

Prediksi Gerak Terhadap Desain Awal Ferry 600, 500 dan 300 GRT Untuk Pelayaran Antar Pulau

Baharuddin Ali¹, Cahyadi Sugeng Jati Mintarso¹

Abstrak

Kapal ferry merupakan angkutan umum antar pulau di Indonesia yang populer. Sebagai angkutan penumpang maka faktor keselamatan dan kenyamanan merupakan hal yang sangat penting. Prediksi olah gerak kapal yang berkaitan dengan stabilitas kapal adalah tahapan penting untuk mengkaji suatu desain ferry yang layak laut. Tiga buah jenis ferry 600, 500 dan 300 GRT telah dilakukan prediksi gerak kapal berupa heave, pitch dan roll dengan menggunakan metode strip teori. Hasil prediksi menunjukkan bahwa respon gerak yang dihasilkan heave dibawah nilai batas maksimum Hw/Za kurang dari satu, pitch dibawah 4° , dan roll dibawah 12° dengan merekomendasikan pemasangan bilge keel untuk meredam roll saat resonansi.

Kata kunci : *Ferry, Gerak Kapal, Stabilitas, Strip Teori.*

Abstract

The popular interisular mass transport in Indonesia ferry is making the important role. Safety and seaworthiness are important factors for the mass transport. Seakeeping prediction with stability takes into account an important phase in preliminary design of ship. In the presents paper, prediction results of heave, pitch and roll for three types of ferry 600, 500 and 300 GRT by using strip theory are presented. The prediction results show the heave motion is under the maximum margin Hw/Za less than one, pitch angle less than 4° , and roll motion less than 12° . From the simulation results, bilge keel as the simple roll motion reduction device for reduces the resonance of roll motion is recommended.

Keywords : *Ferry, Seakeeping, Stability, Stabilitas, Strip Theory*

PENDAHULUAN

Prediksi olah gerak kapal suatu desain awal kapal merupakan hal yang penting dilakukan untuk melihat performance desain yang akan dibuat. Metode untuk memprediksi gerak kapal yang umum dipakai pada desainer dan galangan kapal adalah dengan strip teori. Beberapa referensi telah menjelaskan dasar teori prediksi gerak kapal dengan strip teori, dari sini maka dapat dikembangkan suatu computer code dalam memprediksi gerak kapal.

Pada tulisan ini disajikan hasil analisa prediksi olah gerak kapalnya dalam kaitannya stabilitas kapal saat beroperasi terhadap tiga buah desain ferry 600, 500 dan 300 GRT yang direncanakan oleh ASDP dan akan dibangun untuk melayani beberapa rute penyeberangan. Dari hasil simulasi ini akan didapatkan masukan untuk tahap desain selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada strip teori dalam memprediksi karakteristik hidrodinamika terhadap suatu kapal atau benda apung

1. UPT BPPH-BPPT, Surabaya

adalah menggunakan teori aliran fluida potensial. Yang mana kapal dianggap rigid body yang mengampung pada fluida ideal; homogen, incompressible, free surface tension, irrotasional dan non viscous. Dalam strip teori kapal dibagi dalam suatu strip-strip dua dimensi, dari sini dilakukan perhitungan koefisien hidrodinamisnya. Strip theory ini dalam menyelesaikan permasalahan tiga dimensi badan kapal untuk gaya-gaya hidrodinamika, exciting force dan momen diintegrasikan dari penyelesaian potensial dua dimensinya sepanjang kapal. Jadi tiap cross section body kapal tersebut dianggap sebagai bagian suatu silinder panjang. Dengan asumsi ini maka gerakan body tersebut linier atau dapat dilinierkan. (Bhattacharyya, 1978), (Journee, 2001), dan (SNAJ, 2003).

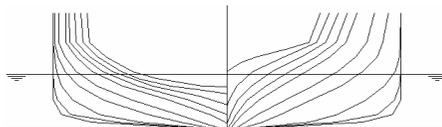
Metodologi Simulasi

Tabel 1. Kondisi simulasi

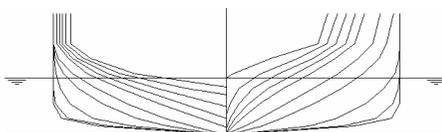
	Ferry 600 GRT	Ferry 500 GRT	Ferry 300 GRT
KG	4.20 m	3.509 m	2.80 m
Kecepatan kapal	0,6 dan 12 knot	12 knot	12 knot
Roll natural period T_R	6.10 sec	5.583 sec	5.00 sec
Tinggi gelombang	0,5, 1 dan 2 m	0,5, 1 dan 2 m	0,5, 1 dan 2 m
Panjang gelombang λ/L_{pp}	0,2 ~ 2,5	0,2 ~ 2,5	0,2 ~ 2,5
Arah gelombang	0°, 45° dan 90°	0°, 45° dan 90°	0°, 45° dan 90°

