



TUGAS AKHIR - MN 141581

**ANALISIS PREDIKSI MOTION SICKNESS INCIDENCE PADA
KAPAL FERRY RO-RO 500 GT**

**Heri Setyawan
NRP 4113100037**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR - MN 141581

**ANALISIS PREDIKSI MOTION SICKNESS INCIDENCE PADA
KAPAL FERRY RO-RO 500 GT**

**Heri Setyawan
NRP 4113100037**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT - MN 141581

**PREDICTION ANALYSIS OF MOTION SICKNESS
INCIDENCE ON FERRY RO-RO 500 GT**

**Heri Setyawan
NRP 4113100037**

**Supervisor
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PREDIKSI MOTION SICKNESS INCIDENCE PADA KAPAL FERRY RO-RO 500 GT

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Hidrodinamika
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

HERI SETYAWAN
NRP 4113100037

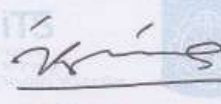
Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II



Dedi Budi Purwanto, S.T., MT.
NIP 19820320 201012 1 001

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
NIP 19691231 200604 1 178

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 20 JULI 2018

LEMBAR REVISI

ANALISIS PREDIKSI MOTION SICKNESS INCIDENCE PADA KAPAL FERRY RO-RO 500 GT

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 4 Juli 2018

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Hidrodinamika
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

HERI SETYAWAN
NRP 4113100037

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

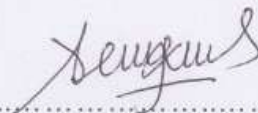
1. Dony Setyawan, S.T., M.Eng.



2. Prof. Ir. I K A Pria Utama, M.Sc., Ph.D.



3. Teguh Putranto, S.T., M.T.

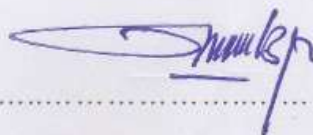


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. I Ketut Suastika



2. Dedi Budi Purwanto, S.T., MT.



SURABAYA, 20 JULI 2018

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Ir. I Ketut Suastika dan bapak Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Prof. Ir. I K A Pria Utama, M.Sc., Ph.D., bapak Dony Setyawan, S.T., M.Eng. dan bapak Teguh Putranto, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS;
5. Dosen-dosen Jurusan Teknik Perkapalan yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
6. Teman-teman angkatan 2013 (*Submarine*) atas pertemanannya selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 20 Juli 2018

Heri Setyawan

ANALISIS PREDIKSI MOTION SICKNESS INCIDENCE PADA KAPAL FERRY RO-RO 500 GT

Nama Mahasiswa : Heri Setyawan
NRP : 4113100037
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
2. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.

ABSTRAK

Desain proses kapal ferry sangat diperhatikan *seakeeping* kapal, terutama yang berpengaruh terhadap keselamatan dan kenyamanan penumpang. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui besarnya percepatan vertikal dan *motion sickness incidence* di beberapa titik di kapal. Pengecekan nilai-nilai percepatan vertikal dan *motion sickness incidence* dilakukan pada tiga daerah pelayaran yaitu Adaut (Hs= 2,28 m), Saumlaki (Hs= 2,23 m) dan Letwurung (Hs= 2,19 m). Selain daerah pelayaran, variasi sudut hadap gelombang juga digunakan dalam penelitian ini yaitu 90^0 , 135^0 dan 180^0 . Analisis *Response Amplitude Operator* (RAO) dilakukan menggunakan software Ansys Aqwa untuk menemukan respon gerakan kapal dalam kondisi *heave* dan *pitch*. Setelah didapatkan respon gerakan kapal untuk gerakan *heave* dan *pitch*, selanjutnya dilakukan perhitungan *relative motion* guna menentukan besarnya percepatan vertikal dan *motion sickness incidence*. Perairan Adaut merupakan perairan yang memiliki gelombang tertinggi dari ketiga gelombang yaitu dengan tinggi signifikan 2,28 meter. Dari hasil analisis di perairan Adaut didapatkan nilai percepatan vertikal di beberapa titik di kapal dalam kondisi *head sea* ($\mu= 180^0$) terletak diantara $0,622 \text{ m/s}^2$ sampai $0,830 \text{ m/s}^2$. Sedangkan untuk hasil analisis di perairan Adaut untuk sudut $\mu= 135^0$ didapatkan nilai percepatan vertikal di beberapa titik di kapal yaitu terletak diantara $0,540 \text{ m/s}^2$ sampai $0,689 \text{ m/s}^2$. Dan untuk hasil analisis di perairan Adaut kondisi *beam sea* ($\mu= 90^0$) didapatkan nilai percepatan vertikal di beberapa titik di kapal yaitu terletak diantara $0,232 \text{ m/s}^2$ sampai $0,330 \text{ m/s}^2$. Sehingga, berdasarkan ISO 2631 kapal ferry ro-ro 500 GT yang berlayar di perairan Adaut akan mengalami kondisi *fairly uncomfortable* saat berlayar melawan arus ($\mu= 180^0$). Nilai MSI di perairan Adaut untuk sudut hadap gelombang 180^0 memiliki nilai diantara 17,20% sampai 26,30%. Sedangkan nilai MSI di perairan Adaut untuk sudut hadap gelombang 135^0 memiliki nilai diantara 10,00% sampai 18,70%. Dan untuk nilai MSI di perairan Adaut untuk sudut hadap gelombang 90^0 memiliki nilai diantara 2,20% sampai 5,10%.

Kata kunci: *kapal ferry ro-ro 500 GT, seakeeping, relative motion, percepatan vertikal, motion sickness incidence.*

PREDICTION ANALYSIS OF MOTION SICKNESS INCIDENCE ON FERRY RO-RO 500 GT

Author : Heri Setyawan
Student Number : 4113100037
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : 1. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
2. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.

ABSTRACT

Ferry boat design process is very concerned on seakeeping of the ship, especially that affect the safety and comfort of passengers. This final project aims to determine the magnitude of vertical acceleration and motion sickness incidence at some points on the ship. Vertical acceleration and motion sickness incidence were performed on three sea voyage areas: Adaut (Hs = 2.28 m), Saumlaki (Hs = 2.23 m) and Letwurung (Hs = 2.19 m). Besides sea voyage areas, variations in heading angles are also used in this study that is 90° , 135° and 180° . Analysis of Response Amplitude Operator (RAO) is solved by Ansys Aqwa software to find ship movement response in heave and pitch conditions. After obtaining ship movement response for heave and pitch conditions, then solve calculation of relative motion to determine the magnitude of vertical acceleration and motion sickness incidence. Adaut is the water that have the highest significant wave of the three waves with a significant height of 2.28 meters. The results of analysis in the water of Adaut obtained vertical acceleration value at some point on the ship in the condition of head sea ($\mu = 180^{\circ}$) lies between 0.622 m/s^2 to 0.830 m/s^2 . As for the analysis results in water of Adaut for angle $\mu = 135^{\circ}$ obtained the vertical acceleration value at some point on the ship that is lies between 0.540 m/s^2 to 0.689 m/s^2 . The results of analysis in waters Adaut beam sea conditions ($\mu = 90^{\circ}$) obtained by the vertical acceleration value at some point on the ship that is lies between 0.232 m/s^2 to 0.330 m/s^2 . Thus, based on ISO 2631 the ro-ro 500 GT ferry boat sailing in the waters of Adaut will experience a fairly uncomfortable condition while sailing against the current ($\mu = 180^{\circ}$). The MSI values in the waters of Adaut for heading angle 180° has a value between 17.20% to 26.30%. While the MSI values in the waters of Adaut for heading angle 135° has a value between 10.00% to 18.70%. And for the MSI values in the waters of Adaut for heading angle 90° has a value between 2.20% to 5.10%.

Keywords: *ferry ro-ro 500 GT, seakeeping, relative motion, vertical acceleration, motion sickness incidence.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan.....	2
I.4. Batasan Masalah.....	2
I.5. Manfaat.....	3
I.6. Hipotesis.....	3
Bab II STUDI LITERATUR	5
II.1. <i>Seakeeping</i>	5
II.2. Gelombang Laut.....	6
II.3. Response Amplitude Operator (RAO)	7
II.4. Spektrum gelombang.....	7
II.5. Spektrum respon pada gelombang irregular.....	8
II.6. <i>Relative Motion Spectrum</i>	9
II.7. <i>Relative Velocity and Acceleration Spectrum</i>	9
II.8. <i>Motion Sickness Incidence</i>	10
II.9. <i>Values of error function</i>	10
II.10. MAPE (<i>Mean Average Percentage Error</i>)	11
II.11. Ansys Aqwa	12
II.12. Maxsurf Motion.....	12
II.13. Kapal ferry ro-ro 500 GT	13
II.14. Perairan Adaut – Saumlaki – Letwurung	14
Bab III METODOLOGI	17
III.1. Metode.....	17
III.2. Bahan dan Peralatan	17
III.3. Proses Pengerjaan.....	18
III.3.1. Identifikasi dan perumusan masalah.....	18
III.3.2. Pengumpulan data dan studi literatur.....	18
III.3.3. Pembuatan Model Lambung Kapal	18
III.3.4. Verifikasi data hidrostatik kapal	19
III.3.5. Verifikasi RAO Ansys Aqwa dengan menggunakan WAMIT.....	20

III.3.6.	Pemodelan lambung dengan Ansys Aqwa.....	20
III.3.7.	Simulasi Ansys Aqwa.....	20
III.3.8.	Simulasi Maxsurf Motion	24
III.3.9.	Perhitungan percepatan vertikal.....	26
III.3.10.	Perhitungan MSI.....	26
III.4.	Lokasi Pengerjaan	27
III.5.	Bagan alir	27
Bab IV VERIFIKASI RAO ANSYS AQWA DENGAN MENGGUNAKAN WAMIT		29
IV.1.	Pendahuluan	29
IV.1.1.	Verifikasi RAO Box	29
Bab V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
V.1.	Pendahuluan	35
V.2.	RAO kapal ferry ro-ro 500 GT (<i>zero speed</i>).....	35
V.2.1.	RAO heave dengan $V_s = 0$ knots	35
V.3.	RAO kapal ferry ro-ro 500 GT (<i>non-zero speed</i>).....	37
V.3.1.	RAO heave dengan $V_s = 12$ knots	37
V.3.2.	RAO Pitch dengan $V_s = 12$ knots.....	38
V.4.	Spektrum Gelombang.....	38
V.5.	Remote Location	40
V.6.	Relative Motion Spektrum	40
V.7.	Relative Velocity Spektrum	41
V.8.	Relative Acceleration Spektrum.....	42
V.8.1.	Percepatan vertikal sudut hadap 180^0	43
V.8.2.	Percepatan vertikal sudut hadap 135^0	45
V.8.3.	Percepatan vertikal sudut hadap 90^0	47
V.9.	Motion Sickness Incidence.....	49
V.9.1.	MSI sudut hadap 180^0	49
V.9.2.	MSI sudut hadap 135^0	50
V.9.3.	MSI sudut hadap 90^0	51
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN		53
VI.1.	Kesimpulan.....	53
VI.2.	Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....		55
LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1. Enam Derajat Kebebasan Gerakan Kapal.....	5
Gambar II. 2. Ansys Aqwa	12
Gambar II. 3. Maxsurf Motion	12
Gambar II. 4. Panel Method for Non-zero Speed.....	13
Gambar II. 5. Kapal Ferry Ro-Ro.....	13
Gambar II. 6. Lines Plan Ferry Ro-Ro 500 GT	14
Gambar II. 7. General Arrangement Ferry Ro-Ro 500 GT	14
Gambar II. 8. Perairan Adaut-Saumlaki-Letwurung	15
Gambar III. 1. Pemodelan di Maxsurf	19
Gambar III. 2. Import Model	20
Gambar III. 3. Translate Model	21
Gambar III. 4. Slice Model.....	21
Gambar III. 5. Input Point of Mass.....	22
Gambar III. 6. Input Point of Bouyancy	23
Gambar III. 7. Input Wave Direction	23
Gambar III. 8. Proses Meshing.....	24
Gambar III. 9. Panel Method Analysis	24
Gambar III. 10. Input Frequency Range.....	25
Gambar III. 11. Proses Meshing.....	25
Gambar III. 12. Input Parameter.....	26
Gambar III. 13. Bagan Alir.....	28
Gambar IV. 1. Meshing Box di Ansys Aqwa.....	29
Gambar IV. 2. Verifikasi RAO Surge	30
Gambar IV. 3. Verifikasi RAO Sway.....	31
Gambar IV. 4. Verifikasi RAO Heave	31
Gambar IV. 5. Verifikasi RAO Roll.....	32
Gambar IV. 6. Verifikasi RAO Pitch	32
Gambar IV. 7. Verifikasi RAO Yaw	33
Gambar V. 1. RAO Heave Aqwa dan Maxsurf dengan $\mu=90^0$ dan $V_s=0$	35
Gambar V. 2. RAO Heave Aqwa dan Maxsurf dengan $\mu=135^0$ dan $V_s=0$	36
Gambar V. 3. RAO Heave Aqwa dan Maxsurf dengan $\mu=180^0$ dan $V_s=0$	36
Gambar V. 4. RAO Heave dengan $\mu = 90^0, 135^0$ dan 180^0 dan $V_s=12$ knots.....	37
Gambar V. 5. RAO Pitch dengan $\mu = 90^0, 135^0$ dan 180^0 dan $V_s=12$ knots	38
Gambar V. 6. Wave Spektrum	39
Gambar V. 7. Encounter Wave Spektrum ($V_s=12$ knots dan $\mu= 180^0$)	39
Gambar V. 8. Remote Location.....	40
Gambar V. 9. Relative Motion Spektrum.....	41
Gambar V. 10. Relative Velocity Spektrum.....	41
Gambar V. 11. Relative Acceleration Spektrum	42
Gambar V. 12. Percepatan Vertikal Adaut ($\mu=180^0$)	43
Gambar V. 13. Percepatan Vertikal Saumlaki ($\mu=180^0$)	44
Gambar V. 14. Percepatan Vertikal Letwurung ($\mu=180^0$).....	44

Gambar V. 15. Percepatan Vertikal Adaut ($\mu=135^0$)	45
Gambar V. 16. Percepatan Vertikal Saumlaki ($\mu=135^0$)	46
Gambar V. 17. Percepatan Vertikal Letwurung ($\mu=135^0$).....	46
Gambar V. 18. Percepatan Vertikal Adaut ($\mu=90^0$).....	47
Gambar V. 19. Percepatan Vertikal Saumlaki ($\mu=90^0$)	48
Gambar V. 20. Percepatan Vertikal Letwurung ($\mu=90^0$).....	48

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1. Tingkat Kenyamanan dan Percepatan Vertikal (ISO 2631, 1997).....	1
Tabel II. 1. Nilai Error Function.....	10
Tabel III. 1. Ukuran utama ferry ro-ro 500 GT	17
Tabel III. 2. Verifikasi Data Hidrostatik Kapal	19
Tabel V. 1. Koordinat Remote Location	40
Tabel V. 2. Percepatan Vertikal dengan Sudut Hadap 180 ⁰	43
Tabel V. 3. <i>a/g</i> untuk Sudut Hadap 180 ⁰	44
Tabel V. 4. Percepatan Vertikal dengan Sudut Hadap 135 ⁰	45
Tabel V. 5. <i>a/g</i> untuk Sudut Hadap 135 ⁰	46
Tabel V. 6. Percepatan Vertikal dengan Sudut Hadap 90 ⁰	47
Tabel V. 7. <i>a/g</i> untuk Sudut Hadap 90 ⁰	48
Tabel V. 8. MSI Sudut Hadap 180 ⁰	49
Tabel V. 9. MSI Sudut Hadap 135 ⁰	50
Tabel V. 10. MSI Sudut Hadap 90 ⁰	51

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Sea state merupakan kondisi laut yang mencakup besarnya kecepatan angin, ketinggian gelombang, panjang gelombang, periode gelombang dan lain sebagainya. *Sea state* terdiri dari skala 0 sampai dengan 9, yaitu jika nilai *sea state* semakin tinggi maka semakin meningkat pula kondisi laut.

Kapal ferry ro-ro merupakan jenis kapal penumpang. Oleh sebab itu selain faktor keselamatan, faktor kenyamanan juga harus diperhatikan. *Seasickness*/mabuk laut merupakan kondisi seseorang mengalami gejala pusing, mual, muntah atau keluar keringat dingin saat mengendarai transportasi laut. Pada kasus tertentu yang parah, penumpang ataupun awak kapal harus dibawa ke rumah sakit. Kondisi ini disebabkan oleh kondisi fisik dari seseorang tersebut yang kurang fit ataupun kondisi dari luar yang mengakibatkan *seasickness*. Kondisi dari luar yang dimaksud ialah gerakan berlebihan dari kapal yang dapat mempengaruhi kondisi fisik seseorang. Dari hasil observasi dan riset yang dilakukan oleh McCauley dan O'Hanlon (1974) disebutkan bahwa tidak ada hubungan yang pasti antara gerakan kapal dan mabuk laut. Tetapi, faktor utama penyebab terjadinya mabuk laut yaitu percepatan vertikal dari kapal.

Standar ISO-2631 berisi mengenai metode estimasi jumlah penumpang yang mengalami *motion sickness* pada berbagai posisi di kapal setelah periode tertentu. Selain itu, dalam ISO 2631 juga disebutkan penyebab MSI yang paling utama adalah percepatan vertikal. Tabel I.1 dibawah ini menunjukkan tingkat kenyamanan suatu kapal berdasarkan percepatan vertikal kapal.

Tabel I. 1. Tingkat Kenyamanan dan Percepatan Vertikal (ISO 2631, 1997)

Habitability Acceleration	Discomfort Response
$<0.315 \text{ m/s}^2$	Not uncomfortable
$0.315 - 0.63 \text{ m/s}^2$	A little uncomfortable
$0.5 - 1 \text{ m/s}^2$	Fairly uncomfortable
$0.8 - 1.6 \text{ m/s}^2$	Uncomfortable
$1.25 - 2.5 \text{ m/s}^2$	Very uncomfortable
$>2 \text{ m/s}^2$	Extremely uncomfortable

Pada penelitian sebelumnya (Safiraa, 2017) melakukan analisis *bottom slamming* dan *deck wetness* pada kapal ferry ro-ro 500 GT. Sedangkan dalam penelitian ini digunakan kapal yang sama yaitu Ferry ro-ro 500 GT dengan materi penelitian *motion sickness incidence*. Kapal ferry ro-ro ini memiliki LOA =47.60 m, LPP =42.00 m, B =12.00 m, H =3.30 m, T =2.15 m dan Vs =12.00 knots.

I.2. Perumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik gerakan *heaving* dan *pitching* kapal ferry ro-ro 500 GT yang akan digunakan untuk menghitung *relative motion*?
2. Bagaimana menganalisis percepatan vertikal kapal di beberapa titik di kapal?
3. Bagaimana tingkat kenyamanan penumpang kapal ferry ro-ro dilihat dari nilai index *motion sickness incidence* (MSI)?

I.3. Tujuan

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik gerakan *heaving* dan *pitching* kapal kapal ferry ro-ro 500 GT yang akan digunakan untuk menghitung *relative motion*.
2. Menganalisis percepatan vertikal kapal di beberapa titik di kapal.
3. Mengetahui tingkat kenyamanan penumpang dilihat dari nilai index *motion sickness incidence*.

I.4. Batasan Masalah

Agar penyusunan tugas akhir ini dapat lebih terarah, maka diberikan batasan-batasan masalah pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Kapal milik kementerian perhubungan, ferry ro-ro 500 GT.
2. Sudut heading kapal yaitu 90^0 , 135^0 dan 180^0 .
3. Gerakan yang dikaji adalah gerakan *heaving* dan *pitching*.
4. Menggunakan Maxsurf Motion Advance sebagai software perbandingan Ansys Aqwa untuk menentukan RAO ferry ro-ro 500 GT saat kondisi *non-forward speed*.
5. Menggunakan Ansys Aqwa untuk menentukan RAO ferry ro-ro 500 GT saat kondisi *forward speed*.
6. Menggunakan data dari *McDermott* yang menggunakan WAMIT sebagai verifikasi nilai RAO box Ansys Aqwa.
7. Alur pelayaran yaitu: Saumlaki – Adaut – Letwurung.

I.5. Manfaat

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman pada penulis dan pembaca mengenai *seasickness* yang terjadi pada kapal ferry ro-ro. Selain itu, diharapkan agar perhitungan MSI dijadikan salah satu pertimbangan dalam proses desain kapal.

I.6. Hipotesis

Pada umumnya desain bentuk lambung kapal yang baik akan menghasilkan respon gerakan kapal yang baik. Respon gerakan kapal dipengaruhi beberapa faktor yaitu salah satunya ketinggian gelombang. Dalam perhitungan, respon gerakan kapal yang berpengaruh terhadap percepatan vertikal kapal adalah gerakan *heave* dan *pitch* kapal. Percepatan vertikal inilah yang menjadi faktor utama dalam perhitungan *motion sickness incidence*. Sehingga hipotesa dalam tugas akhir ini adalah kapal dengan desain lambung kapal yang baik akan menghasilkan tingkat kenyamanan penumpang yang baik juga.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II STUDI LITERATUR

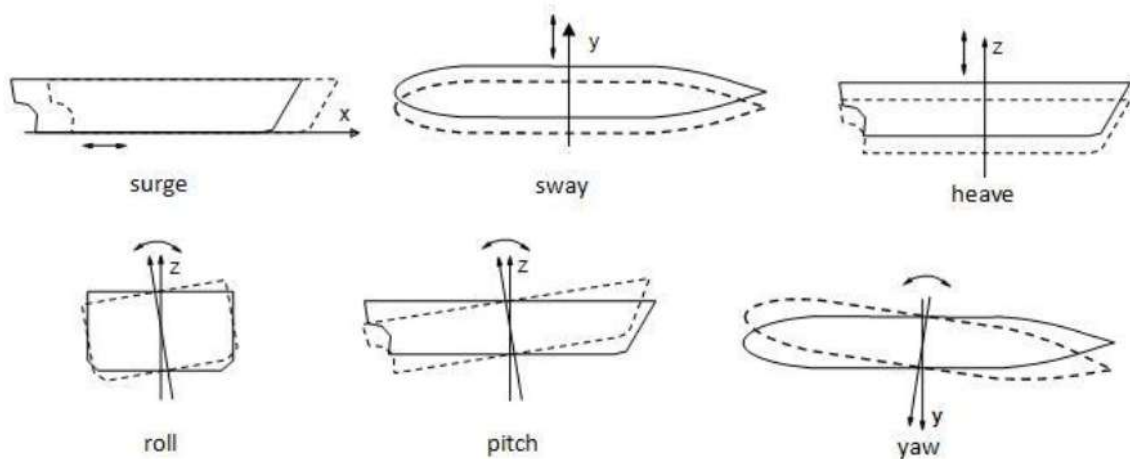
II.1. *Seakeeping*

Seakeeping merupakan kemampuan olah gerak kapal untuk beroperasi secara aman pada kondisi lingkungan tertentu. Secara umum, kapal yang memiliki kemampuan *seakeeping* yaitu kapal yang mampu beroperasi secara efektif pada kondisi laut yang didesain.

Kapal yang terapung bebas mempunyai 6 derajat bebas yaitu *heave*, *pitch*, *sway*, *roll*, *yaw* dan *surge*. Saat beroperasi di laut beberapa kombinasi gerakan kapal diantaranya yaitu:

1. *Heave* dan *pitch*
2. *Yaw* dan *sway*
3. *Yaw*, *sway* dan *roll*
4. *Roll*, *yaw* dan *pitch*

Dari beberapa gerakan tersebut yang berkaitan dengan percepatan vertikal merupakan gerakan *heave* dan *pitch*. Gerakan vertikal yang terjadi pada kapal diasumsikan disusun dari kombinasi gerakan *heave* dan *pitch*. Kombinasi gerakan untuk kondisi *head sea* telah dipelajari secara analitis dengan metode *strip theory* dan eksperimen tersebut telah dibuktikan keabsahan dan pendekatannya.



Gambar II. 1. Enam Derajat Kebebasan Gerakan Kapal
(Tahlil, 2005)

II.2. Gelombang Laut

Ketika kapal bergerak di laut maka gerakannya dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja dari luar antara lain gelombang, arus air, kedalaman, luas perairan, angin dan lain sebagainya. Gelombang di laut memiliki bentuk yang sangat kompleks dan perlu dilakukan perhitungan ilmiah sebagai pendekatan untuk menggambarkan sifat gelombang. Oleh karena itu diperlukan penyederhanaan dengan beberapa asumsi sehingga didapatkan penyelesaiannya. Terdapat dua macam gelombang laut yaitu gelombang regular dan irregular.

Gelombang regular memiliki periode tunggal sehingga gelombang ini juga memiliki spektrum tunggal. Sedangkan gelombang irregular merupakan gelombang superposisi dari beberapa gelombang regular yang mempunyai frekuensi dan tinggi gelombang berbeda. Dalam perhitungan diasumsikan gelombang di perairan dalam sehingga pengaruh dasar perairan tidak terjadi. Selain kedalaman perairan, lebar perairan juga memiliki kondisi tak terbatas sehingga pengaruh sisi perairan kecil. Beberapa rumus dasar gelombang harmonik yaitu antara lain (Bhattacharya, 1978):

$$L_w = \frac{2\pi}{g} V_w^2 = \frac{2\pi g}{\omega_w^2} = \frac{g T_w^2}{2\pi}$$

$$k = \frac{2\pi}{L_w}$$

$$T_w = \left(\frac{2\pi L_w}{g} \right)^2$$

Dimana:

L_w = panjang gelombang

V_w = kecepatan gelombang

T_w = periode gelombang

ω_w = frekuensi gelombang

k = *wave number*

g = percepatan gravitasi

Encountering angle (μ) yaitu sudut antara arah perambatan gelombang dengan arah hadap kapal, dihitung searah jarum jam dari arah perambatan gelombang. Ketika kapal melawan arah perambatan gelombang, sudut μ ditentukan sebesar 180° atau *head sea*. *Encountering angle* untuk *following sea* dan *beam sea* adalah 0° dan 90° .

II.3. Response Amplitude Operator (RAO)

RAO (*response amplitude operator*) merupakan fungsi yang memberikan gambaran tentang amplitudo gerak osilasi kapal dengan amplitudo gelombang regular. Nilai dari RAO kapal dapat diketahui dengan dua cara yaitu secara analitik dan dengan model test. RAO merupakan fungsi respon yang terjadi pada rentang frekuensi tertentu. Persamaan RAO dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{RAO} = \zeta_z / \zeta_w$$

Dimana:

$$\zeta_z = \text{amplitudo kapal}$$

$$\zeta_w = \text{amplitudo gelombang}$$

Gelombang dianggap sebagai gelombang regular dalam perhitungan RAO kapal. Dari nilai RAO gelombang regular dapat diketahui perilaku kapal di laut secara nyata.

II.4. Spektrum gelombang

Gelombang Irregular merupakan gelombang hasil gabungan sejumlah gelombang sinusoidal dengan panjang gelombang dan tinggi gelombang digabungkan. Gelombang hasil penggabungan tidak menunjukkan pola yang pasti untuk ketinggian gelombang, panjang gelombang ataupun periode gelombang (Bhattacharya, 1978).

Gelombang irregular merupakan jenis gelombang yang tidak pernah terulang lagi dari satu arah ke waktu lain. Tetapi ada satu cara untuk menyelesaikan permasalahan gelombang irregular yaitu dengan menentukan total energi. Hal ini diperoleh dengan menjumlahkan energi dari semua gelombang regular yang menghasilkan gelombang irregular dengan superposisi.

Dalam tugas akhir ini peneliti menggunakan metode dari *International Towing Tank Conference* (ITTC) untuk menentukan *wave spektrum*. Spektrum gelombang kemudian ditransformasikan menjadi spektrum gelombang *encounter*. Rumus dasar dalam menentukan *wave spektrum* adalah sebagai berikut (Bhattacharyya, 1978):

$$S(\omega_w) = \frac{A}{\omega_w^5} e^{-B/\omega_w^4}$$

$$S(\omega_e) = S(\omega_w) \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{4\omega_e V}{g}\right) \cos \mu}}$$

$$\omega_e = \omega_w - \frac{\omega_w^2 V}{g} \cos \mu$$

Dimana :

$S(\omega_w)$ = wave spektrum

$S(\omega_e)$ = encounter wave spektrum

ω_w = frekuensi gelombang

ω_e = frekuensi encounter

A = $8,10 \times 10^{-3} \text{ g}^2$

g = percepatan gravitasi

ω_w = frekuensi gelombang

B = $3,11 \times 10^4 / H_{1/3}^2$

$H_{1/3}$ = signifikan wave height

II.5. Spektrum respon pada gelombang irregular

Spektrum respon merupakan respon kerapatan energi pada struktur yang diakibatkan oleh gelombang. Spektrum respon diperoleh dengan mentransformasikan spektrum gelombang menjadi spektrum respon. Hal ini dilakukan dengan mengalikan kuadrat dari *response amplitude operator* (RAO) dengan spektrum gelombang *encounter*. Persamaan respon secara matematis dapat dituliskan:

$$S_R = [RAO(\omega_e)]^2 S(\omega_e)$$

Dimana:

S_R = spektrum respon

$S(\omega_e)$ = spektrum gelombang encounter

Spektral moment merupakan luasan kurva yang berada di bawah kurva spektrum respon yang dinyatakan dengan m_n , dengan persamaan:

$$m_n = \int_0^{\infty} \omega^n S_R(\omega) d\omega$$

Luas, momen kedua dan momen keempat dari spektrum respon yang dinyatakan dengan m_0 , m_2 dan m_4 dapat dicari menggunakan persamaan:

$$m_0 = \int_0^{\infty} \omega^0 S_R(\omega) d\omega$$

$$m_2 = \int_0^{\infty} \omega^2 S_R(\omega) d\omega$$

$$m_4 = \int_0^{\infty} \omega^4 S_R(\omega) d\omega$$

II.6. *Relative Motion Spectrum*

Relative motion merupakan gerakan kapal yang dipengaruhi oleh ketinggian gelombang dan gerakan vertikal pada lokasi tertentu kapal. *Relative motion* dapat dihitung menggunakan rumus (Bhattacharya, 1978):

$$S_s = S_z + (S_\theta \cdot x) - S_\zeta$$

- S_s = spektral density untuk relative motion
- S_z = spektral density untuk respon spektrum gerakan *heave*
- S_θ = spektral density untuk respon spektrum gerakan *pitch*
- S_ζ = spektral density untuk wave spektrum
- x = jarak horizontal lokasi pengukuran ke titik CoG

II.7. *Relative Velocity and Acceleration Spectrum*

Relative velocity spektrum merupakan momen kedua dari motion spektrum yang didapatkan dari mengkalikan ordinat untuk masing-masing RAO (motion) dengan kuadrat dari frekuensi *encounter* (Bhattacharyya, 1978).

$$RAO(velocity) = RAO(motion)\omega_e^2$$

Relative acceleration spektrum merupakan momen keempat dari motion spektrum yang didapatkan dari mengkalikan ordinat untuk masing-masing RAO (*motion*) dengan pangkat empat dari frekuensi *encounter* (Bhattacharyya, 1978).

$$RAO(acceleration) = RAO(motion)\omega_e^4$$

Luasan dari relative acceleration spektrum akan digunakan untuk memperoleh akselerasi vertikal signifikan melalui metode simpson (Seakeeper, 2011).

$$a = 0,798\sqrt{m_4}$$

Dimana:

- A = percepatan vertikal
- m_4 = momen keempat dari motion spektrum
- g = percepatan gravitasi

Nilai percepatan vertikal yang terletak diantara 0,10 g sampai 0,20 g adalah batas daya tahan manusia. Nilai percepatan vertikal ini dipengaruhi oleh gerakan *heave* dan *pitch*. Dalam buku Dynamic Marine Vehicles disebutkan bahwa nilai 0,15 g merupakan kriteria dimana seseorang mengalami *seasickness* (Bhattacharyya, 1978).

