahkan pada bangunan lepas

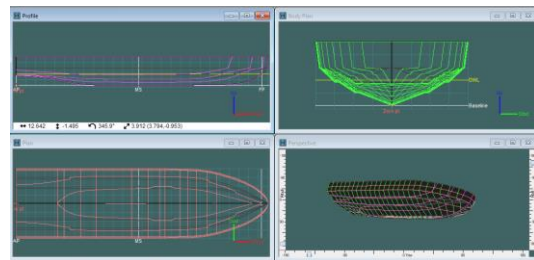
pantai sekalipun kemampuan bertahan ini wajib diperhitungkan dengan analisa perairan yang sesuai pada kondisi setempat. Dari data-data Number of Wave Heading dapat dihitung seakeeping performance dari model, dengan menggunakan program yang sudah ditentukan, yaitu software Maxsurf Motions Advanced proses running akan dilakukan berdasarkan data-data diatas dan data kecepatan kapal. Dari analisis tersebut dapat diketahui kapal patroli ini sudah memenuhi kriteria seakeeping secara umum atau belum.

2.4 Analisis Operabilitas

Untuk menentukan karakteristik operabilitas kapal maka harus dilakukan perbandingan antara harga-harga dalam grafik amplitudo vs tinggi gelombang pada gerakan heave, roll, dan pitch dengan kriteria seakeeping menurut Olson (1978) dan U.S Coast Guard.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

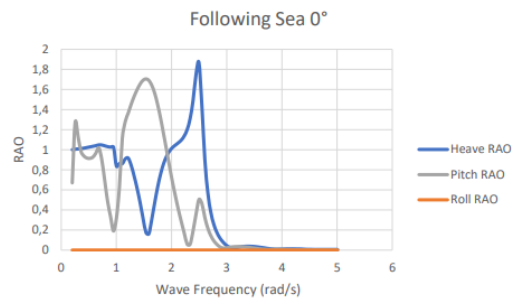
Sebelum dilakukan analisis olah gerak kapal (seakeeping), kapal yang akan dianalisis harus dimodelkan dalam bentuk 3d. Model 3d dibuat berdasarkan linesplan menggunakan software modeller kapal. Berikut merupakan hasil dari pembuatan 3d model kapal.



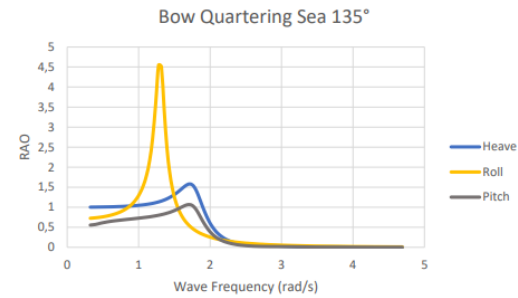
Gambar 2 model 3d kapal patroli

3.1 Analisa RAO

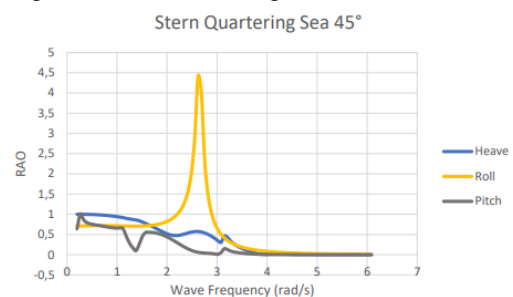
Response Amplitude Operator (RAO) mewakili respon gerakan gelombang reguler memiliki dua parameter yang mempengaruhi seperti kecepatan kapal dan arah datang gelombang (heading). Analisis RAO yang dilakukan pada tugas akhir ini menggunakan kecepatan dinas (Vs) yaitu 20 knot. Variasi heading angle yang dipilih mengacu pada batasan masalah yaitu following sea (0°), Stern Quartering Sea (45°), beam sea (90°), Bow Quartering Sea (135°), dan head sea (180°). Derajat kebebasan gerakan kapal yang dilakukan analisis yaitu gerakan pitch, roll, dan heave. Hasil dari analisis RAO dapat dilihat pada pada gambar dibawah ini.



