

INTISARI

Indonesia, terletak di zona subduksi aktif pertemuan tiga lempeng dunia, mengakibatkan rentan mengalami gempa bumi *megathrust* dan membangkitkan tsunami. Interaksi tektonik yang intens memicu akumulasi tegangan signifikan yang berpotensi menghasilkan pergeseran vertikal dasar laut dan tsunami dahsyat. *Seawall*, sebagai struktur pertahanan pantai, terbukti efektif dalam mereduksi dampak tsunami. Namun infrastruktur tersebut masih memiliki keterbatasan substantif seperti yang terlihat pada Tsunami Tohoku 2011 dan Tsunami Selat Sunda 2018.

Penelitian ini bertujuan menginvestigasi pengaruh elevasi tembok laut, jarak antar struktur, dan karakteristik interaksi gelombang dengan struktur dalam konteks mitigasi bencana tsunami. Tujuannya untuk mengoptimalkan kinerja struktur *seawall* dalam memberikan perlindungan pada area di hilirnya. Penelitian ini menggunakan simulasi numerik dengan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) melalui perangkat lunak DualSPHysics. Desain pemodelan menggunakan konsep gelombang dalam saluran dengan bangkitan sistem *dambreak* dengan dasar saluran yang kering. Penelitian ini mengeksplorasi parameter hidrodinamika meliputi gaya yang mengenai bangunan, kecepatan gelombang, tinggi gelombang, waktu penjarangan, serta energi spesifik pada titik tinjauan.

Hasil penelitian menunjukkan elevasi *seawall* berkorelasi positif dengan reduksi gaya maksimum pada bangunan dan berkorelasi negatif dengan jangkauan limpasan. Efektifitas *seawall* paling baik terjadi pada $H_w/H_{max} = 1.82$ dengan persentase reduksi sebesar 76% pada jarak $L/F_{rr} \cdot H_{max} = 1.75$ dan waktu tundaan $\frac{t_i \cdot V}{H_s} = 41.67$. Secara umum, jarak antara *seawall* dan bangunan memiliki hubungan linier dengan gaya yang dihasilkan. Peningkatan jarak secara signifikan meningkatkan persentase reduksi gaya, terutama untuk *seawall* dengan $H_w/H_{max} = 0.46, 0.92, \text{ dan } 1.83$, sementara *seawall* $H_w/H_{max} = 1.37$ menunjukkan pola *non-linier*. Penelitian ini meninjau pentingnya pemahaman mendalam tentang variabel jarak antara struktur proteksi dan bangunan terlindung untuk pengembangan strategi mitigasi yang efektif di pesisir pantai.

Kata kunci: Tsunami, *seawall*, gaya, DualSPHysics, mitigasi.

ABSTRACT

Indonesia is located in an active subduction zone where three of the world's tectonic plates converge, making it vulnerable to megathrust earthquakes and triggering tsunamis. Intense tectonic interactions induce significant stress accumulation, potentially causing vertical seafloor displacement and massive tsunami waves. Seawalls, as coastal defense structures, have been proven effective in reducing tsunami impacts. However, these infrastructures still have substantive limitations, as observed in the 2011 Tohoku Tsunami and the 2018 Sunda Strait Tsunami.

This study aims to investigate the influence of seawall elevation, the spacing between structures, and wave-structure interaction characteristics in the context of tsunami disaster mitigation. The objective is to optimize the performance of seawall structures in providing protection to downstream areas. This research employs numerical simulations using the Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) method through the DualSPHysics software. The modeling design adopts a wave-in-channel concept with a dambreak-generated system over a dry bed. This study explores hydrodynamic parameters, including forces acting on structures, wave velocity, wave height, propagation time, and specific energy at the assessment points.

The research results indicate that seawall elevation has a positive correlation with the reduction of maximum forces on structures and a negative correlation with the extent of overtopping. The highest seawall effectiveness is observed at $H_w/H_{max} = 1.82$, with a force reduction percentage of 76% at a distance of $L/F_{rr} \cdot H_{max} = 1.75$ and a delay time of $\frac{t_i \cdot V}{H_s} = 41.67$. In general, the distance between the seawall and the protected structure exhibits a linear relationship with the resulting forces. Increasing the distance significantly enhances the percentage of force reduction, particularly for seawalls with $H_w/H_{max} = 0.46, 0.92, \text{ and } 1.83$, while the seawall with $H_w/H_{max} = 1.37$ shows a *non-linear* pattern. This study highlights the importance of a comprehensive understanding of the distance between protective structures and protected buildings for the development of effective coastal mitigation strategies.

Keywords: Tsunami, *seawall*, force, distance, DualSPHysics, mitigation