II.8. Motion Sickness Incidence

Motion sickness incidence (MSI) didefinisikan sebagai prosentase penumpang yang mengalami mabuk laut setelah 2 jam terkena gerakan tertentu (Scamardella, 2013). Penelitian di kapal ataupun di laboratorium telah dilaksanakan untuk menentukan pengaruh gerakan kapal (*roll, pitch* dan *heave*).

MSI index umumnya digunakan untuk menilai kemungkinan terjadinya mabuk laut. MSI index dapat dicari menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh O’Hanlon and McCauley (1974) berikut:

$$MSI = 100 \left[0,5 + erf \left(\frac{\log_{10} \left(\frac{0,798 \sqrt{m_4}}{g} \right) + \eta_{MSI}}{0,4} \right) \right]$$

Dimana:

- MSI = index MSI
- erf = error function

Nilai η_{MSI} dihitung dengan formula yang diberikan oleh Lloyd (1998):

$$\eta_{MSI} = -0,819 + 2,32 (\log_{10} \omega_p)^2$$

Dengan $\omega_p = \sqrt{\frac{m_4}{m_2}}$ rad/sec

ω_p adalah frekuensi rata-rata dari puncak gerakan.

II.9. Values of error function

Dalam menyelesaikan perhitungan *motion sickness incidence* diperlukan menyelesaikan persamaan nilai *error function* terlebih dahulu. Dalam tugas akhir ini nilai *error function* diperoleh dari data *values of error function* yang tertulis di buku ‘Seakeeping: Ship Behaviour in Rough Water’ (Lloyd, 1998).

$$erf(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x exp \left(-\frac{z^2}{2} \right) dz$$

Tabel II. 1. Nilai Error Function

x	erf(x)	X	erf(x)	x	erf(x)	x	erf(x)
0,00	0,000	1,00	0,341	2,00	0,477	3,00	0,499
0,05	0,020	1,05	0,353	2,05	0,480	3,05	0,499

0,10	0,040	1,10	0,364	2,10	0,482	3,10	0,499
0,15	0,060	1,15	0,375	2,15	0,484	3,15	0,499
0,20	0,079	1,20	0,385	2,20	0,486	3,20	0,499
0,25	0,099	1,25	0,394	2,25	0,488	3,25	0,499
0,30	0,118	1,30	0,403	2,30	0,489	3,30	0,500
0,35	0,137	1,35	0,412	2,35	0,491	3,35	0,500
0,40	0,155	1,40	0,419	2,40	0,492	3,40	0,500
0,45	0,174	1,45	0,427	2,45	0,493	3,45	0,500
0,50	0,192	1,50	0,433	2,50	0,494	3,50	0,500
0,55	0,209	1,55	0,439	2,55	0,495	3,55	0,500
0,60	0,226	1,60	0,445	2,60	0,495	3,60	0,500
0,65	0,242	1,65	0,451	2,65	0,496	3,65	0,500
0,70	0,258	1,70	0,455	2,70	0,497	3,70	0,500
0,75	0,273	1,75	0,460	2,75	0,497	3,75	0,500
0,80	0,288	1,80	0,464	2,80	0,497	3,80	0,500
0,85	0,302	1,85	0,468	2,85	0,498	3,85	0,500
0,90	0,316	1,90	0,471	2,90	0,498	3,90	0,500

II.10. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Maape dihitung sebagai rata-rata diferensiasi absolut antara nilai yang diteliti dengan nilai aktual, yang dinyatakan dalam presentase nilai aktual dengan persamaan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{100 \times \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{n}$$

Dimana:

At = nilai aktual

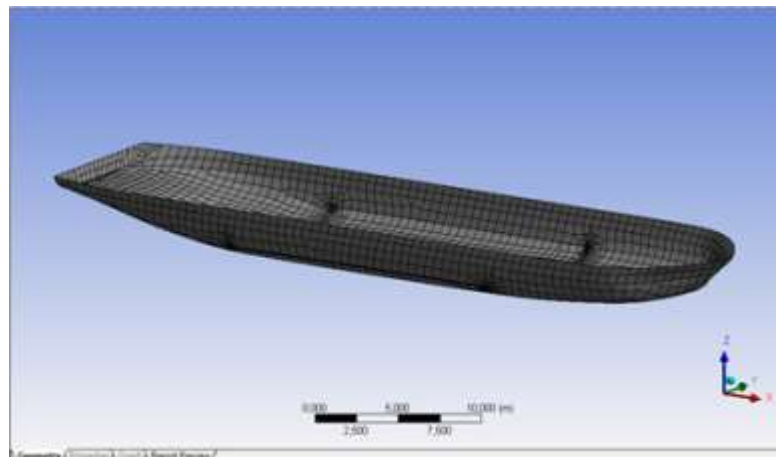
Ft = nilai perhitungan

n = jumlah data

Nilai MAPE < 10% menunjukkan kesesuaian yang sangat baik dan 10% < MAPE < 20% menunjukkan kesesuaian yang baik (Batey and Friedrich, 2000).

II.11. Ansys Aqwa

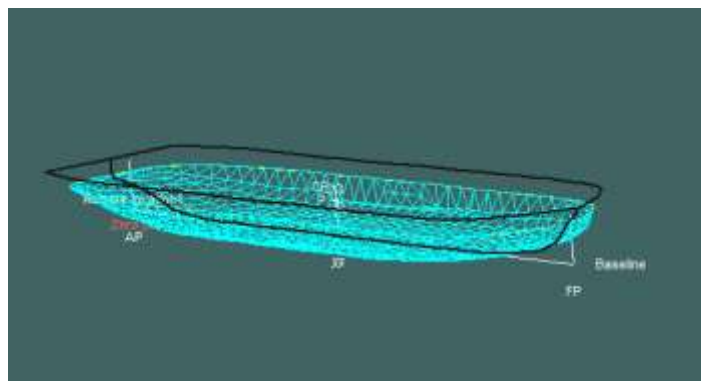
Metode *3D-Diffraction* digunakan dalam perhitungan numerik guna menganalisa gerakan struktur dengan bentuk sembarang, baik terapung bebas maupun dalam kondisi *mooring*. Penggunaan metode ini memiliki keunggulan berupa biaya dan waktu yang dibutuhkan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan uji model melalui eksperimen *towing tank*. Secara garis besar, metode *3D-diffraction* yaitu memecah permukaan struktur model menjadi n panel yang kemudian diasumsikan gaya-gaya hidrodinamis bekerja pada setiap panel tersebut.



Gambar II. 2. Ansys Aqwa

II.12. Maxsurf Motion

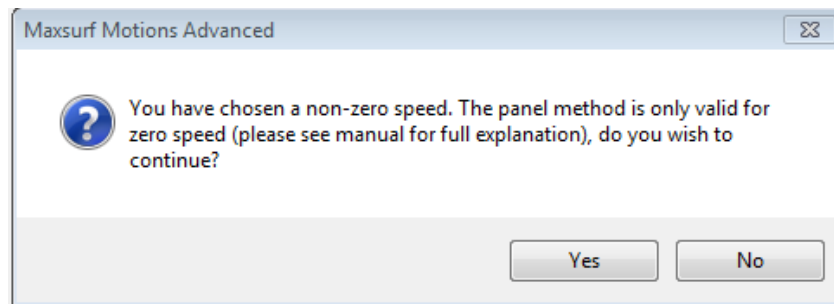
Maxsurf motion merupakan software yang digunakan untuk analisa seakeeping dan prediksi olah gerak kapal. Maxsurf motion dilengkapi dengan analisa *panel method* sebagai metode perhitungan numeriknya.



Gambar II. 3. Maxsurf Motion

Metode *panel method* mampu mensimulasikan RAO untuk semua gerakan yaitu *surge*, *sway*, *heave*, *roll*, *pitch* dan *yaw* tetapi dibatasi hanya untuk *zero forward speed*. Olah gerak

kapal dan data statistik lainnya dihitung pada pusat gravitasi kapal dan pengguna memasukkan data-data pendukung seperti kondisi laut, kecepatan kapal dan sudut hadap.



Gambar II. 4. Panel Method for Non-zero Speed

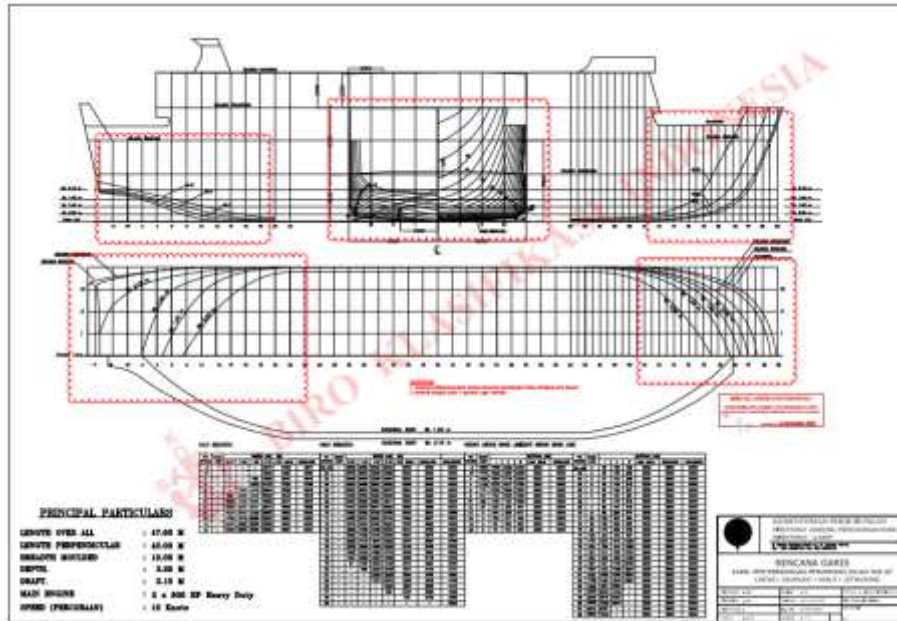
II.13. Kapal ferry ro-ro 500 GT

Kapal ro-ro adalah kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggerakannya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga, sehingga disebut sebagai kapal *roll on-roll off* atau disingkat *ro-ro* (<http://wikipedia.org>).

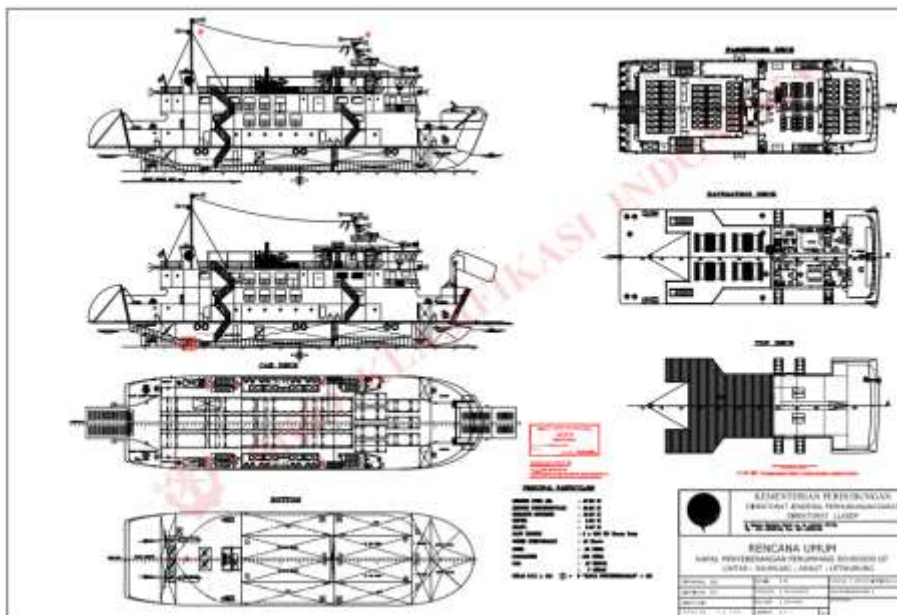


Gambar II. 5. Kapal Ferry Ro-Ro
(Sumber : wikipedia.com)

Kapal ro-ro dapat digunakan untuk mengangkut truk, mobil penumpang, sepeda motor serta penumpang pejalan kaki. Kapal ro-ro dilengkapi dengan pintu rampa yang dihubungkan dengan *moveable bridge* atau dermaga apung ke dermaga. Kapal yang dikaji dalam tugas akhir ini merupakan kapal ferry ro-ro 500 GT dengan *lines plan* dan *general arrangement* sebagai berikut :



Gambar II. 6. Lines Plan Ferry Ro-Ro 500 GT



Gambar II. 7. General Arrangement Ferry Ro-Ro 500 GT

II.14. Perairan Adaut – Saumlaki – Letwurung

Kapal ferry ro-ro 500 GT dalam tugas akhir ini memiliki alur pelayaran yaitu dalam perairan Adaut – Saumlaki – Letwurung, Maluku. Alur pelayaran ini merupakan pembaharuan trayek tol laut yang sudah beroperasi sebelumnya. Dengan rute pelayaran yang lebih singkat dan efisien diharapkan dapat lebih efektif untuk menurunkan harga barang di Provinsi Maluku dan sekitarnya, sehingga dapat menghilangkan disparitas harga barang antara wilayah barat dan timur Indonesia (dephub.go.id).



Gambar II. 8. Perairan Adaut-Saumlaki-Letwung

(Sumber : googlemaps.com)

Koordinat dari ketiga perairan diperoleh dari website googlemaps.com dengan hasil sebagai berikut:

Adaut = S 8°0'67.614" E 130°65.7108"

Saumlaki = S 7°8'32.013" E 130°95.9664"

Letwung = S 7°9'64.698" E 130°09.1258"

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

III.1. Metode

Bab ini membahas mengenai metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan tujuan pada penelitian ini sebagaimana disampaikan pada Bab I, subbab 1.3. Penjelasannya meliputi langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini serta analisa respon dengan menggunakan bantuan Ansys Aqwa. Pada penelitian ini tidak dilakukan uji lab/eksperimen sebagai data pembandingan analisa respon Ansys Aqwa.

III.2. Bahan dan Peralatan

- Ukuran utama ferry ro-ro 500 GT

Data kapal yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah kapal ferry ro-ro 500 GT. Data-data dari ferry ro-ro 500 GT yang digunakan dalam analisis tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Tabel III. 1. Ukuran utama ferry ro-ro 500 GT

ITEM	NILAI	UNIT
Length Overall	47,60	meter
Length Between Perpendicular	42,00	meter
Depth	3,20	meter
Draft	2,15	meter
Trim	0,00	meter
Displacement	843,80	ton
LCG	19,50	meter
VCG	2,15	meter
Roll radius of gyration	4,19	meter
Pitch radius of gyration	12,13	meter
Yaw radius of gyration	12,75	meter

- Spesifikasi Komputer

Spesifikasi komputer guna mendukung analisis perhitungan numerik dalam tugas akhir ini adalah:

1. Processor : Intel Core™ i3-5500 CPU @2,4 Ghz
2. RAM : 8 GB
3. System Type : 64-bit Operating System
4. Operating System : Windows 7 Professional Microsoft Corporation

III.3. Proses Pengerjaan

III.3.1. Identifikasi dan perumusan masalah

Identifikasi dan perumusan masalah merupakan hal pokok yang menjadi acuan dalam penelitian ini. Hal ini sudah disebutkan dalam Bab I dalam sub-bab latar belakang dan perumusan masalah.

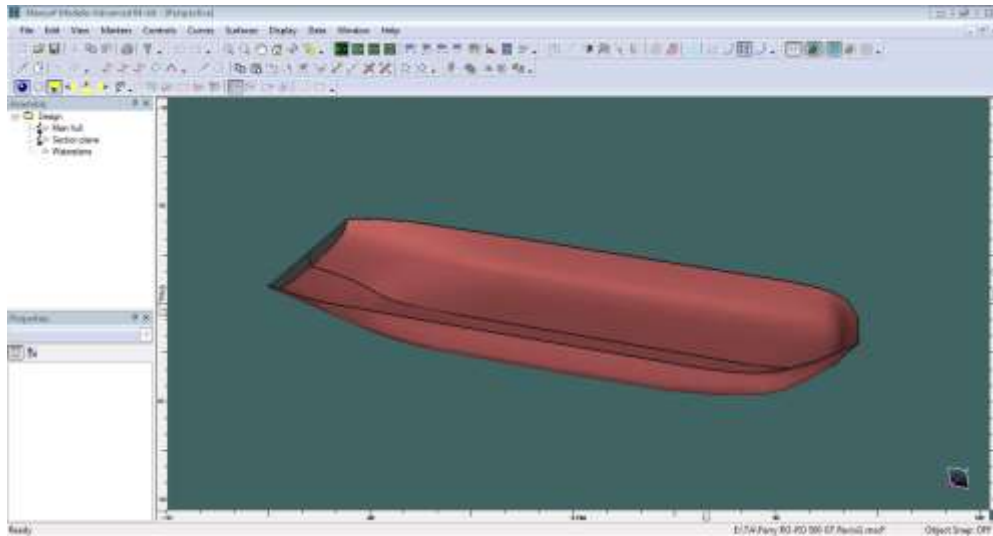
III.3.2. Pengumpulan data dan studi literatur

Data-data yang menjadi bahan dalam penelitian tugas akhir ini diperoleh peneliti dari berbagai sumber. Data kapal ferry ro-ro 500 GT seperti *lines plan*, *general arrangement* dan data hidrostatis kapal diperoleh dari tugas akhir Deanissa Safiraa yang berjudul Analisa Gerakan Kapal Terhadap *Deck Wetness* dan *Bottom Slamming*: Studi Kasus Kapal Ferry Ro-Ro 500 GT. Sedangkan, data gelombang diperoleh peneliti dari BMKG Surabaya.

Studi literatur dalam tugas akhir ini seperti *seakeeping*, *motion sickness incidence*, *maxsurf motion* dan *ansys aqwa* sudah dijelaskan peneliti dalam Bab II.

III.3.3. Pembuatan Model Lambung Kapal

Pemodelan bentuk lambung kapal dilakukan menggunakan software Maxsurf Modeller dengan skala 1:1. Pemodelan dilakukan dengan input koordinat model kapal di Maxsurf Modeller sesuai dengan gambar rencana garis kapal ferry ro-ro 500 GT. Setelah proses pemodelan di Maxsurf Modeller selesai, maka file disimpan dalam bentuk *.iges* agar bisa dibuka dalam software Ansys Aqwa.



Gambar III. 1. Pemodelan di Maxsurf

III.3.4. Verifikasi data hidrostatis kapal

Verifikasi data hidrostatis kapal diperlukan untuk mengetahui sejauh mana kapal desain maxsurf memiliki karakteristik yang sama dengan kapal asli. Data-data yang perlu diverifikasi dengan data hidrostatis kapal asli adalah sebagai berikut: panjang, lebar, tinggi, sarat, displasemen, koefisien blok, koefisien midship, koefisien prismatic, WPA, WSA, LCB, KB, LCG, KG. Tugas akhir ini menggunakan toleransi kesalahan sebesar 2% untuk verifikasi data hidrostatis kapal.

Tabel III. 2. Verifikasi Data Hidrostatis Kapal

No	Komponen	Nilai		Unit	Selisih (%)
		Data Kapal	Data Maxsurf		
1	Loa	47,6	47,6	m	0,00
2	B	12	12	m	0,00
3	H	3,2	3,2	m	0,00
4	T	2,15	2,15	m	0,00
5	Displasemen	8438,8	841,1	ton	0,32
6	Cb	0,726	0,717		1,24
7	Cm	0,923	0,915		0,87
8	Cp	0,786	0,783		0,38
9	WPA	483,22	479,431	m ²	0,78
10	WSA	571,59	577,761	m ²	-1,08

11	Lcb	21,105	21,158	m	-0,25
12	Kb	1,209	1,203	m	0,49

III.3.5. Verifikasi RAO Ansys Aqwa dengan menggunakan WAMIT

Verifikasi RAO dilakukan dengan membandingkan data hasil running RAO Box di Ansys Aqwa dengan RAO dalam paper McDermott untuk model *box* dan input parameter yang sama. Jika hasil grafik RAO Ansys Aqwa memiliki trend yang sama dan memiliki nilai MAPE < 20%, maka hasil running-an dapat dikatakan sesuai.

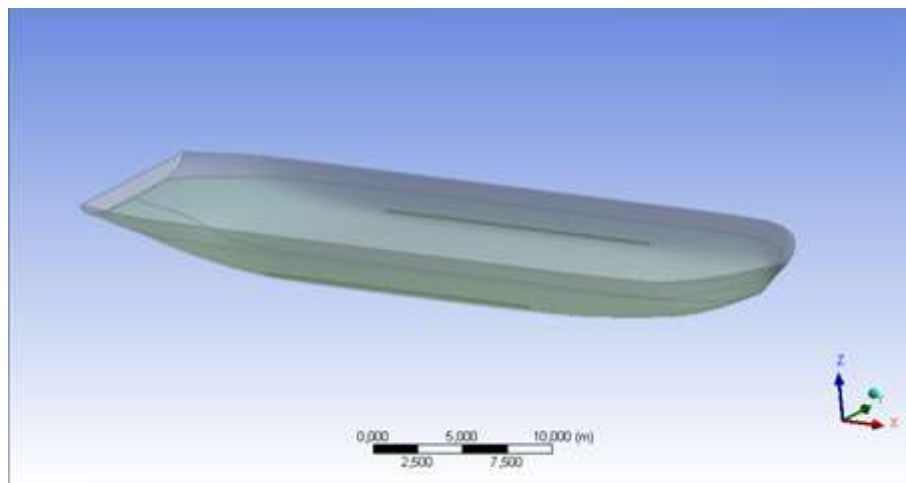
III.3.6. Pemodelan lambung dengan Ansys Aqwa

Terdapat beberapa tahapan sebelum dilakukan running pada Ansys Aqwa. Tahapan-tahapan tersebut yaitu antara lain proses geometri dan proses model. Berikut merupakan penjelasannya

III.3.7. Simulasi Ansys Aqwa

1. Proses Geometri

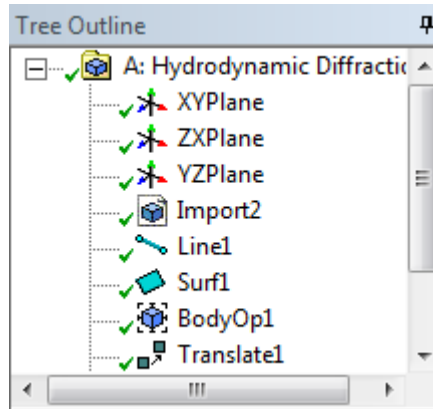
Proses geometri diawali dengan import model dari Maxsurf dengan skala 1:1 dalam bentuk *.iges*. Proses import dilakukan dengan cara memilih menu file pada toolbar Ansys Aqwa lalu pilih *Import External Geometry File* dan kemudian klik *generate*.



Gambar III. 2. Import Model

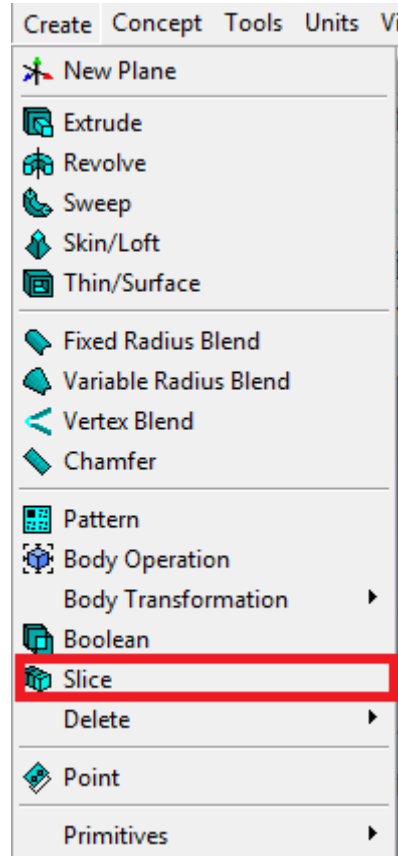
Setelah file maxsurf telah masuk, maka model yang diimpor dari maxsurf harus dalam satu bagian sehingga perlu diperlukan langkah-langkah untuk menjadikan file maxsurf menjadi satu bagian dengan cara *Create > Body Operation > Sew*. Lalu klik *generate* sehingga badan kapal menjadi satu bagian. Selanjutnya untuk membuat kapal sesuai dengan koordinat yang

diinginkan maka dilakukan proses *body operation*. Proses *body operation* dilakukan dengan memilih *body operation* kemudian pilih *translate* lalu pilih Direction Definition lalu klik Z Offset sebesar sarat kapal yaitu 2.15 meter lalu *generate*.



Gambar III. 3. Translate Model

Setelah itu dilakukan pembagian kapal menjadi 2 bagian dengan memotong bentuk lambung kapal dibagian sarat. Proses pembagian kapal menjadi 2 bagian dilakukan dengan cara klik *Create* lalu pilih *Slice* dan pilih XY plane untuk memotong kapal secara memanjang sesuai sarat kapal.



Gambar III. 4. Slice Model

Setelah dilakukan *slicing* pada model kapal, langkah selanjutnya yaitu penggabungan model. Penggabungan model kapal dilakukan dengan cara memilih bagian-bagian kapal kemudian klik kanan pada part lalu pilih *form new part*.

2. Proses Model

Pada proses model dilakukan pemasukkan data-data kapal maupun gelombang laut sebagai syarat running pada Ansys Aqwa. Data-data yang dimasukkan antara lain *point of mass*, *point of bouyancy*, *wave direction*, *wave frequency* dan *mesh*.

- *Point of Mass*

Yaitu proses input data kapal berupa titik berat, radius girasi dan massa kapal dari kapal. Cara input *point of mass* pada ansys aqwa adalah sebagai berikut:

Details	
[-] Details of Point Mass	
Name	Point Mass
Visibility	Visible
Activity	Not Suppressed
[-] Mass Properties	
Mass Definition	Manual Definition
<input type="checkbox"/> X	19,504 m
<input type="checkbox"/> Y	0.0 m
<input type="checkbox"/> Z	0.0 m
<input type="checkbox"/> Mass	843800 kg
[-] Inertia Properties	
Define Inertia Values ...	Radius of Gyration
<input type="checkbox"/> Kxx	4,067 m
<input type="checkbox"/> Kyy	11,005 m
<input type="checkbox"/> Kzz	11,452 m

Gambar III. 5. Input Point of Mass

- *Point of Bouyancy*

Input *Point of Bouyancy* dilakukan dengan memasukkan data titik apung kapal seperti pada gambar III.6.

Details	
[-] Details of Point Buoyancy	
Name	Point Buoyancy
Visibility	Visible
Activity	Not Suppressed
[-] Buoyancy Properties	
<input type="checkbox"/> X	19,504 m
<input type="checkbox"/> Y	0.0 m
<input type="checkbox"/> Z	1,204 m
<input type="checkbox"/> Volume	823,173 m ³

Gambar III. 6. Input Point of Bouyancy

- *Wave direction*

Pada proses ini ditentukan besarnya sudut hadap dan besarnya frekuensi gelombang yang dianalisis. Proses input *wave direction* seperti ditunjukkan pada gambar III.7.

Details	
[-] Details of Wave Directions	
Name	Wave Directions
Type	Single Direction, Forward Speed
<input type="checkbox"/> Forward Speed	6,137 m/s
<input type="checkbox"/> Wave Direction	90°

Gambar III. 7. Input Wave Direction

- *Mesh*

Proses *meshing* bertujuan untuk mendefinisikan kapal menjadi partikel-partikel kecil sehingga nilai hidrodinamisnya dapat didapatkan. Dimana proses *meshing* menentukan tingkat ketelitian dari hasil simulasi yang dilakukan. Semakin kecil nilai *meshing*, semakin banyak jumlah elemen yang dipecah dan semakin akurat hasil yang didapatkan, tetapi semakin lama waktu yang dibutuhkan.

Basic global mesh merupakan salah satu pilihan *meshing* yang tersedia di Ansys Aqwa. Proses *meshing* akan dilakukan secara otomatis pada model, kerapatan *meshing* berdasarkan input parameter *defeature tolerance* dan *element size*.

