ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji formulasi analisis numerik metode elemen hingga untuk menyelesaikan model *Shallow Water Equations* satu dimensi (1D) yang berinteraksi dengan *breakwater*. Penyelesaian numerik dilakukan dengan mendiskritisasi domain spasial, menerapkan metode residu berbobot pada bentuk lemah (*weak form*), dan menggunakan fungsi interpolasi linier Lagrange. Hasil simulasi memvisualisasikan fase perambatan gelombang secara logis dan menunjukkan bahwa struktur tersebut efektif menurunkan amplitudo gelombang datang saat berinteraksi dengan *breakwater*. Validasi numerik menunjukkan kesesuaian dengan solusi analitik, dimana amplitudo gelombang semakin mengecil seiring bertambahnya tinggi struktur *breakwater* yang mendekati permukaan air. Analisis ini juga mengonfirmasi rumusan panjang *breakwater* optimal yang konsisten menghasilkan peredaman gelombang maksimal dibandingkan variasi panjang lainnya. Pendekatan numerik ini terbukti akurat menyimulasikan dinamika transmisi gelombang, sehingga desain *breakwater* dengan tinggi dan panjang optimal dapat menjadi langkah mitigasi struktural yang efektif terhadap ancaman tsunami.

Kata kunci: *metode elemen hingga, shallow water equations, breakwater, tsunami, metode residu berbobot*

ABSTRACT

This study uses the finite element method to solve a one-dimensional (1D) Shallow Water Equations model that interacts with a breakwater. The solution is found by dividing the space into smaller parts, applying the weighted residual method to the weak form, and using linear Lagrange interpolation. The simulation shows how waves move and proves that the breakwater successfully reduces wave height. The numerical results match the analytical math model: the wave height gets smaller as the breakwater gets taller toward the water surface. The study also confirms the best breakwater length to reduce waves most effectively compared to other lengths. Overall, this method accurately models how waves travel, showing that building breakwaters with the right height and length is an effective way to help protect against tsunamis.

Keywords: *finite element method, shallow water equations, breakwater, tsunami, weighted residual method*