Tabel 2. Ukuran Utama

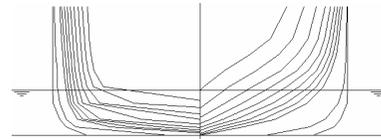
Ukuran Utama	Ferry 600 GRT	Ferry 500 GRT	Ferry 300 GRT
Loa	46.20 m	40.10 m	34.70 m
L_{pp}	39.00 m	33.00 m	28.00 m
B	12.00 m	11.60 m	9.20 m
H	3.00 m	3.10 m	2.70 m
T	1.90 m	1.85 m	1.40 m



Gbr. 1.a Body plan Ferry 600 GRT

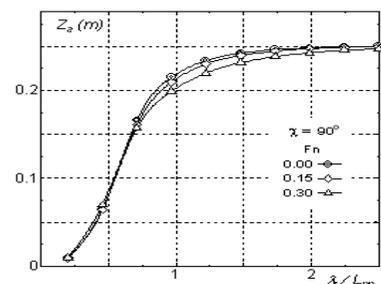
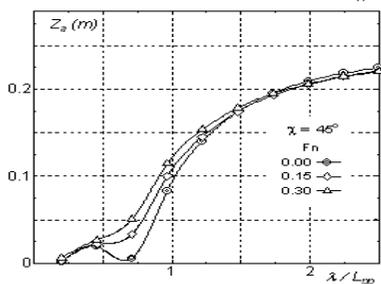
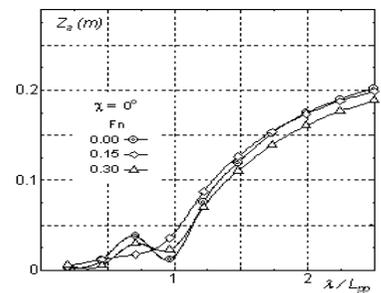


Gbr. 1.b Body plan Ferry 500 GRT



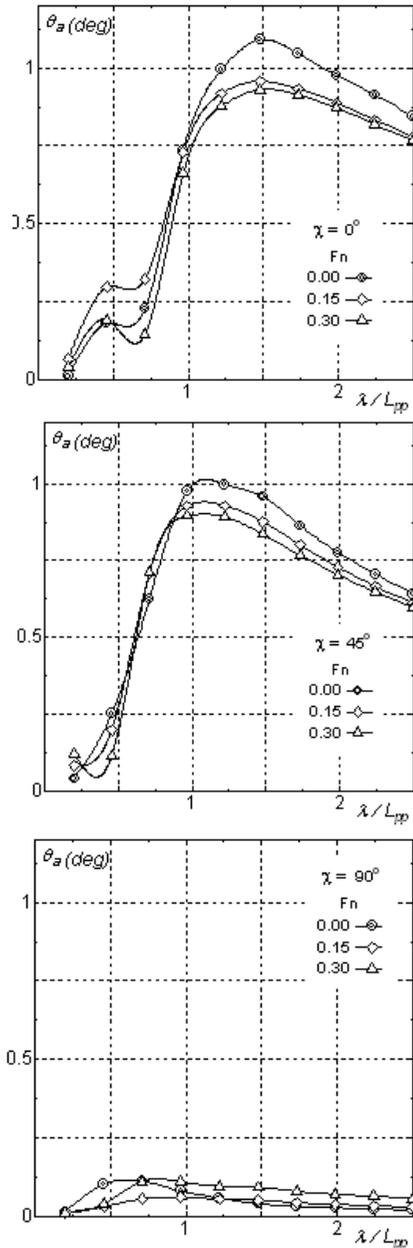
Gbr. 1.c Body plan Ferry 300 GRT

Pada tulisan ini disajikan hasil simulasi numerik prediksi gerak kapal ferry 600, 500 dan 300 GRT. Prediksi gerakan kapal ini ditujukan untuk mengkaji tingkat kestabilan kapal dalam operasinya. Mode gerak yang diprediksi adalah heave, pitch dan roll. Pengkondisian dalam simulasi numerik sebagai mana disajikan dalam Tabel 1, sedangkan ukuran utama masing-masing ferry ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gbr.1. Prediksi ini dilakukan dengan menggunakan program komputer yang telah divalidasi dengan hasil pengujian model di laboratorium dengan hasil yang baik. (Baharuddin Ali et.al, 2004).