Details	
[-] Details of Mesh	
[-] Defaults	
Global Control	Basic Controls
[-] Mesh Parameters	
Defeaturing Tolerance	0.01 m
Max Element Size	0.75 m
Max Allowed Frequen...	4.077 rad/s
Meshing Type	Program Controlled
[-] Generated Mesh Information	
Number of Nodes	3483
Number of Elements	3366
Number of Diff Nodes	2976
Number of Diff Eleme...	2864

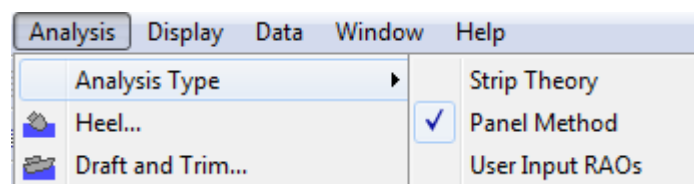
Gambar III. 8. Proses Meshing

III.3.8.Simulasi Maxsurf Motion

Terdapat beberapa tahapan sebelum bisa dilakukan simulasi menggunakan maxsurf motion. Beberapa tahapan dalam menggunakan maxsurf motion adalah sebagai berikut:

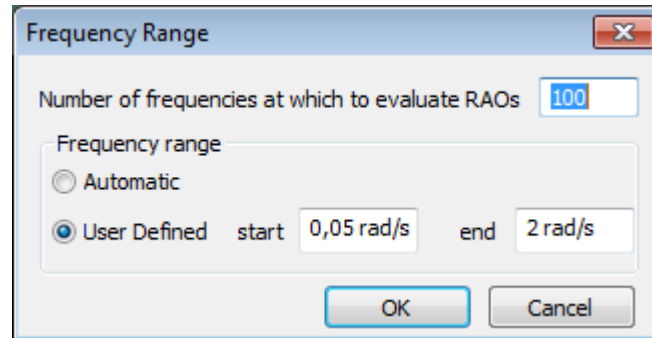
1. Proses Model

Pada tahapan ini diawali dengan membuka model kapal yang telah dibuat di Maxsurf Modeler. Cara membuka model yaitu dengan klik *File > Open > Design*. Langkah selanjutnya adalah memilih metode yang akan digunakan pada proses simulasi yaitu dengan memilih *Analysis > Analysis Type > Panel Method*.



Gambar III. 9. Panel Method Analysis

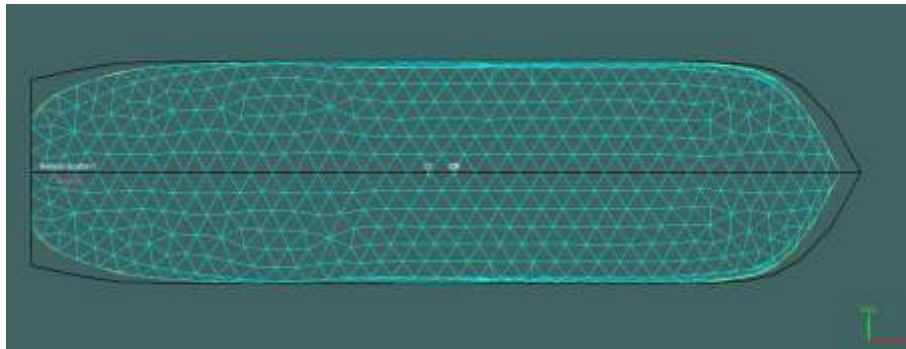
Proses model dilanjutkan dengan memasukkan nilai rentang frekuensi yang akan digunakan dalam simulasi ini dengan cara klik *Analysis > Frequency range*.



Gambar III. 10. Input Frequency Range

2. Mesh

Meshing dalam Maxsurf Motion metode panel method dilakukan secara otomatis bentuk trimesh pada NURB surface pada Maxsurf design file (.msd). Proses *meshing* dilakukan dengan memilih *Analysis > Mesh Hull*.



Gambar III. 11. Proses Meshing

3. Input Parameter

Dalam tahap ini akan dimasukkan beberapa Batasan yang akan digunakan dalam simulasi seperti lokasi pengukuran, kecepatan kapal, sudut hadap kapal dan spectra. Langkah ini dilakukan dengan klik *Window > Inputs*. Setelah semua langkah sudah dilakukan, selanjutnya yaitu melakukan simulasi dengan cara klik *Analysis > Solve Seakeeping Analysis*

	Name	Heading [deg]	Analyse
1		0,00	<input checked="" type="checkbox"/>
2		45,00	<input checked="" type="checkbox"/>
3		90,00	<input checked="" type="checkbox"/>
4		135,00	<input checked="" type="checkbox"/>
5		180,00	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar III. 12. Input Parameter

III.3.9. Perhitungan percepatan vertikal

Setelah diperoleh data berupa RAO *heave* dan *pitch* dari hasil running Ansys Aqwa, selanjutnya data RAO *heave* dan *pitch* digunakan untuk menentukan *relative motion spektrum*. *Relative motion spektrum* ini yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan percepatan vertikal di beberapa titik di kapal.

III.3.10. Perhitungan MSI

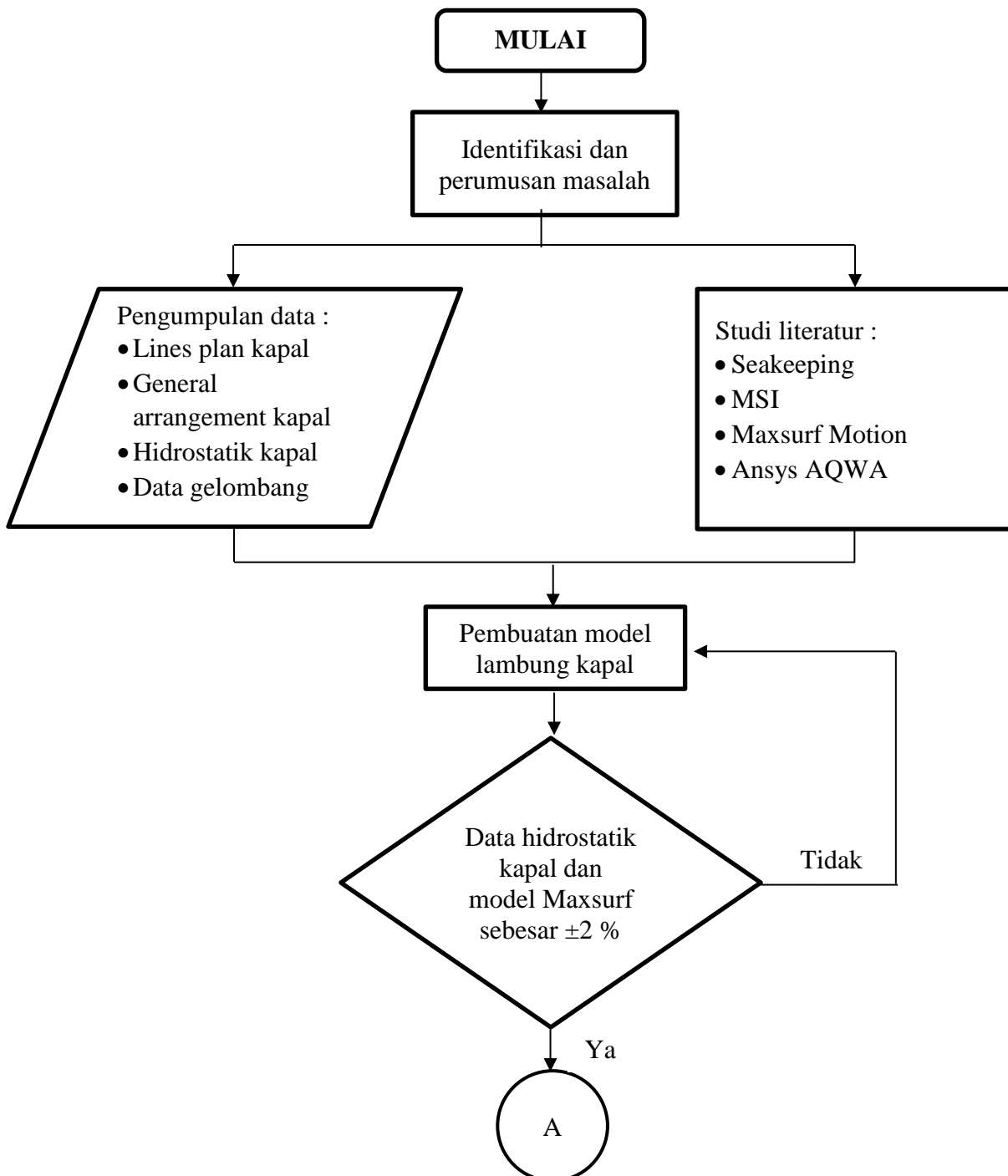
Perhitungan *motion sickness incidence* (MSI) dilakukan dengan menggunakan formula yang dikembangkan oleh O'Hanlon and McCauley (1974). Data utama yang digunakan sebagai perhitungan MSI adalah nilai percepatan vertikal yang sebelumnya telah dihitung.

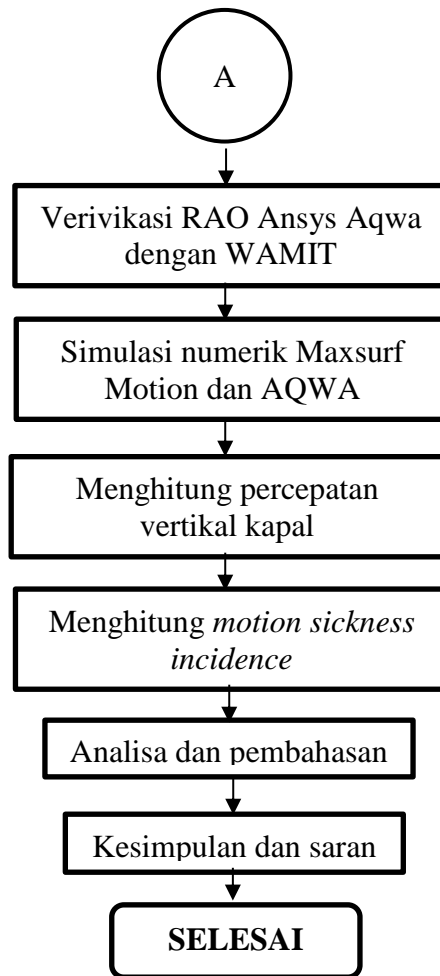
III.4. Lokasi Pengerjaan

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini diperlukan spesifikasi komputer cukup tinggi agar proses running berjalan lebih cepat dan koneksi internet yang cepat. Lokasi pengerjaan tugas akhir yaitu:

Tempat = Laboratorium Desain Kapal, Departemen Teknik Perkapalan lantai 2, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

III.5. Bagan alir





Gambar III. 13.
Bagan Alir

BAB IV

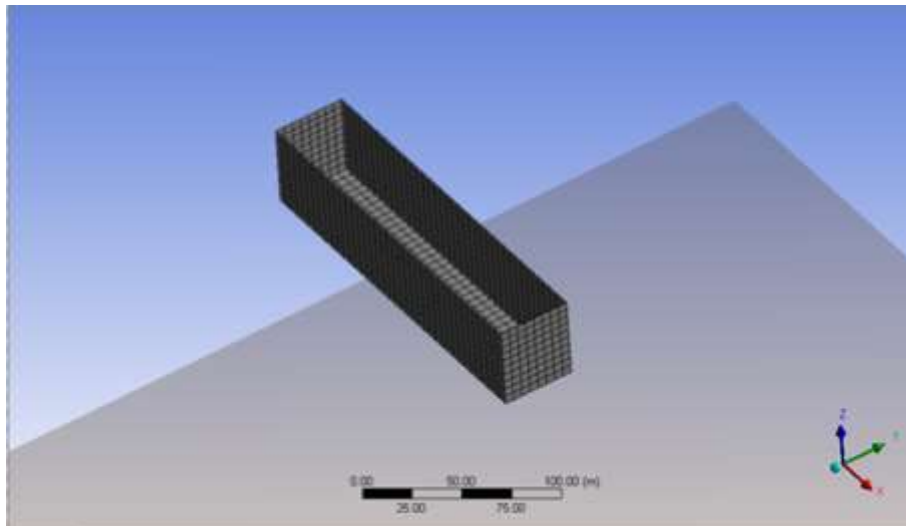
VERIFIKASI RAO ANSYS AQWA DENGAN MENGUNAKAN WAMIT

IV.1. Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dan analisa mengenai verifikasi RAO *box* yang diperoleh menggunakan software Ansys Aqwa, kemudian akan dibandingkan dengan data *McDermott* (2000) yang menggunakan WAMIT. Dalam tahap verifikasi ini digunakan model box sederhana.

IV.1.1. Verifikasi RAO Box

Proses verifikasi diawali dengan pembuatan model berupa *box* pada Maxsurf Modeller dengan ukuran panjang 200 m, lebar 40 m, sarat dan 28 m. Setelah didapatkan model yang diinginkan, maka selanjutnya dilakukan proses running di Ansys Aqwa. Apabila hasil dari RAO *Box* telah memiliki pola (*trend line*) yang sama atau mendekati sama dengan paper *McDermott* (2000), maka telah dinyatakan memiliki kesesuaian yang baik.



Gambar IV. 1. Meshing Box di Ansys Aqwa

Ukuran model balok yang terdapat pada paper dan beberapa karakteristiknya adalah sebagai berikut:

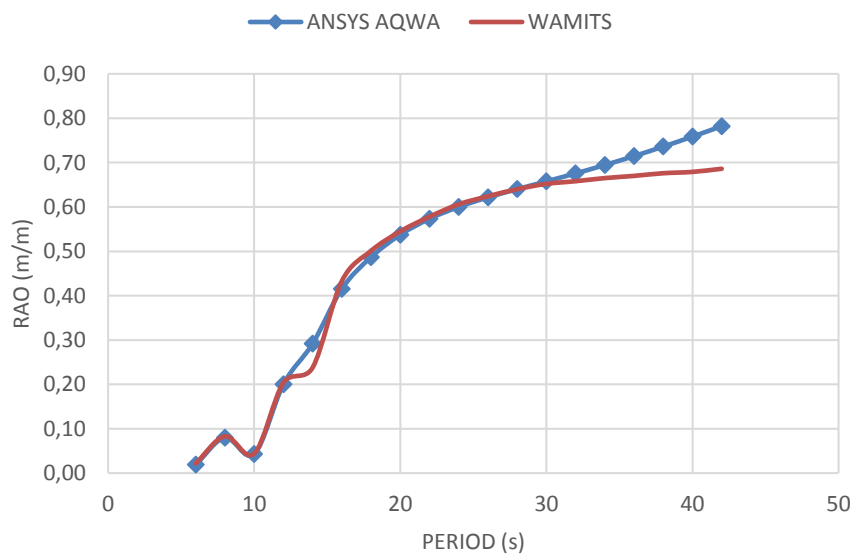
- Panjang : 200 m
- Lebar : 40 m
- Sarat : 28 m

- Displasemen : 229,645 ton
- CoG : 28 m
- Jumlah panel : 1264

Setelah model dibuat di Maxsurf sesuai ukuran diatas, model di *impor* ke Ansys Aqwa dan dilakukan analisis dengan ketemtuan sebagai berikut:

- Water depth : 1000 m
- Water density : 1025 kg/m³
- Kxx : 12,206 m
- Kyy : 54,883 m
- Kzz : 55,346 m
- Gravity : 9,806 m/s²
- Wave direction : 45⁰
- Longest period : 42 s
- Shortest period : 4 s
- Interval period : 2 s

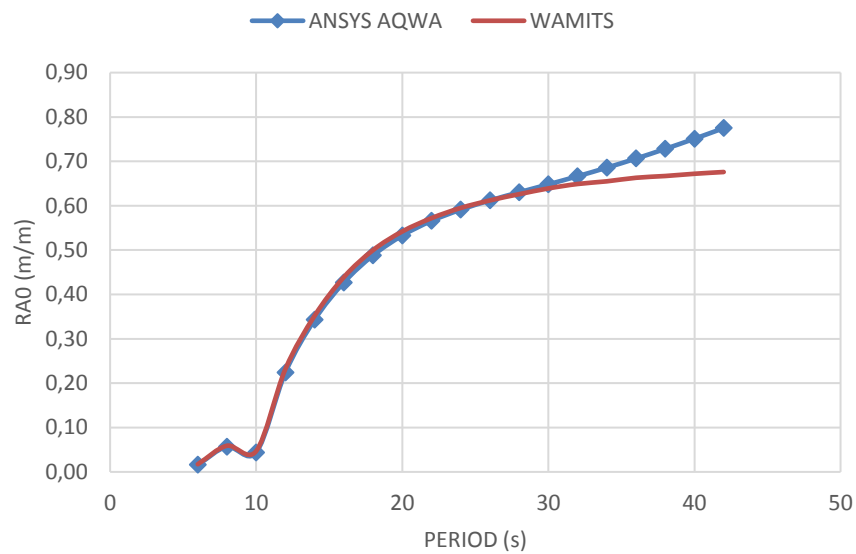
Setelah didapatkan hasil running RAO *box* pada Ansys Aqwa, maka dilakukan perbandingan antara RAO *box* Ansys Aqwa dengan RAO *box* WAMIT. Berikut merupakan hasil perbandingan antara RAO antara Ansys Aqwa dengan WAMIT:



Gambar IV. 2. Verifikasi RAO Surge

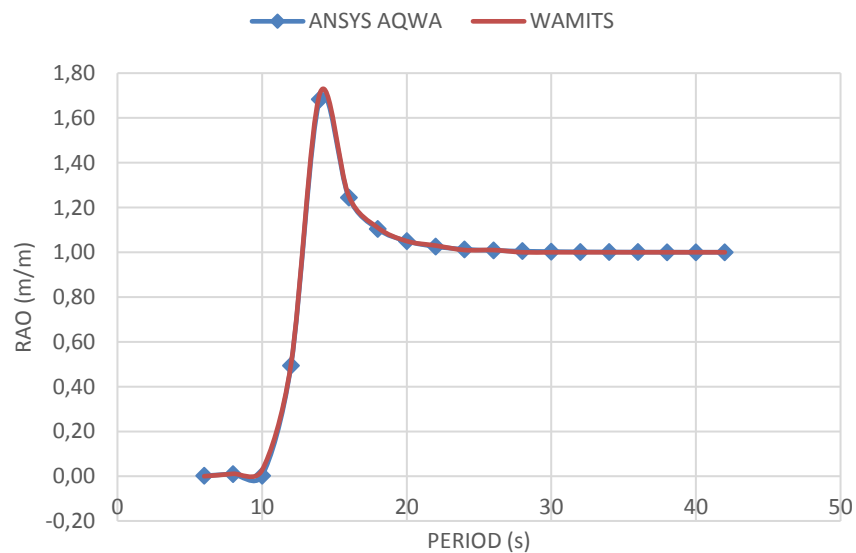
Berdasarkan gambar IV.2 diketahui *trend line* dari perbandingan hasil RAO Ansys Aqwa dan RAO WAMIT memiliki hasil yang relatif sama dan memiliki nilai MAPE = 1.810 %, maka

dapat dikatakan bahwa hasil perbandingan pada keadaan *surge* memiliki kesesuaian yang sangat baik.



Gambar IV. 3. Verifikasi RAO Sway

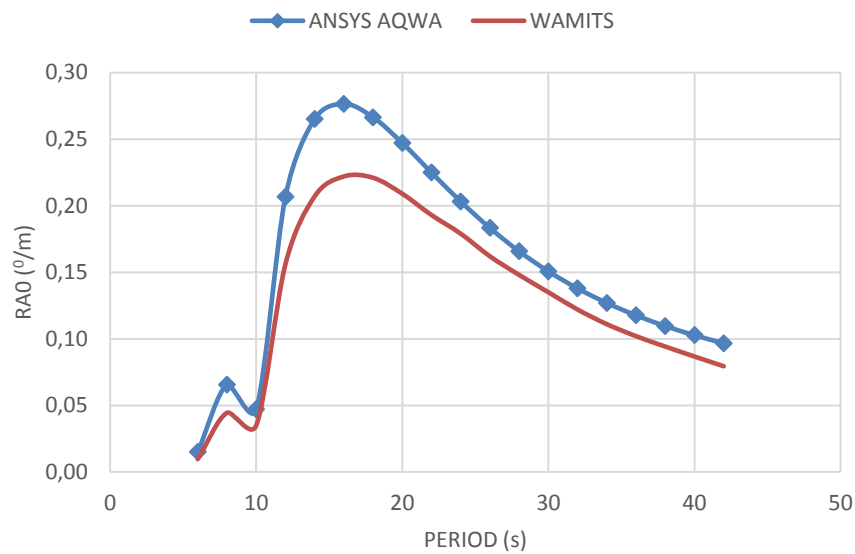
Dalam gambar IV.3 diketahui bahwa hasil perbandingan RAO *Sway* dari Ansys dan WAMIT memiliki nilai relatif sama dan memiliki nilai MAPE = 1,769 %, maka dari hasil hasil perbandingan ini dapat dikatakan memiliki kesesuaian yang sangat baik.



Gambar IV. 4. Verifikasi RAO Heave

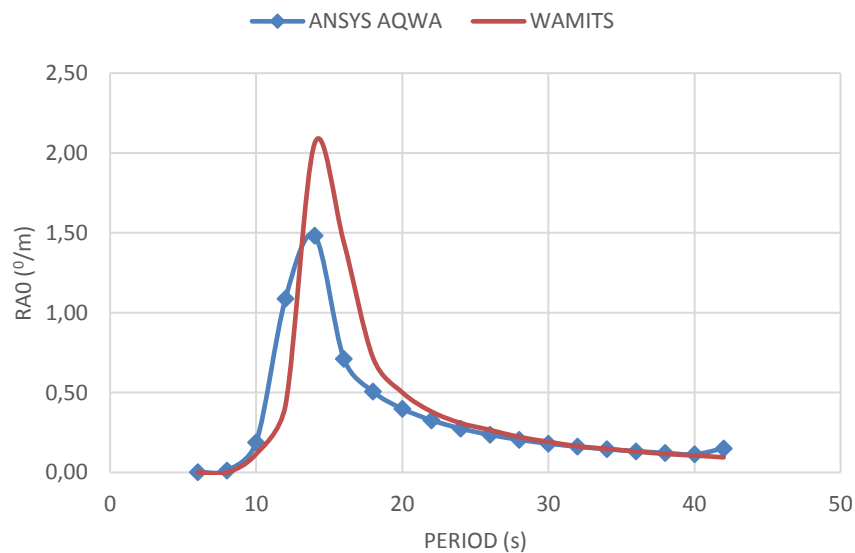
Berdasarkan gambar IV.4 diketahui bahwa nilai dari RAO *Heave* dari Ansys dan WAMIT memiliki nilai yang hampir sama dan memiliki nilai MAPE = 1,164 %, maka dari hasil tersebut

dapat dikatakan bahwa hasil perbandingan pada keadaan *heave* memiliki kesesuaian yang sangat baik.



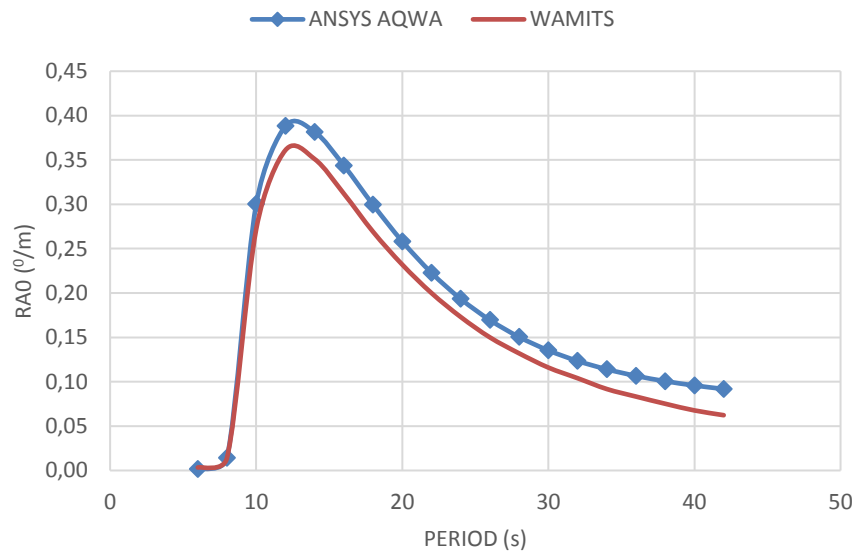
Gambar IV. 5. Verifikasi RAO Roll

Berdasarkan gambar IV.5 diketahui nilai RAO *roll* dari Ansys dan WAMIT memiliki nilai yang relatif sama dan memiliki nilai MAPE = 16,422 %, maka dapat dikatakan hasil perbandingan tersebut dapat dikatakan memiliki kesesuaian yang baik.



Gambar IV. 6. Verifikasi RAO Pitch

Berdasarkan gambar IV.6 dapat diketahui bahwa nilai RAO *pitch* hasil perbandingan Ansys dan WAMIT memiliki nilai yang hampir sama dan memiliki nilai MAPE = 18,001 %, maka dapat dikatakan bahwa perbandingan RAO pada keadaan *pitch* memiliki kesesuaian yang baik.



Gambar IV. 7. Verifikasi RAO Yaw

Dari gambar IV.7 terlihat nilai RAO *yaw* hasil perbandingan Ansys dan WAMIT memiliki nilai relatif sama dan memiliki nilai MAPE = 13,147 %, maka dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa hasil perbandingan pada keadaan *yaw* memiliki kesesuaian yang baik.

Berdasarkan hasil perbandingan RAO pada Ansys Aqwa dan RAO dari Paper *McDermott* (2000) yang telah ditampilkan diatas. Maka dapat dianalisis bahwa RAO yang telah dibuat memiliki/mendekati pola yang sama, selain itu terdapat gerakan yang memiliki nilai yang sesuai dengan paper *Wamit-Moses*. Oleh karena itu dapat diambil kesimpulan bahwa pemodelan pada Ansys Aqwa memiliki kesesuaian yang baik.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

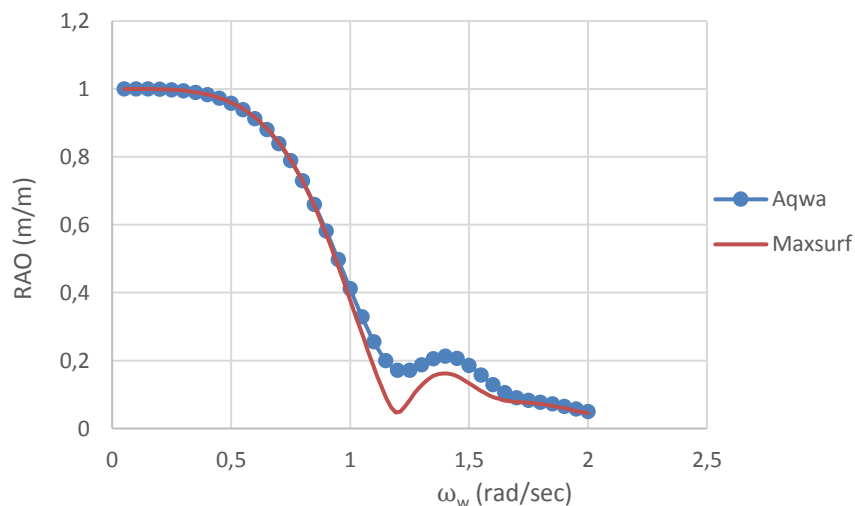
V.1. Pendahuluan

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil simulasi dan analisa mengenai gerakan *heave* dan *pitch* hasil simulasi software Ansys aqwa dan Maxsurf motion. Dalam bab ini juga akan dibahas mengenai *vertical acceleration* dan *motion sickness incidence* (MSI) di beberapa titik di kapal yang sudah ditentukan.

V.2. RAO kapal ferry ro-ro 500 GT (*zero speed*)

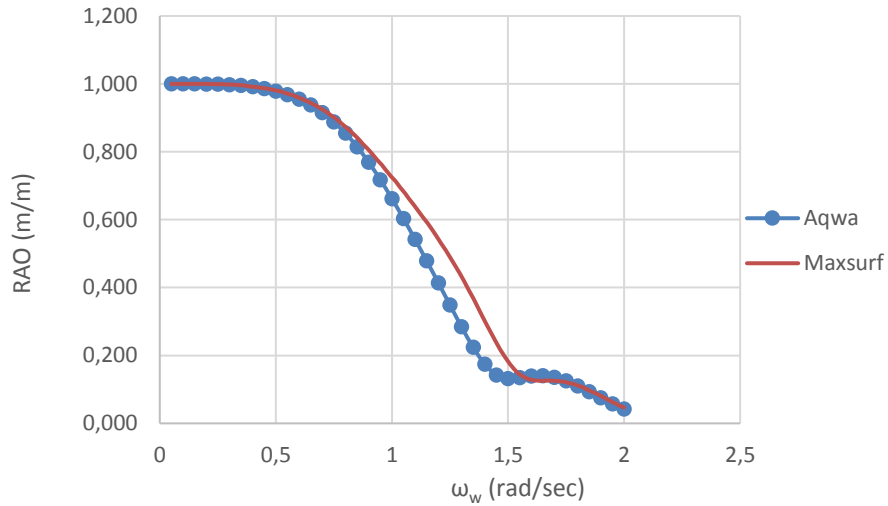
Proses perhitungan RAO kapal ferry ro-ro 500 GT(*zero speed*) ini dilakukan dengan menggunakan software Ansys aqwa dan akan dibandingkan dengan Maxsurf Motion. RAO kapal dihitung dalam kondisi tanpa kecepatan dikarenakan salah satu persyaratan agar kapal bisa disimulasikan di Maxsurf Motion dengan menggunakan metode *panel method* yaitu kapal harus dalam kondisi tanpa kecepatan. Analisis RAO ini dihitung dengan variasi sudut hadap $\mu=90^0, 135^0$ dan 180^0 .

V.2.1. RAO heave dengan $V_s=0$ knots



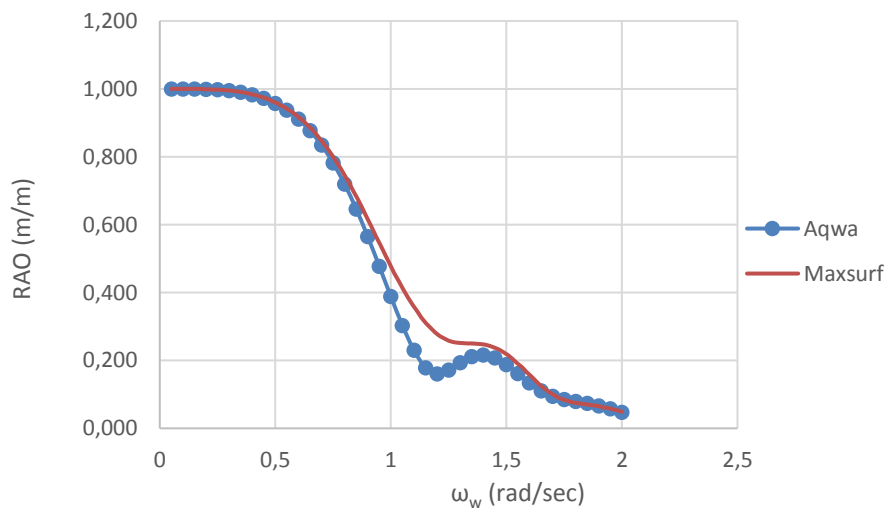
Gambar V. 1. RAO Heave Aqwa dan Maxsurf dengan $\mu=90^0$ dan $V_s=0$

Dari gambar V.1 terlihat perbandingan nilai RAO *heave* Ansys Aqwa dan Maxsur Motion dengan $\mu=90^0$ memiliki nilai dan *trend line* yang relatif sama. Walaupun terdapat sedikit perbedaan nilai RAO saat frekuensi 1 rad/s sampai 1,8 rad/s.



