

# ANALISA GERAKAN SEAKEEPING KAPAL PADA GELOMBANG REGULER

Parlindungan Manik  
Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

## ABSTRAK

Ada enam macam gerakan kapal dilaut yaitu tiga gerakan translasi (*surging*, *swaying* dan *heaving*) dan gerakan tiga gerakan rotasi (*rolling*, *pitching* dan *yawing*). Dalam kajian olah gerak kapal, gerakan yang ditinjau adalah gerakan yang hanya mampu direspon oleh kapal, yaitu *rolling*, *heaving*, *pitching*. Efektivitas pengoperasian kapal di laut pada dasarnya sangat dipengaruhi oleh kemampuan kapal untuk tetap selamat (*seaworthiness*) dan karakteristik yang menekankan pada respon kapal terhadap kondisi operasional di laut (*seakindliness*), kedua hal tersebut merupakan kriteria utama yang harus dipenuhi oleh suatu kapal, yang berkaitan erat dengan karakteristik gerakan kapal.

**Kata kunci :** *heaving*, *pitching*, *rolling*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar belakang

Kita ketahui bahwa kapal dalam beroperasinya berada di atas fluida cair yang berupa air laut atau air tawar. Pada saat itulah kapal akan mengalami gerakan yang disebabkan baik dari kapal itu sendiri (*manouveribility*) maupun dari faktor luar (*seakeeping*). Gerakan yang berasal dari faktor luar kapal yaitu iklim yang tidak mendukung yang mengakibatkan gelombang besar, terjadi badai yang sangat berbahaya bagi kapal maupun ABK dan penumpang. Agar kapal dalam berlayar selamat sampai tujuan maka sebelum dibangun kapal perlu dilakukan perhitungan dan pengujian olah gerak kapal dengan bermacam-macam tingkat gelombang.

Salah satunya dengan *Seakeeping model test* menyediakan data yang berhubungan dengan *ship's seaworthiness*, yang didasarkan pada *strip theory method* yang diikuti dengan percobaan model di Towing tank dan MOB (*free running model*).

Setiap struktur terapung yang bergerak di atas permukaan laut selalu mengalami gerakan osilasi. Ada 3 macam gerakan merupakan gerakan osilasi murni yaitu *heaving*, *rolling* dan *pitching*, karena gerakan ini bekerja di bawah gaya atau momen pengembali ketika struktur itu terganggu dari posisi kesetimbangannya.

### 1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari tugas project dinamika kapal ini adalah :

1. Mempelajari olah gerak kapal di laut
2. Dapat mempergunakan software Seakeeping Prediction Programe
3. Memahami RAO dan response kapal dengan membuat grafik pada gerakan pitching, rolling dan heaving kapal pada saat berada di permukaan air, baik air laut maupun air tawar.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil adalah :

1. Data kapal sesuai dengan data kapal pada tugas merancang
2. Mempergunakan SPP
3. Kecepatan kapal 0, 0.5 kecepatan max dan kecepatan max
4. Sudut heading 0 derajat, 45 derajat dan 90 derajat
5. frekuensi yang dipakai adalah 0.3 sampai 3 rad/s
6. Seaway characterictics menggunakan Pierson – Moskowitz spectrum
7. Mengeplot grafik dengan data yang diperoleh dari SPP yaitu
  - a. Grafik Wave spectrum
  - b. Grafik RAO untuk heaving, pitching dan rolling
  - c. Grafik responce dari kapal untuk heaving, pitching dan rolling.

## 2. Dasar Teori

Seakeeping adalah gerakan kapal yang dipengaruhi oleh gaya-gaya luar yang disebabkan oleh kondisi air laut. Seakeeping dibedakan menjadi 3 yaitu :

### 1. Heaving

Heaving adalah gerakan kapal yang sejajar sumbu Z dan saat terjadi heaving kapal mengalami naik turun secara vertikal.

### 2. Pitching

Pitching adalah gerakan kapal yang memutar sumbu Y, ketika terjadi pitching kapal mengalami perubahan trim bagian bow dan stern secara bergantian.

### 3. Rolling

Rolling adalah gerakan kapal yang mengelilingi sumbu X, ketika terjadi rolling bagian sisi kanan kapal bergerak ke sebelah bagian sisi kiri kapal yang terulang secara bergantian.

## 3. Metodologi Penelitian

Langkah-langkah percobaan :

1. Menggunakan sebuah software berupa SPP (Seakeeping Prediction Programe)

2. Masukan data ukuran utama kapal yang terdiri dari :

2.1. Vessel characteristic, yang termasuk data characteristic adalah :

- LWL (Length Water Line)
- Ship Vertical Center of Gravity (VCG)
- Ship Roll Radius of Gyration K11
- Shell appendage allowance (1 + S)
- Fraction of critical roll damping (zeta)
- zeta = 0.1 (tanpa bilge keel), zeta = 0.2 (menggunakan keel)
- Maximum beam on LWL (B), Draf (T), Cp, Cm, Cwp
- Luas transom basah ketika kecepatan nol
- Lebar transom saat kecepatan nol (%B)
- Longitudinal center of buoyancy (LCB)
- Longitudinal center of flotation (LCF)