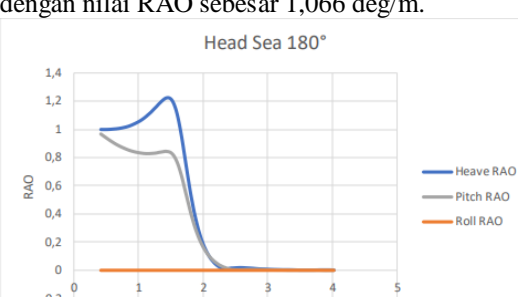
Gambar 3 Hasil Analisis RAO Following Sea
 Dari Gambar 3 diatas diketahui bahwa RAO dengan arah datang gelombang 0° (following sea) gerakan paling signifikan terdapat pada gerakan heave sebesar 1,867 m/m terjadi pada frekuensi 2,497 rad/s. RAO tertinggi lalu diikuti dengan mode gerakan pitch dengan RAO sebesar 1,705 deg/m dan selanjutnya diikuti oleh gerakan roll dengan RAO sebesar 0 deg/m.



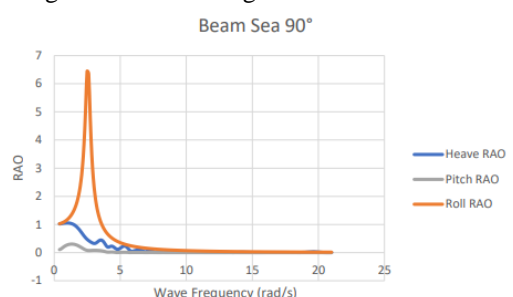
Gambar 6 Hasil Analisis RAO Bow Quartering Sea
 Dari Gambar 6 diatas diketahui bahwa RAO dengan arah datang gelombang 135° (Bow Quartering Sea) gerakan paling signifikan terdapat pada gerakan roll sebesar 4,545 deg/m terjadi pada frekuensi 1,279 rad/s. RAO tertinggi lalu diikuti dengan mode gerakan heave dengan RAO sebesar 1,581 m/m dan gerakan pitch dengan nilai RAO sebesar 1,066 deg/m.



Gambar 4 Hasil Analisis RAO Stern Quartering Sea
 Dari Gambar 4 diatas diketahui bahwa RAO dengan arah datang gelombang 45° (Stern Quartering Sea) gerakan paling signifikan terdapat pada gerakan roll sebesar 4,423 deg/m terjadi pada frekuensi 2,686 rad/s. RAO tertinggi lalu diikuti dengan mode gerakan pitch dengan RAO sebesar 1,009 deg/m dan selanjutnya diikiuti oleh gerakan heave dengan RAO sebesar 1 m/m.



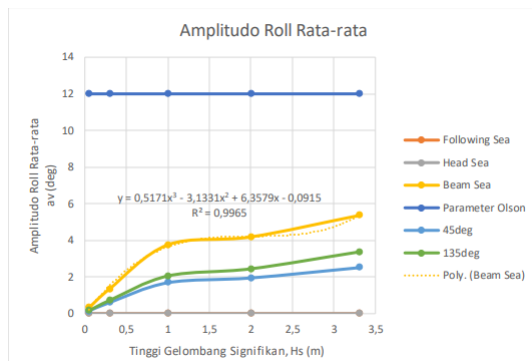
Gambar 7 Hasil Analisis RAO Head Sea
 Dari Gambar 4.6 diatas diketahui bahwa RAO dengan arah datang gelombang 180° (head sea) gerakan paling signifikan terdapat pada gerakan heave sebesar 1,224 m/m terjadi pada frekuensi 1,441 rad/s. RAO tertinggi lalu diikuti dengan mode gerakan pitch dengan RAO sebesar 0,967 deg/m dan gerakan roll dengan nilai RAO sebesar 0 deg/m.