Gambar V. 2. RAO Heave Aqwa dan Maxsurf dengan $\mu=135^0$ dan $V_s=0$

Dari gambar V.2 terlihat perbandingan nilai RAO *heave* Ansys Aqwa dan Maxsur Motion dengan $\mu=135^0$ memiliki nilai dan *trend line* yang relatif sama. Walaupun terdapat sedikit perbedaan nilai RAO saat frekuensi 0,6 rad/s sampai 1,7 rad/s.



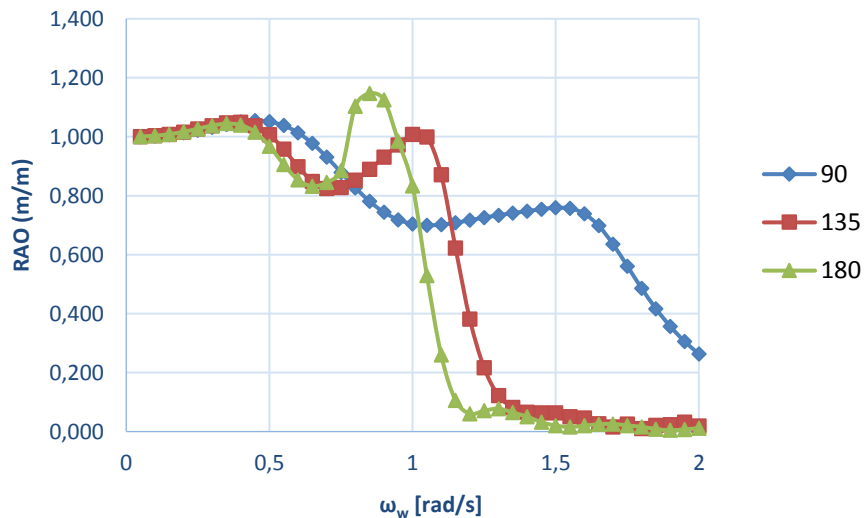
Gambar V. 3. RAO Heave Aqwa dan Maxsurf dengan $\mu=180^0$ dan $V_s=0$

Dari gambar V.3 terlihat perbandingan nilai RAO *heave* Ansys Aqwa dan Maxsur motion dengan $\mu=180^\circ$ memiliki nilai dan *trend line* yang relatif sama. Walaupun terdapat sedikit perbedaan nilai RAO saat frekuensi 0,7 rad/s sampai 1,8 rad/s.

V.3. RAO kapal ferry ro-ro 500 GT (*non-zero speed*)

Untuk kondisi dengan kecepatan perhitungan RAO kapal ferry Ro-Ro 500 GT dilakukan dengan menggunakan bantuan software Ansys Aqwa. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Deanissa Safiraa dengan judul tugas akhir Analisis Gerakan Kapal Terhadap *Deck Wetness* dan *Bottom Slamming*: Studi kasus kapal Ferry Ro-Ro 500 GT telah diperoleh data RAO untuk kondisi *heave* dan *pitch* kapal. Analisis RAO dihitung dengan variasi sudut hadap 90° , 135° dan 180° sedangkan kecepatan kapal adalah 12 knots. Berikut merupakan hasil simulasi menggunakan Ansys Aqwa:

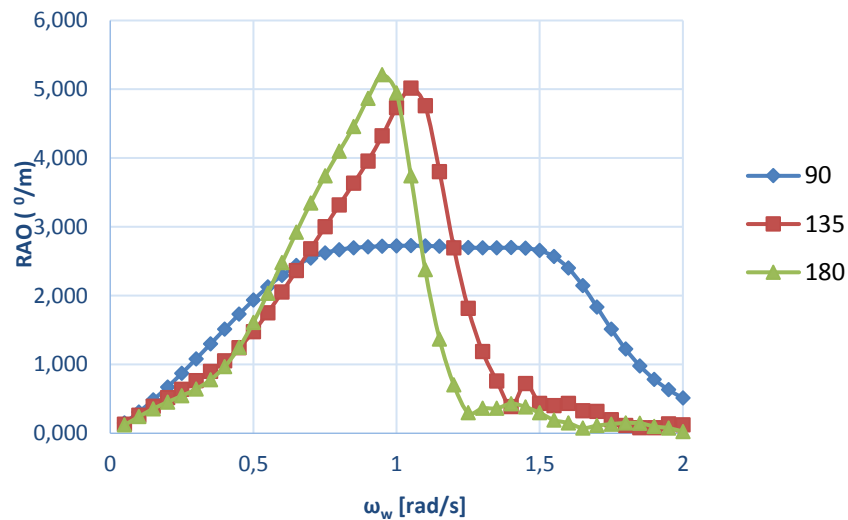
V.3.1. RAO *heave* dengan $V_s = 12$ knots



Gambar V. 4. RAO Heave dengan $\mu = 90^\circ$, 135° dan 180° dan $V_s=12$ knots

Dari gambar V.4 terlihat bahwa RAO *heave* dari kapal ferry ro-ro 500 GT dengan variasi sudut hadap memiliki nilai yang berbeda. Nilai RAO *heave* terbesar yaitu saat kapal berada dalam kondisi *head sea* (180°), yaitu mempunyai simpangan terjauh sebesar 1,12 m/m saat frekuensi gelombang 0,95 rad/s.

V.3.2. RAO Pitch dengan $V_s = 12$ knots

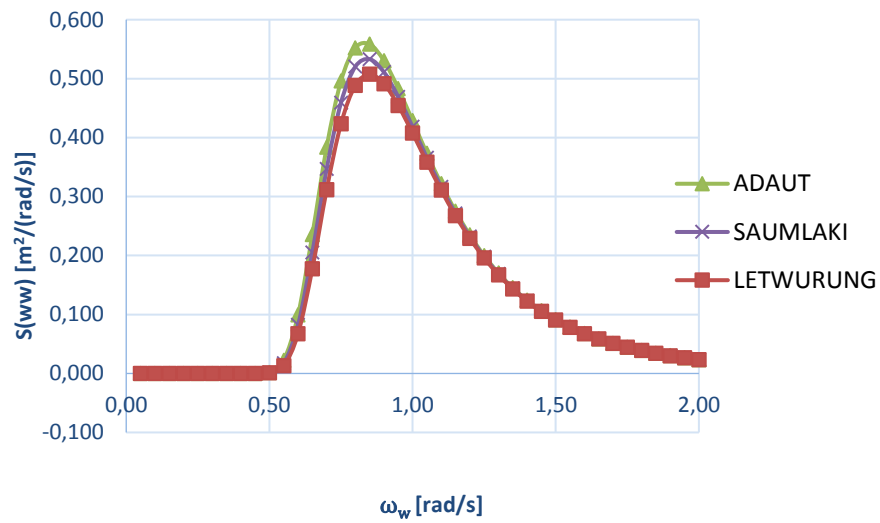


Gambar V. 5. RAO Pitch dengan $\mu = 90^\circ, 135^\circ$ dan 180° dan $V_s=12$ knots

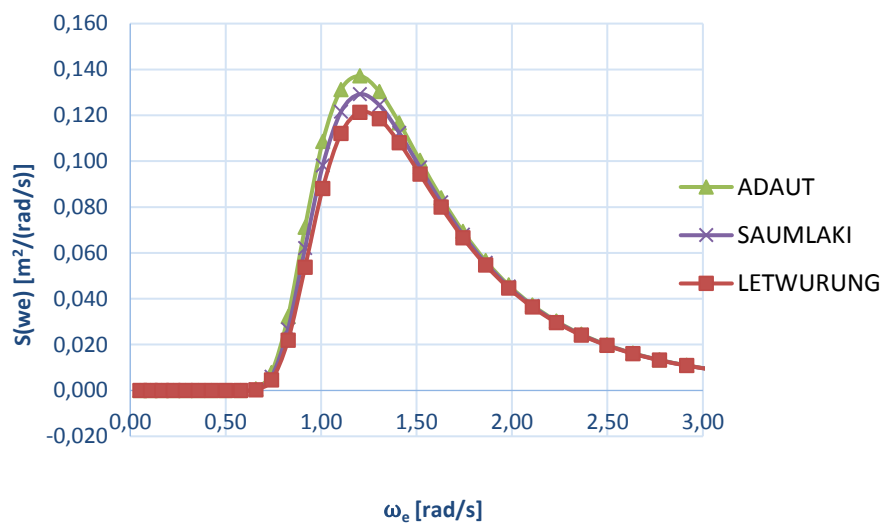
Dari gambar V.5 terlihat bahwa RAO *pitch* dari kapal ferry Ro-Ro 500 GT dengan variasi sudut hadap memiliki nilai yang berbeda. Nilai RAO *pitch* terbesar yaitu saat kapal berada dalam kondisi *head sea* (180°), yaitu mempunyai simpangan terjauh sebesar $5,21$ $^\circ/\text{m}$ saat frekuensi gelombang $0,95$ rad/s.

V.4. Spektrum Gelombang

Spektrum gelombang yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah spektrum gelombang ITTC. Spektrum gelombang dihitung untuk mengetahui besarnya pengaruh gelombang terhadap gerakan kapal. Dalam penelitian ini terdapat tiga lokasi pengukuran yaitu Adaut, Saumlaki dan Letwurung. Data gelombang dari ketiga perairan tersebut didapatkan peneliti dari BMKG Surabaya. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh tinggi gelombang signifikan masing-masing perairan adalah sebagai berikut: Adaut (2,280 meter), Saumlaki (2,235 meter) dan Letwurung (2,190 meter). Berikut merupakan wave spektrum dan encounter wave spektrum untuk ketiga perairan dengan sudut hadap 180° dan $V_s=12$ knots.



Gambar V. 6. Wave Spektrum

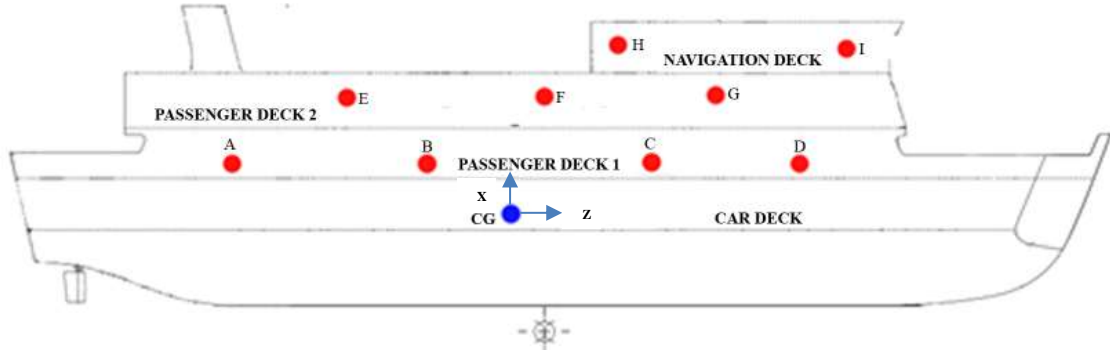


Gambar V. 7. Encounter Wave Spektrum ($V_s=12$ knots dan $\mu=180^\circ$)

Dari gambar V.6 dan V.7 dapat dilihat bahwa tinggi gelombang signifikan sangat berpengaruh terhadap spektrum gelombang yang dihasilkan. Semakin tinggi tinggi gelombang signifikan, maka akan semakin besar pula spektrum gelombang yang dihasilkan.

V.5. Remote Location

Remote location merupakan lokasi yang menjadi titik pengukuran terhadap gerakan kapal, misalnya *slamming*, *vertical motion*, *vertical acceleration* dan *motion sickness*. Berikut merupakan beberapa *remote location* yang menjadi titik pengukuran dalam penelitian ini.



Gambar V. 8. Remote Location

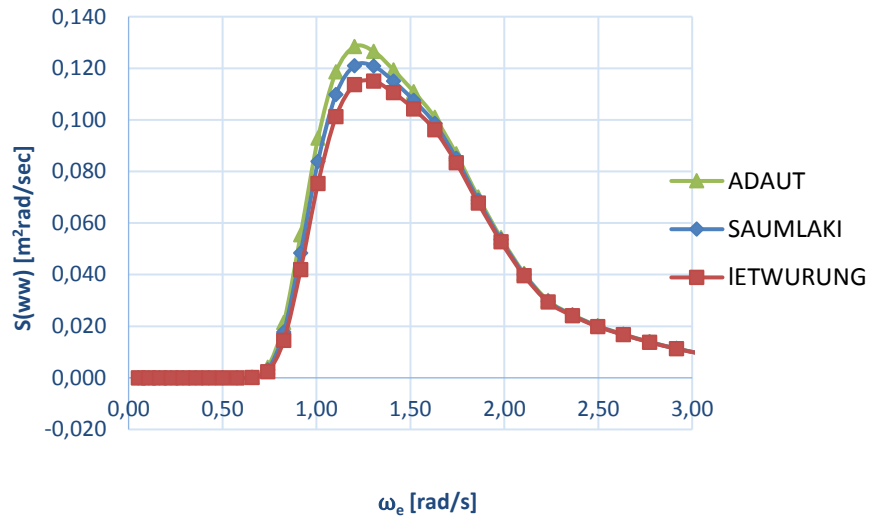
Berikut merupakan koordinat dari masing-masing titik *remote location* yang menjadi lokasi pengukuran dalam penelitian ini:

Tabel V. 1. Koordinat Remote Location

Deck	No	X (m)	Z (m)
		Jarak dr CoG	Jarak dr CoG
Passenger 1	A	-10	1,3
	B	-4	1,3
	C	5	1,3
	D	11	1,3
Passenger 2	E	-7	3,8
	F	1	3,8
	G	8	3,8
Navigation	H	2	6,3
	I	12	6,3

V.6. Relative Motion Spektrum

Relative motion merupakan gerakan kapal yang dipengaruhi oleh ketinggian gelombang dan gerakan vertikal pada lokasi tertentu kapal. Berikut merupakan relative motion spektrum pada lokasi ruang kemudi kapal yang berjarak 12 meter di depan titik berat kapal.

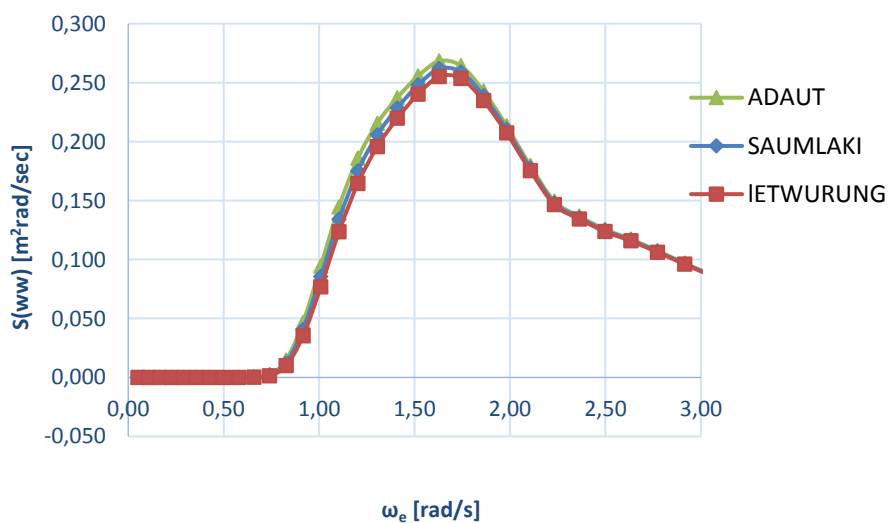


Gambar V. 9. Relative Motion Spektrum

Dari gambar V.9 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada ketiga daerah lokasi pengukuran. Semakin besar tinggi gelombang, maka akan semakin besar pula nilai *relative motion spektrum* yang dihasilkan.

V.7. Relative Velocity Spektrum

Relative velocity spektrum merupakan momen kedua dari motion spektrum. Berikut merupakan hasil relative velocity spektrum pada lokasi ruang kemudi kapal yang berjarak 12 meter di depan titik berat kapal.

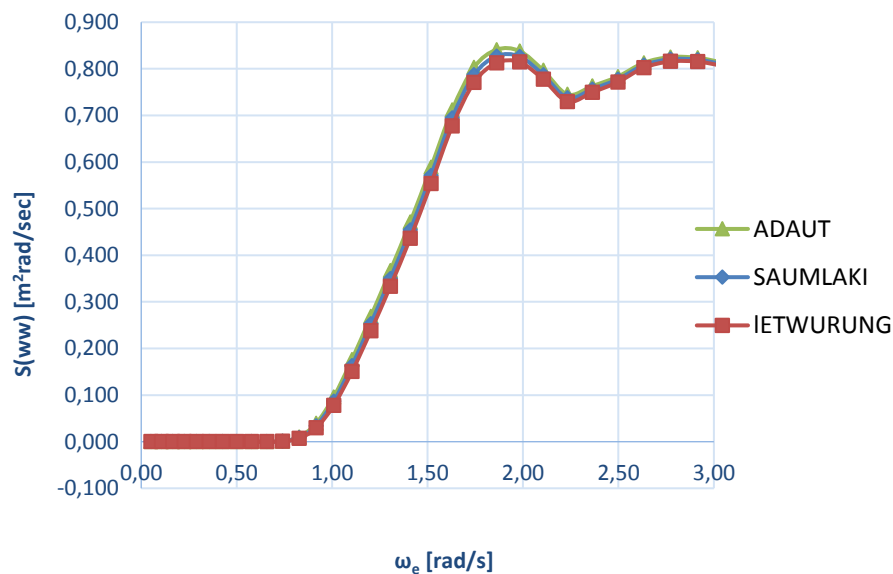


Gambar V. 10. Relative Velocity Spektrum

Dari gambar V.10 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada ketiga daerah lokasi pengukuran. Semakin besar tinggi gelombang, maka akan semakin besar pula nilai *relative velocity spektrum* yang dihasilkan.

V.8. Relative Acceleration Spektrum

Relative acceleration spektrum merupakan momen keempat dari motion spektrum. Berikut merupakan hasil relative acceleration spektrum pada lokasi ruang kemudi kapal yang berjarak 12 meter di depan titik berat kapal



Gambar V. 11. Relative Acceleration Spektrum

Dari gambar V.11 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada ketiga daerah lokasi pengukuran. Semakin besar tinggi gelombang, maka akan semakin besar pula nilai *relative acceleration spektrum* yang dihasilkan.

Setelah didapatkan m_4 , maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai percepatan vertikal untuk setiap titik pengukuran di kapal. Nilai percepatan vertikal ini kemudian akan dibandingkan dengan kriteria seperti yang tertulis di buku Dynamic Marine Vehicles. Dalam buku tersebut dijelaskan bahwa nilai percepatan vertikal sebesar $0,15 g$ merupakan kriteria dimana seseorang akan mulai mengalami gejala *seasickness* (Bhattacharyya, 1978).

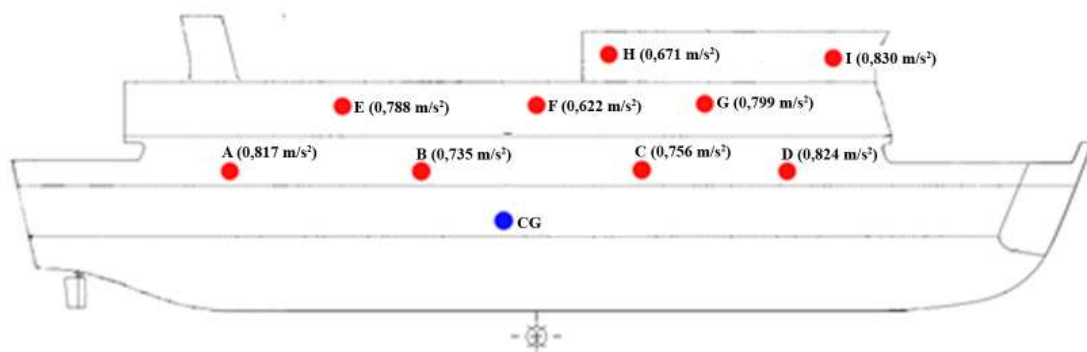
V.8.1. Percepatan vertikal sudut hadap 180°

Berikut merupakan nilai percepatan vertikal di beberapa titik di kapal yang dihitung saat kecepatan kapal 12 knots dan sudut hadap gelombang 180° (*head sea*).

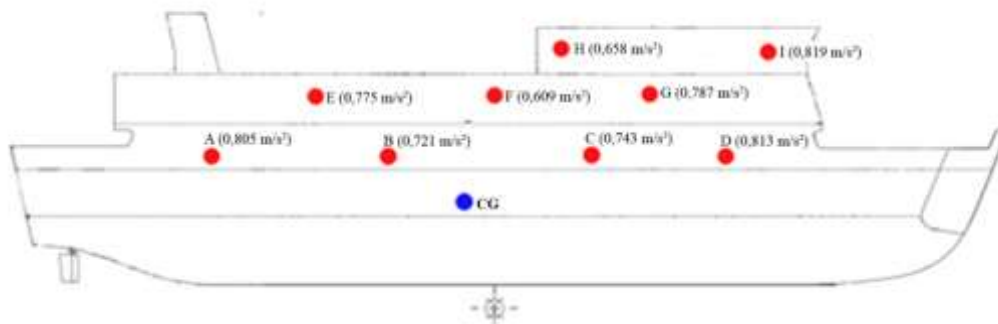
Tabel V. 2. Percepatan Vertikal dengan Sudut Hadap 180°

Deck	No	X (m)	Percepatan vertikal (m/s ²)		
		Jarak dr CoG	Adaut	Saumlaki	Letwurung
Passenger 1	A	-10	0,817	0,805	0,793
	B	-4	0,735	0,721	0,708
	C	5	0,756	0,743	0,730
	D	11	0,824	0,813	0,801
Passenger 2	E	-7	0,788	0,775	0,762
	F	1	0,622	0,609	0,596
	G	8	0,799	0,787	0,774
Navigation	H	2	0,671	0,658	0,644
	I	12	0,830	0,819	0,807

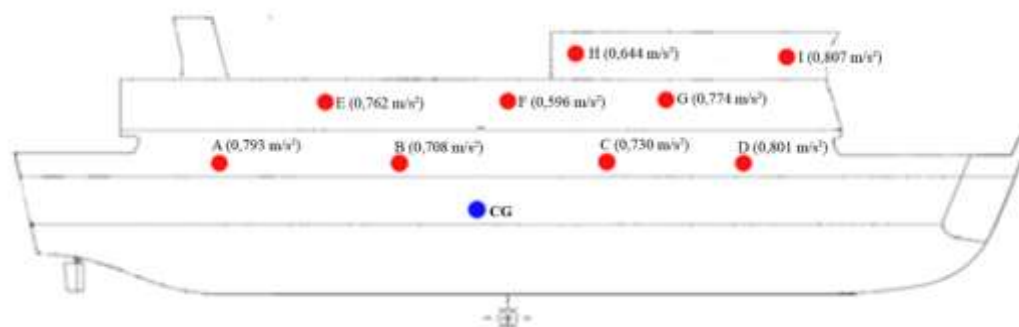
Dari tabel V.2 dapat dilihat bahwa nilai percepatan vertikal tertinggi saat kapal berlayar di perairan Adaut yang memiliki tinggi gelombang 2,28 meter, yang merupakan gelombang tertinggi diantara ketiga gelombang. Nilai percepatan vertikal tertinggi saat titik pengukuran memiliki titik terjauh dari titik gravitasi kapal yaitu sebesar 0,830 m/s² (Adaut), 0,819 m/s² (Saumlaki), 0,807 m/s² (Letwurung). Secara garis besar kapal ferry ro-ro 500 GT saat berlayar pada perairan Adaut dengan sudut hadap gelombang 180° mengalami percepatan cukup tinggi yaitu diantara 0,662 m/s² sampai 0,830 m/s². Sehingga tingkat kenyamanan penumpang di beberapa titik lokasi pengukuran di kapal berada dalam kondisi *little uncomfortable* dan *fairly uncomfortable* menurut ISO 2631.



Gambar V. 12. Percepatan Vertikal Adaut ($\mu=180^\circ$)



Gambar V. 13. Percepatan Vertikal Saumlaki ($\mu=180^\circ$)



Gambar V. 14. Percepatan Vertikal Letwuring ($\mu=180^\circ$)

Setelah didapatkan nilai percepatan vertikal di masing-masing lokasi pengukuran, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan batas nilai percepatan vertikal yang mengakibatkan *seasickness* menurut kriteria Bhattacharyya (1978) yaitu sebesar $0,15 g$.

Tabel V. 3. a/g untuk Sudut Hadap 180°

Deck	No	X (m)	a/g		
		Jarak dr CoG	Adaut	Saumlaki	Letwuring
Passenger 1	A	-10	0,083	0,082	0,080
	B	-4	0,072	0,071	0,069
	C	5	0,075	0,074	0,072
	D	11	0,084	0,082	0,081
Passenger 2	E	-7	0,079	0,078	0,076
	F	1	0,057	0,055	0,054
	G	8	0,081	0,079	0,078
Navigation	H	2	0,064	0,062	0,061
	I	12	0,084	0,083	0,082

Dari tabel V.3 dapat dilihat bahwa nilai a/g masih dibawah kriteria *seasickness* ($0,15 g$), maka dapat disimpulkan bahwa kapal masih cukup nyaman berlayar di ketiga perairan dengan sudut hadap 180° .

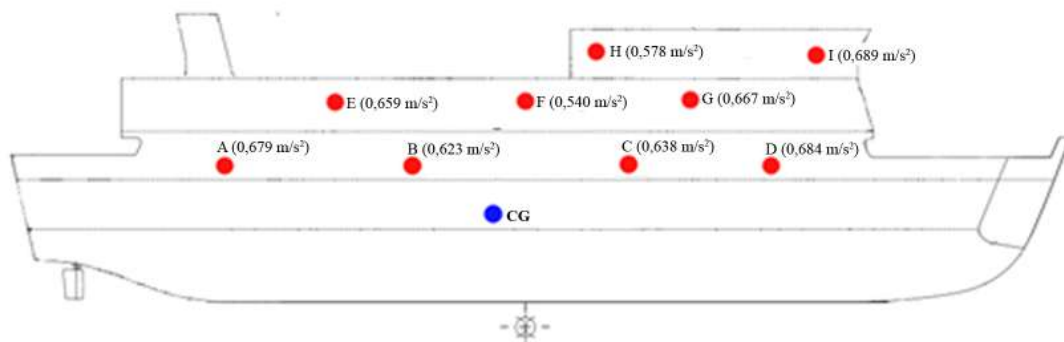
V.8.2. Percepatan vertikal sudut hadap 135°

Berikut merupakan nilai percepatan vertikal di beberapa titik di kapal yang dihitung saat kecepatan kapal 12 knots dan sudut hadap gelombang 135° (*quarter sea*).

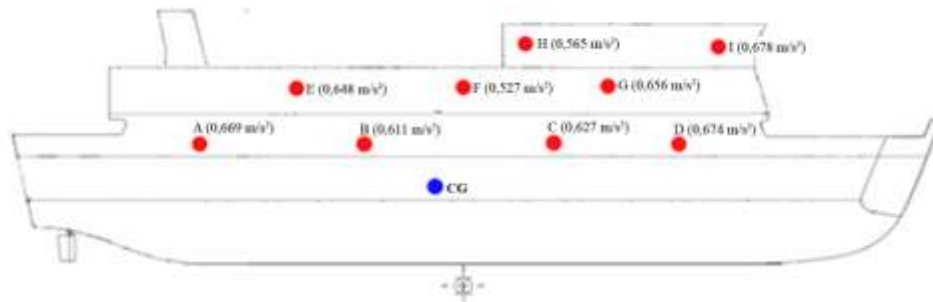
Tabel V. 4. Percepatan Vertikal dengan Sudut Hadap 135°

Deck	No	X (m)	Percepatan vertikal (m/s ²)		
		Jarak dr CoG	Adaut	Saumlaki	Letwurung
Passenger 1	A	-10	0,679	0,669	0,658
	B	-4	0,623	0,611	0,599
	C	5	0,638	0,627	0,615
	D	11	0,684	0,674	0,663
Passenger 2	E	-7	0,659	0,648	0,637
	F	1	0,540	0,527	0,514
	G	8	0,667	0,656	0,645
Navigation	H	2	0,578	0,565	0,552
	I	12	0,689	0,678	0,668

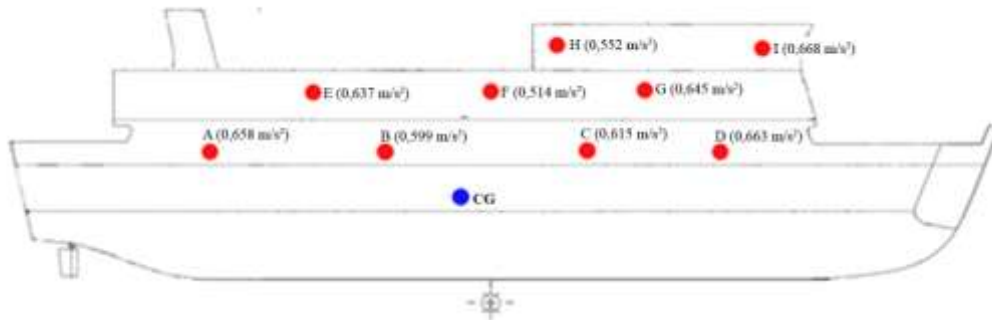
Dari tabel V.4 dapat dilihat bahwa nilai percepatan vertikal tertinggi saat kapal berlayar di perairan Adaut yang memiliki tinggi gelombang 2,28 meter, yang merupakan gelombang tertinggi diantara ketiga gelombang. Nilai percepatan vertikal tertinggi saat titik pengukuran memiliki titik terjauh dari titik gravitasi kapal yaitu sebesar 0,689 m/s² (Adaut), 0,678 m/s² (Saumlaki), 0,668 m/s² (Letwurung). Secara garis besar kapal ferry ro-ro 500 GT saat berlayar pada perairan Adaut dengan sudut hadap gelombang 135° mengalami percepatan cukup tinggi yaitu diantara 0,540 m/s² sampai 0,689 m/s². Sehingga tingkat kenyamanan penumpang di beberapa titik lokasi pengukuran di kapal berada dalam kondisi *little uncomfortable* dan *fairly uncomfortable* menurut ISO 2631.