### 2.2. Operating conditions

- Kecepatan kapal dalam knots
- Sudut heading kapal terhadap ombak dalam degree

### 2.3. Seaway Characteristics

Menggunakan metode Pierson – Moskowitz spectrum data yang dimasukkan adalah kecepatan angin dalam knot

## 4. Analisa Data dan Pembahasan

### 1. Vessel Characteristics

Data ukuran utama kapal

#### DATA KAPAL

1	LWL	109.77	m
2	LPP	105.55	m
3	B	17.76	m
4	H	8.82	m
5	T	6.51	m
6	Vs	13.5	knots
7	CB	0.72	
8	CM	0.98	
9	CP	0.733	
10	Cwp	0.8327	

### 2. Operating Condition

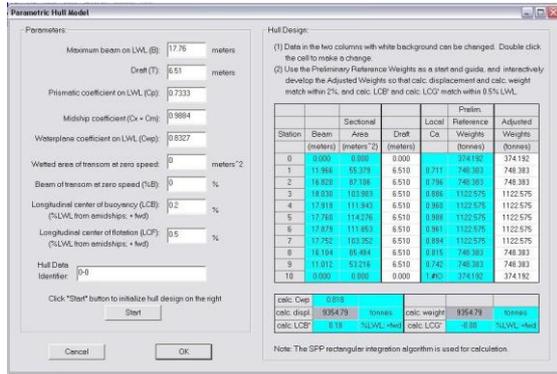
- Kecepatan kapal 0 knots dengan sudut heading 0 derajat
- Kecepatan kapal 0 knots dengan sudut heading 45 derajat
- Kecepatan kapal 0 knots dengan sudut heading 90 derajat
- Kecepatan kapal 13.5 knots dengan sudut heading 0 derajat
- Kecepatan kapal 13.5 knots dengan sudut heading 45 derajat
- Kecepatan kapal 13.5 knots dengan sudut heading 90 derajat

### 3. Seaway Characteristics

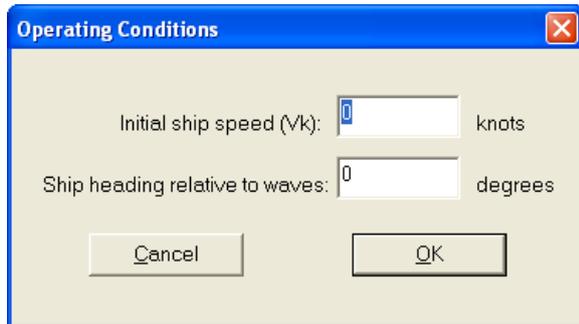
Menggunakan metode Pierson – Moskowitz spectrum data yang dimasukkan adalah kecepatan angin, yaitu 20 knot

Data-data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *seakeeping software* seperti contoh dibawah ini dengan kecepatan kapal 0 knots dan sudut heading 0 derajat

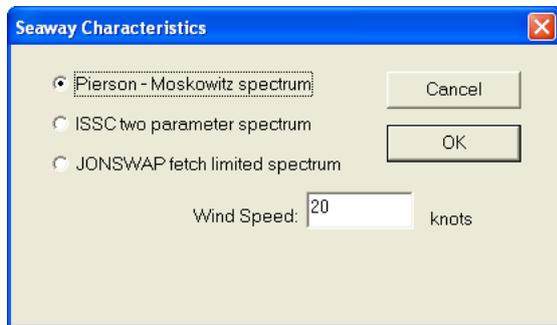
Gambar 1. Jendela input karakteristik kapal



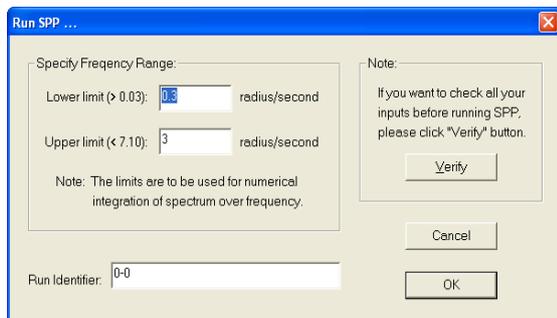
Gambar 2. Jendela input parametric hull model



Gambar 3. Jendela input operating conditins



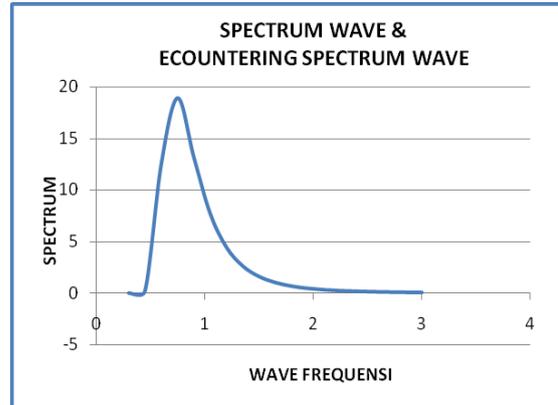
Gambar 4. Jendela input seaway Chararistics