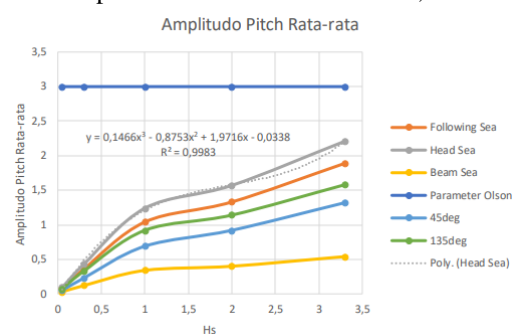
Gambar 5 Hasil Analisis RAO Beam Sea
 Dari Gambar 5 diatas diketahui bahwa RAO dengan arah datang gelombang 90° (beam sea) gerakan paling signifikan terdapat pada gerakan roll sebesar 6,441 deg/m terjadi pada frekuensi 2,491 rad/s. RAO tertinggi lalu diikuti dengan gerakan heave dengan RAO sebesar 1,054 m/m dan selanjutnya diikuti oleh gerakan pitch dengan RAO sebesar 0,302 deg/m.

3.2 Analisa Seakeeping

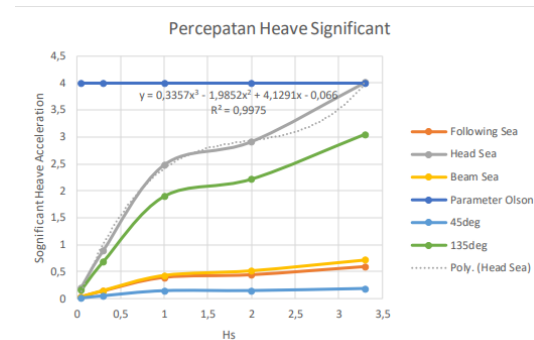
Berdasarkan kriteria seakeeping yang diutarakan dalam makalah dari Olson (1978) dan U.S Coast Guard (1992) yang diadopsi dalam tugas akhir ini adalah general criteria sebagai batasan - batasan analisa seakeeping kapal patroli. General criteria yang digunakan dalam analisis ini seperti yang tercantum pada bab 2 dirangkum dalam ringkasan hasil analisa seakeeping yang didapatkan dengan bantuan piranti lunak Maxsurf Motion Advanced. Hasil analisa seakeeping merujuk kepada hasil analisa spektra respon yang mencakup gerakan roll, heave, dan pitch dengan heading angle 0°, 45°, 90°, 135°, 180°. Ringkasan hasil analisa seakeeping pada kapal ini pada kecepatan 20 knot yang dipresentasikan dalam bentuk diagram garis seperti dibawah ini.



Gambar 8 Diagram amplitudo roll rata-rata Berdasarkan Gambar 4.28 diatas diketahui bahwa pada gerakan roll, nilai amplitudo gelombang rata-rata pada kecepatan 20 knot memenuhi parameter Olson dengan batasan 12°. Nilai amplitudo roll tertinggi berada dalam nilai 5,36° di tinggi gelombang signifikan maksimum 3,3 meter, jika nilai roll tersebut mencapai 12° maka mencari dengan memasukan rumus $y=0,5171X^3 - 3,1331X^2 + 6,3579X - 0,0915$ terhadap variable x, maka didapatkan tinggi gelombang yang memotong di parameter kriteria olson adalah Hs 4,47952 meter, Maka Batasan gelombang untuk amplitudo Roll rata-rata adalah 4,47 Meter



Gambar 9 Diagram amplitudo pitch rata-rata Berdasarkan Gambar 4.29 diatas diketahui bahwa pada gerakan pitch, nilai amplitudo gelombang rata-rata pada kecepatan 20 knot memenuhi parameter Olson dengan batasan 3°. Nilai amplitudo pitch tertinggi berada dalam nilai 2,21° di tinggi gelombang signifikan maksimum 3,3 meter, jika nilai pitch tersebut mencapai 3° maka mencari dengan memasukan rumus $y=0,1466X^3 - 0,8753X^2 + 1,9716X - 0,0338$ terhadap variable x, maka didapatkan tinggi gelombang yang memotong di parameter kriteria olson adalah Hs 3,878915meter, Maka Batasan gelombang untuk amplitudo Roll rata-rata adalah 3,87 Meter.