Gambar V. 15. Percepatan Vertikal Adaut ($\mu=135^\circ$)



Gambar V. 16. Percepatan Vertikal Saumlaki ($\mu=135^0$)



Gambar V. 17. Percepatan Vertikal Letwurung ($\mu=135^0$)

Setelah didapatkan nilai percepatan vertikal di masing-masing lokasi pengukuran, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan batas nilai percepatan vertikal yang mengakibatkan *seasickness* menurut kriteria Bhattacharyya (1978) yaitu sebesar $0,15 g$.

Tabel V. 5. a/g untuk Sudut Hadap 135^0

Deck	No	X (m)	a/g		
		Jarak dr CoG	Adaut	Saumlaki	Letwurung
Passenger 1	A	-10	0,069	0,068	0,067
	B	-4	0,064	0,062	0,061
	C	5	0,065	0,064	0,063
	D	11	0,070	0,069	0,068
Passenger 2	E	-7	0,067	0,066	0,065
	F	1	0,055	0,054	0,052
	G	8	0,068	0,067	0,066
Navigation	H	2	0,059	0,058	0,056
	I	12	0,070	0,069	0,068

Dari tabel V.5 dapat dilihat bahwa nilai a/g masih dibawah kriteria *seasickness* ($0,15 g$), maka dapat disimpulkan bahwa kapal masih cukup nyaman berlayar di ketiga perairan dengan sudut hadap 135^0 .

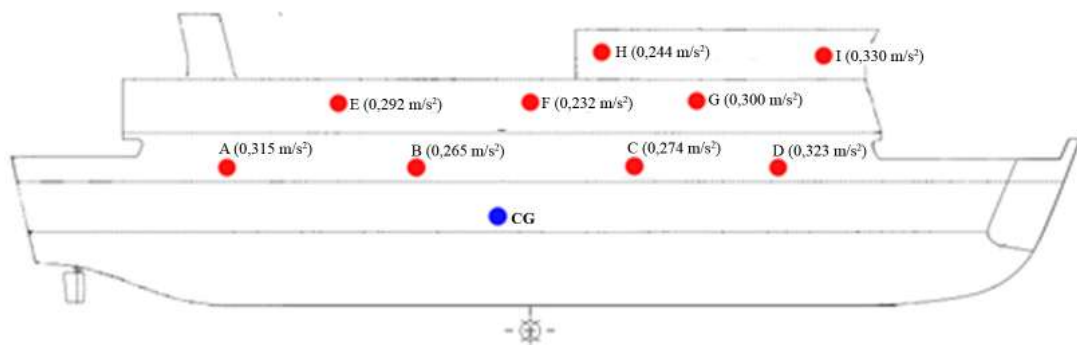
V.8.3. Percepatan vertikal sudut hadap 90⁰

Berikut merupakan nilai percepatan vertikal di beberapa titik di kapal yang dihitung saat kecepatan kapal 12 knots dan sudut hadap gelombang 90⁰ (*beam sea*).

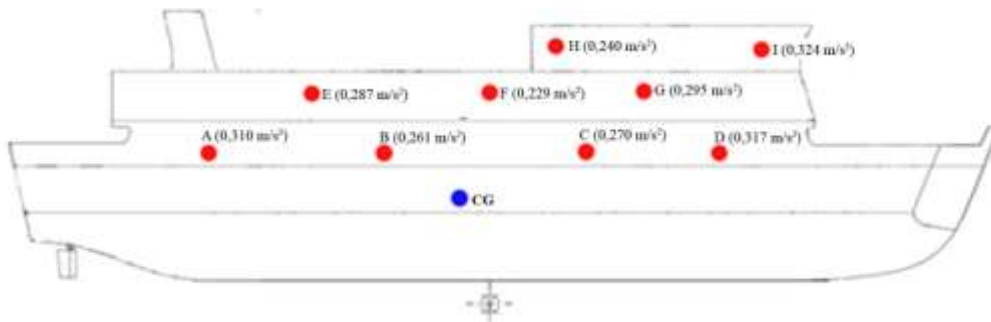
Tabel V. 6. Percepatan Vertikal dengan Sudut Hadap 90⁰

Deck	No	X (m)	Percepatan vertikal (m/s ²)		
		Jarak dr CoG	Adaut	Saumlaki	Letwurung
Passenger 1	A	-10	0,315	0,310	0,304
	B	-4	0,265	0,261	0,257
	C	5	0,274	0,270	0,266
	D	11	0,323	0,317	0,311
Passenger 2	E	-7	0,292	0,287	0,282
	F	1	0,232	0,229	0,226
	G	8	0,300	0,295	0,290
Navigation	H	2	0,244	0,240	0,237
	I	12	0,330	0,324	0,318

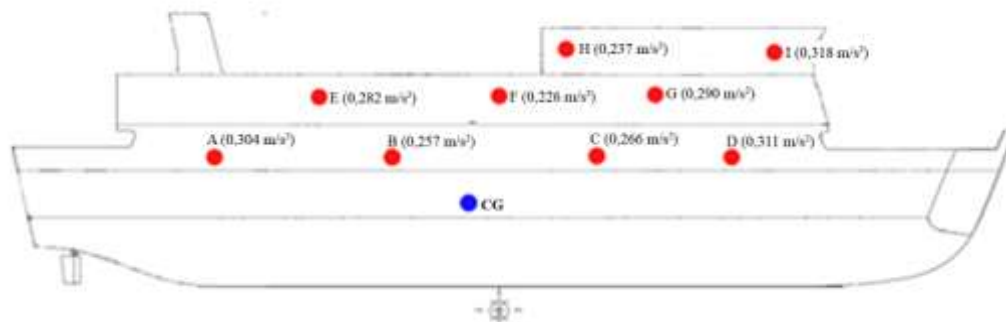
Dari tabel V.6 dapat dilihat bahwa nilai percepatan vertikal tertinggi saat kapal berlayar di perairan Adaut yang memiliki tinggi gelombang 2,28 meter, yang merupakan gelombang tertinggi diantara ketiga gelombang. Nilai percepatan vertikal tertinggi saat titik pengukuran memiliki titik terjauh dari titik gravitasi kapal yaitu sebesar 0,330 m/s² (Adaut), 0,324 m/s² (Saumlaki), 0,318 m/s² (Letwurung). Secara garis besar kapal ferry ro-ro 500 GT saat berlayar pada perairan Adaut dengan sudut hadap gelombang 90⁰ mengalami percepatan cukup tinggi yaitu diantara 0,232 m/s² sampai 0,330 m/s². Sehingga tingkat kenyamanan penumpang di beberapa titik lokasi pengukuran di kapal berada dalam kondisi *not uncomfortable* dan *little uncomfortable* menurut ISO 2631.



Gambar V. 18. Percepatan Vertikal Adaut ($\mu=90^0$)



Gambar V. 19. Percepatan Vertikal Saumlaki ($\mu=90^0$)



Gambar V. 20. Percepatan Vertikal Letwuring ($\mu=90^0$)

Setelah didapatkan nilai percepatan vertikal di masing-masing lokasi pengukuran, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan batas nilai percepatan vertikal yang mengakibatkan *seasickness* menurut kriteria Bhattacharyya (1978) yaitu sebesar $0,15 g$.

Tabel V. 7. a/g untuk Sudut Hadap 90^0

Deck	No	X (m)	a/g		
		Jarak dr CoG	Adaut	Saumlaki	Letwuring
Passenger 1	A	-10	0,032	0,032	0,031
	B	-4	0,027	0,027	0,026
	C	5	0,028	0,028	0,027
	D	11	0,033	0,032	0,032
Passenger 2	E	-7	0,030	0,029	0,029
	F	1	0,024	0,023	0,023
	G	8	0,031	0,030	0,030
Navigation	H	2	0,025	0,025	0,024
	I	12	0,034	0,033	0,032

Dari tabel V.7 dapat dilihat bahwa nilai a/g masih dibawah kriteria *seasickness* ($0,15 g$), maka dapat disimpulkan bahwa kapal masih cukup nyaman berlayar di ketiga perairan dengan sudut hadap 90^0 .

Berdasarkan tabel V.2, tabel V.4 dan tabel V.6 dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai percepatan vertikal tertinggi terjadi pada saat kondisi *head sea* ($\mu= 180^0$). Selain itu, nilai percepatan vertikal tertinggi juga terjadi saat kapal berlayar di perairan Adaut ($H_s= 2,28$ m) yang merupakan perairan dengan ketinggian gelombang tertinggi.

Kriteria terjadinya *seasickness* dapat dilihat dari tabel V.3, V.5 dan V.7 yang merupakan tabel perbandingan percepatan vertikal dengan percepatan gravitasi. Nilai a/g dari tabel V.3, V.5 dan V.7 terletak dibawah kriteria *seasickness* ($0,15$ g), maka dapat disimpulkan bahwa kapal masih cukup nyaman berlayar di ketiga perairan dengan sudut hadap 90^0 , 135^0 dan 180^0 .

V.9. Motion Sickness Incidence

Setelah dilakukan perhitungan *relative motion* dan didapatkan percepatan vertikal, maka selanjutnya dilakukan perhitungan *motion sickness incidence*. Pada lampiran J diberikan perhitungan *motion sickness incidence* untuk perairan Adaut, Saumlaki dan Letwurung. Rekapitulasi dari hasil perhitungan *motion sickness incidence* untuk masing-masing sudut hadap yaitu sebagai berikut:

V.9.1. MSI sudut hadap 180^0

Proses perhitungan MSI dari kapal ferry ro-ro 500 GT dilakukan dalam kondisi kecepatan kapal 12 knots dan dilakukan pada masing-masing perairan. Berikut merupakan hasil perhitungan MSI dengan sudut hadap 180^0 :

Tabel V. 8. MSI Sudut Hadap 180^0

Deck	No	X (m)	MSI (%)		
		Jarak dr CoG	Adaut	Saumlaki	Letwurung
Passenger 1	A	-10	25,80	25,30	24,70
	B	-4	22,20	21,60	21,00
	C	5	23,10	22,60	22,00
	D	11	26,10	25,60	25,10
Passenger 2	E	-7	24,30	24,00	23,40
	F	1	17,20	16,60	16,10
	G	8	25,00	24,50	23,90
Navigation	H	2	19,40	18,80	18,20
	I	12	26,30	25,80	25,30

Dari tabel V.8 dapat dilihat bahwa nilai MSI sangat dipengaruhi oleh jarak lokasi titik pengukuran dengan titik gravitasi kapal. Dari tabel V.8 didapatkan nilai MSI terbesar yaitu pada Navigation deck titik “T” yaitu 26,30 % (Adaut), 25,80 % (Saumlaki), 25,30 % (Letwurung). Selain itu, nilai MSI tertinggi didapatkan pada perairan Adaut ($H_s = 2,28$ meter), yang merupakan gelombang tertinggi dari ketiga perairan.

V.9.2. MSI sudut hadap 135°

Proses perhitungan MSI dari kapal ferry ro-ro 500 GT dilakukan dalam kondisi kecepatan kapal 12 knots dan dilakukan pada masing-masing perairan. Berikut merupakan hasil perhitungan MSI dengan sudut hadap 135°:

Tabel V. 9. MSI Sudut Hadap 135°

Deck	No	X (m)	MSI (%)		
		Jarak dr CoG	Adaut	Saumlaki	Letwurung
Passenger 1	A	-10	18,00	17,40	16,90
	B	-4	14,30	13,80	13,20
	C	5	15,20	14,70	14,10
	D	11	18,30	17,80	17,30
Passenger 2	E	-7	16,60	16,00	15,50
	F	1	10,00	9,50	8,90
	G	8	17,10	16,60	16,00
Navigation	H	2	11,80	11,20	10,70
	I	12	18,70	18,10	17,60

Dari tabel V.9 dapat dilihat bahwa nilai MSI sangat dipengaruhi oleh jarak lokasi titik pengukuran dengan titik gravitasi kapal. Dari tabel V.9 didapatkan nilai MSI terbesar yaitu pada Navigation deck titik “T” yaitu 18,70 % (Adaut), 18,10 % (Saumlaki), 17,60 % (Letwurung). Selain itu, nilai MSI tertinggi didapatkan pada perairan Adaut ($H_s = 2,28$ meter), yang merupakan tinggi gelombang tertinggi dari ketiga perairan.

V.9.3. MSI sudut hadap 90°

Proses perhitungan MSI dari kapal ferry ro-ro 500 GT dilakukan dalam kondisi kecepatan kapal 12 knots dan dilakukan pada masing-masing perairan. Berikut merupakan hasil perhitungan MSI dengan sudut hadap 90°:

Tabel V. 10. MSI Sudut Hadap 90°

Deck	No	X (m)	MSI (%)		
		Jarak dr CoG	Adaut	Saumlaki	Letwurung
Passenger 1	A	-10	4,60	4,50	4,30
	B	-4	3,00	3,00	2,90
	C	5	3,30	3,20	3,10
	D	11	4,80	4,70	4,50
Passenger 2	E	-7	3,80	3,70	3,60
	F	1	2,20	2,10	2,00
	G	8	4,10	3,90	3,80
Navigation	H	2	2,50	2,40	2,30
	I	12	5,10	4,90	4,70

Dari tabel V.10 dapat dilihat bahwa nilai MSI sangat dipengaruhi oleh jarak lokasi titik pengukuran dengan titik gravitasi kapal. Dari tabel V.10 didapatkan nilai MSI terbesar yaitu pada Navigation deck titik "I" yaitu 5,10 % (Adaut), 4,90 % (Saumlaki), 4,70 % (Letwurung). Selain itu, nilai MSI tertinggi didapatkan pada perairan Adaut ($H_s = 2,28$ meter), yang merupakan gelombang tertinggi dari ketiga perairan.

Dari tabel V.8, tabel V.9 dan tabel V.10 diketahui bahwa nilai *motion sickness incidence* tertinggi saat kapal berlayar melawan arus atau *head sea* ($\mu= 180^0$). Selain itu kapal akan mengalami tingkat kenyamanan yang buruk saat kapal berlayar di perairan Adaut ($H_s= 2,28$ m) yang merupakan gelombang tertinggi diantara ketiga gelombang. Lokasi titik pengukuran juga sangat berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan penumpang, semakin jauh titik pengukuran dari CoG maka akan semakin buruk juga tingkat kenyamanannya. Sehingga lokasi pengukuran paling nyaman ialah lokasi yang paling dekat dengan CoG (*center of gravity*).

Dalam penelitian yang dilakukan Riyadi (2001) dengan judul penelitian “Pemrograman komputer perhitungan gerak kapal yang mengakibatkan *motion sickness incidence*” didapatkan nilai MSI sekitar 85% untuk hasil analisa kapal container dengan kecepatan kapal 11.9 knots, $H_s= 4,6$ m dan sudut hadap 180^0 .

Dalam penelitian yang dilakukan Putra (2016) dengan judul penelitian “Analisa seakeeping dan prediksi *motion sickness incidence* (MSI) pada kapal perintis 500 DWT dalam tahap desain awal” didapatkan nilai max MSI sekitar 50% untuk hasil analisa kapal ferry dengan kecepatan kapal 16 knots, $H_s= 3,25$ m dan sudut hadap 180^0 .

Dalam tugas akhir ini, percepatan vertikal kapal ferry ro-ro 500 GT memenuhi kriteria *seasickness* menurut Bhattacharyya (1978) yaitu dibawah 0.15 g sehingga kapal masih cukup nyaman berlayar di ketiga perairan dengan sudut hadap 90^0 , 135^0 dan 180^0 , meskipun kapal ferry ro-ro 500 GT memiliki nilai MSI yang cukup besar menurut O’hanlon dan McCauley (1974) yaitu mencapai 26.30 % saat berlayar di perairan Adaut.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Verifikasi perhitungan numerik Ansys Aqwa dengan WAMIT menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) menunjukkan kesesuaian yang baik. MAPE gerakan *heave* adalah sebesar 1,16 % dan MAPE gerakan *pitch* adalah sebesar 18,00 %.
2. Besarnya percepatan vertikal dipengaruhi ketinggian gelombang. Semakin besar ketinggian gelombang, maka percepatan vertikal juga semakin besar. Pada kondisi *head sea* (180^0) percepatan vertikal tertinggi yaitu di titik pengukuran *navigation deck "I"* yaitu didapatkan hasil $0,830 \text{ m/s}^2$ (Adaut dengan $H_s = 2,28 \text{ m}$), $0,819 \text{ m/s}^2$ (Saumlaki dengan $H_s = 2,235 \text{ m}$), $0,807 \text{ m/s}^2$ (Letwurung dengan $H_s = 2,19 \text{ m}$).
3. Setelah dicek menggunakan percepatan vertikal yang terlampir di ISO 2631, percepatan vertikal di beberapa titik di kapal ferry ro-ro 500 GT akan mengalami kondisi *not uncomfortable* saat kapal berlayar dengan sudut hadap 90^0 . Sedangkan saat berlayar dengan sudut hadap 180^0 percepatan vertikal di beberapa titik di kapal akan mengalami kondisi *fairly uncomfortable*.
4. Percepatan vertikal kapal ferry ro-ro 500 GT memenuhi kriteria *seasickness* menurut Bhattacharyya (1978) yaitu dibawah 0.15 g sehingga kapal masih cukup nyaman berlayar di ketiga perairan dengan sudut hadap 90^0 , 135^0 dan 180^0 , meskipun kapal ferry ro-ro 500 GT memiliki nilai MSI yang cukup besar menurut O'hanlon dan McCauley (1974) yaitu mencapai 26.30 % saat berlayar di perairan Adaut.
5. Besarnya nilai *motion sickness incidence* dipengaruhi oleh ketinggian gelombang. Semakin tinggi gelombang, maka semakin besar pula nilai dari *motion sickness incidence*. Pada kondisi *head sea* (180^0) untuk titik pengukuran yang sama yaitu *navigation deck "I"* didapatkan nilai MSI adalah 26.30% (Adaut dengan $H_s = 2.28 \text{ m}$), 25.80% (Saumlaki dengan $H_s = 2.235 \text{ m}$), 25.30% (Letwurung dengan $H_s = 2.19 \text{ m}$).

VI.2. Saran

Dalam penelitian mengenai topik *motion sickness* ini masih terdapat kekurangan yang terjadi dan perlu dikembangkan lagi, oleh karena itu saran pada penelitian selanjutnya, adalah sebagai berikut:

1. Meskipun *maxsurf motion* digunakan sebagai software pembanding untuk mencari nilai RAO, namun *maxsurf motion* metode panel method hanya bisa digunakan untuk *zero speed*. Sehingga sebaiknya dalam penelitian selanjutnya digunakan software yang bisa mensimulasikan untuk *non-zero speed*.
2. Perhitungan percepatan vertikal dan *motion sickness incidence* dilakukan di sepanjang sumbu x dengan nilai berbeda. Dalam penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan perhitungan dengan nilai sumbu x yang sama tetapi dengan ketinggian berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Batey, P.W.J., Friedrich, P. (2000). *Regional Competition*. Faculty of Social and Environmental Studies, United Kingdom: The University of Liverpool.
- Bhattacharyya, R. (1978). *Dynamics of Marine Vehicles*. New York, United State of America.
- Cepowski. (2010). *The prediction of The Motion Sickness Incidence Index at The Initial Design Stage*. Polish Maritime Research No. 1 vol. 16, 25-33.
- Diana R., Altamar I., Cali Marcelo. (2013). *Vertical Plane Respons of a Ship on Irregular Seas*. Ship Science and Technology Vol 6, 23-28.
- Fang, C.C. (2007). *An Investigation on The Vertical Motion Sickness Characteristic of a High-Speed Catamaran Ferry*. Ocean Engineering Vol 34, 1909-1917.
- Lloyd, A.R.J.M. (1998). *Seakeeping Ship Behaviour in Rough Water*. Gosport, Hampshire p, United Kingdom
- McDermott, J.R. (2000). *WAMIT-MOSES Hydrodynamic Analysis Comparison Study*, United States of America.
- O'Hanlon, J.F., McCauley, M.E. (1974). *Motion Sickness as a Function of The Frequency and Acceleration of Vertical Sinusoidal Motion*. Aerospace Medicine Vol 45, 366-369.
- Piscopo, V., Scamardella, A. (2015). *The Overall Motion Sickness Incidence Applied to Catamarans*. Ocean Engineering Vol 7, 655-669.
- Putra D.P. (2016). *Analisa Seakeeping dan Prediksi Motion Sickness Incidence (MSI) pada Kapal Perintis 500 DWT dalam Tahap Desain Awal (Initial Design)*. Departemen Teknik Perkapalan, Indonesia: Universitas Diponegoro.
- Rahman S. (2015). *Seakeeping kapal perikanan 30 GT di perairan selat makassar*. Indonesia: Universitas Hasanudin Makassar.
- Rajendran S. (2016). *Effect of Bow Flare on the Ship Vertical Ship Response in Abnormal Waves and Extreme Seas*. Ocean Engineering Vol 124, 419-436.
- Rajendran S. (2016). *Prediction of Vertical Responses of a Container Ship in Abnormal Waves*. Ocean Engineering Vol 119, 165-180.
- Riyadi I. (2001). *Pemrograman Komputer Perhitungan Gerak Kapal Yang Mengakibatkan Motion Sickness Incidence*. Departemen Teknik Perkapalan. Indonesia: ITS.

- Safiraa D. (2017). Analisis Gerakan Kapal Terhadap *Deck Wetness* dan *Bottom Slamming*: Studi kasus kapal Ferry Ro-Ro 500 GT. Departemen Teknik Perkapalan, Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Santoso M. (2015). Analisis Prediksi *Motion Sickness Incidence* (MSI) pada Kapal Catamaran 100 GT dalam Tahap Desain Awal. Teknik Permesinan Kapal, Indonesia: Politeknik PerkapalanNegeri Surabaya.
- Scamardella, V. Piscopo. (2013). *Passenger ship seakeeping optimization by the Overall Motion Sickness Incidence*. Departement of science and technology. The University of Naples.
- Seakeeper. (2011). *Seakeeper User Manual* - Windows Version 16, Formation Design Systems Pty Ltd.
- Tahlil, C. N. (2005). Prediksi *Deck Wetness* di Gelombang Regular. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Perkapalan. Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- The International Standard ISO 2631–1. (1997). *Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole body vibration*.
- Wikipedia. (2012, Maret 04). Kapal Ferry Ro-Ro. Diakses Maret 07, 2018, dari Wikipedia web site: <http://www.wikipedia.com>
- Googlemaps. (2015, april 12). Perairan Maluku. Diakses Februari 26, 2018, dari Wikipedia web site: <http://www.googlemaps.com>

LAMPIRAN

- Lampiran A Wave spectrum
- Lampiran B Encounter wave spectrum
- Lampiran C RAO Heave dan Pitch Ansys Aqwa
- Lampiran D Spektrum respon heave
- Lampiran E Spektrum respon pitch
- Lampiran F Relative motion dengan $\mu= 90^0$
- Lampiran G Relative motion dengan $\mu= 135^0$
- Lampiran H Relative motion dengan $\mu= 180^0$
- Lampiran I Percepatan vertikal
- Lampiran J Motion sickness incidence

WAVE SPECTRUM

ω_w	$H_{1/3}$		
	Adaut	Saumlaki	Letwuring
	Sz (ω_w)	Sz (ω_w)	Sz (ω_w)
	[m2 - sec]	[m2 - sec]	[m2 - sec]
0,05	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000
0,15	0,000	0,000	0,000
0,20	0,000	0,000	0,000
0,25	0,000	0,000	0,000
0,30	0,000	0,000	0,000
0,35	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000
0,50	0,002	0,001	0,001
0,55	0,022	0,017	0,013
0,60	0,099	0,082	0,067
0,65	0,235	0,205	0,178
0,70	0,384	0,347	0,311
0,75	0,496	0,459	0,423
0,80	0,552	0,520	0,488
0,85	0,558	0,533	0,507
0,90	0,530	0,511	0,491
0,95	0,483	0,469	0,454
1,00	0,429	0,418	0,408
1,05	0,373	0,366	0,358
1,10	0,322	0,316	0,311
1,15	0,275	0,271	0,267
1,20	0,235	0,232	0,229
1,25	0,200	0,198	0,196
1,30	0,170	0,169	0,167
1,35	0,145	0,144	0,143
1,40	0,124	0,123	0,122
1,45	0,106	0,106	0,105

1,50	0,091	0,091	0,090
1,55	0,079	0,078	0,078
1,60	0,068	0,068	0,067
1,65	0,059	0,059	0,058
1,70	0,051	0,051	0,051
1,75	0,045	0,044	0,044
1,80	0,039	0,039	0,039
1,85	0,034	0,034	0,034
1,90	0,030	0,030	0,030
1,95	0,027	0,026	0,026
2,00	0,023	0,023	0,023

ENCOUNTER WAVE SPECTRUM

Encounter wave spektrum sudut hadap 90⁰

V = 6,173 m/s
 Sudut = 90 Derajat
 Cos(Sudut) = 0
 g = 9,81 m/sec²

ω_e	Adaut	Saumlaki	Letwuring
	Sz (we) [m ² - sec/rad]	Sz (we) [m ² - sec/rad]	Sz (we) [m ² - sec/rad]
0,05	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000
0,15	0,000	0,000	0,000
0,20	0,000	0,000	0,000
0,25	0,000	0,000	0,000
0,30	0,000	0,000	0,000
0,35	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000
0,50	0,002	0,001	0,001
0,55	0,022	0,017	0,013
0,60	0,099	0,082	0,067
0,65	0,235	0,205	0,178
0,70	0,384	0,347	0,311
0,75	0,496	0,459	0,423
0,80	0,552	0,520	0,488
0,85	0,558	0,533	0,507
0,90	0,530	0,511	0,491
0,95	0,483	0,469	0,454
1,00	0,429	0,418	0,408
1,05	0,373	0,366	0,358
1,10	0,322	0,316	0,311
1,15	0,275	0,271	0,267
1,20	0,235	0,232	0,229
1,25	0,200	0,198	0,196
1,30	0,170	0,169	0,167
1,35	0,145	0,144	0,143
1,40	0,124	0,123	0,122
1,45	0,106	0,106	0,105

1,50	0,091	0,091	0,090
1,55	0,079	0,078	0,078
1,60	0,068	0,068	0,067
1,65	0,059	0,059	0,058
1,70	0,051	0,051	0,051
1,75	0,045	0,044	0,044
1,80	0,039	0,039	0,039
1,85	0,034	0,034	0,034
1,90	0,030	0,030	0,030
1,95	0,027	0,026	0,026
2,00	0,023	0,023	0,023

Encounter wave spektrum sudut hadap 135⁰

V = 6,173 m/s
 Sudut = 135 Derajat
 Cos(Sudut) = -0,707
 G = 9,81 m/sec²

we	Adaut	Saumlaki	Letwuring
	Sz (we)	Sz (we)	Sz (we)
rad/sec	[m ² - sec/rad]	[m ² - sec/rad]	[m ² - sec/rad]
0,05	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000
0,22	0,000	0,000	0,000
0,28	0,000	0,000	0,000
0,34	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000
0,47	0,000	0,000	0,000
0,54	0,000	0,000	0,000
0,61	0,001	0,001	0,000
0,68	0,010	0,008	0,006
0,76	0,042	0,035	0,029
0,84	0,094	0,082	0,071
0,92	0,146	0,132	0,118
1,00	0,178	0,165	0,152
1,08	0,188	0,178	0,167
1,17	0,181	0,173	0,164
1,26	0,164	0,158	0,151
1,35	0,142	0,138	0,133
1,44	0,120	0,117	0,114

1,54	0,100	0,098	0,096
1,64	0,082	0,081	0,079
1,74	0,067	0,066	0,065
1,84	0,055	0,054	0,054
1,95	0,045	0,044	0,044
2,05	0,037	0,036	0,036
2,16	0,030	0,030	0,030
2,27	0,025	0,024	0,024
2,39	0,020	0,020	0,020
2,50	0,017	0,017	0,017
2,62	0,014	0,014	0,014
2,74	0,012	0,012	0,011
2,86	0,010	0,010	0,010
2,99	0,008	0,008	0,008
3,11	0,007	0,007	0,007
3,24	0,006	0,006	0,006
3,37	0,005	0,005	0,005
3,51	0,004	0,004	0,004
3,64	0,004	0,004	0,004
3,78	0,003	0,003	0,003

Encounter wave spektrum sudut hadap 180⁰

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²

we	Adaut	Saumlaki	Letwuring
	Sz (we)	Sz (we)	Sz (we)
rad/sec	[m ² - sec/rad]	[m ² - sec/rad]	[m ² - sec/rad]
0,05	0,000	0,000	0,000
0,11	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000
0,23	0,000	0,000	0,000
0,29	0,000	0,000	0,000
0,36	0,000	0,000	0,000
0,43	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000
0,58	0,000	0,000	0,000
0,66	0,001	0,000	0,000
0,74	0,008	0,006	0,005

0,83	0,032	0,027	0,022
0,92	0,071	0,062	0,054
1,01	0,109	0,098	0,088
1,10	0,131	0,122	0,112
1,20	0,137	0,129	0,121
1,30	0,130	0,124	0,118
1,41	0,117	0,112	0,108
1,52	0,100	0,097	0,094
1,63	0,084	0,082	0,080
1,74	0,069	0,068	0,066
1,86	0,057	0,056	0,055
1,98	0,046	0,045	0,045
2,11	0,037	0,037	0,036
2,23	0,030	0,030	0,030
2,36	0,025	0,024	0,024
2,50	0,020	0,020	0,020
2,63	0,016	0,016	0,016
2,77	0,013	0,013	0,013
2,92	0,011	0,011	0,011
3,06	0,009	0,009	0,009
3,21	0,007	0,007	0,007
3,36	0,006	0,006	0,006
3,52	0,005	0,005	0,005
3,68	0,004	0,004	0,004
3,84	0,004	0,004	0,004
4,00	0,003	0,003	0,003
4,17	0,003	0,003	0,003
4,34	0,002	0,002	0,002
4,52	0,002	0,002	0,002

