

INTISARI

PENGEMBANGAN SISTEM BERBASIS RAY TRACING UNTUK PEMODELAN PERAMBATAN GELOMBANG TSUNAMI DENGAN MEMPERTIMBANGKAN EFEK REFLEKSI

Oleh

Sania Nadlirotullubba

21/473170/PA/20368

Tsunami merupakan salah satu bencana alam yang memiliki dampak destruktif signifikan terhadap wilayah pesisir sehingga simulasi propagasi gelombang menjadi strategi penting dalam mitigasi bencana, terutama untuk memprediksi waktu tiba dan distribusi energi gelombang. Salah satu pendekatan efisien adalah metode *ray tracing*, yang memodelkan lintasan gelombang berdasarkan karakteristik batimetri. Namun, sebagian besar model *ray tracing* yang ada belum mempertimbangkan fenomena refleksi gelombang yang terjadi saat gelombang berinteraksi dengan garis pantai atau struktur topografi laut, padahal refleksi dapat memengaruhi distribusi energi dan paparan tsunami secara spasial. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem simulasi berbasis *ray tracing* yang secara eksplisit mengakomodasi efek refleksi gelombang tsunami dengan wilayah studi Pangandaran, Jawa Barat. Model dikembangkan melalui modifikasi pendekatan Latifah et al. (2024) dengan penambahan mekanisme refleksi berbasis hukum pantulan gelombang. Dataset batimetri BATNAS dan GEBCO digunakan untuk memberikan representasi topografi dasar laut yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi refleksi menghasilkan lintasan propagasi yang lebih realistis, dengan distribusi ray yang memperlihatkan pola pantulan di garis pantai. Estimasi waktu tiba tsunami pada titik target (Pangandaran, Batu Hiu, Cikembulan, Batu Karas, Madasari, dan Karapyak) konsisten dengan observasi lapangan dan simulasi berbasis *Shallow Water Equation* (SWE). Dengan demikian, model ini dapat dijadikan alternatif pendekatan yang lebih ringan secara komputasi namun tetap akurat untuk mendukung perencanaan mitigasi bencana di wilayah pesisir.

Kata Kunci: Tsunami, Ray Tracing, Refleksi Gelombang, Pangandaran, Batimetri.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A RAY TRACING SYSTEM FOR TSUNAMI WAVE PROPAGATION MODEL INCORPORATING COASTAL REFLECTIONS

By

Sania Nadlirotullubba

21/473170/PA/20368

Tsunamis are among the most destructive natural hazards affecting coastal regions, making wave propagation simulations an essential strategy for disaster mitigation, particularly in predicting arrival times and energy distribution. An efficient approach for such simulations is the *ray tracing* method, which models wave trajectories based on bathymetric characteristics. However, most existing ray tracing models do not account for wave reflection phenomena that occur when waves interact with shorelines or seafloor topography, despite their significant impact on spatial energy distribution and tsunami exposure. This study aims to develop a ray-tracing-based simulation system that explicitly incorporates tsunami wave reflection, focusing on the Pangandaran region, West Java. The model is a modification of the approach proposed by Latifah et al. (2024), enhanced with a reflection mechanism based on the law of wave reflection. Bathymetric datasets from BATNAS and GEBCO are employed to capture different seafloor representations. The results show that integrating reflection produces more realistic propagation trajectories, with ray distributions clearly demonstrating shoreline reflections. Estimated tsunami arrival times at target locations (Pangandaran, Batu Hiu, Cikembulan, Batu Karas, Madasari, and Karapyak) are consistent with field observations and *Shallow Water Equation* (SWE)-based simulations. Therefore, the proposed model offers a computationally efficient yet accurate alternative to support tsunami hazard mitigation in coastal areas.

Keywords: Tsunami, Ray Tracing, Wave Reflection, Pangandaran, Bathymetry.