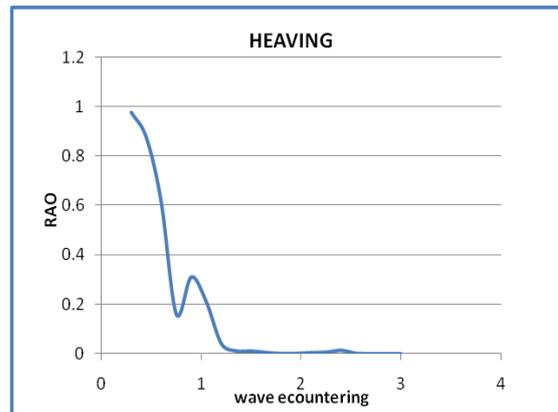
Gambar 5. Jendela input run SPP

Hasil yang diperoleh adalah :

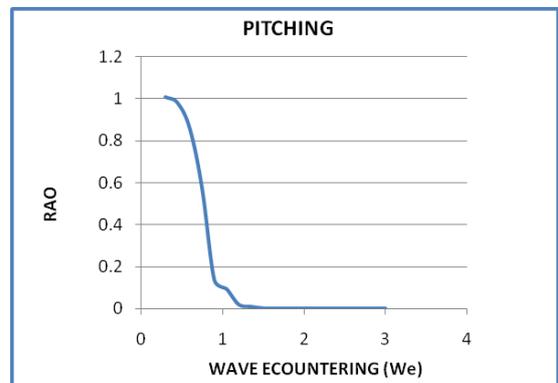
1. Kecepatan 0 knots dengan sudut heading 0 derajat



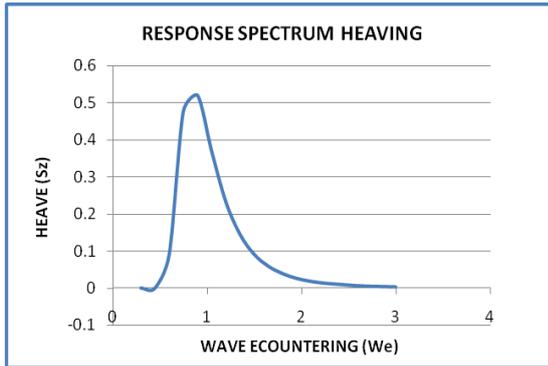
Gambar 6. Grafik Spectrum wave dan Ecountering spectrum wave pada kecepatan 0 knots, sudut heading 0



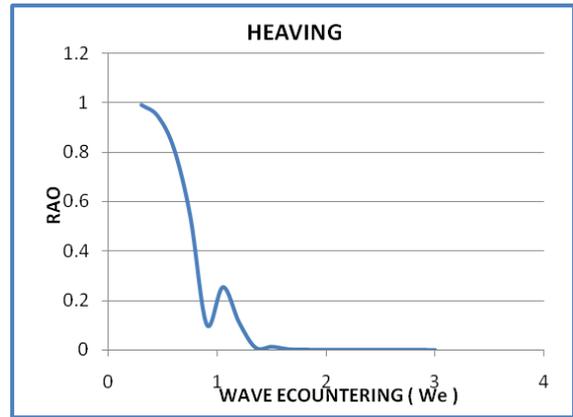
Gambar 7. Grafik heaving pada kecepatan 0 knots, sudut heading 0



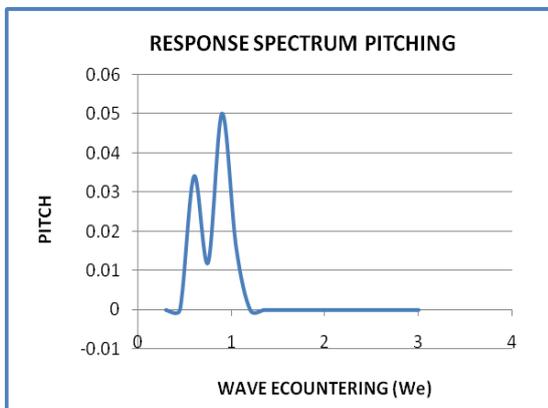
Gambar 8. Grafik Pitching pada kecepatan 0 knots, sudut heading 0



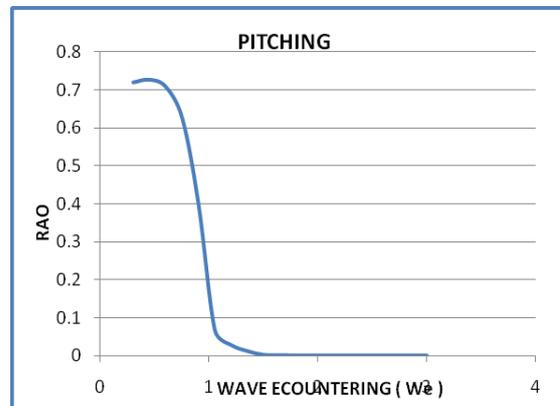
Gambar 9. Grafik response spectrum heaving pada kecepatan 0 knots, sudut heading 0



Gambar 12. Grafik heaving pada kecepatan 0 knots, sudut heading 45

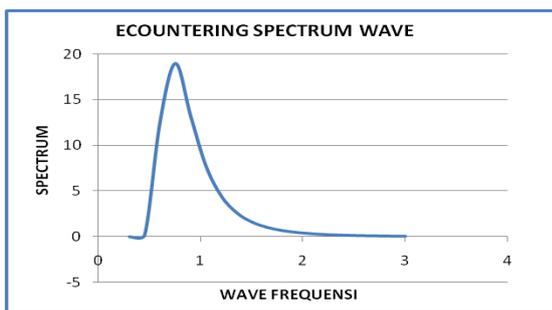


Gambar 10. Grafik response spectrum pitching pada kecepatan 0 knots, sudut heading 0

