

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas wilayah daratan $\pm 2.012.402 \text{ km}^2$ dan luas perairan $\pm 5.877.879 \text{ km}^2$. Hal ini mengartikan bahwa daerah perairan Indonesia lebih luas dibandingkan daerah daratan. (Daruwedho et al., 2016). Indonesia juga negara yang dilalui oleh lempeng besar dunia yaitu lempeng Eurasia, indoaustralia dan pasifik memiliki potensi bencana alam yang tinggi. Lempeng ini memiliki aktivitas seismic tinggi yang menyebabkan mnculnya banyak bencana alam, salah satunya ialah gempa bumi. Dampak utama yang dapat terjadi ialah Tsunami. Tsunami menjadi salah satu bencana alam paling berbahaya di Kawasan sekitaran pantai. (Ahmad Zaenal, 2021).

Indonesia merupakan daerah rawan gempa yang dapat menimbulkan tsunami. Tsunami merupakan suatu gelombang laut yang terjadi akibat beberapa hal yakni : gempa bumi, letusan gunung berapi bawah laut, longsoran yang ditmbulkan oleh gaya impulsive akibat deformasi bawah laut, maka dari itu diperlukan system simulasi perambatan tsunami yang memadai akan hal itu. Salah satu cara menganalisis gelombang tsunami adalah membangun sistem simulasi perambatan pada area laut. (Anggraeni, 2020).

(Santius, 2015) Berbagai fenomena alam banyak yang terkait dengan gelombang diantaranya bunyi, cahaya, pergerakan air laut, pergerakan air Sungai, riak pada air kolam, dan ada banyak lagi contoh lain dalam kehidupan sehari-hari. Jika sekumpulan air dikenakan gaya, maka akan timbul gelombang yang disebut sebagai gelombang permukaan. Salah satu jenis gelombang yang banyak dikaji ialah gelombang tsunami, yang mana gelombang tsunami ini memiliki periode gelombang yang sangat besaar dan gelombang yang tidak mudah untuk hilang dan tereduksi.

Gelombang tsunami dapat muncul dari beberapa sumber, seperti gempa bumi yang terjadi di laut dangkal, letusan gunung berapi, tanah longsor, dan ledakan. Setiap sumber penghasil tsunami memiliki teknik yang unik, dan sifat-

sifatnya bergantung pada mekanisme spesifik yang terlibat. Gelombang tsunami dengan kemampuan untuk menjangkau jarak yang sangat jauh dan menjangkau banyak lautan sering kali disebabkan oleh gempa bumi tektonik yang terjadi di dasar laut. (Power dan Leonard, 2013) Gempa bumi yang berpotensi menimbulkan tsunami yang signifikan memiliki beberapa ciri yang khas:

1. Gempa bumi terjadi pada sesar naik (thrust/reverse fault), tipe sesar jenis ini sangat efektif dalam memindahkan massa air di atasnya yang merupakan embrio gelombang tsunami.
2. Kemiringan sudut tegak antar lempeng yang bertemu semakin besar sudutnya (mendekati 90°) maka semakin besar efek tsunami yang terbentuk
3. Kedalaman pusat gempa yang dangkal (<70 km) .

Tsunami merupakan ancaman yang signifikan sebagai salah satu bencana alam yang paling berbahaya di wilayah pesisir. Gelombang tsunami memiliki dampak yang sangat merugikan bagi umat manusia, mengakibatkan banyak korban jiwa dan kerugian ekonomi yang besar. Persamaan air dangkal dapat digunakan untuk mensimulasikan gelombang tsunami. Persamaan perairan dangkal sering digunakan untuk mengkarakterisasi penjalaran gelombang tsunami (Ahmad Zaenal, 2021).