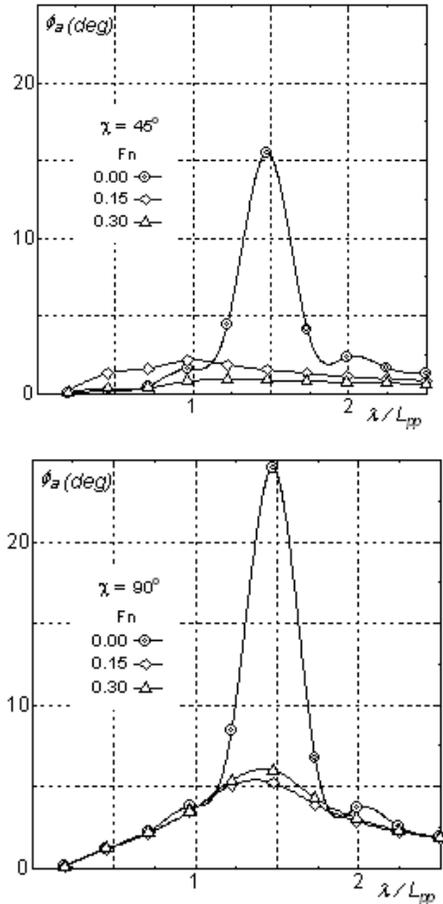
Gbr. 2 Pengaruh kecepatan kapal pada heave amplitude untuk ferry 600 GRT

Prediksi gerak pitch didapatkan seperti pada Gbr.3. Respon terbesar gerak pitch terjadi pada kondisi kecepatan rendah dan arah gelombang



Gbr. 3 Pengaruh kecepatan kapal pada pitch amplitude untuk ferry 600 GRT

searah gerakan kapal, sedangkan respon terkecil terjadi pada arah gelombang dari samping kapal. Pada kondisi ini sudut pitch maksimum yang terjadi masih dibawah kriteria umum seakeeping yaitu 3° .

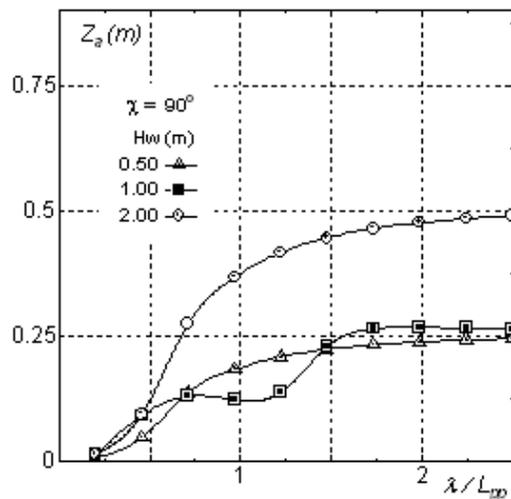
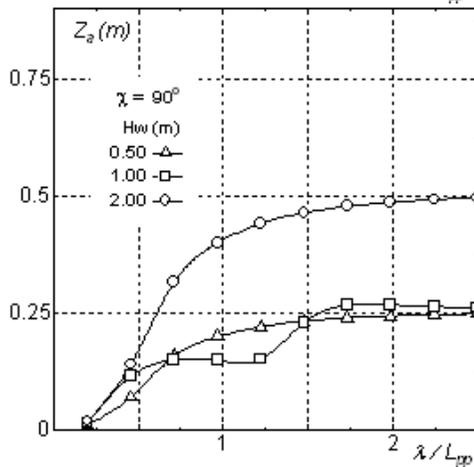
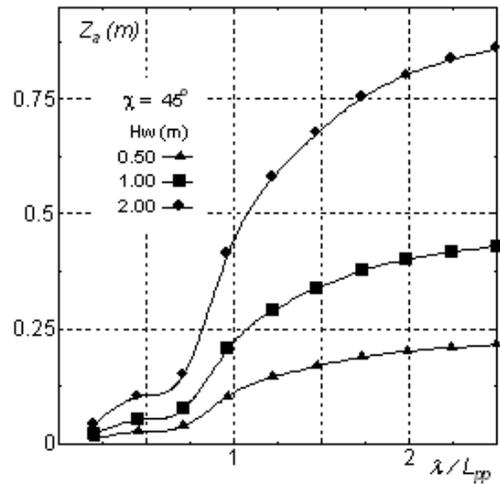
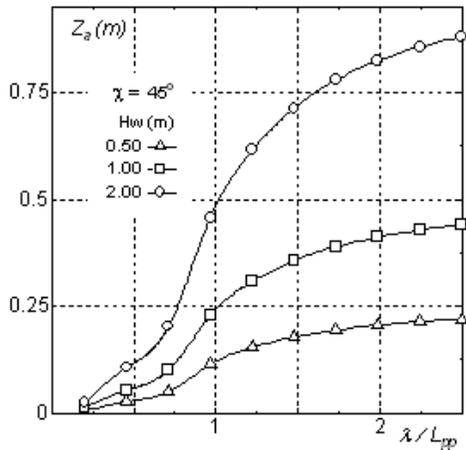
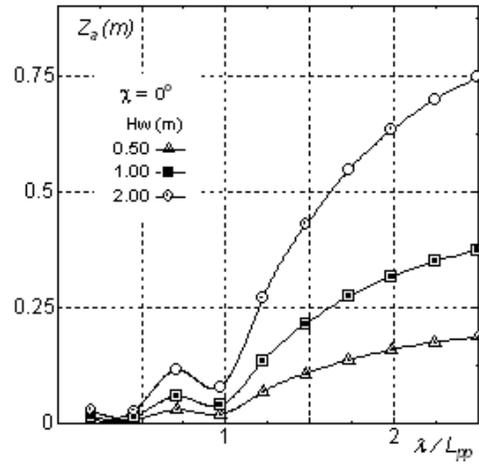
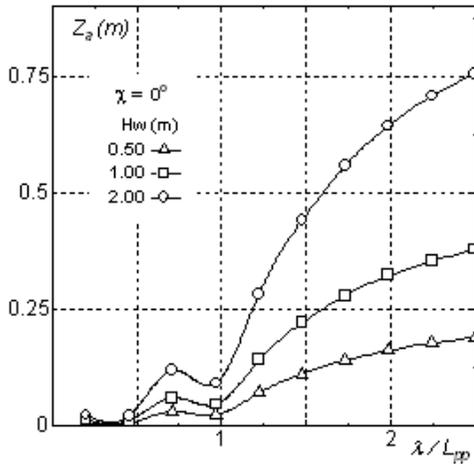