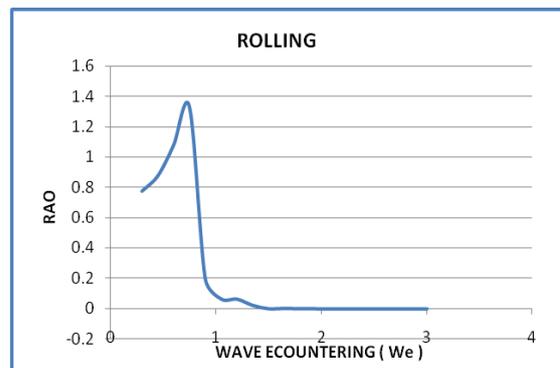


Gambar 13. Grafik gerakan pitching pada kecepatan 0 knots, sudut heading 45

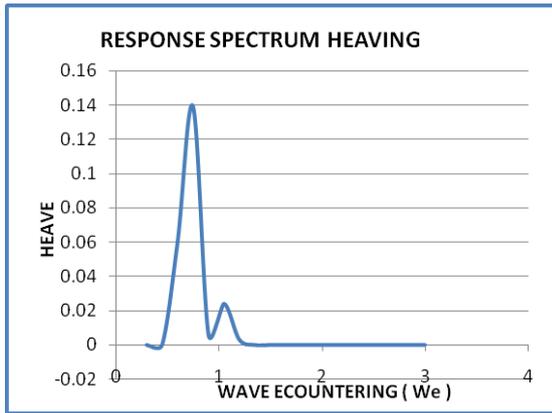
2. Kecepatan 0 knots dengan sudut heading 45 derajat



Gambar 11. Grafik Spectrum wave dan Ecuontering spectrum wave pada kecepatan 0 knots, sudut heading 45

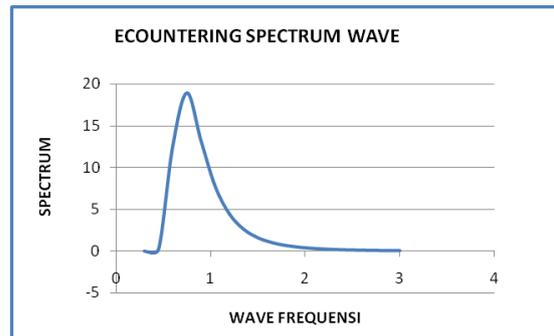


Gambar 14. Grafik gerakan Rolling pada kecepatan 0 knots, sudut heading 45

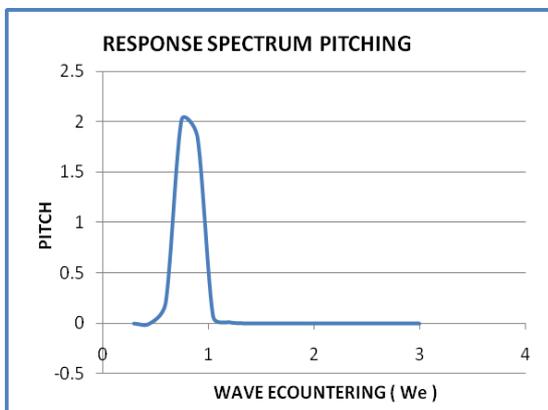


Gambar 15. Grafik response spectrum heaving pada kecepatan 0 knots, sudut heading 45

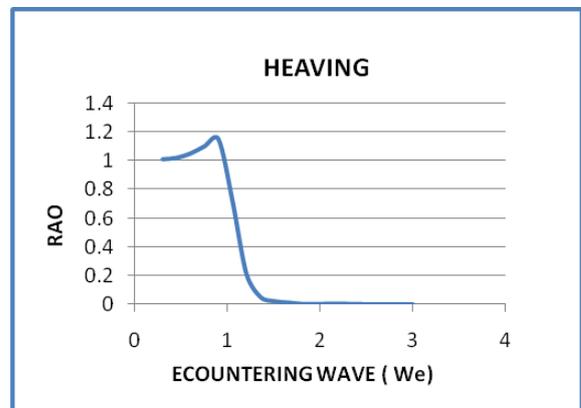
3. Kecepatan 0 knots dengan sudut heading 90 derajat



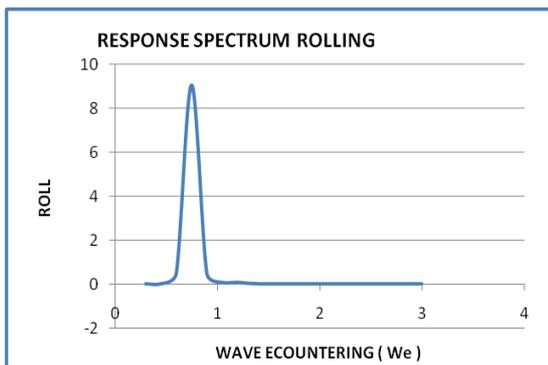
Gambar 18. Grafik ecountering spectrum wave pada kecepatan 0 knots, sudut heading 90



