

**ANALISA NUMERIK GELOMBANG TSUNAMI MENGGUNAKAN
SOLUSI SOLITON MELALUI PENDEKATAN METODA *FINITE
DIFFERENCE***

TUGAS AKHIR

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Fisika
Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sain*



Oleh

YUNITA JAYANTI

NIM. 73198

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : **Analisa Numerik Gelombang Tsunami
Menggunakan Solusi Soliton Melalui Pendekatan
Metoda Finite Difference**

Nama : Yunita Jayanti

NIM/BP : 73198/2006

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2011

Disetujui Oleh

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Yulia Jamal, M.Si
NIP.19510717 197603 2 001

Dra. Hidayati, M.Si
NIP. 19690120 199303 2 002

HALAMAN PENGESAHAN

**Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Fisika Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang**

Judul : **Analisa Numerik Gelombang Tsunami Menggunakan Solusi Soliton Melalui Pendekatan Metoda Finite Difference**
Nama : Yunita Jayanti
NIM : 73198
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2011

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua	: Dra. Yulia Jamal, M.Si	1. _____
2. Sekretaris	: Dra. Hidayati, M.Si	2. _____
3. Anggota	: Dr. Ratnawulan, M.Si	3. _____
4. Anggota	: Drs. Masril, M.Si	4. _____
5. Anggota	: Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si	5. _____

ABSTRAK

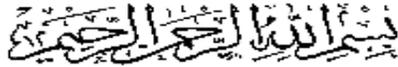
Yunita Jayanti : Analisa Numerik Gelombang Tsunami Menggunakan Solusi Soliton Melalui Pendekatan Metoda *Finite Difference*

Penelitian ini bertujuan mengkaji dan menganalisis perilaku penjalaran gelombang tsunami dengan memperlihatkan pengaruh kedalaman (h) dan amplitudo (α) pada besar kecepatannya.

Pendekatan yang digunakan adalah metoda *finite difference* yaitu suatu metoda untuk mendekati harga turunan suatu fungsi setiap titik pada domain solusi. Selanjutnya dengan metoda ini dirancang program Matlab 7.0 melalui persamaan Korteweg de Vries (KdV) dan solusi soliton.

Berdasarkan solusi soliton dapat dilihat sifat gelombang tsunami yang menunjukkan bahwa besar laju rambat gelombang tsunami dipengaruhi oleh kedalaman dan amplitudo. Hasil dari pemograman berupa kecepatan gelombang tsunami dan grafik penjalarannya. Berdasarkan hasil ini dapat memperlihatkan pengaruh kecepatan tsunami terhadap variasi amplitudo dan kedalaman yaitu laju rambat gelombang tsunami sebanding dengan amplitudo dan kedalamannya.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya, sehingga dengan izin-Nya penulis telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisa Numerik Gelombang Tsunami Menggunakan Solusi Soliton Melalui Pendekatan Metoda *Finite Difference*”**.

Selama penulisan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan, arahan dan bimbingan dari banyak pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada yang terhormat:

1. Ibu Dra. Yulia Jamal, M.Si sebagai Pembimbing I.
2. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai Pembimbing II.
3. Ibu Dr. Ratnawulan, M.Si, Bapak Drs. H. Masril, M.Si, dan Bapak Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si sebagai tim penguji pada tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ahmad Fauzi, M.Si, sebagi Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Bapak/Ibu staf pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Ayah dan Ibu yang telah memberikan bantuan dana dan nasehat selama menyelesaikan studi di Jurusan Fisika.
7. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Fisika FMIPA UNP, khususnya rekan angkatan “2006” atas motivasi dan kritikan dalam menyusun tugas akhir ini.

8. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga semua bantuan, bimbingan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis dapat menjadi amal ibadah dan mendapat balasan dari Allah SWT, amin.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini jauh dari sempurna dan untuk lebih menyempurnakan hasil tulisan ini, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari para pembaca. Atas bantuan tersebut penulis terlebih dahulu mengucapkan terima kasih. Semoga semua bimbingan dan perhatian tersebut mendapatkan balasan yang berlipat dari Allah SWT, Amin.

Padang, Februari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah.....	4
C. Pembatasan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Kontribusi Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Gelombang.....	6
B. Soliton sebagai Gelombang Nonlinier	8
C. Dasar-Dasar Persamaan Hidrodinamika.....	10
D. Persamaan Korteweg deVries.....	18
E. Karakteristik Tsunami.....	26
F. Metoda <i>Finite Difference</i>	29

III. METODA PENELITIAN.....	32
A.Jenis Penelitian.....	32
B.Tempat Penelitian.....	32
C.Pelaksanaan Penelitian	2
D.Instrumen Penelitian	33
E.Desain Penelitian	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
A.Hasil	36
B.Pembahasan.....	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
A.Kesimpulan	45
B. Saran.....	45