Gbr. 4 Pengaruh kecepatan kapal pada roll amplitude untuk ferry 600 GRT

Pada Gbr. 4 disajikan hasil prediksi gerak roll pada berbagai variasi kecepatan. Pada gambar tersebut disajikan respon amplitudo roll untuk arah gelombang 45° dan 90° . Sebagai catatan bahwa kelemahan potensial teori dalam memprediksi gerak roll adalah pada kondisi sudut encounter (relatif arah kapal terhadap gelombang) sama dengan 0° , dimana dianggap tidak ada respon roll. Pada kenyataan hal ini dapat dimengerti karena gerak roll pada kondisi 0° adalah sangat kecil akibat besarnya damping.

Pengaruh Tinggi Gelombang

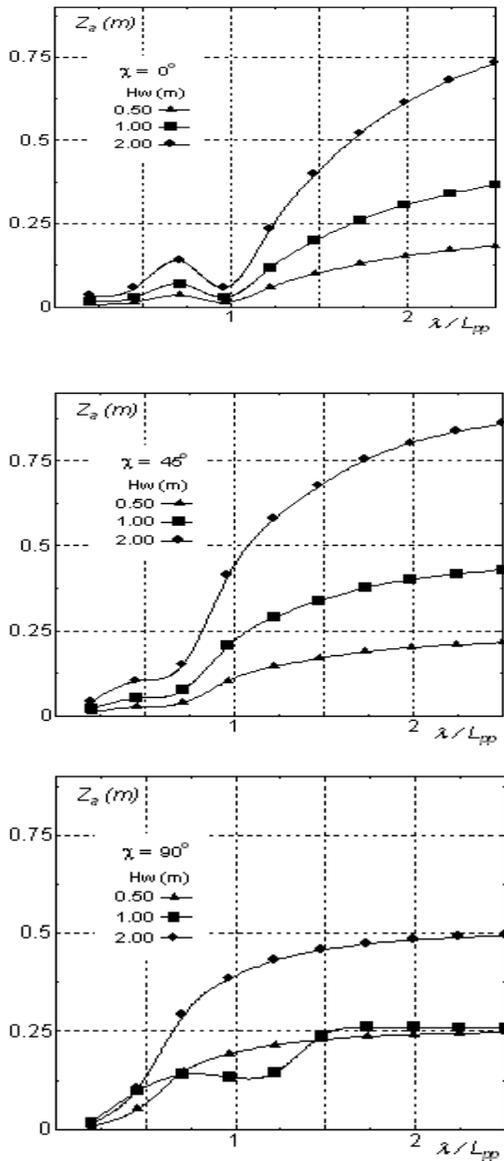
Suatu kapal ferry didesain dengan menyesuaikan kondisi perairan laut dimana kapal beroperasi, oleh sebab itu tidak semua kapal cocok untuk beroperasi dalam wilayah perairan tertentu. Untuk itu memprediksi