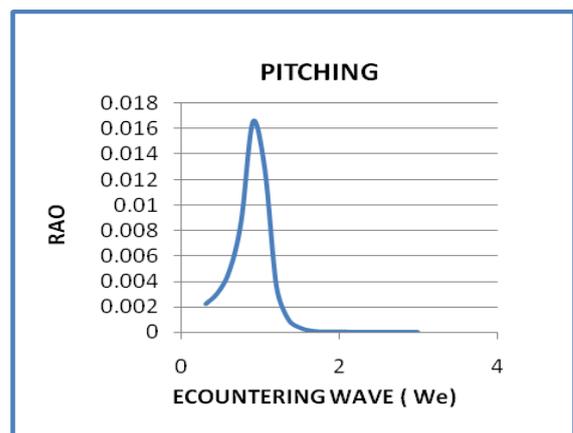
Gambar 16. Grafik response spectrum pitching pada kecepatan 0 knots, sudut heading 45



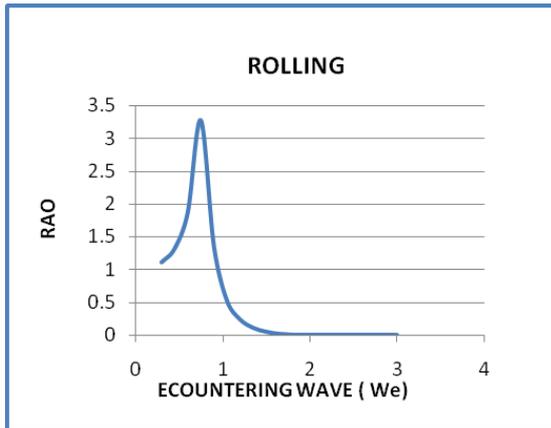
Gambar 19. Grafik gerakan heaving pada kecepatan 0 knots, sudut heading 90



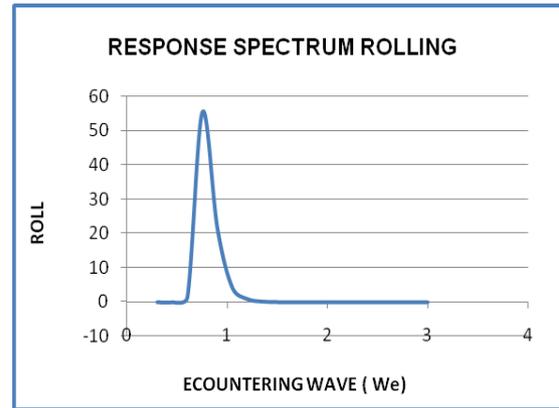
Gambar 17. Grafik response gerakan rolling pada kecepatan 0 knots, sudut heading 45



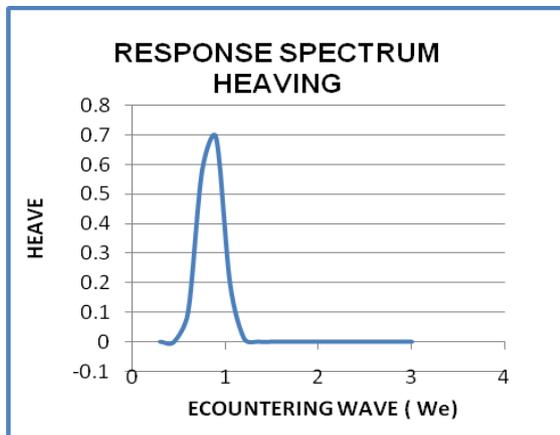
Gambar 20. Grafik gerakan pitching pada kecepatan 0 knots, sudut heading 90



Gambar 21. Grafik gerakan rolling pada kecepatan 0 knots, sudut heading 90

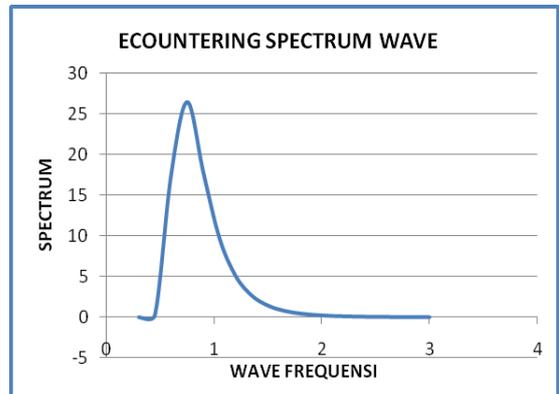


Gambar 24. Grafik response spectrum rolling pada kecepatan 0 knots, sudut heading 90

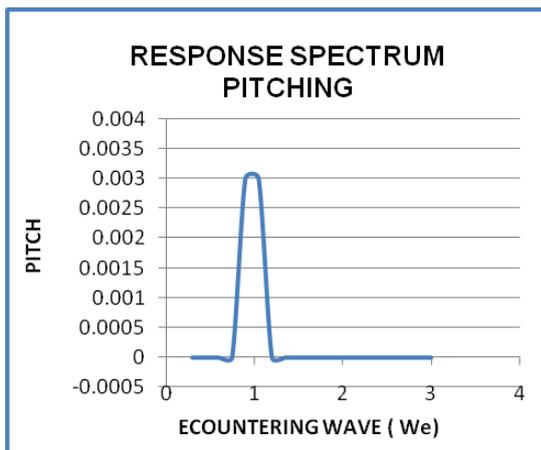


Gambar 22. Grafik response spectrum heaving pada kecepatan 0 knots, sudut heading 90