RAO HEAVE DAN PITCH ANSYS AQWA

RAO Heave

HEAVE (m/m)			
Frekuensi	RAO		
	90 ⁰	135 ⁰	180 ⁰
0,05	1,001	1,001	1,001
0,1	1,003	1,003	1,003
0,15	1,007	1,008	1,009
0,2	1,014	1,016	1,017
0,25	1,022	1,026	1,027
0,3	1,032	1,038	1,038
0,35	1,042	1,047	1,044
0,4	1,050	1,049	1,040
0,45	1,054	1,038	1,016
0,5	1,051	1,007	0,968
0,55	1,038	0,958	0,906
0,6	1,014	0,899	0,854
0,65	0,977	0,849	0,832
0,7	0,931	0,824	0,845
0,75	0,879	0,828	0,880
0,8	0,827	0,853	0,922
0,85	0,781	0,890	0,963
0,9	0,744	0,931	0,996
0,95	0,718	0,973	0,985
1	0,704	1,008	0,833
1,05	0,700	1,000	0,529
1,1	0,702	0,871	0,260
1,15	0,708	0,623	0,106
1,2	0,717	0,381	0,061
1,25	0,726	0,216	0,071
1,3	0,734	0,122	0,078
1,35	0,741	0,082	0,065
1,4	0,748	0,065	0,050
1,45	0,754	0,150	0,032
1,5	0,759	0,063	0,020
1,55	0,757	0,050	0,016
1,6	0,739	0,046	0,020
1,65	0,698	0,026	0,025
1,7	0,636	0,015	0,026

1,75	0,561	0,025	0,021
1,8	0,486	0,011	0,016
1,85	0,417	0,022	0,009
1,9	0,357	0,023	0,005
1,95	0,306	0,032	0,007
2	0,263	0,019	0,012

RAO Pitch

PITCH ($^{\circ}/m$)			
Frekuensi	RAO		
	90°	135°	180°
0,05	0,150	0,128	0,120
0,1	0,308	0,260	0,240
0,15	0,484	0,393	0,356
0,2	0,672	0,517	0,453
0,25	0,871	0,638	0,544
0,3	1,081	0,762	0,644
0,35	1,297	0,897	0,776
0,4	1,515	1,052	0,969
0,45	1,729	1,243	1,246
0,5	1,935	1,476	1,609
0,55	2,126	1,751	2,033
0,6	2,296	2,051	2,478
0,65	2,438	2,363	2,921
0,7	2,546	2,679	3,348
0,75	2,622	3,000	3,742
0,8	2,669	3,319	4,099
0,85	2,695	3,632	4,458
0,9	2,710	3,956	4,867
0,95	2,719	4,324	5,211
1	2,724	4,732	4,945
1,05	2,726	5,018	3,739
1,1	2,723	4,759	2,378
1,15	2,716	3,803	1,370
1,2	2,707	2,696	0,703
1,25	2,698	1,816	0,299
1,3	2,694	1,188	0,362
1,35	2,695	0,760	0,362
1,4	2,697	0,389	0,430

1,45	2,689	0,720	0,382
1,5	2,656	0,433	0,296
1,55	2,568	0,401	0,192
1,6	2,399	0,431	0,148
1,65	2,145	0,326	0,075
1,7	1,833	0,315	0,111
1,75	1,513	0,197	0,133
1,8	1,222	0,111	0,149
1,85	0,979	0,080	0,146
1,9	0,784	0,079	0,099
1,95	0,631	0,133	0,075
2	0,512	0,121	0,026

Spektrum Response Heave

Spektrum respon heave sudut hadap 90⁰

V = 6,173 m/s
 Sudut = 90 Derajat
 Cos(Sudut) = 0
 g = 9,81 m/sec²

ω_e	ω_e	RAO	RAO	EWS			Ship Response Heave		
		Heave	Heave	A	S	L	A	S	L
				Sw (ω_e)	Sw (ω_e)	Sw (ω_e)	S ϕ (ω_e)	S ϕ (ω_e)	S ϕ (ω_e)
rad/sec	rad/sec	m/m	m ² /m ²	[m ² -sec/rad]			m ² -sec/rad		
0,05	0,05	1,001	1,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,10	1,003	1,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,15	1,007	1,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,20	1,014	1,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,25	1,022	1,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,30	1,032	1,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,35	1,042	1,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,40	1,050	1,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,45	1,054	1,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,50	1,051	1,051	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
0,55	0,55	1,038	1,038	0,022	0,017	0,013	0,023	0,018	0,013
0,60	0,60	1,014	1,014	0,099	0,082	0,067	0,101	0,083	0,068
0,65	0,65	0,977	0,977	0,235	0,205	0,178	0,230	0,201	0,174
0,70	0,70	0,931	0,931	0,384	0,347	0,311	0,357	0,323	0,290
0,75	0,75	0,879	0,879	0,496	0,459	0,423	0,436	0,404	0,372
0,80	0,80	0,827	0,827	0,552	0,520	0,488	0,457	0,430	0,404
0,85	0,85	0,781	0,781	0,558	0,533	0,507	0,436	0,416	0,396
0,90	0,90	0,744	0,744	0,530	0,511	0,491	0,395	0,380	0,365
0,95	0,95	0,718	0,718	0,483	0,469	0,454	0,347	0,337	0,326
1,00	1,00	0,704	0,704	0,429	0,418	0,408	0,302	0,295	0,287
1,05	1,05	0,700	0,700	0,373	0,366	0,358	0,261	0,256	0,251
1,10	1,10	0,702	0,702	0,322	0,316	0,311	0,226	0,222	0,218
1,15	1,15	0,708	0,708	0,275	0,271	0,267	0,195	0,192	0,189
1,20	1,20	0,717	0,717	0,235	0,232	0,229	0,168	0,166	0,164
1,25	1,25	0,726	0,726	0,200	0,198	0,196	0,145	0,144	0,142
1,30	1,30	0,734	0,734	0,170	0,169	0,167	0,125	0,124	0,123
1,35	1,35	0,741	0,741	0,145	0,144	0,143	0,108	0,107	0,106
1,40	1,40	0,748	0,748	0,124	0,123	0,122	0,093	0,092	0,092

1,45	1,45	0,754	0,754	0,106	0,106	0,105	0,080	0,080	0,079
1,50	1,50	0,759	0,759	0,091	0,091	0,090	0,069	0,069	0,069
1,55	1,55	0,757	0,757	0,079	0,078	0,078	0,059	0,059	0,059
1,60	1,60	0,739	0,739	0,068	0,068	0,067	0,050	0,050	0,050
1,65	1,65	0,698	0,698	0,059	0,059	0,058	0,041	0,041	0,041
1,70	1,70	0,636	0,636	0,051	0,051	0,051	0,032	0,032	0,032
1,75	1,75	0,561	0,561	0,045	0,044	0,044	0,025	0,025	0,025
1,80	1,80	0,486	0,486	0,039	0,039	0,039	0,019	0,019	0,019
1,85	1,85	0,417	0,417	0,034	0,034	0,034	0,014	0,014	0,014
1,90	1,90	0,357	0,357	0,030	0,030	0,030	0,011	0,011	0,011
1,95	1,95	0,306	0,306	0,027	0,026	0,026	0,008	0,008	0,008
2,00	2,00	0,263	0,263	0,023	0,023	0,023	0,006	0,006	0,006

Spektrum respon heave sudut hadap 135⁰

V = 6,173 m/s
 Sudut = 135 Derajat
 Cos(Sudut) = -0,707
 g = 9,81 m/sec²

ωw	ωe	RAO	RAO	EWS			Ship Response Heave		
		Heave	Heave	A	S	L	A	S	L
rad/sec	rad/sec	m/m	m ² /m ²	Sw (ωe)	Sw (ωe)	Sw (ωe)	Sφ(ωe)	Sφ(ωe)	Sφ(ωe)
				[m ² -sec/rad]			m ² -sec/rad		
0,05	0,05	1,001	1,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,10	1,003	1,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,16	1,008	1,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,22	1,016	1,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,28	1,026	1,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,34	1,038	1,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,40	1,047	1,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,47	1,049	1,049	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,54	1,038	1,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,61	1,007	1,007	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
0,55	0,68	0,958	0,958	0,010	0,008	0,006	0,010	0,007	0,006
0,60	0,76	0,899	0,899	0,042	0,035	0,029	0,038	0,031	0,026
0,65	0,84	0,849	0,849	0,094	0,082	0,071	0,080	0,070	0,061
0,70	0,92	0,824	0,824	0,146	0,132	0,118	0,120	0,109	0,097
0,75	1,00	0,828	0,828	0,178	0,165	0,152	0,148	0,137	0,126
0,80	1,08	0,853	0,853	0,188	0,178	0,167	0,161	0,151	0,142
0,85	1,17	0,890	0,890	0,181	0,173	0,164	0,161	0,154	0,146
0,90	1,26	0,931	0,931	0,164	0,158	0,151	0,152	0,147	0,141

0,45	0,58	1,016	1,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,66	0,968	0,968	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
0,55	0,74	0,906	0,906	0,008	0,006	0,005	0,007	0,005	0,004
0,60	0,83	0,854	0,854	0,032	0,027	0,022	0,027	0,023	0,019
0,65	0,92	0,832	0,832	0,071	0,062	0,054	0,059	0,052	0,045
0,70	1,01	0,845	0,845	0,109	0,098	0,088	0,092	0,083	0,074
0,75	1,10	0,880	0,880	0,131	0,122	0,112	0,115	0,107	0,099
0,80	1,20	0,996	0,996	0,137	0,129	0,121	0,137	0,129	0,121
0,85	1,30	1,154	1,154	0,130	0,124	0,118	0,150	0,144	0,137
0,90	1,41	1,200	1,200	0,117	0,112	0,108	0,140	0,135	0,130
0,95	1,52	1,135	1,135	0,100	0,097	0,094	0,114	0,110	0,107
1,00	1,63	0,833	0,833	0,084	0,082	0,080	0,070	0,068	0,067
1,05	1,74	0,529	0,529	0,069	0,068	0,066	0,037	0,036	0,035
1,10	1,86	0,260	0,260	0,057	0,056	0,055	0,015	0,014	0,014
1,15	1,98	0,106	0,106	0,046	0,045	0,045	0,005	0,005	0,005
1,20	2,11	0,061	0,061	0,037	0,037	0,036	0,002	0,002	0,002
1,25	2,23	0,071	0,071	0,030	0,030	0,030	0,002	0,002	0,002
1,30	2,36	0,078	0,078	0,025	0,024	0,024	0,002	0,002	0,002
1,35	2,50	0,065	0,065	0,020	0,020	0,020	0,001	0,001	0,001
1,40	2,63	0,050	0,050	0,016	0,016	0,016	0,001	0,001	0,001
1,45	2,77	0,032	0,032	0,013	0,013	0,013	0,000	0,000	0,000
1,50	2,92	0,020	0,020	0,011	0,011	0,011	0,000	0,000	0,000
1,55	3,06	0,016	0,016	0,009	0,009	0,009	0,000	0,000	0,000
1,60	3,21	0,020	0,020	0,007	0,007	0,007	0,000	0,000	0,000
1,65	3,36	0,025	0,025	0,006	0,006	0,006	0,000	0,000	0,000
1,70	3,52	0,026	0,026	0,005	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000
1,75	3,68	0,021	0,021	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000	0,000
1,80	3,84	0,016	0,016	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000	0,000
1,85	4,00	0,009	0,009	0,003	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000
1,90	4,17	0,005	0,005	0,003	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000
1,95	4,34	0,007	0,007	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000
2,00	4,52	0,012	0,012	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000

SPEKTRUM RESPON PITCH

Spektrum respon pitch sudut hadap 90°

V = 6,173 m/s
 Sudut = 90 Derajat
 Cos(Sudut) = 0
 g = 9,81 m/sec²

ωw	ωe	RAO	RAO	EWS			Ship Response Pitch		
		Pitch	Pitch	A	S	L	A	S	L
				Sw (ωe)	Sw (ωe)	Sw (ωe)	Sφ(ωe)	Sφ(ωe)	Sφ(ωe)
rad/sec	rad/sec	⁰ /m	rad/m	[m ² -sec/rad]			deg ² -sec		
0,05	0,05	0,150	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,10	0,308	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,15	0,484	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,20	0,672	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,25	0,871	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,30	1,081	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,35	1,297	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,40	1,515	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,45	1,729	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,50	1,935	0,034	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
0,55	0,55	2,126	0,037	0,022	0,017	0,013	0,001	0,001	0,000
0,60	0,60	2,296	0,040	0,099	0,082	0,067	0,004	0,003	0,003
0,65	0,65	2,438	0,043	0,235	0,205	0,178	0,010	0,009	0,008
0,70	0,70	2,546	0,044	0,384	0,347	0,311	0,017	0,015	0,014
0,75	0,75	2,622	0,046	0,496	0,459	0,423	0,023	0,021	0,019
0,80	0,80	2,669	0,047	0,552	0,520	0,488	0,026	0,024	0,023
0,85	0,85	2,695	0,047	0,558	0,533	0,507	0,026	0,025	0,024
0,90	0,90	2,710	0,047	0,530	0,511	0,491	0,025	0,024	0,023
0,95	0,95	2,719	0,047	0,483	0,469	0,454	0,023	0,022	0,022
1,00	1,00	2,724	0,048	0,429	0,418	0,408	0,020	0,020	0,019
1,05	1,05	2,726	0,048	0,373	0,366	0,358	0,018	0,017	0,017
1,10	1,10	2,723	0,048	0,322	0,316	0,311	0,015	0,015	0,015
1,15	1,15	2,716	0,047	0,275	0,271	0,267	0,013	0,013	0,013
1,20	1,20	2,707	0,047	0,235	0,232	0,229	0,011	0,011	0,011
1,25	1,25	2,698	0,047	0,200	0,198	0,196	0,009	0,009	0,009
1,30	1,30	2,694	0,047	0,170	0,169	0,167	0,008	0,008	0,008
1,35	1,35	2,695	0,047	0,145	0,144	0,143	0,007	0,007	0,007
1,40	1,40	2,697	0,047	0,124	0,123	0,122	0,006	0,006	0,006

1,45	1,45	2,689	0,047	0,106	0,106	0,105	0,005	0,005	0,005
1,50	1,50	2,656	0,046	0,091	0,091	0,090	0,004	0,004	0,004
1,55	1,55	2,568	0,045	0,079	0,078	0,078	0,004	0,004	0,003
1,60	1,60	2,399	0,042	0,068	0,068	0,067	0,003	0,003	0,003
1,65	1,65	2,145	0,037	0,059	0,059	0,058	0,002	0,002	0,002
1,70	1,70	1,833	0,032	0,051	0,051	0,051	0,002	0,002	0,002
1,75	1,75	1,513	0,026	0,045	0,044	0,044	0,001	0,001	0,001
1,80	1,80	1,222	0,021	0,039	0,039	0,039	0,001	0,001	0,001
1,85	1,85	0,979	0,017	0,034	0,034	0,034	0,001	0,001	0,001
1,90	1,90	0,784	0,014	0,030	0,030	0,030	0,000	0,000	0,000
1,95	1,95	0,631	0,011	0,027	0,026	0,026	0,000	0,000	0,000
2,00	2,00	0,512	0,009	0,023	0,023	0,023	0,000	0,000	0,000

Spektrum respon pitch sudut hadap 135⁰

V = 6,173 m/s
 Sudut = 135 Derajat
 Cos(Sudut) = -0,707
 g = 9,81 m/sec²

ωw	ωe	RAO	RAO	EWS			Ship Response Pitch		
				A	S	L	A	S	L
		Pitch	Pitch	Sw (ωe)	Sw (ωe)	Sw (ωe)	Sφ(ωe)	Sφ(ωe)	Sφ(ωe)
rad/sec	rad/sec	⁰ /m	rad/m	[m ² -sec/rad]			deg ² -sec		
0,05	0,05	0,128	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,10	0,260	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,16	0,393	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,22	0,517	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,28	0,638	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,34	0,762	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,40	0,897	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,47	1,052	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,54	1,243	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,61	1,476	0,026	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,68	1,751	0,031	0,010	0,008	0,006	0,000	0,000	0,000
0,60	0,76	2,051	0,036	0,042	0,035	0,029	0,002	0,001	0,001
0,65	0,84	2,363	0,041	0,094	0,082	0,071	0,004	0,003	0,003
0,70	0,92	2,679	0,047	0,146	0,132	0,118	0,007	0,006	0,006
0,75	1,00	3,000	0,052	0,178	0,165	0,152	0,009	0,009	0,008
0,80	1,08	3,319	0,058	0,188	0,178	0,167	0,011	0,010	0,010
0,85	1,17	3,632	0,063	0,181	0,173	0,164	0,011	0,011	0,010
0,90	1,26	3,956	0,069	0,164	0,158	0,151	0,011	0,011	0,010

0,95	1,35	4,324	0,075	0,142	0,138	0,133	0,011	0,010	0,010
1,00	1,44	4,732	0,083	0,120	0,117	0,114	0,010	0,010	0,009
1,05	1,54	5,018	0,088	0,100	0,098	0,096	0,009	0,009	0,008
1,10	1,64	4,759	0,083	0,082	0,081	0,079	0,007	0,007	0,007
1,15	1,74	3,803	0,066	0,067	0,066	0,065	0,004	0,004	0,004
1,20	1,84	2,696	0,047	0,055	0,054	0,054	0,003	0,003	0,003
1,25	1,95	1,816	0,032	0,045	0,044	0,044	0,001	0,001	0,001
1,30	2,05	1,188	0,021	0,037	0,036	0,036	0,001	0,001	0,001
1,35	2,16	0,760	0,013	0,030	0,030	0,030	0,000	0,000	0,000
1,40	2,27	0,389	0,007	0,025	0,024	0,024	0,000	0,000	0,000
1,45	2,39	0,720	0,013	0,020	0,020	0,020	0,000	0,000	0,000
1,50	2,50	0,433	0,008	0,017	0,017	0,017	0,000	0,000	0,000
1,55	2,62	0,401	0,007	0,014	0,014	0,014	0,000	0,000	0,000
1,60	2,74	0,431	0,008	0,012	0,012	0,011	0,000	0,000	0,000
1,65	2,86	0,326	0,006	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1,70	2,99	0,315	0,005	0,008	0,008	0,008	0,000	0,000	0,000
1,75	3,11	0,197	0,003	0,007	0,007	0,007	0,000	0,000	0,000
1,80	3,24	0,111	0,002	0,006	0,006	0,006	0,000	0,000	0,000
1,85	3,37	0,080	0,001	0,005	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000
1,90	3,51	0,079	0,001	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000	0,000
1,95	3,64	0,133	0,002	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000	0,000
2,00	3,78	0,121	0,002	0,003	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000

Spektrum respon pitch sudut hadap 180°

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²

ω_w	ω_e	RAO	RAO	EWS			Ship Response Pitch		
				A	S	L	A	S	L
		Pitch	Pitch	Sw (ω_e)	Sw (ω_e)	Sw (ω_e)	S ϕ (ω_e)	S ϕ (ω_e)	S ϕ (ω_e)
rad/sec	rad/sec	⁰ /m	rad/m	[m ² -sec/rad]			deg ² -sec		
0,05	0,05	0,120	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,11	0,240	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,16	0,356	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,23	0,453	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,29	0,544	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,36	0,644	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,43	0,776	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,50	0,969	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

0,45	0,58	1,246	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,66	1,609	0,028	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,74	2,033	0,035	0,008	0,006	0,005	0,000	0,000	0,000
0,60	0,83	2,478	0,043	0,032	0,027	0,022	0,001	0,001	0,001
0,65	0,92	2,921	0,051	0,071	0,062	0,054	0,004	0,003	0,003
0,70	1,01	3,348	0,058	0,109	0,098	0,088	0,006	0,006	0,005
0,75	1,10	3,742	0,065	0,131	0,122	0,112	0,009	0,008	0,007
0,80	1,20	4,099	0,072	0,137	0,129	0,121	0,010	0,009	0,009
0,85	1,30	4,458	0,078	0,130	0,124	0,118	0,010	0,010	0,009
0,90	1,41	4,867	0,085	0,117	0,112	0,108	0,010	0,010	0,009
0,95	1,52	5,211	0,091	0,100	0,097	0,094	0,009	0,009	0,009
1,00	1,63	4,945	0,086	0,084	0,082	0,080	0,007	0,007	0,007
1,05	1,74	3,739	0,065	0,069	0,068	0,066	0,005	0,004	0,004
1,10	1,86	2,378	0,042	0,057	0,056	0,055	0,002	0,002	0,002
1,15	1,98	1,370	0,024	0,046	0,045	0,045	0,001	0,001	0,001
1,20	2,11	0,703	0,012	0,037	0,037	0,036	0,000	0,000	0,000
1,25	2,23	0,299	0,005	0,030	0,030	0,030	0,000	0,000	0,000
1,30	2,36	0,362	0,006	0,025	0,024	0,024	0,000	0,000	0,000
1,35	2,50	0,362	0,006	0,020	0,020	0,020	0,000	0,000	0,000
1,40	2,63	0,430	0,008	0,016	0,016	0,016	0,000	0,000	0,000
1,45	2,77	0,382	0,007	0,013	0,013	0,013	0,000	0,000	0,000
1,50	2,92	0,296	0,005	0,011	0,011	0,011	0,000	0,000	0,000
1,55	3,06	0,192	0,003	0,009	0,009	0,009	0,000	0,000	0,000
1,60	3,21	0,148	0,003	0,007	0,007	0,007	0,000	0,000	0,000
1,65	3,36	0,075	0,001	0,006	0,006	0,006	0,000	0,000	0,000
1,70	3,52	0,111	0,002	0,005	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000
1,75	3,68	0,133	0,002	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000	0,000
1,80	3,84	0,149	0,003	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000	0,000
1,85	4,00	0,146	0,003	0,003	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000
1,90	4,17	0,099	0,002	0,003	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000
1,95	4,34	0,075	0,001	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000
2,00	4,52	0,026	0,000	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000

RELATIVE MOTION DENGAN $\mu= 90^0$

Passanger Deck 1 A

$V = 6,173 \text{ m/s}$
 $\text{Sudut} = 180 \text{ Derajat}$
 $\text{Cos(Sudut)} = 0$
 $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$
 $X = -10,00 \text{ m}$

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	S_s	S_s	S_s	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,007	0,006	0,004	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000
0,60	0,038	0,032	0,026	0,014	0,011	0,009	0,005	0,004	0,003
0,65	0,105	0,092	0,080	0,045	0,039	0,034	0,019	0,016	0,014
0,70	0,197	0,178	0,160	0,097	0,087	0,078	0,047	0,043	0,038
0,75	0,287	0,266	0,245	0,161	0,149	0,138	0,091	0,084	0,077
0,80	0,353	0,332	0,312	0,226	0,213	0,200	0,144	0,136	0,128
0,85	0,385	0,368	0,350	0,278	0,266	0,253	0,201	0,192	0,183
0,90	0,387	0,373	0,358	0,313	0,302	0,290	0,254	0,244	0,235
0,95	0,365	0,355	0,344	0,330	0,320	0,310	0,298	0,289	0,280
1,00	0,331	0,323	0,314	0,331	0,323	0,314	0,331	0,323	0,314
1,05	0,290	0,284	0,278	0,320	0,313	0,307	0,352	0,345	0,338
1,10	0,249	0,245	0,240	0,301	0,296	0,291	0,364	0,358	0,352
1,15	0,211	0,208	0,205	0,279	0,275	0,271	0,369	0,364	0,358
1,20	0,177	0,175	0,173	0,255	0,252	0,249	0,368	0,364	0,359
1,25	0,149	0,148	0,146	0,233	0,231	0,228	0,364	0,360	0,356
1,30	0,125	0,124	0,123	0,212	0,210	0,208	0,358	0,355	0,352
1,35	0,106	0,105	0,104	0,193	0,192	0,190	0,352	0,349	0,347
1,40	0,090	0,089	0,089	0,176	0,175	0,173	0,344	0,342	0,340

1,45	0,076	0,076	0,075	0,160	0,159	0,158	0,336	0,334	0,332
1,50	0,064	0,064	0,064	0,145	0,144	0,143	0,325	0,324	0,322
1,55	0,054	0,054	0,054	0,130	0,130	0,129	0,313	0,312	0,311
1,60	0,046	0,046	0,046	0,118	0,118	0,117	0,302	0,301	0,300
1,65	0,040	0,040	0,039	0,108	0,108	0,108	0,295	0,294	0,293
1,70	0,035	0,035	0,035	0,101	0,101	0,100	0,292	0,291	0,290
1,75	0,031	0,031	0,031	0,096	0,096	0,095	0,294	0,293	0,292
1,80	0,028	0,028	0,028	0,092	0,092	0,091	0,298	0,297	0,296
1,85	0,026	0,026	0,026	0,088	0,088	0,088	0,302	0,301	0,301
1,90	0,023	0,023	0,023	0,085	0,085	0,084	0,306	0,305	0,305
1,95	0,021	0,021	0,021	0,081	0,081	0,081	0,309	0,308	0,307
2,00	0,019	0,019	0,019	0,078	0,077	0,077	0,310	0,310	0,309

Passenger Deck 1 B

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = 0
 g = 9,81 m/sec²
 X = -4,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
0,60	0,015	0,012	0,010	0,005	0,004	0,004	0,002	0,002	0,001
0,65	0,045	0,040	0,034	0,019	0,017	0,014	0,008	0,007	0,006
0,70	0,095	0,086	0,077	0,046	0,042	0,038	0,023	0,021	0,018
0,75	0,151	0,140	0,129	0,085	0,078	0,072	0,048	0,044	0,041
0,80	0,198	0,187	0,175	0,127	0,120	0,112	0,081	0,077	0,072
0,85	0,228	0,217	0,207	0,164	0,157	0,149	0,119	0,113	0,108

0,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
0,60	0,018	0,015	0,013	0,007	0,006	0,005	0,002	0,002	0,002
0,65	0,055	0,048	0,042	0,023	0,020	0,018	0,010	0,009	0,007
0,70	0,112	0,101	0,091	0,055	0,049	0,044	0,027	0,024	0,022
0,75	0,173	0,161	0,148	0,098	0,090	0,083	0,055	0,051	0,047
0,80	0,224	0,211	0,198	0,143	0,135	0,127	0,092	0,086	0,081
0,85	0,254	0,242	0,231	0,183	0,175	0,167	0,133	0,126	0,120
0,90	0,261	0,252	0,242	0,212	0,204	0,196	0,171	0,165	0,159
0,95	0,251	0,243	0,236	0,226	0,220	0,213	0,204	0,198	0,192
1,00	0,229	0,223	0,217	0,229	0,223	0,217	0,229	0,223	0,217
1,05	0,201	0,197	0,193	0,222	0,217	0,213	0,244	0,239	0,234
1,10	0,172	0,170	0,167	0,209	0,205	0,202	0,252	0,248	0,244
1,15	0,146	0,144	0,141	0,193	0,190	0,187	0,255	0,251	0,247
1,20	0,122	0,121	0,119	0,176	0,174	0,171	0,253	0,250	0,247
1,25	0,102	0,101	0,100	0,159	0,158	0,156	0,249	0,246	0,244
1,30	0,085	0,085	0,084	0,144	0,143	0,142	0,244	0,242	0,240
1,35	0,072	0,071	0,071	0,131	0,130	0,129	0,238	0,237	0,235
1,40	0,060	0,060	0,060	0,119	0,118	0,117	0,232	0,231	0,229
1,45	0,051	0,051	0,050	0,107	0,107	0,106	0,226	0,224	0,223
1,50	0,043	0,043	0,043	0,097	0,097	0,096	0,218	0,217	0,216
1,55	0,037	0,037	0,036	0,088	0,088	0,087	0,212	0,211	0,210
1,60	0,032	0,032	0,032	0,082	0,081	0,081	0,209	0,208	0,208
1,65	0,029	0,029	0,029	0,078	0,078	0,078	0,213	0,212	0,212
1,70	0,027	0,027	0,027	0,077	0,077	0,077	0,224	0,223	0,222
1,75	0,025	0,025	0,025	0,078	0,078	0,077	0,239	0,238	0,237
1,80	0,024	0,024	0,024	0,078	0,078	0,078	0,254	0,253	0,253
1,85	0,023	0,023	0,023	0,078	0,078	0,078	0,268	0,267	0,267
1,90	0,021	0,021	0,021	0,077	0,077	0,077	0,279	0,278	0,278
1,95	0,020	0,020	0,020	0,076	0,075	0,075	0,287	0,287	0,286
2,00	0,018	0,018	0,018	0,073	0,073	0,073	0,293	0,293	0,293

Passenger Deck 1 D

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = 0
 g = 9,81 m/sec²
 X = 11,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,008	0,006	0,005	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000
0,60	0,042	0,035	0,029	0,015	0,013	0,010	0,005	0,005	0,004
0,65	0,115	0,101	0,087	0,049	0,043	0,037	0,021	0,018	0,016
0,70	0,214	0,193	0,174	0,105	0,095	0,085	0,051	0,046	0,042
0,75	0,310	0,287	0,264	0,174	0,161	0,149	0,098	0,091	0,084
0,80	0,378	0,357	0,335	0,242	0,228	0,214	0,155	0,146	0,137
0,85	0,411	0,393	0,374	0,297	0,284	0,270	0,215	0,205	0,195
0,90	0,412	0,397	0,381	0,334	0,321	0,309	0,270	0,260	0,250
0,95	0,388	0,377	0,365	0,350	0,340	0,330	0,316	0,307	0,297
1,00	0,351	0,342	0,334	0,351	0,342	0,334	0,351	0,342	0,334
1,05	0,308	0,301	0,295	0,339	0,332	0,325	0,374	0,366	0,359
1,10	0,264	0,260	0,255	0,320	0,314	0,309	0,387	0,380	0,374
1,15	0,224	0,221	0,218	0,296	0,292	0,288	0,392	0,386	0,380
1,20	0,188	0,186	0,184	0,271	0,268	0,265	0,391	0,386	0,381
1,25	0,158	0,157	0,155	0,248	0,245	0,242	0,387	0,383	0,379
1,30	0,133	0,132	0,131	0,225	0,224	0,222	0,381	0,378	0,374
1,35	0,113	0,112	0,111	0,205	0,204	0,202	0,374	0,372	0,369
1,40	0,096	0,095	0,094	0,187	0,186	0,185	0,367	0,365	0,362
1,45	0,081	0,080	0,080	0,170	0,169	0,168	0,358	0,356	0,354
1,50	0,068	0,068	0,068	0,154	0,153	0,153	0,347	0,345	0,343
1,55	0,058	0,058	0,057	0,139	0,138	0,138	0,334	0,332	0,331

