

ANALISIS STRUKTUR TERAPUNG PADA KAPAL PINISI

Analysis of floating Structure for Pinisi Ship

Ramadhani¹ dan Krisnaldi Idris²

Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB,
Bandung

email: ¹ramadhani166@gmail.com dan ²krisnaldi@ocean.itb.ac.id

ABSTRACT

Pinisi Ship is a traditional wooden ship which is still made in a very traditional way. Pinisi ship's performance has been proven by many oversea journeys. To identify the value of Pinisi ship's performance, modeling process with Three Dimensional Diffraction Theory will be conducted. The goal of the process is to identify the value of ship's displacement. Pinisi ship's dimension parameters are obtained by field data acquisition. Beside modeling of Pinisi ship, modeling of other floating structures such as floating box and prism are also conducted as a comparative model. In the modeling process, various analyses related to hydrodynamic parameters such as Added-mass coefficient and Displacement Response Amplitude Operation (Displacement RAO) will be conducted. By using ISSC wave spectrum, displacement responses from the floating structures mentioned above will be acquired and later will be compared.

Key Words/Phrase: *Pinisi ship, Three Dimensional Diffraction Theory, Floating structures, Respon Amplitude Operation (RAO), ISSC wave spectrum*

PENDAHULUAN

Kapal Pinisi, dapat dilihat pada Gambar 1, merupakan kapal kayu tradisional yang sudah terbukti kekuatannya. Ketangguhan Kapal Pinisi sudah pernah dibuktikan pada tahun 1986 melalui sebuah ekspedisi dari Jakarta menuju ke Vancouver, Kanada. Proses pembuatan kapal kayu tradisional ini juga terbilang cukup unik. Pembuatannya dimulai dengan membuat kulit kapal terlebih dahulu lalu setelah itu dipasang gading kapalnya. Walaupun sudah teruji ketangguhannya, analisis tentang kekuatan Kapal Pinisi belum pernah dilakukan. Dalam analisis kali ini akan dilakukan analisis karakteristik hidrodinamik seperti koefisien *added mass*, koefisien *damping*, *Respon Amplitude Operation* (RAO), serta respon perpindahan. Analisis kali ini akan menggunakan aplikasi berbasis Teori Difraksi Tiga Dimensi. Model Kapal Pinisi berukuran panjang sekitar 31 meter, lebar sembilan meter, serta tinggi lima meter diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan tepatnya di Desa Tana Beru, Kabupaten

Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan. Analisis dilakukan dengan membuat model pembanding berupa sebuah kotak dan prisma berukuran sama dengan Kapal Pinisi.

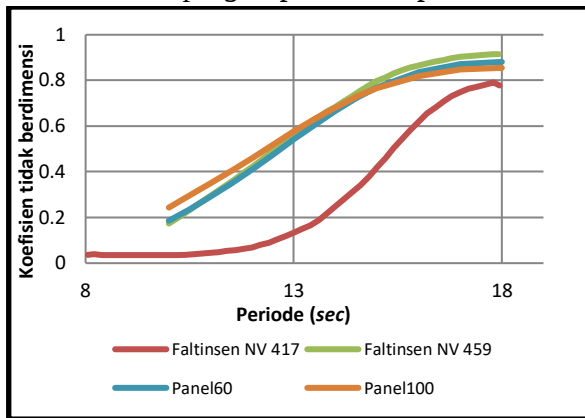


Gambar 1. Kapal Pinisi

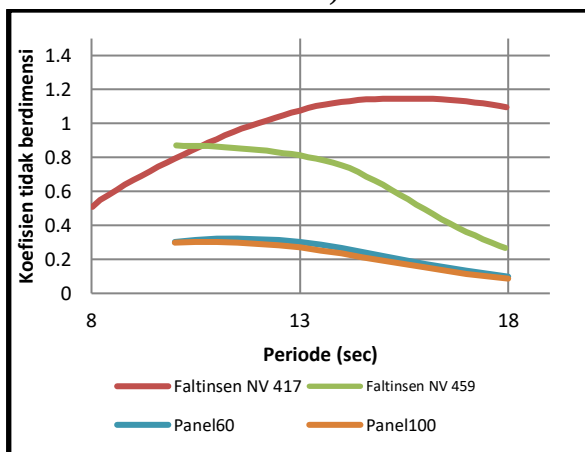
METODOLOGI

Sebelum melakukan pemodelan langsung terhadap Kapal Pinisi, terlebih dahulu dilakukan pemodelan terhadap sebuah struktur terapung berbentuk kotak dengan ukuran panjang dan lebar 90 m serta *draught* 40 m. Pemodelan ini dilakukan untuk mengecek metode pemodelan sudah benar atau tidak. Hasil pemodelan struktur