Gelombang air dangkal, seperti yang didefinisikan oleh Hati dkk. (2020), adalah gelombang yang panjang gelombang airnya jauh lebih besar daripada amplitudonya. Contoh dari perairan dangkal antara lain gangguan yang mempengaruhi gelombang pada permukaan air yang tenang, gelombang air pada waduk, gelombang tsunami, dan penjalaran banjir. Persamaan gelombang air dangkal dapat digunakan untuk memprediksi kecepatan dan ketinggian gelombang permukaan air dalam situasi gelombang air dangkal.

Penjalaran gelombang tsunami secara teoritis dapat digambarkan dengan menggunakan persamaan diferensial, khususnya persamaan diferensial parsial (PDE). Persamaan Air Dangkal (*Shallow Water Equation/SWE*) merupakan salah satu model persamaan tersebut (Anggraeni, 2020). Persamaan air dangkal (SWE) paling berguna dalam hal situasi tsunami karena menggambarkan perambatan gelombang air yang panjang gelombangnya lebih panjang dari kedalaman

gelombang air. Tsunami berperilaku dengan cara yang berbeda di perairan dalam daripada di perairan dangkal karena kecepatannya yang berkorelasi dengan kedalaman air. Dalam hal ini simulasi numerik merupakan alat yang efektif dalam memvisualisasikan SWE. Metode numerik yang telah dikembangkan oleh SWE ialah metode beda hingga dalam mempelajari sirkulasi pada laut. (Supian & Rusli, 2018).

Pada perairan yang sangat dangkal, kecepatan vertikal dalam air dapat diabaikan dan gelombangnya dinamakan sebagai gelombang Panjang, profile dari gelombang dan penyebarannya dapat dimodelkan menggunakan pengintegrallan secara vertikal terhadap persamaan dari prinsip konservasi massa dan persamaan dari prinsip konservasi momentum.

Ketika laut sangat dangkal, kecepatan vertikal air sangat kecil sehingga gelombang disebut gelombang panjang. Profil dan penjalaran gelombang dapat disimulasikan dengan mengintegrasikan secara vertikal persamaan kekekalan massa dan kekekalan momentum.

Gelombang tsunami dibedakan berdasarkan panjang gelombangnya yang jauh lebih panjang dibandingkan dengan struktur kedalaman air yang dilaluinya. Sebagai contoh, gelombang tsunami yang terjadi di Samudra Hindia pada tahun 2004 memiliki panjang gelombang melebihi 200 km, sedangkan kedalaman Samudra Hindia berkisar antara 2 km hingga 5 km. Meskipun kedalaman Samudra Hindia cukup dalam, gelombang tsunami dapat diklasifikasikan sebagai gelombang air dangkal karena panjang gelombangnya yang jauh lebih besar.

Penelitian sebelumnya telah menyelidiki simulasi perilaku gelombang tsunami dengan menggunakan Metode Beda Hingga dan Persamaan Air Dangkal. Salah satu penelitian oleh Ahmad Zaenal (2021) secara khusus berfokus pada simulasi efek penghalang pada gelombang tsunami. (2) Setiyowati (2021) melakukan simulasi numerik persamaan gelombang air dangkal 1D dengan topografi tidak rata menggunakan metode beda hingga. Makalah berjudul "Implementasi Staggered Grid pada Persamaan Perairan Dangkal untuk Simulasi Gelombang Tsunami Akibat Longsor Bawah Air" ditulis oleh Arkan Hadna pada tahun 2018.