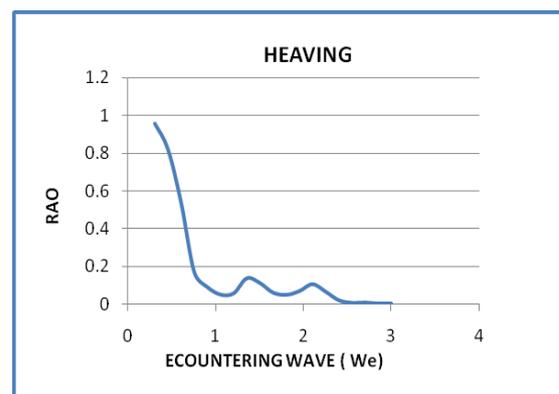
4. Kecepatan 13.5 knots dengan sudut heading 0 derajat



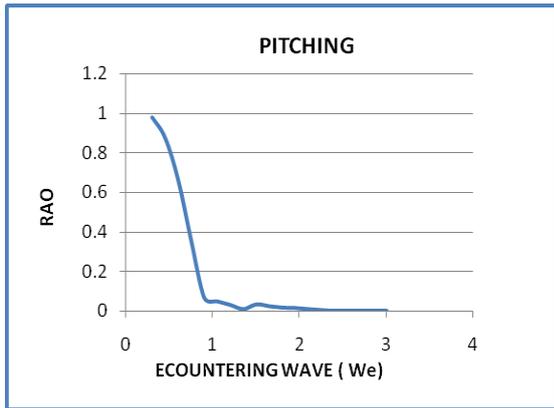
Gambar 25. Grafik ecountering spectrum wave pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 0



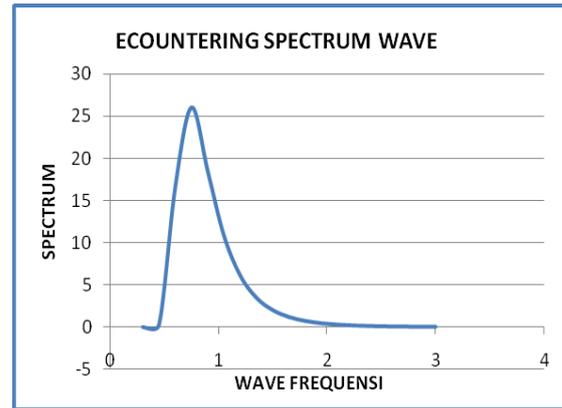
Gambar 23. Grafik response spectrum pitching pada kecepatan 0 knots, sudut heading 90



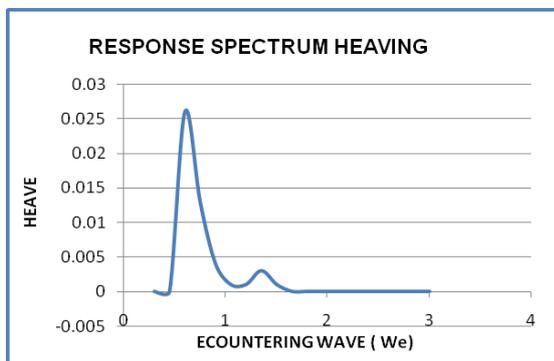
Gambar 26. Grafik gerakan heaving pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 0



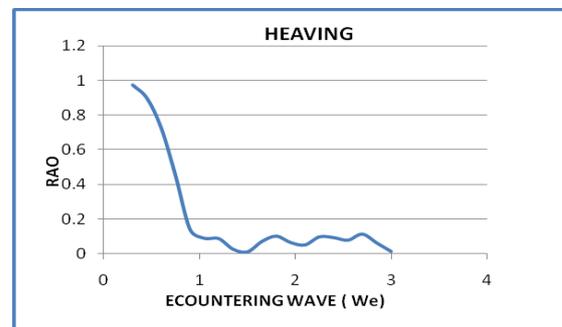
Gambar 27. Grafik gerakan pitching pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 0



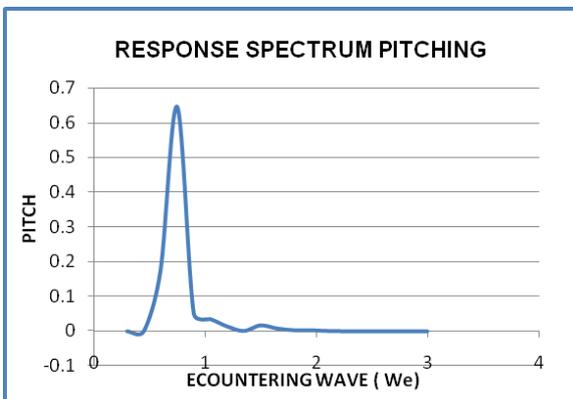
Gambar 30. Grafik ecountering spectrum wave pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 45