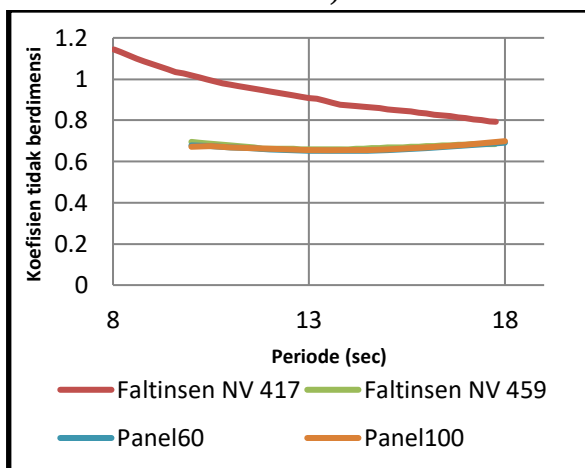
terapung ini lalu dibandingkan dengan hasil pemodelan numerik yang dilakukan oleh Faltinsen (Faltinsen & Michelsen, 1975), Perbandingan koefisien *added mass* serta koefisien *damping* dapat dilihat pada Gambar 2.



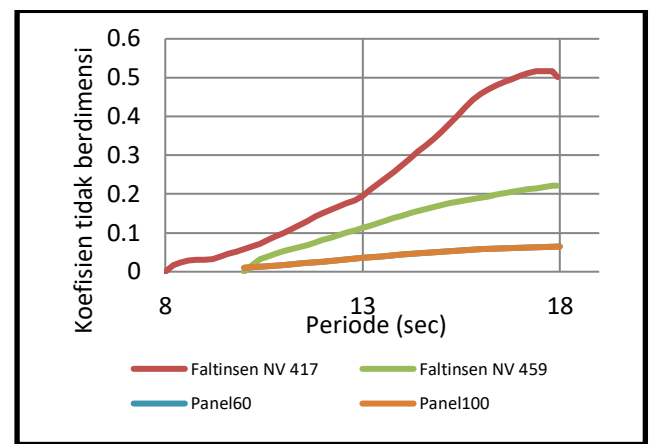
a)



b)



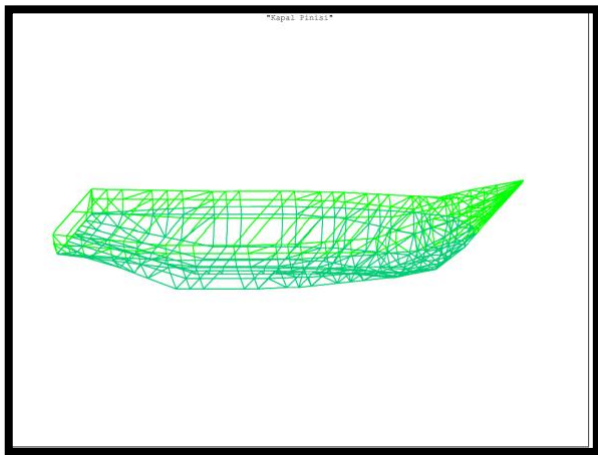
c)



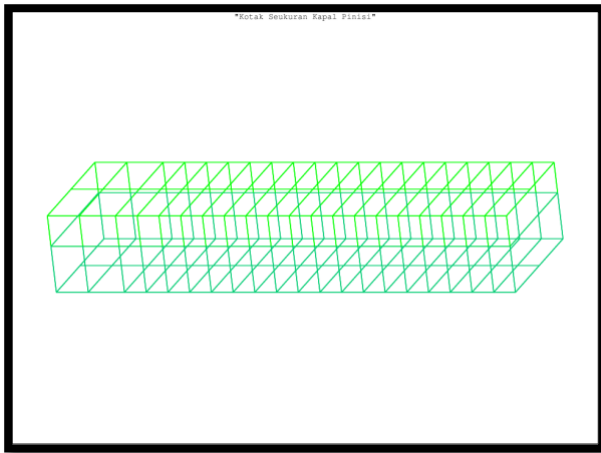
d)