Persamaan Navier Stoke dan Persamaan Air Dangkal merupakan dua metode pemodelan numerik aliran fluida yang sering digunakan, menurut Ahmad Zaenal (2021). Banjir dan tanah longsor sering kali dimodelkan dengan menggunakan persamaan Navier-Stokes. Seperangkat rumus yang dikenal sebagai persamaan Navier-Stokes menjelaskan gerakan fluida seperti cairan dan gas. Menurut rumus-rumus ini, gaya viskos internal dan eksternal yang bekerja pada fluida adalah satu-satunya faktor yang memengaruhi perubahan momentum, atau percepatan, partikel fluida. Akibatnya, keseimbangan fluida dijelaskan oleh persamaan Navier-Stokes. Hukum gerak Newton dinyatakan secara diferensial dalam bentuk persamaan Navier-Stokes. Persamaan Navier-Stokes adalah kumpulan persamaan gerak yang paling komprehensif untuk elemen fluida kental dalam medan gravitasi. Pertimbangan diberikan pada komponen fluida dengan volume Δx , Δy , dan Δz (Maria Ulfa, 2016). Di sisi lain, simulasi gelombang sering kali menggunakan Persamaan Air Dangkal. Pendekatan beda hingga dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah Persamaan Air Dangkal. Metode beda hingga, yang menerapkan pendekatan deret Taylor, merupakan teknik yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial parsial. Dalam banyak konteks numerik, pendekatan beda hingga menghasilkan jawaban yang memadai

Penelitian ini bertujuan untuk membuat persamaan air dangkal untuk mensimulasikan penjaralan *omnidirectional* gelombang tsunami yang disebabkan oleh energi eksternal. Peneliti akan menggunakan prinsip-prinsip konservasi massa dan konservasi momentum. Selain itu, model gelombang air dangkal yang telah diperoleh akan diselesaikan secara numerik dengan menggunakan teknik Lax-Wendroff.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis melakukan penelitian mengenai “Simulasi Persamaan Air Dangkal terhadap Gelombang Tsunami Menggunakan Metode Beda Hingga”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang di uraikan di atas, maka rumusan masalah yang akan saya teliti adalah :

1. Bagaimana prediksi bentuk gelombang tsunami berdasarkan persamaan air dangkal
2. Bagaimana bentuk simulasi gelombang tsunami pada persamaan air dangkal menggunakan software matlab

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, permasalahan yang akan dibahas dibatasi pada :

1. Pemodelan gelombang tsunami pada persamaan air dangkal
2. Penyelesaian persamaan gelombang air dangkal dengan metode beda hingga

1.4 Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui bentuk gelombang tsunami berdasarkan persamaan air dangkal
2. Mengetahui bentuk simulasi gelombang tsunami air dangkal menggunakan software matlab

1.5 Manfaat penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman dan pengetahuan mengenai proses penyelesaian persamaan gelombang tsunami perairan dangkal dengan menggunakan pendekatan beda hingga. Selain itu, tujuannya adalah untuk mengembangkan kemampuan dalam mengimplementasikan metode ini dalam program Matlab.

1.6 Definisi Operasional

1. Tsunami merupakan gelombang air laut besar yang dipicu oleh pusran air bawah laut karena pergeseran lempeng, tanah longsor, erupsi gunungapi, dan jatuhnya meteor. Tsunami dapat bergerak dengan kecepatan sangat tinggi dan dapat mencapai daratan dengan ketinggian gelombang hingga 30 meter.

2. Sistem persamaan gelombang air dangkal merupakan suatu system persamaan diferensial parsial hiperbolik yang menggambarkan keadaan gelombang dimana panjang gelombang tsunami, gelombang tsunami, gelombang banjir, dan gelombang air tenang yang terkena gangguan. Tidak semua persamaan dapat diselesaikan secara analitis. Hal itu dapat diatasi dengan menyelesaikan secara numeris. Salah satu penyelesaian secara numeris adalah metode beda hingga. Metode beda hingga adalah suatu metode alternatif untuk mengonstruksi diskritisasi terhadap persamaan differensial yang bertujuan menemukan solusi numeris.
3. Matlab merupakan bahasa pemrograman yang hadir dengan fungsi dan karakteristik yang berbeda dengan bahasa pemrograman lain yang sudah ada lebih dahulu seperti Delphi, Basic maupun C++. Matlab merupakan bahasa pemrograman level tinggi yang dikhususkan untuk kebutuhan komputasi teknis, visualisasi dan pemrograman seperti komputasi matematik, analisis data, pengembangan algoritma, simulasi dan pemodelan dan grafik-grafik perhitungan.