Gambar 10 Diagram Significant Heave Acceleration

Berdasarkan Gambar 10 diatas diketahui bahwa pada gerakan heave, nilai amplitudo gelombang rata-rata pada kecepatan 20 knot tidak memenuhi parameter U.S Coast Guard dengan batasan 4 m/s². Nilai amplitudo heave tertinggi berada dalam nilai 4,01 m/s² di tinggi gelombang signifikan maksimum 3,3 meter, jika mencari nilai heave yang bertemu pada titik 4 m/s² maka mencari dengan memasukan rumus $y=0,3357X^3 - 1,9852X^2 + 4,1291X - 0,066$ terhadap variable x, maka didapatkan tinggi gelombang yang memotong di parameter kriteria olson adalah Hs 3,29736 meter, Maka Batasan gelombang untuk amplitudo Roll rata-rata adalah 3,29 Meter.

3.3 Analisis Operabilitas

Analisis Operabilitas dilakukan dengan cara mengkorelasikan kenaikan amplitudo gerakan rata-rata dalam fungsi Hs (tinggi gelombang signifikan) dengan kriteria operasi dari olson. Hasil korelasi antara kriteria operasi olson dengan kenaikan amplitudo gerakan rata-rata menghasilkan batasan tinggi gelombang. Batasan tinggi gelombang masing-masing moda gerakan roll, pitch, heave terdapat nilai yang berbeda-beda. Ketinggian gelombang maksimum yang diperbolehkan untuk kapal berlayar pada perairan Laut Utara Natuna dengan moda gerakan kapal roll, pitch, dan heave dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Rekapitulasi Batasan Tinggi Gelombang

| | |
|-------|------------|
| Roll | 4,47 Meter |
| Pitch | 3,87 Meter |
| Heave | 3,29 Meter |

Kemudian untuk mempermudah analisa, berdasarkan pembahasan sebelumnya dapat diperkirakan bahwa batasan tinggi gelombang signifikan agar kapal mampu beroperasi dengan baik diambil nilai batasan tinggi gelombang paling rendah yaitu 3 meter, pemilihan ini dikarenakan data pada sebaran gelombang terdapat nilai Hs 3 - 3,49 meter, yang artinya jika menggunakan Batasan gelombang 3,29 meter, maka pemilihan batasan gelombang harus pada 3 meter atau 3,49 meter, jika menggunakan batasan gelombang 3,49 meter, maka tidak dapat mewakili keseluruhan batasan, karena pada

batasan tinggi gelombang diatas 3,29 meter, kapal ini tidak mencukupi kriteria seakeeping pada moda gerakan heave, maka digunakan batasan tinggi gelombang 3 meter, pemilihan ini mampu mewakili nilai dari masing – masing moda gerakan roll, pitch, dan heave.