Gambar 2. Perbandingan koefisien a) *surge added mass*, b) *surge damping*, c) *heave added mass*, dan d) *heave damping*

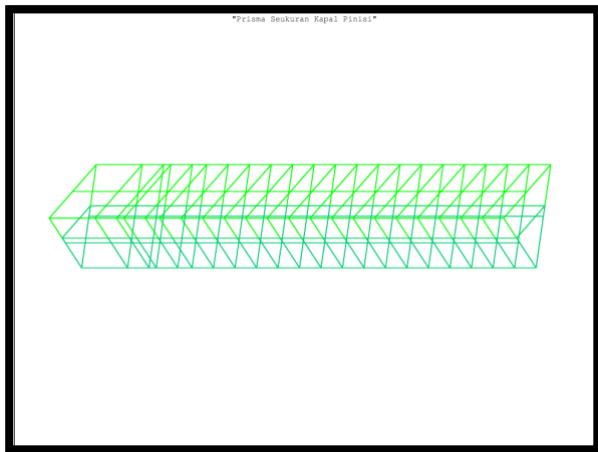
Perbandingan dilakukan dengan mencocokkan nilai koefisien *added mass* serta koefisien *damping*. Setelah memperoleh metode pemodelan yang benar, dilakukan pemodelan terhadap data Kapal Pinisi yang telah dirapikan. Kapal Pinisi dimodelkan dengan *draught* sedalam tiga meter serta titik pusat gravitasi pada 2,5 meter. Sebagai pembandingan model Kapal Pinisi dilakukan pula pemodelan berupa struktur terapung berbentuk kotak serta prisma. Struktur terapung kotak mirip sebuah *barge* sederhana. Bagian yang tercelup dari struktur kotak adalah 1,248 m dengan titik berat berada pada 2,5 meter dari dasar struktur. Untuk struktur prisma, memiliki bagian yang tercelup 3,586 m dan titik berat 2,5 meter dari dasar struktur.. Spektrum gelombang yang digunakan untuk melihat respon Kapal Pinisi merupakan spektrum gelombang Model ISSC (*International Ship Structure Congress*) (Faltinsen O. , 1993) dengan tiga H_s dan $T_{rata-rata}$ yang berbeda. Model Kapal Pinisi, struktur terapung kotak dan prisma dapat dilihat pada Gambar 3. Spektrum gelombang yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4. Pemodelan RAO untuk Kapal Pinisi serta struktur terapung kotak dan prisma dilakukan untuk arah datang gelombang 0° , 45° , serta 90° .



a)

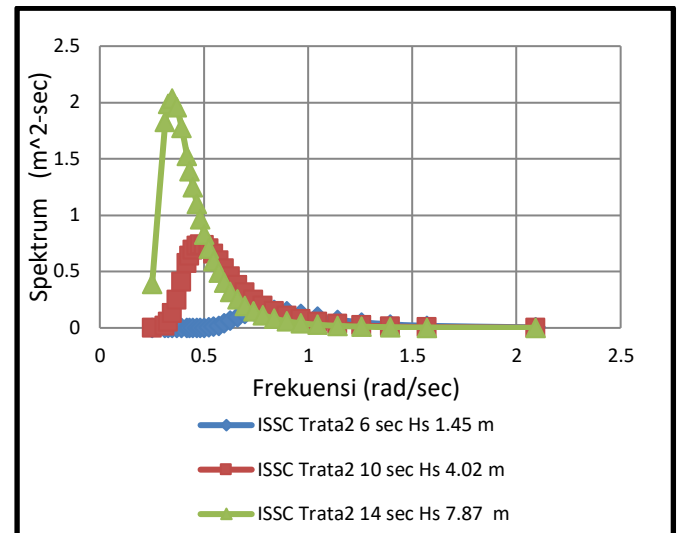


b)



c)

Gambar 3. Struktur terapung a) Kapal Pinisi, b) kotak, serta c) prisma



Gambar 4. Spektrum ISSC dengan tiga Hs dan Trata-rata yang berbeda

HASIL DAN ANALISIS

Setelah memperoleh nilai RAO untuk masing-masing struktur terapung untuk arah datang gelombang 0° , 45° , serta 90° , maka hal yang selanjutnya dapat dilakukan adalah menghitung nilai respon perpindahan struktur dengan mengalikan antara kuadrat dari RAO dengan spektrum gelombang yang telah dipaparkan sebelumnya. Setelah memperoleh nilai spektrum perpindahan, maka dapat dihitung nilai standar deviasi untuk tiap derajat kebebasan masing-masing struktur untuk tiap arah gelombang datang. Perbandingan nilai standar deviasi untuk tiap derajat kebebasan masing-masing struktur untuk tiap arah gelombang datang dapat dilihat pada Gambar 5.