1,60	0,049	0,049	0,049	0,125	0,125	0,124	0,321	0,320	0,318
1,65	0,042	0,042	0,042	0,114	0,114	0,113	0,311	0,310	0,309
1,70	0,037	0,037	0,036	0,106	0,105	0,105	0,306	0,305	0,304
1,75	0,032	0,032	0,032	0,100	0,099	0,099	0,305	0,304	0,303
1,80	0,029	0,029	0,029	0,095	0,094	0,094	0,306	0,306	0,305
1,85	0,026	0,026	0,026	0,090	0,090	0,090	0,309	0,308	0,307
1,90	0,024	0,024	0,024	0,086	0,086	0,086	0,311	0,311	0,310
1,95	0,022	0,022	0,022	0,082	0,082	0,082	0,313	0,312	0,312
2,00	0,020	0,020	0,020	0,078	0,078	0,078	0,314	0,313	0,313

Passenger Deck 2 E

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = 0
 g = 9,81 m/sec²
 X = -7,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
0,60	0,026	0,022	0,018	0,010	0,008	0,006	0,003	0,003	0,002
0,65	0,075	0,066	0,057	0,032	0,028	0,024	0,013	0,012	0,010
0,70	0,146	0,132	0,118	0,071	0,065	0,058	0,035	0,032	0,028
0,75	0,219	0,203	0,187	0,123	0,114	0,105	0,069	0,064	0,059
0,80	0,275	0,260	0,244	0,176	0,166	0,156	0,113	0,106	0,100
0,85	0,306	0,292	0,278	0,221	0,211	0,201	0,160	0,153	0,145
0,90	0,311	0,300	0,289	0,252	0,243	0,234	0,204	0,197	0,189
0,95	0,297	0,288	0,279	0,268	0,260	0,252	0,242	0,234	0,227
1,00	0,269	0,263	0,256	0,269	0,263	0,256	0,269	0,263	0,256

0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,60	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
0,65	0,015	0,013	0,012	0,006	0,006	0,005	0,003	0,002	0,002
0,70	0,043	0,039	0,035	0,021	0,019	0,017	0,010	0,009	0,008
0,75	0,083	0,077	0,071	0,046	0,043	0,040	0,026	0,024	0,022
0,80	0,121	0,114	0,107	0,078	0,073	0,069	0,050	0,047	0,044
0,85	0,149	0,142	0,135	0,107	0,103	0,098	0,078	0,074	0,071
0,90	0,161	0,155	0,149	0,130	0,126	0,121	0,106	0,102	0,098
0,95	0,159	0,154	0,150	0,144	0,139	0,135	0,130	0,126	0,122
1,00	0,147	0,144	0,140	0,147	0,144	0,140	0,147	0,144	0,140
1,05	0,130	0,127	0,125	0,143	0,140	0,137	0,158	0,155	0,152
1,10	0,111	0,109	0,107	0,135	0,132	0,130	0,163	0,160	0,157
1,15	0,093	0,092	0,091	0,123	0,122	0,120	0,163	0,161	0,159
1,20	0,078	0,077	0,076	0,112	0,110	0,109	0,161	0,159	0,157
1,25	0,064	0,064	0,063	0,100	0,099	0,098	0,157	0,155	0,154
1,30	0,053	0,053	0,052	0,090	0,089	0,089	0,152	0,151	0,150
1,35	0,044	0,044	0,044	0,081	0,080	0,080	0,148	0,147	0,145
1,40	0,037	0,037	0,037	0,073	0,072	0,072	0,143	0,142	0,141
1,45	0,031	0,031	0,031	0,065	0,065	0,065	0,137	0,137	0,136
1,50	0,026	0,026	0,026	0,059	0,059	0,058	0,133	0,132	0,131
1,55	0,023	0,023	0,022	0,054	0,054	0,054	0,130	0,130	0,129
1,60	0,021	0,020	0,020	0,053	0,052	0,052	0,135	0,134	0,134
1,65	0,020	0,020	0,020	0,054	0,054	0,054	0,148	0,147	0,147
1,70	0,020	0,020	0,020	0,059	0,058	0,058	0,169	0,169	0,168
1,75	0,021	0,021	0,021	0,063	0,063	0,063	0,194	0,194	0,193
1,80	0,021	0,021	0,021	0,068	0,067	0,067	0,219	0,219	0,218
1,85	0,021	0,020	0,020	0,070	0,070	0,070	0,240	0,240	0,239
1,90	0,020	0,020	0,020	0,071	0,071	0,071	0,257	0,257	0,256
1,95	0,019	0,019	0,019	0,071	0,071	0,071	0,270	0,270	0,270
2,00	0,018	0,017	0,017	0,070	0,070	0,070	0,280	0,280	0,279

Passenger Deck 2 G

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = 0
 g = 9,81 m/sec²
 X = 8,00 m

$\omega \varepsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \varphi(w_e)$	$w_e^2 S \varphi(w_e)$	$w_e^2 S \varphi(w_e)$	$w_e^2 S \varphi(w_e)$	$w_e^2 S \varphi(w_e)$	$w_e^2 S \varphi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,006	0,004	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
0,60	0,030	0,025	0,021	0,011	0,009	0,007	0,004	0,003	0,003
0,65	0,085	0,075	0,064	0,036	0,031	0,027	0,015	0,013	0,012
0,70	0,163	0,147	0,132	0,080	0,072	0,065	0,039	0,035	0,032
0,75	0,241	0,224	0,206	0,136	0,126	0,116	0,076	0,071	0,065
0,80	0,301	0,284	0,266	0,193	0,182	0,171	0,123	0,116	0,109
0,85	0,333	0,317	0,302	0,240	0,229	0,218	0,174	0,166	0,158
0,90	0,337	0,324	0,312	0,273	0,263	0,253	0,221	0,213	0,205
0,95	0,320	0,310	0,300	0,288	0,280	0,271	0,260	0,253	0,245
1,00	0,290	0,283	0,276	0,290	0,283	0,276	0,290	0,283	0,276
1,05	0,254	0,249	0,244	0,280	0,275	0,269	0,309	0,303	0,297
1,10	0,218	0,215	0,211	0,264	0,260	0,255	0,320	0,314	0,309
1,15	0,185	0,182	0,179	0,244	0,241	0,237	0,323	0,319	0,314
1,20	0,155	0,153	0,151	0,223	0,221	0,218	0,322	0,318	0,314
1,25	0,130	0,129	0,128	0,203	0,201	0,199	0,318	0,315	0,311
1,30	0,109	0,108	0,107	0,185	0,183	0,182	0,312	0,310	0,307
1,35	0,092	0,092	0,091	0,168	0,167	0,166	0,306	0,304	0,302
1,40	0,078	0,078	0,077	0,153	0,152	0,151	0,300	0,298	0,296

1,45	0,066	0,066	0,065	0,139	0,138	0,137	0,292	0,290	0,288
1,50	0,056	0,056	0,055	0,126	0,125	0,124	0,282	0,281	0,280
1,55	0,047	0,047	0,047	0,114	0,113	0,113	0,273	0,272	0,270
1,60	0,040	0,040	0,040	0,104	0,103	0,103	0,265	0,264	0,263
1,65	0,035	0,035	0,035	0,096	0,096	0,096	0,262	0,261	0,260
1,70	0,032	0,032	0,032	0,092	0,091	0,091	0,265	0,264	0,263
1,75	0,029	0,029	0,029	0,089	0,088	0,088	0,272	0,271	0,270
1,80	0,027	0,027	0,027	0,086	0,086	0,086	0,280	0,279	0,279
1,85	0,025	0,025	0,025	0,084	0,084	0,084	0,288	0,288	0,287
1,90	0,023	0,023	0,023	0,082	0,082	0,081	0,295	0,294	0,294
1,95	0,021	0,021	0,021	0,079	0,079	0,079	0,300	0,300	0,299
2,00	0,019	0,019	0,019	0,076	0,076	0,076	0,303	0,303	0,303

Navigation Deck H

V	=	6,173	m/s
Sudut	=	180	Derajat
Cos(Sudut)	=	0	
g	=	9,81	m/sec ²
X	=	2,00	m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,60	0,007	0,005	0,004	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
0,65	0,025	0,022	0,019	0,011	0,009	0,008	0,005	0,004	0,003
0,70	0,061	0,055	0,049	0,030	0,027	0,024	0,015	0,013	0,012
0,75	0,105	0,098	0,090	0,059	0,055	0,051	0,033	0,031	0,028
0,80	0,147	0,138	0,130	0,094	0,089	0,083	0,060	0,057	0,053
0,85	0,175	0,167	0,159	0,126	0,121	0,115	0,091	0,087	0,083

0,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,55	0,009	0,007	0,005	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,000
0,60	0,046	0,038	0,031	0,017	0,014	0,011	0,006	0,005	0,004
0,65	0,125	0,109	0,095	0,053	0,046	0,040	0,022	0,020	0,017
0,70	0,231	0,209	0,188	0,113	0,102	0,092	0,055	0,050	0,045
0,75	0,332	0,308	0,283	0,187	0,173	0,159	0,105	0,097	0,090
0,80	0,404	0,381	0,357	0,259	0,244	0,229	0,166	0,156	0,146
0,85	0,438	0,418	0,398	0,316	0,302	0,287	0,228	0,218	0,208
0,90	0,437	0,421	0,405	0,354	0,341	0,328	0,287	0,276	0,266
0,95	0,411	0,399	0,387	0,371	0,360	0,349	0,335	0,325	0,315
1,00	0,371	0,362	0,353	0,371	0,362	0,353	0,371	0,362	0,353
1,05	0,325	0,319	0,312	0,359	0,352	0,344	0,395	0,388	0,379
1,10	0,279	0,275	0,270	0,338	0,333	0,327	0,409	0,402	0,395
1,15	0,237	0,234	0,230	0,313	0,309	0,304	0,414	0,409	0,403
1,20	0,200	0,197	0,195	0,287	0,284	0,280	0,414	0,409	0,404
1,25	0,168	0,166	0,164	0,262	0,260	0,257	0,410	0,406	0,401
1,30	0,141	0,140	0,139	0,239	0,237	0,235	0,404	0,400	0,397
1,35	0,120	0,119	0,118	0,218	0,216	0,215	0,397	0,394	0,391
1,40	0,101	0,101	0,100	0,199	0,197	0,196	0,389	0,387	0,384
1,45	0,086	0,085	0,085	0,181	0,180	0,179	0,380	0,378	0,376
1,50	0,073	0,072	0,072	0,164	0,163	0,162	0,368	0,366	0,364
1,55	0,061	0,061	0,061	0,147	0,147	0,146	0,354	0,352	0,351
1,60	0,052	0,052	0,051	0,133	0,132	0,132	0,339	0,338	0,337
1,65	0,044	0,044	0,044	0,120	0,120	0,119	0,327	0,326	0,325
1,70	0,038	0,038	0,038	0,111	0,110	0,110	0,319	0,318	0,317
1,75	0,034	0,034	0,033	0,103	0,103	0,103	0,316	0,315	0,314
1,80	0,030	0,030	0,030	0,097	0,097	0,097	0,315	0,314	0,313
1,85	0,027	0,027	0,027	0,092	0,092	0,092	0,316	0,315	0,314
1,90	0,024	0,024	0,024	0,088	0,087	0,087	0,316	0,316	0,315
1,95	0,022	0,022	0,022	0,083	0,083	0,083	0,317	0,316	0,316
2,00	0,020	0,020	0,020	0,079	0,079	0,079	0,317	0,316	0,316

RELATIVE MOTION DENGAN $\mu= 135^\circ$

Passenger Deck 1 A

V	=	6,173	m/s
Sudut	=	180	Derajat
Cos(Sudut)	=	-1	
g	=	9,81	m/sec ²
X	=	-10,00	m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,47	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,68	0,004	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
0,76	0,019	0,016	0,013	0,011	0,009	0,008	0,006	0,005	0,004
0,84	0,053	0,046	0,040	0,037	0,033	0,028	0,026	0,023	0,020
0,92	0,094	0,085	0,076	0,079	0,071	0,064	0,067	0,060	0,054
1,00	0,124	0,115	0,106	0,124	0,115	0,106	0,124	0,115	0,106
1,08	0,137	0,129	0,121	0,161	0,152	0,142	0,189	0,179	0,168
1,17	0,135	0,129	0,122	0,185	0,176	0,168	0,254	0,242	0,230
1,26	0,124	0,120	0,115	0,197	0,190	0,183	0,314	0,302	0,290
1,35	0,111	0,108	0,104	0,203	0,197	0,191	0,370	0,359	0,348
1,44	0,098	0,096	0,093	0,205	0,200	0,195	0,428	0,418	0,407
1,54	0,087	0,086	0,084	0,207	0,203	0,199	0,492	0,483	0,472
1,64	0,079	0,077	0,076	0,211	0,208	0,204	0,568	0,558	0,549
1,74	0,070	0,069	0,068	0,212	0,209	0,206	0,639	0,631	0,621
1,84	0,060	0,059	0,058	0,203	0,200	0,198	0,687	0,679	0,670
1,95	0,049	0,049	0,048	0,187	0,185	0,183	0,706	0,699	0,692
2,05	0,040	0,039	0,039	0,167	0,166	0,164	0,704	0,698	0,692
2,16	0,031	0,031	0,031	0,147	0,146	0,145	0,686	0,681	0,676
2,27	0,025	0,024	0,024	0,127	0,126	0,126	0,657	0,653	0,649

2,39	0,020	0,020	0,020	0,112	0,112	0,111	0,640	0,636	0,633
2,50	0,017	0,017	0,017	0,106	0,105	0,105	0,663	0,660	0,656
2,62	0,014	0,014	0,014	0,097	0,097	0,096	0,666	0,663	0,660
2,74	0,012	0,012	0,012	0,089	0,089	0,089	0,669	0,667	0,664
2,86	0,010	0,010	0,010	0,081	0,081	0,081	0,667	0,665	0,662
2,99	0,008	0,008	0,008	0,075	0,075	0,075	0,669	0,667	0,665
3,11	0,007	0,007	0,007	0,067	0,066	0,066	0,645	0,644	0,642
3,24	0,006	0,006	0,006	0,061	0,061	0,061	0,641	0,640	0,638
3,37	0,005	0,005	0,005	0,055	0,055	0,055	0,627	0,625	0,624
3,51	0,004	0,004	0,004	0,051	0,050	0,050	0,622	0,621	0,620
3,64	0,004	0,004	0,004	0,047	0,047	0,046	0,618	0,617	0,616
3,78	0,003	0,003	0,003	0,043	0,043	0,043	0,621	0,620	0,619

Passenger Deck 1 B

V = 6,173 m/s
Sudut = 180 Derajat
Cos(Sudut) = -1
g = 9,81 m/sec²
X = -4,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,47	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,68	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
0,76	0,010	0,009	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003	0,002
0,84	0,030	0,026	0,023	0,021	0,018	0,016	0,015	0,013	0,011
0,92	0,053	0,048	0,043	0,045	0,040	0,036	0,038	0,034	0,030
1,00	0,068	0,063	0,058	0,068	0,063	0,058	0,068	0,063	0,058
1,08	0,071	0,067	0,063	0,084	0,079	0,074	0,099	0,093	0,087
1,17	0,066	0,063	0,060	0,090	0,086	0,082	0,124	0,118	0,113
1,26	0,056	0,054	0,052	0,090	0,086	0,083	0,143	0,137	0,132

0,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,68	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
0,76	0,012	0,010	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003
0,84	0,034	0,029	0,025	0,024	0,021	0,018	0,017	0,015	0,013
0,92	0,060	0,054	0,048	0,050	0,045	0,041	0,042	0,038	0,034
1,00	0,077	0,072	0,066	0,077	0,072	0,066	0,078	0,072	0,066
1,08	0,082	0,078	0,073	0,097	0,091	0,086	0,114	0,107	0,101
1,17	0,077	0,074	0,070	0,106	0,101	0,096	0,146	0,139	0,132
1,26	0,068	0,065	0,063	0,108	0,104	0,100	0,171	0,165	0,158
1,35	0,057	0,056	0,054	0,105	0,102	0,099	0,192	0,186	0,180
1,44	0,049	0,047	0,046	0,102	0,099	0,097	0,212	0,207	0,202
1,54	0,044	0,043	0,042	0,104	0,102	0,100	0,246	0,241	0,236
1,64	0,045	0,044	0,043	0,120	0,118	0,116	0,322	0,317	0,311
1,74	0,048	0,047	0,046	0,144	0,142	0,140	0,436	0,430	0,423
1,84	0,047	0,046	0,046	0,159	0,157	0,155	0,538	0,532	0,525
1,95	0,042	0,042	0,041	0,160	0,158	0,156	0,604	0,598	0,592
2,05	0,036	0,036	0,035	0,151	0,150	0,149	0,637	0,631	0,626
2,16	0,029	0,029	0,029	0,138	0,137	0,136	0,643	0,638	0,633
2,27	0,024	0,024	0,024	0,123	0,122	0,121	0,635	0,631	0,627
2,39	0,018	0,018	0,018	0,105	0,105	0,104	0,599	0,595	0,592
2,50	0,016	0,016	0,016	0,102	0,102	0,101	0,638	0,635	0,632
2,62	0,014	0,014	0,014	0,094	0,093	0,093	0,643	0,640	0,637
2,74	0,011	0,011	0,011	0,086	0,086	0,085	0,645	0,642	0,640
2,86	0,010	0,010	0,010	0,079	0,079	0,079	0,648	0,646	0,644
2,99	0,008	0,008	0,008	0,073	0,073	0,073	0,651	0,649	0,647
3,11	0,007	0,007	0,007	0,065	0,065	0,065	0,634	0,633	0,631
3,24	0,006	0,006	0,006	0,060	0,060	0,060	0,635	0,633	0,632
3,37	0,005	0,005	0,005	0,055	0,055	0,054	0,622	0,621	0,620
3,51	0,004	0,004	0,004	0,050	0,050	0,050	0,618	0,617	0,615
3,64	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,046	0,611	0,610	0,609
3,78	0,003	0,003	0,003	0,043	0,043	0,043	0,615	0,614	0,613

Passenger Deck 1 D

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec2
 X = 11,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,47	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,68	0,004	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
0,76	0,021	0,017	0,014	0,012	0,010	0,008	0,007	0,006	0,005
0,84	0,057	0,050	0,043	0,040	0,035	0,030	0,028	0,025	0,021
0,92	0,101	0,091	0,082	0,085	0,077	0,069	0,071	0,065	0,058
1,00	0,133	0,124	0,114	0,134	0,124	0,114	0,134	0,124	0,114
1,08	0,148	0,139	0,131	0,174	0,164	0,154	0,205	0,193	0,181
1,17	0,146	0,140	0,133	0,201	0,192	0,182	0,275	0,263	0,250
1,26	0,136	0,131	0,126	0,215	0,207	0,199	0,342	0,330	0,317
1,35	0,122	0,118	0,114	0,222	0,216	0,209	0,406	0,394	0,382
1,44	0,108	0,105	0,103	0,226	0,220	0,215	0,471	0,460	0,448
1,54	0,096	0,094	0,092	0,228	0,224	0,219	0,542	0,531	0,520
1,64	0,086	0,084	0,083	0,230	0,226	0,222	0,617	0,607	0,596
1,74	0,074	0,073	0,072	0,225	0,222	0,219	0,680	0,671	0,661
1,84	0,062	0,062	0,061	0,211	0,209	0,206	0,716	0,708	0,699
1,95	0,051	0,050	0,050	0,192	0,190	0,188	0,726	0,719	0,712
2,05	0,040	0,040	0,040	0,170	0,169	0,167	0,717	0,711	0,705
2,16	0,032	0,032	0,031	0,149	0,148	0,147	0,695	0,690	0,685
2,27	0,025	0,025	0,024	0,128	0,127	0,126	0,661	0,657	0,653
2,39	0,020	0,020	0,020	0,114	0,113	0,113	0,648	0,644	0,641
2,50	0,017	0,017	0,017	0,107	0,106	0,106	0,668	0,665	0,661
2,62	0,014	0,014	0,014	0,098	0,097	0,097	0,670	0,667	0,664

2,74	0,012	0,012	0,012	0,090	0,090	0,089	0,674	0,672	0,669
2,86	0,010	0,010	0,010	0,082	0,082	0,081	0,671	0,668	0,666
2,99	0,008	0,008	0,008	0,075	0,075	0,075	0,672	0,671	0,668
3,11	0,007	0,007	0,007	0,067	0,067	0,066	0,648	0,646	0,644
3,24	0,006	0,006	0,006	0,061	0,061	0,061	0,642	0,641	0,639
3,37	0,005	0,005	0,005	0,055	0,055	0,055	0,628	0,626	0,625
3,51	0,004	0,004	0,004	0,051	0,051	0,050	0,623	0,622	0,620
3,64	0,004	0,004	0,004	0,047	0,047	0,047	0,620	0,618	0,617
3,78	0,003	0,003	0,003	0,044	0,044	0,043	0,623	0,622	0,621

Passenger Deck 2 E

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = -7,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,47	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,68	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
0,76	0,015	0,012	0,010	0,009	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003
0,84	0,042	0,036	0,031	0,029	0,025	0,022	0,020	0,018	0,015
0,92	0,073	0,066	0,060	0,062	0,056	0,050	0,052	0,047	0,042
1,00	0,096	0,089	0,082	0,096	0,089	0,082	0,096	0,089	0,082
1,08	0,104	0,098	0,092	0,123	0,115	0,108	0,144	0,136	0,128
1,17	0,100	0,096	0,091	0,138	0,131	0,125	0,189	0,180	0,172
1,26	0,090	0,087	0,084	0,144	0,138	0,133	0,228	0,220	0,211
1,35	0,079	0,077	0,074	0,144	0,140	0,135	0,263	0,255	0,247
1,44	0,068	0,067	0,065	0,143	0,139	0,136	0,298	0,291	0,284
1,54	0,061	0,060	0,059	0,145	0,142	0,139	0,345	0,338	0,331

0,76	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001
0,84	0,018	0,016	0,014	0,013	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007
0,92	0,032	0,029	0,026	0,027	0,025	0,022	0,023	0,021	0,019
1,00	0,040	0,037	0,034	0,040	0,037	0,034	0,040	0,037	0,034
1,08	0,039	0,036	0,034	0,045	0,043	0,040	0,054	0,050	0,047
1,17	0,031	0,030	0,029	0,043	0,041	0,039	0,059	0,057	0,054
1,26	0,023	0,022	0,021	0,036	0,035	0,033	0,057	0,055	0,053
1,35	0,015	0,014	0,014	0,027	0,026	0,025	0,049	0,047	0,046
1,44	0,009	0,009	0,009	0,019	0,018	0,018	0,039	0,038	0,037
1,54	0,009	0,009	0,008	0,021	0,020	0,020	0,049	0,048	0,047
1,64	0,017	0,017	0,017	0,047	0,046	0,045	0,125	0,123	0,121
1,74	0,030	0,029	0,029	0,090	0,089	0,088	0,273	0,269	0,265
1,84	0,037	0,036	0,036	0,124	0,122	0,121	0,420	0,415	0,410
1,95	0,037	0,036	0,036	0,138	0,137	0,135	0,523	0,518	0,512
2,05	0,033	0,033	0,032	0,138	0,137	0,136	0,583	0,578	0,573
2,16	0,028	0,028	0,027	0,130	0,129	0,128	0,608	0,604	0,599
2,27	0,023	0,023	0,023	0,120	0,119	0,118	0,617	0,613	0,609
2,39	0,017	0,017	0,017	0,099	0,099	0,098	0,566	0,562	0,559
2,50	0,016	0,016	0,016	0,099	0,098	0,098	0,618	0,615	0,612
2,62	0,013	0,013	0,013	0,091	0,091	0,090	0,624	0,622	0,619
2,74	0,011	0,011	0,011	0,083	0,083	0,083	0,625	0,623	0,620
2,86	0,009	0,009	0,009	0,077	0,077	0,077	0,634	0,632	0,629
2,99	0,008	0,008	0,008	0,071	0,071	0,071	0,637	0,635	0,633
3,11	0,007	0,007	0,007	0,065	0,064	0,064	0,626	0,624	0,622
3,24	0,006	0,006	0,006	0,060	0,060	0,060	0,630	0,629	0,627
3,37	0,005	0,005	0,005	0,054	0,054	0,054	0,619	0,618	0,616
3,51	0,004	0,004	0,004	0,050	0,050	0,050	0,614	0,613	0,612
3,64	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,045	0,605	0,604	0,603
3,78	0,003	0,003	0,003	0,043	0,043	0,043	0,610	0,609	0,608

Passenger Deck 2 G

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = 8,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,47	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,68	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
0,76	0,016	0,014	0,011	0,009	0,008	0,006	0,005	0,005	0,004
0,84	0,045	0,040	0,034	0,032	0,028	0,024	0,022	0,020	0,017
0,92	0,080	0,072	0,065	0,068	0,061	0,055	0,057	0,051	0,046
1,00	0,105	0,098	0,090	0,105	0,098	0,090	0,106	0,098	0,090
1,08	0,115	0,108	0,102	0,135	0,128	0,120	0,159	0,150	0,141
1,17	0,112	0,107	0,102	0,153	0,146	0,139	0,211	0,201	0,191
1,26	0,102	0,098	0,094	0,161	0,156	0,150	0,257	0,247	0,238
1,35	0,090	0,087	0,084	0,164	0,159	0,154	0,299	0,290	0,281
1,44	0,078	0,076	0,075	0,164	0,160	0,156	0,342	0,333	0,325
1,54	0,070	0,069	0,067	0,166	0,163	0,159	0,394	0,386	0,378
1,64	0,065	0,064	0,063	0,175	0,172	0,169	0,469	0,462	0,454
1,74	0,061	0,060	0,059	0,185	0,182	0,179	0,558	0,550	0,542
1,84	0,055	0,054	0,053	0,185	0,183	0,181	0,627	0,620	0,612
1,95	0,046	0,046	0,046	0,176	0,174	0,172	0,665	0,659	0,652
2,05	0,038	0,038	0,038	0,161	0,159	0,158	0,677	0,671	0,665
2,16	0,031	0,030	0,030	0,143	0,142	0,141	0,669	0,664	0,659
2,27	0,024	0,024	0,024	0,126	0,125	0,124	0,648	0,644	0,640
2,39	0,019	0,019	0,019	0,110	0,109	0,108	0,623	0,620	0,616
2,50	0,017	0,017	0,017	0,104	0,104	0,103	0,653	0,650	0,647
2,62	0,014	0,014	0,014	0,096	0,095	0,095	0,656	0,654	0,651

2,74	0,012	0,012	0,012	0,088	0,088	0,087	0,659	0,657	0,654
2,86	0,010	0,010	0,010	0,081	0,080	0,080	0,659	0,657	0,655
2,99	0,008	0,008	0,008	0,074	0,074	0,074	0,662	0,660	0,658
3,11	0,007	0,007	0,007	0,066	0,066	0,066	0,641	0,639	0,638
3,24	0,006	0,006	0,006	0,061	0,061	0,060	0,639	0,637	0,636
3,37	0,005	0,005	0,005	0,055	0,055	0,055	0,625	0,624	0,622
3,51	0,004	0,004	0,004	0,050	0,050	0,050	0,620	0,619	0,618
3,64	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,046	0,615	0,614	0,613
3,78	0,003	0,003	0,003	0,043	0,043	0,043	0,619	0,618	0,617

Navigation Deck H

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = 2,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,47	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,68	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,76	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
0,84	0,022	0,019	0,017	0,015	0,014	0,012	0,011	0,009	0,008
0,92	0,039	0,035	0,032	0,033	0,030	0,027	0,028	0,025	0,023
1,00	0,049	0,046	0,042	0,049	0,046	0,042	0,049	0,046	0,042
1,08	0,050	0,047	0,044	0,058	0,055	0,052	0,069	0,065	0,061
1,17	0,043	0,041	0,039	0,059	0,056	0,054	0,081	0,077	0,073
1,26	0,034	0,033	0,031	0,054	0,052	0,050	0,086	0,082	0,079
1,35	0,025	0,025	0,024	0,046	0,045	0,043	0,084	0,082	0,079
1,44	0,019	0,018	0,018	0,039	0,039	0,038	0,082	0,080	0,078
1,54	0,018	0,017	0,017	0,042	0,041	0,040	0,099	0,097	0,095

1,64	0,024	0,024	0,023	0,065	0,064	0,063	0,174	0,172	0,169
1,74	0,034	0,034	0,033	0,104	0,102	0,101	0,313	0,309	0,304
1,84	0,039	0,039	0,038	0,133	0,131	0,129	0,449	0,444	0,439
1,95	0,038	0,038	0,037	0,144	0,142	0,141	0,543	0,538	0,532
2,05	0,034	0,033	0,033	0,142	0,140	0,139	0,596	0,591	0,586
2,16	0,028	0,028	0,028	0,132	0,131	0,130	0,617	0,612	0,608
2,27	0,023	0,023	0,023	0,120	0,120	0,119	0,621	0,618	0,613
2,39	0,018	0,018	0,018	0,101	0,100	0,100	0,574	0,571	0,567
2,50	0,016	0,016	0,016	0,100	0,099	0,099	0,623	0,620	0,617
2,62	0,013	0,013	0,013	0,092	0,091	0,091	0,629	0,626	0,624
2,74	0,011	0,011	0,011	0,084	0,084	0,083	0,630	0,628	0,625
2,86	0,010	0,009	0,009	0,078	0,078	0,077	0,637	0,635	0,633
2,99	0,008	0,008	0,008	0,072	0,072	0,071	0,641	0,639	0,637
3,11	0,007	0,007	0,007	0,065	0,065	0,064	0,628	0,626	0,624
3,24	0,006	0,006	0,006	0,060	0,060	0,060	0,631	0,630	0,628
3,37	0,005	0,005	0,005	0,054	0,054	0,054	0,620	0,618	0,617
3,51	0,004	0,004	0,004	0,050	0,050	0,050	0,615	0,614	0,613
3,64	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,046	0,606	0,605	0,604
3,78	0,003	0,003	0,003	0,043	0,043	0,043	0,611	0,610	0,609

Navigation Deck I

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = 12,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,47	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,68	0,004	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