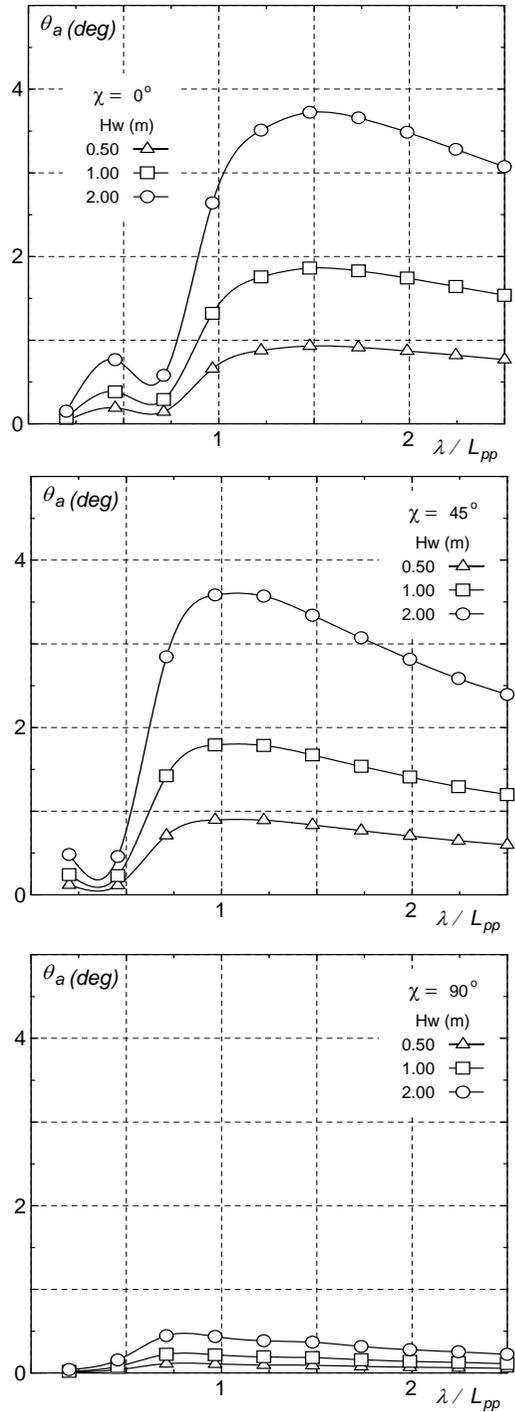
Gbr. 5 Pengaruh Tinggi gelombang pada heave amplitude untuk ferry 600 GRT

