UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pontoon Width Effects on the Hydrodynamic Response and Serviceability of Elastomeric-Hawser-Moored Floating Pontoons at Benoa Marina using Dualsphysics
Yasmina Rahma Khairunnisa, Prof. Ir. Radianta Triatmadja, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Benoa Marina is under construction within the Bali Maritime Tourism Hub, where the increasing coastal tourism pressure since December 2024, need to be accommodated properly, with the limited harbouring-basin space and the conservation area status of Benoa Bay. Floating pontoon offers a more efficient and compact alternative to massive fixed breakwater structures. However, its performance has to be evaluated. This includes the transmitted wave behind the pontoon, body motions, and mooring responses resulting under the same wave action to evaluate the effect of pontoon width on the hydrodynamic response, serviceability, and equivalent mooring tension of an elastomeric-hawser-moored floating pontoon.

Numerical simulations were performed using DualSPHysics, a software that is available based on the Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) method. The 4 m, 5 m, and 6 m pontoon widths were compared under the same irregular JONSWAP wave condition, with $H_s = 0.80$m and $T_p = 3.10$ s. The water depth, wave condition, numerical settings, initial freeboard, and equivalent mooring properties were kept the same, while pontoon width and the corresponding body mass were varied for each case. The verification and analysis of the simulation covered the incident wave, -reflected wave by the pontoon-, and the transmitted waves behind the pontoon. The reflection and transmission coefficients, six-degree-of-freedom motion, serviceability indicators, and equivalent mooring tension were recorded and discussed accordingly.

The verified wave field remained close to the prescribed input, with the realised H_{m0} errors between -0.565% and $+2.046\%$, and T_p errors below 1%. The observation of various width pontoon under the same hydrodynamic condition indicated that increasing the width from 4 m to 6 m reduced K_t from 0.678 to 0.385, while K_r increased from 0.388 to 0.613. The 6 m pontoon produced the lowest sustained motion response, but its serviceability performance was still above the standard limits where RMS vertical acceleration reached 2.887 times the comfort limit, while the peak lateral acceleration reached 1.861 times the safety limit. All mooring tension remained below the adopted design and break loads. These results indicate that pontoon width enlargement improved wave attenuation, sustained motion, and the width-scaled mooring response to a certain degree. Widen the pontoon to 6 m has not been able to satisfy the serviceability criteria under the analysed irregular-wave condition.

Keywords: floating pontoon, pontoon width, DualSPHysics, mooring tension, Benoa Marina.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pontoon Width Effects on the Hydrodynamic Response and Serviceability of Elastomeric-Hawser-Moored Floating Pontoons at Benoa Marina using Dualsphysics
Yasmina Rahma Khairunnisa, Prof. Ir. Radianta Triatmadja, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Saat ini, Marina Benoa sedang dibangun sebagai bagian dari Bali Maritime Tourism Hub untuk mengakomodasi peningkatan tekanan pariwisata pesisir sejak Desember 2024. Pengembangan ini perlu dilakukan secara tepat karena ruang kolam pelabuhan yang terbatas serta status Teluk Benoa sebagai kawasan konservasi. Dalam konteks tersebut, ponton apung dapat menjadi alternatif yang lebih efisien dan kompak dibandingkan struktur pemecah gelombang tetap yang masif. Namun, kinerjanya tetap perlu dievaluasi, terutama terhadap gelombang transmisi di belakang ponton, gerak benda apung, serta respons sistem tambat yang terjadi akibat pembebanan gelombang yang sama. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi lebar ponton terhadap respons hidrodinamika, kinerja layan, dan tegangan tambat ekuivalen pada ponton apung dengan sistem tambat hawser elastomerik.

Simulasi numerik dilakukan menggunakan DualSPHysics, yaitu perangkat lunak berbasis metode Smoothed Particle Hydrodynamics atau SPH. Tiga variasi lebar ponton, yaitu 4 m, 5 m, dan 6 m, dibandingkan pada kondisi gelombang acak JONSWAP yang sama, dengan H_s sebesar 0,80 m dan T_p sebesar 3,10 s. Kedalaman perairan, kondisi gelombang, pengaturan numerik, freeboard awal, serta properti tambat ekuivalen dibuat tetap, sedangkan lebar ponton dan massa benda disesuaikan pada setiap kasus. Verifikasi dan analisis simulasi mencakup gelombang datang, gelombang yang direfleksikan oleh ponton, serta gelombang transmisi di belakang ponton. Parameter yang dikaji meliputi koefisien refleksi dan transmisi, gerak enam derajat kebebasan, indikator kinerja layan, serta tegangan tambat ekuivalen.

Hasil verifikasi menunjukkan bahwa medan gelombang yang terbentuk masih mendekati kondisi input yang ditetapkan, dengan galat Hm0 terealisasi berada antara -0,565% hingga +2,046%, serta galat Tp di bawah 1%. Pengamatan terhadap variasi lebar ponton pada kondisi hidrodinamika yang sama menunjukkan bahwa peningkatan lebar ponton dari 4 m menjadi 6 m menurunkan Kt dari 0,678 menjadi 0,385, sementara Kr meningkat dari 0,388 menjadi 0,613. Ponton dengan lebar 6 m menghasilkan respons gerak berkelanjutan yang paling rendah. Meskipun demikian, kinerja layannya masih melampaui batas standar yang digunakan, dengan percepatan vertikal RMS mencapai 2,887 kali batas kenyamanan dan percepatan lateral puncak mencapai 1,861 kali batas keselamatan. Seluruh tegangan tambat masih berada di bawah beban desain dan beban putus yang diadopsi. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan lebar ponton mampu memperbaiki atenuasi gelombang, menurunkan respons gerak berkelanjutan, serta mengurangi respons tegangan tambat ternormalisasi terhadap lebar hingga batas tertentu. Namun, pelebaran ponton hingga 6 m belum mampu memenuhi kriteria kinerja layan pada kondisi gelombang acak yang dianalisis.

Kata kunci: *ponton apung, lebar ponton, DualSPHysics, tegangan tambat, Benoa Marina.*