Tabel 2 Operabilitas Kapal Berdasarkan Sebaran Gelombang Laut Natuna

| Tp (s) | | Hs (m) | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| Lower | Upper | 0 - 0,49 | 0,5 - 0,99 | 1 - 1,49 | 1,5 - 1,99 | 2 - 2,49 | 2,5 - 2,99 | 3 - 3,49 | 3,5 - 3,99 | 4 - 4,49 | 4,5 - 4,99 | 5 - 5,49 | 5,5 - 5,99 |
| 0 | 0,9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1 | 1,9 | 0,0008 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 2,9 | 0,021 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 3,9 | 0,1079 | 0,0863 | 0,005 | 0,0018 | 0,0002 | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 4,9 | 0,0189 | 0,1529 | 0,0149 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 5,9 | 0,006 | 0,037 | 0,0771 | 0,0047 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 6,9 | 0,0043 | 0,0177 | 0,0409 | 0,0237 | 0,001 | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 7,9 | 0,0023 | 0,0079 | 0,028 | 0,0182 | 0,0105 | 0,0002 | - | - | - | - | - | - |
| 8 | 8,9 | 0,002 | 0,0059 | 0,0109 | 0,0247 | 0,0134 | 0,0119 | 0,0009 | - | - | - | - | - |
| 9 | 9,9 | 0,0007 | 0,0041 | 0,0062 | 0,0158 | 0,0176 | 0,0255 | 0,0129 | 0,0012 | - | - | - | - |
| 10 | 10,9 | 0,0037 | 0,0051 | 0,0067 | 0,0095 | 0,0113 | 0,0114 | 0,008 | 0,0017 | - | - | - | - |
| 11 | 11,9 | 0,0001 | 0,0027 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0043 | 0,0059 | 0,0047 | 0,0049 | 0,0025 | 0,0021 | 0,0003 | - |
| 12 | 12,9 | - | 0,002 | 0,0022 | 0,0016 | 0,0009 | 0,002 | 0,0019 | 0,0018 | 0,001 | 0,0009 | 0,0005 | 0,0001 |
| 13 | 13,9 | - | 0,0007 | 0,001 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0011 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 |
| 14 | 14,9 | - | 0,0002 | 0,0009 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0001 | - | - | - | - | - |
| 15 | 15,9 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0001 | - | - | - | - | - |
| 16 | 16,9 | - | 0,0001 | - | 0,0001 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 17 | 17,9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 18 | 18,9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | | 0,1636 | 0,3212 | 0,1947 | 0,1243 | 0,0789 | 0,059 | 0,0324 | 0,0169 | 0,0051 | 0,0033 | 0,0009 | 0,0004 |

Berdasarkan Tabel 2 diatas dapat dilakukan perhitungan presentase kapal dapat dioperasikan (operable) dan presentase kapal tidak dapat dioperasikan (downtime) pada kondisi perairan laut Natuna dengan ketinggian gelombang signifikan yaitu lebih dari 3 meter yang dihitung dengan persamaan seperti dibawah ini.

$$\Sigma Hs \text{ upper significant wave height} = 0,0324 + 0,0169 + 0,0055 + 0,0033 + 0,0009 + 0,0004 = 0,0594$$

$$\Sigma Hs \text{ Total} = 0,1636 + 0,3212 + 0,1947 + 0,1243 + 0,0789 + 0,058 + 0,0324 + 0,0169 + 0,0055 + 0,0033 + 0,0009 + 0,0004 = 1,0001$$

$$\text{Down time} = [\Sigma Hs \text{ upper significant wave height} \Sigma Hs \text{ Total}] \times 100\%$$

$$\text{Down time} = [0,0594 \ 1,0001] \times 100\% = 5,94\%$$

$$\text{Operabilitas} = 100\% - \text{Down time}\%$$

$$\text{Operabilitas} = 100\% - 5,94\% = 94,06\%$$

Berdasarkan Tabel 2, jumlah probabilitas kejadian gelombang adalah sebesar 1,0001 dimana tingkat operable sebesar 94,06%, dan untuk nilai dari downtime sebesar 5,94%. Bila di umpamakan dalam satu tahun, maka kapal ini dapat beroperasi dalam 343 hari 7 jam 42 menit, dan kapal tidak dapat beroperasi selama 21 hari 16 jam 17 menit, karena selama tidak dapat beroperasi tersebut diumpamakan terjadi tinggi gelombang lebih dari 3 meter