Bagian yang diberikan warna merah, kuning, serta hijau merupakan nilai maksimum yang diperoleh untuk tiap spektrum perpindahan dengan spektrum gelombang yang sama. Besarnya standar deviasi yang ditunjukkan pada Gambar 5 menunjukkan besarnya jangkauan simpangan masing-masing struktur terapung untuk tiap derajat kebebasan untuk kondisi gelombang yang berbeda-beda.

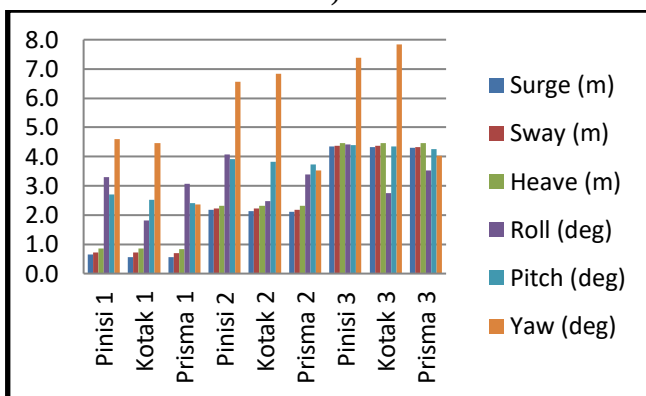
Derajat Kebebasan	Standar Deviasi Spektrum Gelombang Hs 1,45 m			Standar Deviasi Spektrum Gelombang Hs 4,02 m			Standar Deviasi Spektrum Gelombang Hs 7,87 m		
	Pinisi 1	Kotak 1	Prisma 1	Pinisi 2	Kotak 2	Prisma 2	Pinisi 3	Kotak 3	Prisma 3
Surge (m)	0.656	0.568	0.561	2.185	2.135	2.118	4.341	4.322	4.299
Sway (m)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Heave (m)	0.698	0.649	0.659	2.253	2.220	2.228	4.423	4.401	4.407
Roll (deg)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pitch (deg)	2.704	2.516	2.404	3.923	3.822	3.722	4.399	4.342	4.267
Yaw (deg)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Heading 45									
Surge (m)	0.487	0.458	0.450	1.558	1.547	1.534	3.078	3.080	3.063
Sway (m)	0.485	0.460	0.445	1.556	1.542	1.511	3.077	3.070	3.032
Heave (m)	0.759	0.731	0.735	2.284	2.265	2.272	4.440	4.427	4.432
Roll (deg)	1.851	1.014	1.536	2.680	1.617	2.134	3.009	1.883	2.349
Pitch (deg)	2.133	2.036	1.903	2.872	2.815	2.728	3.164	3.131	3.069
Yaw (deg)	4.594	4.463	2.360	6.559	6.840	3.522	7.385	7.849	4.021
Heading 90									
Surge (m)	0.007	0.001	0.000	0.014	0.001	0.000	0.045	0.000	0.000
Sway (m)	0.727	0.718	0.704	2.222	2.220	2.181	4.365	4.367	4.317
Heave (m)	0.849	0.865	0.846	2.321	2.320	2.322	4.459	4.457	4.460
Roll (deg)	3.305	1.811	3.062	4.085	2.468	3.401	4.410	2.761	3.526
Pitch (deg)	0.180	0.010	0.003	0.130	0.007	0.005	0.116	0.007	0.009
Yaw (deg)	0.150	0.006	0.002	0.156	0.018	0.005	0.152	0.036	0.009

Gambar 5. Standar deviasi untuk masing-masing struktur terapung untuk

Sebagai rangkuman perpindahan maksimum untuk tiap struktur terapung dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 6 bagian a) bahwa struktur terapung Kapal Pinisi memiliki standar deviasi yang paling besar untuk gelombang dengan Hs 1,45 serta Hs 4,02 m. Untuk kondisi Hs 7,87 m standar deviasi kotak memiliki nilai yang paling maksimum.