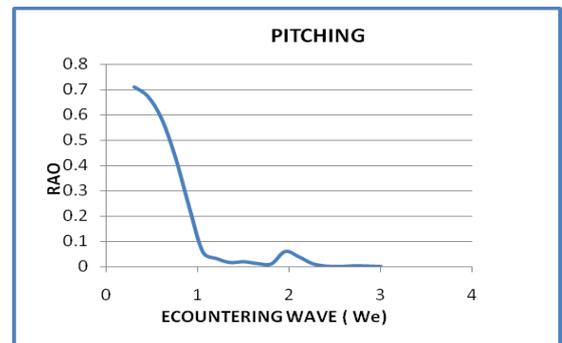
Gambar 28. Grafik response spectrum heaving pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 0



Gambar 31. Grafik gerakan heaving pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 45

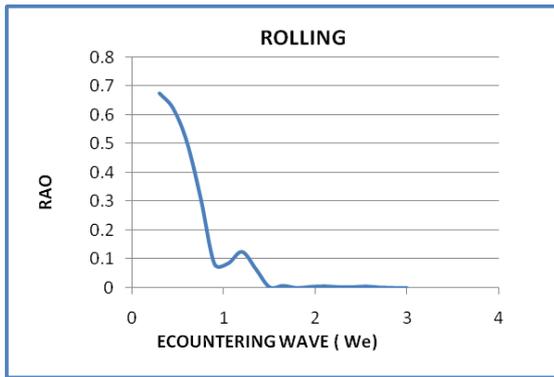


Gambar 29. Grafik response spectrum pitching pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 0

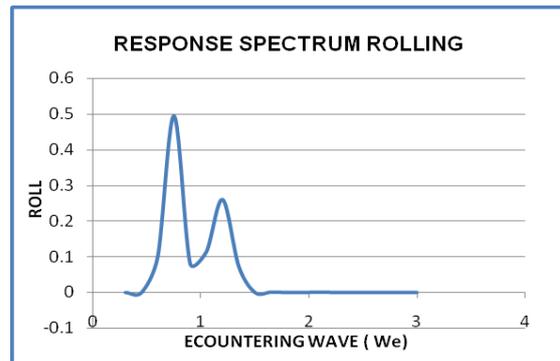


Gambar 32. Grafik gerakan pitching pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 45

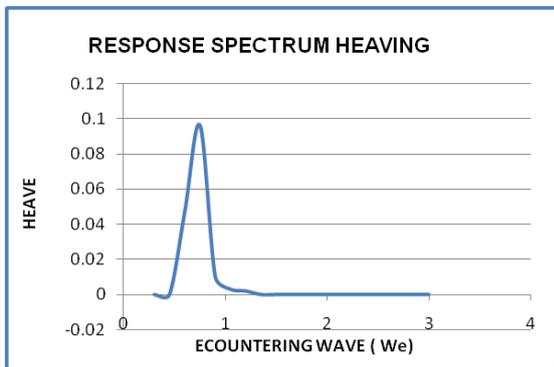
5. Kecepatan 13.5 knots dengan sudut heading 45 derajat



Gambar 33. Grafik gerakan rolling pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 45

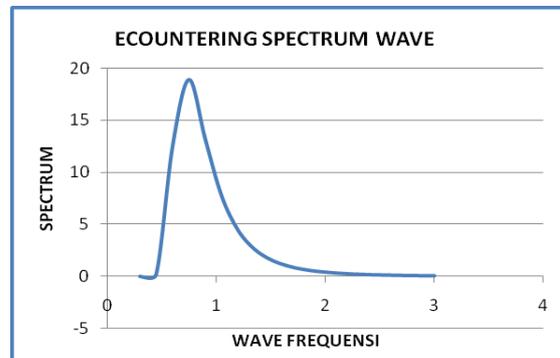


Gambar 36. Grafik response spectrum rolling pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 45

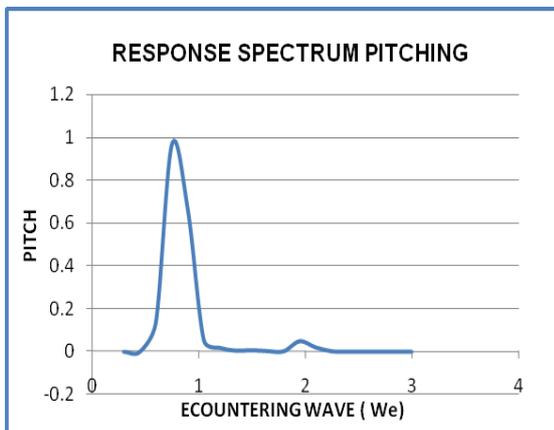


Gambar 34. Grafik response spectrum heaving pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 45

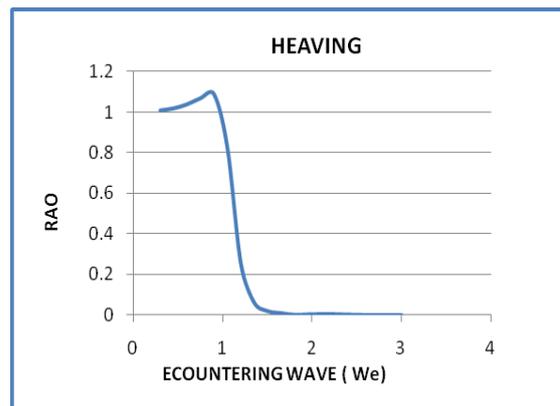
6. Kecepatan 13.5 knots dengan sudut heading 90 derajat