4. KESIMPULAN

Dari penyajian data dan hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan bantuan piranti lunak Maxsurf Motion dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Setelah melakukan penggambaran model, maka didapatkan selisih perbandingan ukuran utama, displacement, dan LCB dengan ukuran yang ada di maxsurf motion, ditetapkan batasan toleransi perbedaan adalah 0,5%, maka data ukuran yang di maxsurf motion mencukupi perbedaan 0,5% persen tersebut
2. Setelah melakukan running di maxsurf motion, didapatkan lah hasil RAO, nilai tertinggi pada moda gerakan heave

terletak pada arah datang gelombang Following Sea 0° sebesar 1,867 (m/m) pada frekuensi gelombang 2,497 rad/s, sedangkan gerak roll maksimum pada Beam Sea 90° sebesar 6,441 (deg/m) pada frekuensi gelombang 2,491 rad/s dan pitch tertinggi sebesar 1,705 (deg/m) pada frekuensi gelombang 1,536 rad/s dari arah datang gelombang Following Sea 0°.

3. Berdasarkan kriteria seakeeping yang ada, Kapal Patroli memenuhi kriteria amplitudo rata-rata gerakan pitch, roll, dengan nilai tertinggi amplitudo roll rata-rata adalah 5,36° pada arah datang gelombang beam sea, nilai tertinggi amplitudo pitch rata-rata adalah 2,21° pada arah datang gelombang head sea, namun nilai tertinggi percepatan signifikan heave dari arah datang gelombang head sea adalah 4,01 m/s², sehingga tidak memenuhi kriteria seakeeping, namun dapat dihitung persamaan dari grafik, sehingga didapat tinggi gelombang yang memenuhi pada kriteria dari heave adalah Hs 3,29 meter pada percepatan 4 m/s².
4. Dengan mengacu data sebaran gelombang maka tingkat operabilitas pada Perairan Laut Natuna Utara adalah 94,06% operable dan 5,94% downtime.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

1. Allah SWT atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan aman, selamat, lancar, dan barokah.
2. Orang tua yang telah membesarkan penulis, membiayai sekolah penulis, selalu memberikan banyak nasehat, semangat, doa, kasih sayang, dan meteri yang tidak dapat penulis ucapkan satu persatu.
3. Bapak Mardi Santoso, ST., M.Eng.Sc. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan banyak ilmu baru yang penulis peroleh dari penyelesaian Tugas Akhir.
4. Bapak Sumardiono, ST., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan banyak ilmu baru yang penulis peroleh dari penyelesaian Tugas Akhir.
5. Teman – teman seperjuangan mahasiswa Teknik Permesinan Kapal Angkatan 2019 yang menjadi keluarga dan saling mendukung selama kuliah dan pengerjaan Tugas Akhir.

6. PUSTAKA

- [1] Agripina Heraspatty. 2016. “ANALISA OPERABILITAS DAN KEANDALAN

SPM 1134 CNOOC SES LTD. TERHADAP VARIASI GELOMBANG SERATUS TAHUNAN.”

- [2] Alderson, J. Charles & Wall, Dianne. 1992. “INTERNATIONAL AIRPORT.” Japanese Society of Biofeedback Research 19: 709–15. https://doi.org/10.20595/jjbf.19.0_3.
- [3] Baitis, A.E. 1994. SEAKEEPING CRITERIA FOR 47-FT, 82-FT, AND THE 110- FT U.S. COASTGUARD CUTTERS.
- [4] Krogstad, Harald Elias, and Karsten Trulsen. 2010. “Interpretations and Observations of Ocean Wave Spectra.” *Ocean Dynamics* 60 (4): 973–91. <https://doi.org/10.1007/s10236-010-0293-3>.
- [5] Pusat, Peneliti, and Pengembangan Udara. 2012. “WARTA ARDHIA Kebutuhan Approach Light System Pada Kedua Ambang Landasan Bandara Sultan Hasanuddin-Makassar Untuk Meningkatkan Kapasitas Pergerakan Pesawat Udara The Needs of Approach Light System on The Two Runway Edges of Sultan Hasanuddin-Makassar Airpo” 38 (2): 168–79.