0,76	0,022	0,019	0,015	0,013	0,011	0,009	0,007	0,006	0,005
0,84	0,061	0,053	0,046	0,043	0,037	0,032	0,030	0,026	0,023
0,92	0,107	0,097	0,087	0,091	0,082	0,073	0,076	0,069	0,062
1,00	0,143	0,132	0,122	0,143	0,132	0,122	0,143	0,132	0,122
1,08	0,159	0,150	0,140	0,187	0,176	0,165	0,220	0,207	0,194
1,17	0,158	0,151	0,143	0,216	0,207	0,197	0,297	0,283	0,270
1,26	0,147	0,141	0,136	0,233	0,225	0,216	0,371	0,357	0,343
1,35	0,132	0,129	0,125	0,242	0,235	0,227	0,442	0,429	0,415
1,44	0,118	0,115	0,112	0,246	0,240	0,234	0,514	0,502	0,489
1,54	0,105	0,103	0,101	0,249	0,244	0,239	0,591	0,579	0,567
1,64	0,092	0,091	0,089	0,248	0,244	0,240	0,666	0,655	0,644
1,74	0,079	0,078	0,077	0,239	0,235	0,232	0,721	0,711	0,701
1,84	0,065	0,064	0,063	0,220	0,218	0,215	0,746	0,737	0,728
1,95	0,052	0,052	0,051	0,197	0,195	0,193	0,747	0,739	0,732
2,05	0,041	0,041	0,041	0,174	0,172	0,171	0,731	0,725	0,718
2,16	0,032	0,032	0,032	0,151	0,150	0,148	0,704	0,699	0,693
2,27	0,025	0,025	0,025	0,129	0,128	0,127	0,666	0,662	0,657
2,39	0,020	0,020	0,020	0,115	0,115	0,114	0,656	0,653	0,649
2,50	0,017	0,017	0,017	0,108	0,107	0,107	0,673	0,670	0,666
2,62	0,014	0,014	0,014	0,098	0,098	0,098	0,675	0,672	0,669
2,74	0,012	0,012	0,012	0,091	0,090	0,090	0,679	0,676	0,674
2,86	0,010	0,010	0,010	0,082	0,082	0,082	0,674	0,672	0,670
2,99	0,009	0,008	0,008	0,076	0,076	0,075	0,676	0,674	0,672
3,11	0,007	0,007	0,007	0,067	0,067	0,067	0,650	0,648	0,646
3,24	0,006	0,006	0,006	0,061	0,061	0,061	0,644	0,642	0,641
3,37	0,005	0,005	0,005	0,055	0,055	0,055	0,628	0,627	0,626
3,51	0,004	0,004	0,004	0,051	0,051	0,051	0,624	0,623	0,621
3,64	0,004	0,004	0,004	0,047	0,047	0,047	0,621	0,620	0,619
3,78	0,003	0,003	0,003	0,044	0,044	0,044	0,624	0,623	0,622

RELATIVE MOTION DENGAN $\mu= 180^0$

Passenger Deck 1 A

V	=	6,173	m/s
Sudut	=	180	Derajat
Cos(Sudut)	=	-1	
g	=	9,81	m/sec ²
X	=	-10,00	m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,74	0,004	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,83	0,019	0,015	0,013	0,013	0,011	0,009	0,009	0,007	0,006
0,92	0,048	0,042	0,036	0,040	0,035	0,031	0,034	0,030	0,026
1,01	0,080	0,072	0,065	0,082	0,074	0,066	0,083	0,075	0,067
1,10	0,101	0,094	0,087	0,124	0,115	0,106	0,151	0,140	0,129
1,20	0,099	0,093	0,087	0,143	0,134	0,126	0,206	0,194	0,183
1,30	0,081	0,078	0,074	0,138	0,132	0,126	0,236	0,225	0,214
1,41	0,076	0,073	0,070	0,151	0,145	0,139	0,299	0,288	0,277
1,52	0,078	0,075	0,073	0,179	0,174	0,168	0,412	0,400	0,387
1,63	0,087	0,084	0,082	0,230	0,224	0,218	0,610	0,595	0,580
1,74	0,078	0,076	0,075	0,237	0,232	0,227	0,720	0,705	0,690
1,86	0,065	0,064	0,063	0,226	0,223	0,219	0,785	0,772	0,758
1,98	0,052	0,051	0,051	0,205	0,202	0,199	0,804	0,793	0,781
2,11	0,040	0,039	0,039	0,176	0,173	0,171	0,779	0,769	0,760
2,23	0,030	0,029	0,029	0,148	0,146	0,145	0,737	0,730	0,722
2,36	0,024	0,024	0,024	0,135	0,134	0,133	0,753	0,747	0,740
2,50	0,020	0,020	0,020	0,124	0,123	0,122	0,773	0,768	0,762
2,63	0,017	0,017	0,016	0,116	0,115	0,114	0,801	0,796	0,791

2,77	0,014	0,014	0,014	0,106	0,105	0,105	0,815	0,810	0,805
2,92	0,011	0,011	0,011	0,096	0,095	0,095	0,815	0,811	0,807
3,06	0,009	0,009	0,009	0,086	0,086	0,085	0,807	0,804	0,800
3,21	0,008	0,007	0,007	0,077	0,077	0,077	0,799	0,796	0,793
3,36	0,006	0,006	0,006	0,069	0,069	0,069	0,786	0,783	0,780
3,52	0,005	0,005	0,005	0,064	0,064	0,063	0,790	0,787	0,785
3,68	0,004	0,004	0,004	0,059	0,059	0,059	0,796	0,794	0,792
3,84	0,004	0,004	0,004	0,054	0,054	0,054	0,802	0,800	0,798
4,00	0,003	0,003	0,003	0,050	0,050	0,050	0,806	0,805	0,803
4,17	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,046	0,802	0,800	0,799
4,34	0,002	0,002	0,002	0,042	0,042	0,042	0,795	0,794	0,793
4,52	0,002	0,002	0,002	0,038	0,038	0,038	0,784	0,783	0,781

Passenger Deck 1 B

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = -4,00 m

ωe	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,74	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
0,83	0,010	0,009	0,007	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004	0,003
0,92	0,026	0,023	0,020	0,022	0,019	0,017	0,019	0,016	0,014
1,01	0,042	0,038	0,034	0,043	0,039	0,035	0,044	0,039	0,035
1,10	0,050	0,046	0,043	0,061	0,056	0,052	0,074	0,069	0,063
1,20	0,040	0,037	0,035	0,058	0,054	0,051	0,083	0,078	0,074
1,30	0,020	0,020	0,019	0,035	0,033	0,032	0,059	0,057	0,054
1,41	0,016	0,016	0,015	0,032	0,031	0,030	0,064	0,062	0,060

0,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,74	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
0,83	0,012	0,010	0,008	0,008	0,007	0,005	0,005	0,005	0,004
0,92	0,030	0,026	0,023	0,025	0,022	0,019	0,021	0,018	0,016
1,01	0,048	0,044	0,039	0,049	0,045	0,040	0,050	0,045	0,041
1,10	0,059	0,054	0,050	0,071	0,066	0,061	0,087	0,081	0,074
1,20	0,050	0,047	0,044	0,072	0,068	0,063	0,104	0,098	0,092
1,30	0,031	0,029	0,028	0,052	0,050	0,047	0,089	0,085	0,081
1,41	0,026	0,025	0,024	0,052	0,050	0,048	0,104	0,100	0,096
1,52	0,032	0,031	0,030	0,074	0,072	0,069	0,170	0,165	0,160
1,63	0,050	0,049	0,048	0,133	0,130	0,127	0,354	0,346	0,337
1,74	0,055	0,054	0,053	0,168	0,165	0,161	0,511	0,500	0,490
1,86	0,054	0,053	0,052	0,186	0,183	0,180	0,644	0,633	0,622
1,98	0,047	0,046	0,045	0,183	0,181	0,178	0,719	0,709	0,699
2,11	0,037	0,037	0,036	0,165	0,163	0,161	0,734	0,725	0,716
2,23	0,029	0,029	0,028	0,144	0,142	0,141	0,718	0,710	0,703
2,36	0,023	0,023	0,023	0,131	0,129	0,128	0,729	0,723	0,716
2,50	0,019	0,019	0,019	0,120	0,119	0,118	0,749	0,744	0,738
2,63	0,016	0,016	0,016	0,111	0,111	0,110	0,772	0,767	0,762
2,77	0,013	0,013	0,013	0,103	0,102	0,101	0,788	0,784	0,779
2,92	0,011	0,011	0,011	0,094	0,093	0,093	0,795	0,791	0,787
3,06	0,009	0,009	0,009	0,085	0,084	0,084	0,794	0,790	0,787
3,21	0,007	0,007	0,007	0,076	0,076	0,076	0,789	0,786	0,783
3,36	0,006	0,006	0,006	0,069	0,069	0,069	0,780	0,778	0,775
3,52	0,005	0,005	0,005	0,063	0,063	0,063	0,782	0,780	0,777
3,68	0,004	0,004	0,004	0,058	0,058	0,058	0,787	0,785	0,783
3,84	0,004	0,004	0,004	0,054	0,054	0,053	0,791	0,789	0,788
4,00	0,003	0,003	0,003	0,050	0,050	0,049	0,796	0,794	0,793
4,17	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,046	0,795	0,794	0,792
4,34	0,002	0,002	0,002	0,042	0,042	0,042	0,790	0,789	0,787
4,52	0,002	0,002	0,002	0,038	0,038	0,038	0,782	0,781	0,780

Passenger Deck 1 D

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = 11,00 m

ωε	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,74	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
0,83	0,020	0,017	0,014	0,014	0,011	0,009	0,009	0,008	0,006
0,92	0,052	0,045	0,039	0,044	0,038	0,033	0,036	0,032	0,028
1,01	0,087	0,078	0,070	0,088	0,079	0,071	0,089	0,081	0,073
1,10	0,110	0,102	0,094	0,134	0,124	0,114	0,163	0,151	0,139
1,20	0,108	0,102	0,096	0,157	0,148	0,139	0,227	0,214	0,201
1,30	0,092	0,087	0,083	0,156	0,149	0,141	0,265	0,253	0,241
1,41	0,086	0,083	0,079	0,170	0,164	0,158	0,338	0,326	0,313
1,52	0,087	0,084	0,082	0,200	0,194	0,188	0,460	0,447	0,433
1,63	0,094	0,092	0,089	0,249	0,243	0,237	0,661	0,645	0,629
1,74	0,082	0,081	0,079	0,250	0,245	0,240	0,761	0,746	0,731
1,86	0,068	0,067	0,065	0,235	0,231	0,227	0,813	0,799	0,785
1,98	0,053	0,052	0,052	0,209	0,206	0,203	0,821	0,810	0,798
2,11	0,040	0,040	0,039	0,178	0,175	0,173	0,788	0,778	0,769
2,23	0,030	0,030	0,029	0,149	0,147	0,146	0,741	0,734	0,726
2,36	0,024	0,024	0,024	0,136	0,135	0,133	0,758	0,752	0,745
2,50	0,020	0,020	0,020	0,125	0,124	0,123	0,778	0,773	0,767
2,63	0,017	0,017	0,017	0,116	0,116	0,115	0,807	0,802	0,797
2,77	0,014	0,014	0,014	0,107	0,106	0,105	0,820	0,815	0,811
2,92	0,011	0,011	0,011	0,096	0,096	0,095	0,819	0,816	0,811
3,06	0,009	0,009	0,009	0,086	0,086	0,086	0,810	0,806	0,803

3,21	0,008	0,008	0,007	0,078	0,077	0,077	0,801	0,798	0,795
3,36	0,006	0,006	0,006	0,070	0,069	0,069	0,787	0,784	0,781
3,52	0,005	0,005	0,005	0,064	0,064	0,064	0,791	0,789	0,786
3,68	0,004	0,004	0,004	0,059	0,059	0,059	0,798	0,796	0,794
3,84	0,004	0,004	0,004	0,055	0,054	0,054	0,804	0,802	0,800
4,00	0,003	0,003	0,003	0,050	0,050	0,050	0,808	0,807	0,805
4,17	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,046	0,803	0,802	0,800
4,34	0,002	0,002	0,002	0,042	0,042	0,042	0,796	0,795	0,794
4,52	0,002	0,002	0,002	0,038	0,038	0,038	0,784	0,783	0,782

Passenger Deck 2 E

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = -7,00 m

ωε	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,74	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
0,83	0,014	0,012	0,010	0,010	0,008	0,007	0,007	0,006	0,005
0,92	0,037	0,033	0,028	0,031	0,027	0,024	0,026	0,023	0,020
1,01	0,061	0,055	0,050	0,062	0,056	0,050	0,063	0,057	0,051
1,10	0,076	0,070	0,065	0,092	0,085	0,079	0,113	0,104	0,096
1,20	0,069	0,065	0,061	0,100	0,094	0,089	0,145	0,136	0,128
1,30	0,051	0,049	0,046	0,087	0,083	0,079	0,148	0,141	0,134
1,41	0,046	0,044	0,043	0,091	0,088	0,085	0,182	0,175	0,168
1,52	0,050	0,049	0,047	0,116	0,112	0,109	0,267	0,259	0,251
1,63	0,065	0,063	0,062	0,172	0,168	0,164	0,456	0,445	0,434
1,74	0,064	0,063	0,062	0,195	0,192	0,188	0,594	0,582	0,570

1,86	0,058	0,057	0,056	0,202	0,199	0,195	0,700	0,689	0,676
1,98	0,049	0,048	0,047	0,192	0,189	0,186	0,753	0,743	0,732
2,11	0,038	0,038	0,037	0,169	0,167	0,165	0,752	0,743	0,734
2,23	0,029	0,029	0,029	0,145	0,144	0,142	0,725	0,718	0,711
2,36	0,024	0,023	0,023	0,132	0,131	0,130	0,739	0,733	0,726
2,50	0,020	0,019	0,019	0,122	0,121	0,120	0,759	0,753	0,747
2,63	0,016	0,016	0,016	0,113	0,112	0,112	0,784	0,779	0,773
2,77	0,014	0,013	0,013	0,104	0,103	0,103	0,799	0,794	0,790
2,92	0,011	0,011	0,011	0,094	0,094	0,094	0,803	0,799	0,795
3,06	0,009	0,009	0,009	0,085	0,085	0,084	0,799	0,796	0,792
3,21	0,007	0,007	0,007	0,077	0,077	0,076	0,793	0,790	0,787
3,36	0,006	0,006	0,006	0,069	0,069	0,069	0,782	0,780	0,777
3,52	0,005	0,005	0,005	0,063	0,063	0,063	0,785	0,783	0,780
3,68	0,004	0,004	0,004	0,058	0,058	0,058	0,791	0,789	0,787
3,84	0,004	0,004	0,004	0,054	0,054	0,054	0,795	0,794	0,792
4,00	0,003	0,003	0,003	0,050	0,050	0,050	0,800	0,798	0,797
4,17	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,046	0,798	0,796	0,795
4,34	0,002	0,002	0,002	0,042	0,042	0,042	0,792	0,791	0,789
4,52	0,002	0,002	0,002	0,038	0,038	0,038	0,783	0,782	0,780

Passenger Deck 2 F

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = 1,00 m

ωe	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,74	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

0,83	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002
0,92	0,016	0,014	0,012	0,013	0,011	0,010	0,011	0,010	0,008
1,01	0,023	0,021	0,019	0,024	0,021	0,019	0,024	0,022	0,019
1,10	0,024	0,023	0,021	0,030	0,027	0,025	0,036	0,033	0,031
1,20	0,010	0,010	0,009	0,015	0,014	0,013	0,022	0,020	0,019
1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,30	0,010	0,009	0,009	-0,017	-0,016	-0,015	-0,029	-0,027	-0,026
1,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,41	0,013	0,013	0,012	-0,027	-0,026	-0,025	-0,053	-0,051	-0,049
1,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,52	0,004	0,004	0,004	-0,010	-0,010	-0,010	-0,024	-0,023	-0,022
1,63	0,021	0,021	0,020	0,056	0,055	0,054	0,150	0,146	0,143
1,74	0,037	0,036	0,036	0,113	0,111	0,108	0,343	0,337	0,329
1,86	0,044	0,044	0,043	0,153	0,151	0,148	0,531	0,522	0,513
1,98	0,042	0,042	0,041	0,166	0,164	0,161	0,651	0,642	0,633
2,11	0,035	0,035	0,035	0,157	0,155	0,154	0,698	0,689	0,681
2,23	0,028	0,028	0,028	0,141	0,139	0,138	0,702	0,695	0,688
2,36	0,023	0,023	0,022	0,127	0,126	0,125	0,710	0,704	0,698
2,50	0,019	0,019	0,018	0,117	0,116	0,115	0,729	0,724	0,719
2,63	0,016	0,015	0,015	0,108	0,107	0,107	0,748	0,744	0,739
2,77	0,013	0,013	0,013	0,100	0,099	0,099	0,767	0,763	0,759
2,92	0,011	0,011	0,011	0,092	0,091	0,091	0,779	0,775	0,771
3,06	0,009	0,009	0,009	0,084	0,083	0,083	0,783	0,780	0,776
3,21	0,007	0,007	0,007	0,076	0,075	0,075	0,780	0,777	0,774
3,36	0,006	0,006	0,006	0,069	0,068	0,068	0,776	0,774	0,771
3,52	0,005	0,005	0,005	0,063	0,062	0,062	0,776	0,774	0,771
3,68	0,004	0,004	0,004	0,058	0,058	0,057	0,780	0,778	0,776
3,84	0,004	0,004	0,004	0,053	0,053	0,053	0,783	0,781	0,779
4,00	0,003	0,003	0,003	0,049	0,049	0,049	0,788	0,786	0,785
4,17	0,003	0,003	0,003	0,045	0,045	0,045	0,790	0,788	0,787
4,34	0,002	0,002	0,002	0,042	0,042	0,042	0,786	0,785	0,783
4,52	0,002	0,002	0,002	0,038	0,038	0,038	0,781	0,780	0,778

Passenger Deck 2 G

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = 8,00 m

$\omega \epsilon$	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$	$w_e^2 S \phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,74	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,83	0,016	0,013	0,011	0,011	0,009	0,007	0,007	0,006	0,005
0,92	0,041	0,036	0,031	0,034	0,030	0,026	0,029	0,025	0,022
1,01	0,068	0,061	0,055	0,069	0,062	0,056	0,070	0,063	0,057
1,10	0,084	0,078	0,072	0,103	0,095	0,088	0,125	0,116	0,107
1,20	0,079	0,074	0,070	0,114	0,108	0,101	0,165	0,156	0,146
1,30	0,061	0,058	0,055	0,104	0,099	0,094	0,177	0,169	0,161
1,41	0,056	0,054	0,052	0,111	0,107	0,103	0,221	0,213	0,205
1,52	0,059	0,058	0,056	0,137	0,133	0,129	0,315	0,306	0,296
1,63	0,072	0,070	0,069	0,191	0,187	0,182	0,508	0,495	0,483
1,74	0,069	0,067	0,066	0,209	0,205	0,201	0,636	0,623	0,610
1,86	0,061	0,060	0,059	0,210	0,207	0,203	0,728	0,716	0,704
1,98	0,050	0,049	0,048	0,196	0,193	0,190	0,770	0,760	0,748
2,11	0,039	0,038	0,038	0,171	0,169	0,167	0,761	0,752	0,742
2,23	0,029	0,029	0,029	0,146	0,145	0,143	0,729	0,722	0,714
2,36	0,024	0,024	0,023	0,133	0,132	0,131	0,744	0,737	0,731
2,50	0,020	0,020	0,019	0,123	0,122	0,121	0,764	0,758	0,752
2,63	0,016	0,016	0,016	0,114	0,113	0,112	0,789	0,784	0,779
2,77	0,014	0,014	0,013	0,105	0,104	0,103	0,804	0,800	0,795
2,92	0,011	0,011	0,011	0,095	0,094	0,094	0,807	0,803	0,799
3,06	0,009	0,009	0,009	0,086	0,085	0,085	0,802	0,798	0,795

3,21	0,007	0,007	0,007	0,077	0,077	0,076	0,795	0,792	0,789
3,36	0,006	0,006	0,006	0,069	0,069	0,069	0,783	0,781	0,778
3,52	0,005	0,005	0,005	0,064	0,063	0,063	0,787	0,784	0,782
3,68	0,004	0,004	0,004	0,059	0,058	0,058	0,793	0,791	0,788
3,84	0,004	0,004	0,004	0,054	0,054	0,054	0,797	0,796	0,794
4,00	0,003	0,003	0,003	0,050	0,050	0,050	0,802	0,801	0,799
4,17	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,046	0,799	0,798	0,796
4,34	0,002	0,002	0,002	0,042	0,042	0,042	0,793	0,792	0,791
4,52	0,002	0,002	0,002	0,038	0,038	0,038	0,783	0,782	0,781

Navigation Deck H

V = 6,173 m/s
 Sudut = 180 Derajat
 Cos(Sudut) = -1
 g = 9,81 m/sec²
 X = 2,00 m

ωε	Relative Motion			Relative Velocity			Relative Acceleration		
	A	S	L	A	S	L	A	S	L
	Ss	Ss	Ss	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$	$w_e^2 S\phi(w_e)$
0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,74	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
0,83	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002
0,92	0,019	0,017	0,014	0,016	0,014	0,012	0,014	0,012	0,010
1,01	0,029	0,027	0,024	0,030	0,027	0,024	0,030	0,028	0,025
1,10	0,033	0,030	0,028	0,040	0,037	0,034	0,049	0,045	0,042
1,20	0,020	0,019	0,018	0,029	0,027	0,026	0,042	0,040	0,037
1,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
1,41	-	-	-	-0,007	-0,007	-0,006	-0,014	-0,013	-0,013
1,52	0,005	0,005	0,004	0,011	0,010	0,010	0,025	0,024	0,023
1,63	0,029	0,028	0,027	0,076	0,074	0,072	0,201	0,196	0,191

0,74	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
0,83	0,021	0,018	0,015	0,015	0,012	0,010	0,010	0,008	0,007
0,92	0,055	0,048	0,042	0,047	0,041	0,035	0,039	0,034	0,029
1,01	0,093	0,084	0,075	0,094	0,085	0,077	0,096	0,087	0,078
1,10	0,119	0,110	0,101	0,145	0,134	0,123	0,176	0,163	0,150
1,20	0,118	0,111	0,105	0,171	0,161	0,151	0,247	0,233	0,219
1,30	0,102	0,097	0,092	0,173	0,165	0,157	0,294	0,281	0,267
1,41	0,096	0,092	0,089	0,190	0,183	0,176	0,377	0,364	0,350
1,52	0,096	0,093	0,090	0,221	0,214	0,208	0,509	0,494	0,478
1,63	0,101	0,099	0,096	0,268	0,262	0,255	0,712	0,695	0,677
1,74	0,087	0,085	0,083	0,264	0,259	0,253	0,803	0,787	0,771
1,86	0,070	0,069	0,068	0,243	0,239	0,235	0,841	0,827	0,813
1,98	0,054	0,054	0,053	0,213	0,210	0,207	0,838	0,827	0,814
2,11	0,040	0,040	0,040	0,180	0,177	0,175	0,797	0,787	0,777
2,23	0,030	0,030	0,029	0,149	0,148	0,146	0,745	0,738	0,730
2,36	0,024	0,024	0,024	0,137	0,135	0,134	0,763	0,757	0,750
2,50	0,020	0,020	0,020	0,126	0,125	0,124	0,783	0,778	0,771
2,63	0,017	0,017	0,017	0,117	0,116	0,116	0,813	0,808	0,802
2,77	0,014	0,014	0,014	0,107	0,107	0,106	0,825	0,821	0,816
2,92	0,011	0,011	0,011	0,097	0,096	0,096	0,824	0,820	0,815
3,06	0,009	0,009	0,009	0,087	0,086	0,086	0,812	0,809	0,805
3,21	0,008	0,008	0,007	0,078	0,078	0,077	0,803	0,800	0,797
3,36	0,006	0,006	0,006	0,070	0,069	0,069	0,788	0,785	0,782
3,52	0,005	0,005	0,005	0,064	0,064	0,064	0,793	0,790	0,788
3,68	0,004	0,004	0,004	0,059	0,059	0,059	0,800	0,798	0,796
3,84	0,004	0,004	0,004	0,055	0,055	0,054	0,806	0,804	0,802
4,00	0,003	0,003	0,003	0,051	0,050	0,050	0,810	0,809	0,807
4,17	0,003	0,003	0,003	0,046	0,046	0,046	0,805	0,803	0,801
4,34	0,002	0,002	0,002	0,042	0,042	0,042	0,797	0,796	0,795
4,52	0,002	0,002	0,002	0,038	0,038	0,038	0,785	0,783	0,782

Percepatan Vertikal

Percepatan vertikal sudut hadap 90⁰

Deck	No	X (from LCG)	Vertikal Acceleration (m/s ²)			a/g		
			A	S	L	A	S	L
Passanger Deck 1	A	10	0,315	0,310	0,304	0,03	0,03	0,03
	B	4	0,265	0,261	0,257	0,03	0,03	0,03
	C	5	0,274	0,270	0,266	0,03	0,03	0,03
	D	11	0,323	0,317	0,311	0,03	0,03	0,03
Passanger Deck 2	E	7	0,292	0,287	0,282	0,03	0,03	0,03
	F	1	0,232	0,229	0,226	0,02	0,02	0,02
	G	8	0,300	0,295	0,290	0,03	0,03	0,03
Navigation Deck	H	2	0,244	0,240	0,237	0,02	0,02	0,02
	I	12	0,330	0,324	0,318	0,03	0,03	0,03

Percepatan vertikal sudut hadap 135⁰

Deck	No	X (from LCG)	Vertikal Acceleration (m/s ²)			a/g		
			A	S	L	A	S	L
Passanger Deck 1	a	10	0,679	0,669	0,658	0,07	0,07	0,07
	b	4	0,623	0,611	0,599	0,06	0,06	0,06
	c	5	0,638	0,627	0,615	0,07	0,06	0,06
	d	11	0,684	0,674	0,663	0,07	0,07	0,07
Passanger Deck 2	a	7	0,659	0,648	0,637	0,07	0,07	0,06
	b	1	0,540	0,527	0,514	0,06	0,05	0,05
	c	8	0,667	0,656	0,645	0,07	0,07	0,07
Navigation Deck	a	2	0,578	0,565	0,552	0,06	0,06	0,06
	b	12	0,689	0,678	0,668	0,07	0,07	0,07

Percepatan vertikal sudut hadap 180⁰

Deck	No	X (from LCG)	Vertikal Acceleration (m/s ²)			a/g		
			A	S	L	A	S	L
Passanger Deck 1	a	10	0,813	0,800	0,787	0,08	0,08	0,08
	b	4	0,711	0,696	0,682	0,07	0,07	0,07
	c	5	0,739	0,724	0,710	0,08	0,07	0,07
	d	11	0,821	0,809	0,796	0,08	0,08	0,08
Passanger Deck 2	a	7	0,777	0,764	0,750	0,08	0,08	0,08
	b	1	0,557	0,542	0,529	0,06	0,06	0,05
	c	8	0,792	0,778	0,764	0,08	0,08	0,08
Navigation Deck	a	2	0,626	0,611	0,597	0,06	0,06	0,06
	b	12	0,828	0,816	0,803	0,08	0,08	0,08

Motion Sickness Incidence

MSI sudut hadap 90⁰

Deck	No	X (from LCG)	Vertikal Acceleration (m/s ²)			MSI (%)		
			A	S	L	A	S	L
Passanger Deck 1	A	10	0,315	0,310	0,304	4,60	4,50	4,30
	B	4	0,265	0,261	0,257	3,00	3,00	2,90
	C	5	0,274	0,270	0,266	3,30	3,20	3,10
	D	11	0,323	0,317	0,311	4,80	4,70	4,50
Passanger Deck 2	E	7	0,292	0,287	0,282	3,80	3,70	3,60
	F	1	0,232	0,229	0,226	2,20	2,10	2,00
	G	8	0,300	0,295	0,290	4,10	3,90	3,80
Navigation Deck	H	2	0,244	0,240	0,237	2,50	2,40	2,30
	I	12	0,330	0,324	0,318	5,10	4,90	4,70

MSI sudut hadap 135⁰

Deck	No	X (from LCG)	Vertikal Acceleration (m/s ²)			MSI (%)		
			A	S	L	A	S	L
Passanger Deck 1	a	10	0,679	0,669	0,658	18,00	17,40	16,90
	b	4	0,623	0,611	0,599	14,30	13,80	13,20
	c	5	0,638	0,627	0,615	15,20	14,70	14,10
	d	11	0,684	0,674	0,663	18,30	17,80	17,30
Passanger Deck 2	a	7	0,659	0,648	0,637	16,60	16,00	15,50
	b	1	0,540	0,527	0,514	10,00	9,50	8,90
	c	8	0,667	0,656	0,645	17,10	16,60	16,00
Navigation Deck	a	2	0,578	0,565	0,552	11,80	11,20	10,70
	b	12	0,689	0,678	0,668	18,70	18,10	17,60

MSI sudut hadap 180⁰

Deck	No	X (from LCG)	Vertikal Acceleration (m/s ²)			MSI (%)		
			A	S	L	A	S	L
Passanger Deck 1	a	10	0,813	0,800	0,787	25,80	25,30	24,70
	b	4	0,711	0,696	0,682	22,20	21,60	21,00
	c	5	0,739	0,724	0,710	23,10	22,60	22,00
	d	11	0,821	0,809	0,796	26,10	25,60	25,10
Passanger Deck 2	a	7	0,777	0,764	0,750	24,30	24,00	23,40
	b	1	0,557	0,542	0,529	17,20	16,60	16,10
	c	8	0,792	0,778	0,764	25,00	24,50	23,90
Navigation Deck	a	2	0,626	0,611	0,597	19,40	18,80	18,20
	b	12	0,828	0,816	0,803	26,30	25,80	25,30

BIODATA PENULIS



Heri Setyawan, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Nganjuk pada 27 Mei 1995 silam, Penulis merupakan anak kedua dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar di SDN Kedungglugu, SMPN 2 Gondang dan SMAN 2 Nganjuk. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN undangan.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Hidrodinamika Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Riset dan Teknologi Himatekpal 2015/2016 serta kepala divisi media LDJ As-Safiinah 2015/2016. Selan itu, Penulis juga pernah menjadi finalis Lokarina SAMPAN ITS 2017 dan beberapa penulisan ilmiah lain.

Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah menggambar teknik, yaitu pelatihan dasar untuk mahasiswa baru mengenai software AutoCAD.

Email: heri.setyakawan27@gmail.com