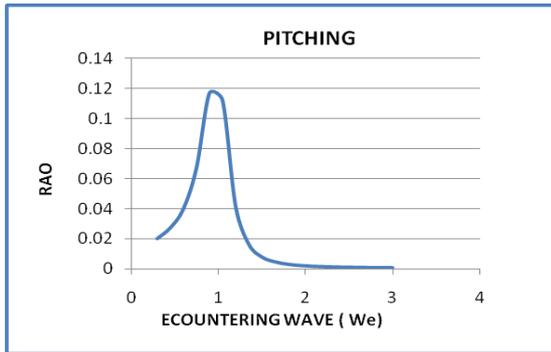
Gambar 37. Grafik ecountering spectrum wave pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 90



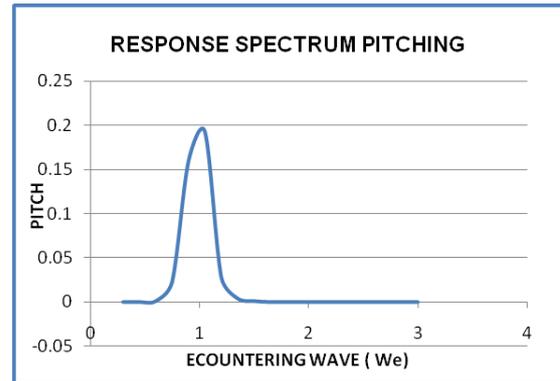
Gambar 35. Grafik response spectrum pitching pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 45



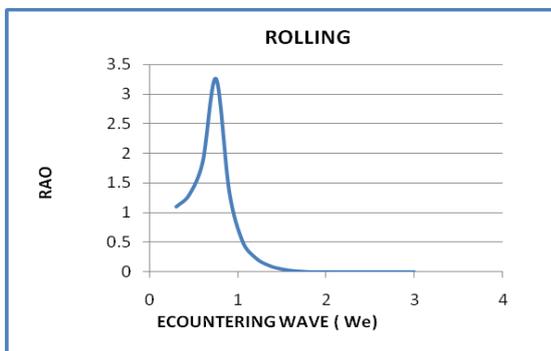
Gambar 38. Grafik gerakan heaving pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 90



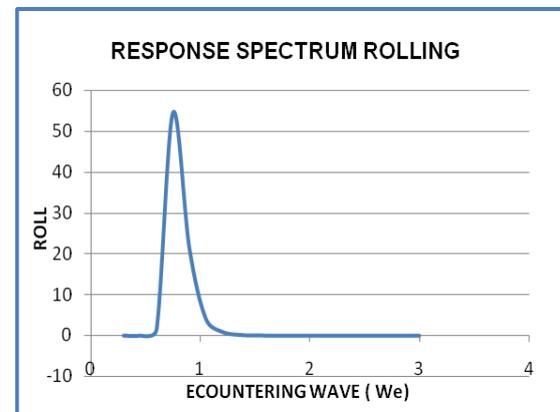
Gambar 39. Grafik gerakan pitching pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 90



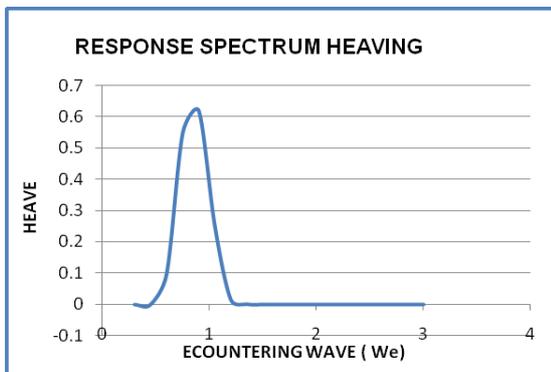
Gambar 41. Grafik response spectrum pitching pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 90



Gambar 39. Grafik gerakan rolling pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 90



Gambar 42. Grafik response spectrum rolling pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 90



Gambar 40. Grafik response spectrum heaving pada kecepatan 13,5 knots, sudut heading 90

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan yaitu dengan 3 kali perubahan kecepatan ( 0 knot, 6.75 knot, 13.5 knot) dan 3 kali perubahan sudut (0, 45, dan 90 derajat) dengan asumsi kecepatan angin sama yaitu 20 knot maka didapat hasil sebagai berikut:

1. Pada kecepatan 0 knot heaving terbesar pada sudut 90 derajat, Pitching terbesar pada sudut 45 derajat, Rolling terbesar pada sudut 90 derajat
2. Pada kecepatan 13.5 knot heaving terbesar pada sudut 90 derajat, Pitching terbesar pada sudut 45 derajat, Rolling terbesar pada sudut 45 derajat

### **Daftar Pustaka**

1. Lloyd, A. R. J. 1909. "*Seakeeping Ship Behaviour In Rough Water*". Ellis Horword Ltd. New York
2. Hind, Anthony. 1982. "*Stability And Trim Of Fishing Vessel And Other Small Ships*". Fishing News Book Ltd. England
3. Bhattacharyya, Rameswar. 1978. "*Dynamic Of Marine Vehicles*". Jhon Wiley & Sons. New York
4. F.B, Robert, 1988, "*Motion In Waves and Controllability*", *Principles of Naval Architecture Volume III*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, USA.