Gbr. 6 Pengaruh Tinggi gelombang pada heave amplitude untuk ferry 500 GRT

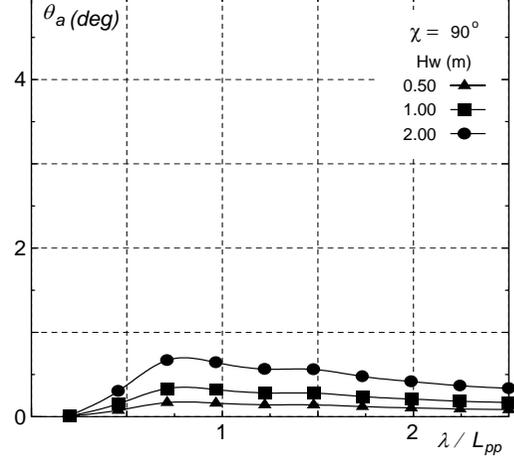
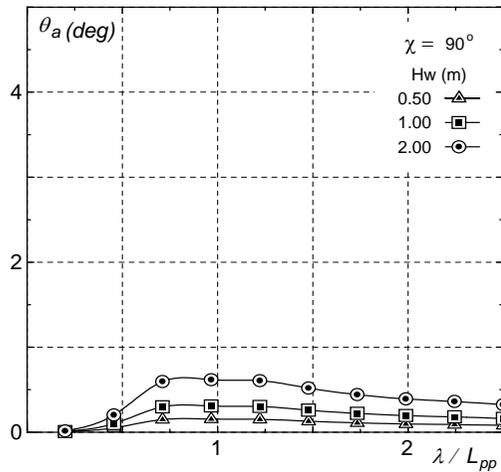
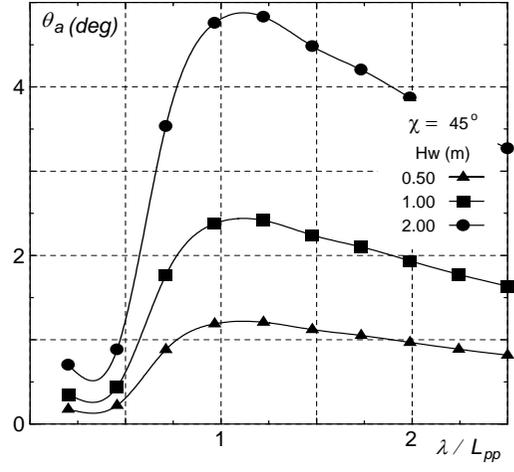
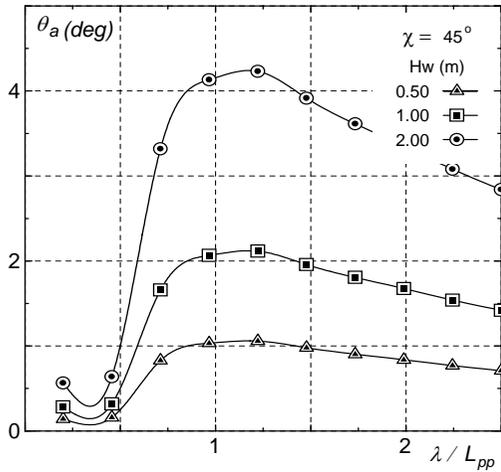
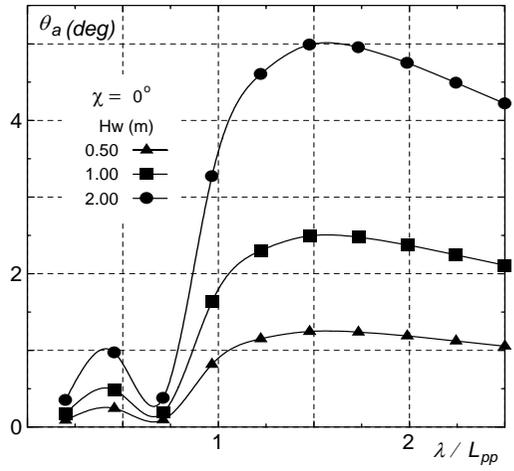
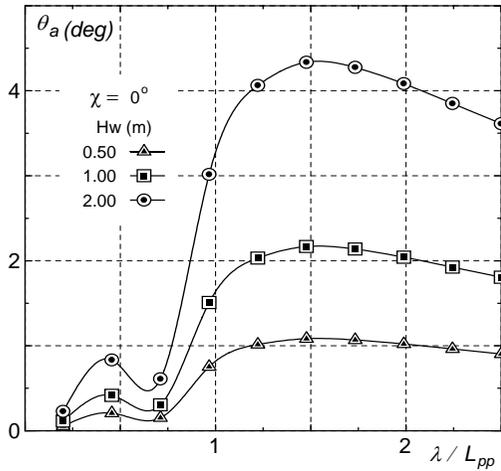
respon gerak yang terjadi dari suatu desain kapal dalam hubungannya dengan kemampuan stabilitasnya adalah sangat penting. Pada Gbr. 5 ~ 13 disajikan hasil simulasi untuk ferry 600, 500 dan 300 GRT untuk berbagai variasi tinggi gelombang, Hw, 0.5 m, 1 m dan 2m, dimana kondisi kecepatan kapal yang sama yaitu 12 knot atau dinyatakan dalam bentuk non-dimensional $F_n = 0.3$.