Derajat Kebebasan	Standar Deviasi Spektrum Gelombang Hs 1,45 m			Standar Deviasi Spektrum Gelombang Hs 4,02 m			Standar Deviasi Spektrum Gelombang Hs 7,87 m		
	Pinisi 1	Kotak 1	Prisma 1	Pinisi 2	Kotak 2	Prisma 2	Pinisi 3	Kotak 3	Prisma 3
Surge (m)	0.656	0.568	0.561	2.185	2.135	2.118	4.341	4.322	4.299
Sway (m)	0.727	0.718	0.704	2.222	2.220	2.181	4.365	4.367	4.317
Heave (m)	0.849	0.865	0.846	2.321	2.320	2.322	4.459	4.457	4.460
Roll (deg)	3.305	1.811	3.062	4.085	2.468	3.401	4.410	2.761	3.526
Pitch (deg)	2.704	2.516	2.404	3.923	3.822	3.722	4.399	4.342	4.267
Yaw (deg)	4.594	4.463	2.360	6.559	6.840	3.522	7.385	7.849	4.021

a)



b)

Gambar 6. a) Nilai maksimum standar deviasi untuk masing-masing struktur serta b) grafik nilai maksimum standar deviasi masing-masing struktur

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari pengerjaan pemodelan Kapal Pinisi yang telah dilakukan antara lain:

- Metode pemodelan yang telah dilakukan sudah akurat. Hal ini telah dibuktikan dengan melakukan perbandingan hasil pemodelan yang dilakukan dengan Faltinsen. Dengan memodelkan struktur yang sama diperoleh karakteristik hidrodinamika, dalam hal ini *added mass* serta *damping*, yang sama dengan yang dimodelkan oleh Faltinsen.
- Makin besar nilai H_s dan $\bar{\omega}$ dari suatu spektrum gelombang yang dijadikan pengali bagi RAO struktur terapung maka nilai spektrum perpindahan yang diperoleh juga semakin besar nilainya.
- Adanya kesesuaian antara nilai yang paling dominan dan paling kecil dalam spektrum perpindahan dan RAO untuk tiap struktur terapung.
- Dari Gambar 6., dapat dilihat bahwa standar deviasi perpindahan Kapal Pinisi lebih besar dibandingkan dengan dua struktur terapung yang lain untuk kondisi spektrum gelombang dengan Hs 1,45 m dan 4,02 m. Untuk kondisi spektrum gelombang dengan Hs 7,87 m, standar deviasi struktur terapung kotak lebih besar dibanding kedua struktur terapung lainnya.

SARAN

Untuk mengetahui karakteristik hidrodinamika dari Kapal Pinisi, sebaiknya dilakukan pemodelan lebih lanjut untuk Kapal Pinisi dengan kondisi sedang bergerak maju untuk melihat efek kecepatan maju pada karakteristik hidrodinamika dari Kapal Pinisi. Pemodelan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan arus laut serta kecepatan angin. Pemodelan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan beban muatan atau pemodelan untuk kondisi spektrum gelombang yang berarah.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnan, R. (2008). *Respon Dinamik Struktur Terapung*. Bandung: ITB.
- Bentley. (2014). *Reference Manual For MOSES*. - : Bentley.
- Chakrabarti, S. K. (2011). *Handbook of Offshore Engineering*. Illinois: Elsevier.
- Chakrabarti, S. K. (1987). *Hydrodynamics Of Offshore Structure*. Dorchester: Henry Ling.Ltd.
- Faltinsen, O. (1993). *Sea Loads On Ship And Offshore Structure*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Faltinsen, O., & Michelsen, F. (1975). *Motion Of Large Structure Of Large Structure In Waves At Zero Froude Number*. Oslo: Det Norske Veritas.
- Garrison, C. (1977). *Hydrodynamic Interaction Of Waves With A Large Displacement Floating Body*. Monterey: Naval Postgraduate School.
- Lubis, M. B. (2013). *Analisis Struktur Penyangga Sistem Terapung Untuk Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Arus Pasang Surut*. Bandung: Teknik Kelautan.
- Raharjo, L. P. (2014). *Analisis Struktur Kapal kayu Menggunakan Metode Elemen Hingga dan Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia*. Bandung: ITB.