Gbr. 7 Pengaruh Tinggi gelombang pada heave amplitude untuk ferry 300 GRT



Gbr. 8 Pengaruh tinggi gelombang pada pitch amplitude untuk ferry 600 GRT



Gbr. 9 Pengaruh tinggi gelombang pada pitch amplitude untuk ferry 500 GRT

Gbr. 10 Pengaruh tinggi gelombang pada pitch amplitude untuk ferry 300 GRT

Pada Gbr. 5~7 merupakan hasil prediksi amplitudo gerak heave. Respon gerakan heave untuk masing-masing kapal dalam kondisi

gelombang yang sama menunjukkan besaran yang hampir sama. Dari hasil simulasi terlihat bahwa amplitudo heave akan meningkat seiring dengan kenaikan tinggi gelombang. Respon amplitudo heave terbesar terlihat pada gelombang dengan arah 45° (stern quartering seas), pada kondisi arah ini sangat perlu diperhatikan karena biasanya terjadi broaching yang merupakan kombinasi dengan mode gerakan lain seperti roll dan pitch. Saat broaching kapal sulit terkendali dan meluncur diatas gelombang yang selanjutnya bisa berakibat kapal terbalik.

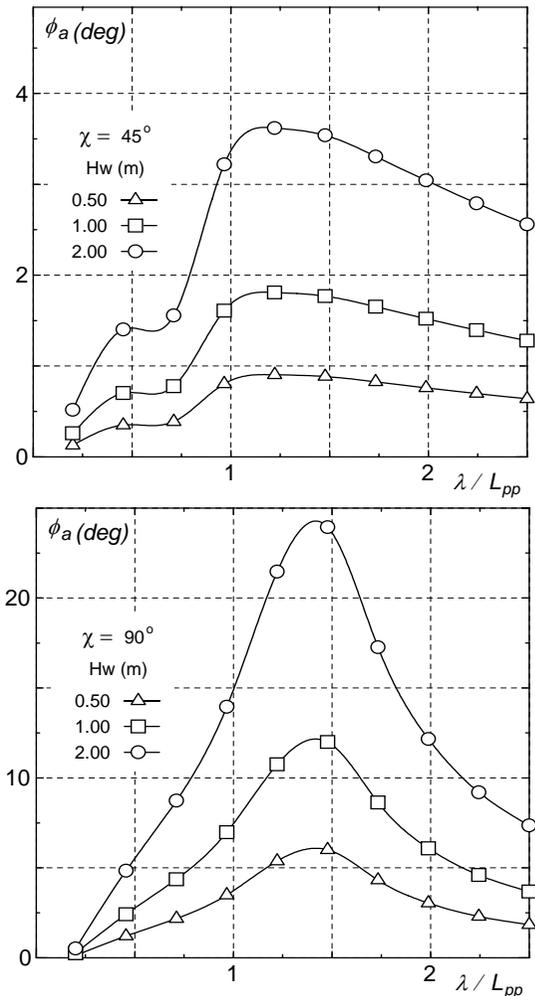
Prediksi respon gerak pitching masing-masing ferry disajikan pada Gbr. 8~10. Dari gambar terlihat bahwa amplitudo pitch untuk kapal dengan arah 0° dan 45° adalah hampir sama, sedangkan untuk arah gelombang 90° sangat kecil dibandingkan dua arah gelombang sebelumnya. Karena gerakan pitching adalah gerak yang cenderung terhadap memanjang kapal maka arah gelombang 0° dan 45° sangat dominan mempengaruhi gerakan tersebut. Respon gerak pitch terbesar ditunjukkan oleh kapal 300 GRT, hal ini memberikan gambaran penting bahwa tidak setiap desain kapal cocok dalam suatu kondisi perairan tertentu. Sedangkan pitch maksimum rata-rata dalam suatu desain kapal ferry adalah 3°, maka dari keseluruhan desain kapal ferry yang disimulasikan direkomendasikan cocok bagi berairan dengan tinggi gelombang sampai dengan 1~1.5 m.

Hasil prediksi gerakan roll dengan variasi tinggi gelombang ditampilkan dalam Gbr. 11~13. Dari hasil prediksi menunjukkan bahwa respon roll terbesar terjadi bila arah gelombang dari samping, 90°, dan akan bertambah seiring dengan naiknya tinggi gelombang. Pada tiap kapal yang disimulasikan untuk gelombang dengan arah 45° resonansi roll rata-rata dibawah 5° sedangkan pada arah gelombang 90° sangat bervariasi sesuai besarnya kapal.

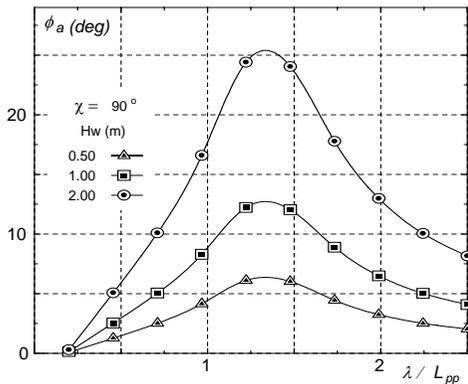
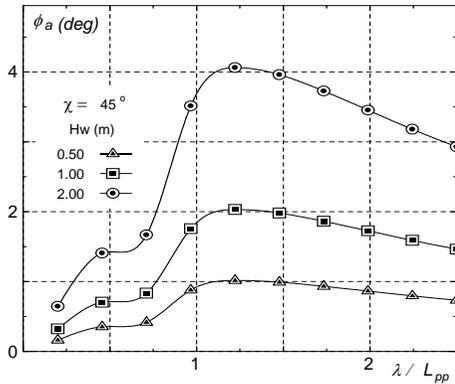
Amplitudo roll terbesar dialami oleh ferry 300 GRT. Hal ini karena roll damping yang kecil, juga karena relatif sarat terhadap tinggi gelombang yang kecil. Untuk memperkecil resonansi direkomendasikan memakai bilge keel yang mana akan meredam resonansi roll ini. Dari hasil penelitian diketahui bahwa dengan bilge keel ini mampu meredam

resonansi roll sampai dengan 40%. (Baharuddin Ali et.al. 2004)

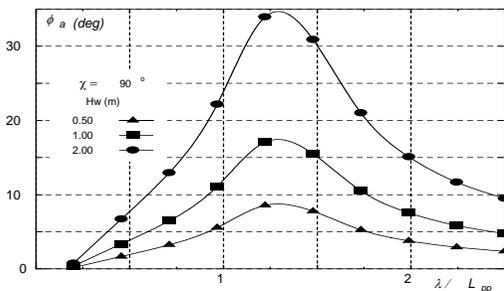
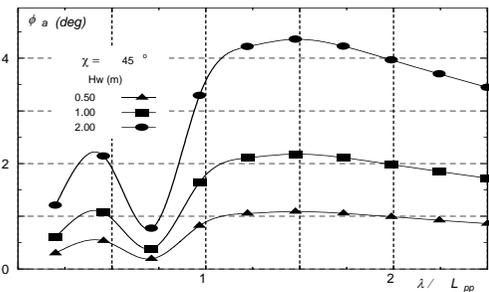
Amplitudo rata-rata gerakan roll yang umum pada suatu desain kapal adalah 12°, maka secara keseluruhan desain ferry yang disimulasikan ini bisa dipakai dengan memperhatikan arah kapal relatif terhadap arah gelombang, tinggi gelombang, kecepatan operasional kapal dan panjang gelombang dan perlunya dipakai alat peredam roll sederhana seperti bilge keel untuk meredam roll dalam kondisi resonansi.



Gbr. 11 Pengaruh tinggi gelombang pada roll amplitud untuk ferry 600 GRT



Gbr. 12 Pengaruh tinggi gelombang pada roll amplitude untuk ferry 500 GRT



Gbr. 13 Pengaruh tinggi gelombang pada roll amplitude untuk ferry 300 GRT

KESIMPULAN

Dari hasil prediksi gerak heave, pitch dan roll ferry 600, 500 dan 300 GRT ini didapatkan kesimpulan bahwa keseluruhan desain ferry cocok untuk perairan dengan tinggi gelombang sampai dengan dua meter, namun dengan memperhatikan arah relatif kapal terhadap gelombang, panjang gelombang dan kecepatan kapal. Selain itu kondisi pemuatan juga perlu diperhatikan, karena berpengaruh pada titik berat dan resonansi gerakan kapal. Untuk menambah stabilitas kapal direkomendasikan memasang alat peredam roll sederhana berupa bilge keel.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharuddin Ali, Katayama, T., and Ikeda Y.,** (2004), *Roll Damping Characteristics of Fishing Boats With and Without Drift Motion*, Journal of the International Shipbuilding Progress, Vol. 51, 2004 No. 2/3, Delft
- Baharuddin Ali, Suharbiyanto, R.B., Waluyo, dan Samudro** (2004), *Studi Pemakaian Bilge Keel Sebagai Alat Peredam Gerakan Roll Pada Kapal Ikan Tradisional Indonesia*, Jurnal Penelitian Enjiniring Fak. Teknik Univ. Hasanuddin, Makasar
- Bhattacharyya, R.** (1978), *Dynamic of Marine Vehicles*, Jhon Willey & Sons, New York
- Journee, J.M.J** (2001), *Theoretical Manual of SEAWAY*, Delft University
- Society of Naval Arch. Japan** (2003), *Fluid Mechanic for Floating Body*, Vol. 1, Seizando, Tokyo