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kecepatan (v) yang Dipengaruhi Kedalaman (h) dan Amplitudo (a)	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gelombang Merambat pada Tali dengan Amplitudo Tetap.....	7
2. Diagram Percobaan J.S Russell (Drazin, 1992).....	9
3. Kecepatan Partikel dan Gelombang.....	12
4. Gaya Fluida yang Terjadi pada Elemen Kecil Arah Sumbu-x.....	13
5. Bentuk Gelombang J.S. Russel (Drazin, 1992)	18
6. Kecepatan Penjalaran Gelombang Tsunami Terhadap Kedalaman.....	28
7. <i>Flowchart</i> Pengaruh Kedalaman dan Amplitudo Gelombang Tsunami Terhadap Kecepatan dan Penjalarannya	35
8. Tampilan Penjalaran Gelombang Tsunami.....	36
9. Grafik Keluaran Penjalaran Gelombang dan Kecepatan Tsunami dengan Variasi Amplitudo $a_1 = 0.5$ m dan $h = 4000$ m.....	37
10. Grafik Keluaran Penjalaran Gelombang dan Kecepatan Tsunami dengan Variasi Amplitudo $a_2 = 5$ m dan $h = 4000$ m.....	38
11. Grafik Keluaran Penjalaran Gelombang dan Kecepatan Tsunami dengan Variasi Amplitudo $a_3 = 10$ m dan $h = 4000$ m.....	38
12. Grafik Keluaran Penjalaran Gelombang dan Kecepatan Tsunami dengan Variasi Kedalaman $h_1 = 1000$ m dan $a = 0.5$ m.....	40
13. Grafik Keluaran Penjalaran Gelombang dan Kecepatan Tsunami dengan Variasi Kedalaman $h_2 = 2000$ m dan $a = 0.5$ m.....	40
14. Grafik Keluaran Penjalaran Gelombang dan Kecepatan Tsunami dengan Variasi Kedalaman $h_3 = 4000$ m dan $a = 0.5$ m.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Program Penjalaran Gelombang Tsunami yang Dipengaruhi Kedalaman (h) dan Amplitudo (a)	47

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia secara geografis berada pada pertemuan tiga lempeng besar yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Ketiga lempeng tersebut bergerak aktif satu sama lainnya, sehingga membuat Indonesia menjadi negara dengan tingkat kegempaan tinggi. Lokasi aktif gempa secara sepintas dapat dikatakan berada di perbatasan lempeng. Namun efeknya bisa dirasakan pada jarak tertentu bergantung pada atenuasi (peluruhan) energi dan geologi setempat.

Gempa bumi yang terjadi di Indonesia bervariasi dalam hal sumber, letak serta kekuatannya. Dilihat dari sumbernya, gempa bumi bisa disebabkan oleh letusan gunung berapi, ledakan bawah tanah dan pergerakan kulit bumi. Bila ditinjau dari letak sumber gempa, ada gempa yang episentrumnya berada di daratan dan juga ada di lautan. Begitu juga dengan kekuatannya, gempa bervariasi mulai dari kekuatan kecil hampir tak terasa sampai berkekuatan besar yang menyebabkan kerusakan. Untuk gempa dengan kekuatan besar dan berpusat di laut, berpeluang untuk terjadinya tsunami. Syarat terjadinya tsunami akibat gempa bumi jika pusat gempa terjadi di dasar laut dengan kedalaman pusat gempa kurang dari 60 km (<http://www.esdm.go.id>).

Pada akhir tahun, tanggal 26 Desember 2004, gempa bumi dengan kekuatan 9 Skala Richter di kedalaman 30 km dasar laut sebelah baratdaya Aceh membangkitkan gelombang tsunami dengan kecepatan awal sekitar 700 km/jam. Gelombang ini menjalar ke segala arah dari pusat tsunami dan menyapu wilayah Aceh dan Sumatera Utara dengan kecepatan antara 15 - 40 km per jam dan tinggi gelombang 2 hingga 48 meter. Korban jiwa mencapai 250.000 orang lebih. Dalam 3 jam setelah gempa bumi, negara-negara di kawasan Samudera Hindia juga terkena tsunami (<http://www.esdm.go.id>).

Dampak tsunami telah merusak ekosistem di darat dan di laut dengan terlihatnya perubahan dan kerusakan parah yang melanda sepanjang pantai Indonesia. *Indonesia tsunami info* dalam *website*-nya merilis bahwa korban meninggal dalam bencana gempa dan tsunami pada tahun 2004 tertanggal 10 Februari 2005 mencapai 220.940 orang yang terdiri dari 166.320 orang Indonesia, 38.195 orang Srilangka, 10.744 orang India, dan 5.305 orang Thailand. Korban yang meninggal juga tercatat di negara-negara Afrika seperti Tanzania, Kenya, Afrika Selatan, dan Madagaskar. Hal ini disebabkan karena tsunami merupakan gelombang yang merambat tanpa perubahan bentuk maupun energi serta stabil melawan tumbukan dan mempertahankan identitasnya sehingga bisa melanda wilayah yang luas.

Dinamika tsunami menurut Dyas-Dutykh (2006) dibagi tiga fase yaitu terbentuknya tsunami (*generation*), perambatan (*propagation*), dan

penggenangan (*inundation*). Fase ke tiga dari dinamika tsunami merupakan fase yang menakutkan, yaitu saat gelombang menghempas di pantai dan menyapu semua yang ada di depannya. Pada fase kedua yaitu perambatan tsunami merupakan suatu hal yang unik, karena dapat merambat dalam jarak ribuan kilometer dengan hampir tidak ada energi yang hilang dan kecepatan rambatan tsunami tergantung pada kedalaman air (Natural Disaster, 2006).

Gelombang yang merambat tanpa perubahan bentuk serta stabil melawan tumbukan juga merupakan karakteristik dari soliton. Menurut (Ridwan, 2007), soliton adalah sebuah gelombang nonlinier yang memiliki sifat terlokalisasi dan merambat tanpa perubahan serta stabil melawan tumbukan dan mempertahankan identitasnya. Jadi secara sifatnya tsunami dapat dikatakan sebagai soliton. Berdasarkan alasan di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian secara analisa numerik gelombang tsunami menggunakan solusi soliton.

Analisa numerik soliton dapat dijelaskan menggunakan persamaan Korteweg de Vries (KdV). Persamaan KdV ini nantinya akan menghasilkan solusi soliton. Solusi yang telah didapatkan dimasukkan dalam program MATLAB 7.0 melalui pendekatan metoda *Finite Difference*. Kemudian akan diperoleh grafik simulasi gelombang tsunami. Metoda *Finite Difference* adalah suatu metoda yang digunakan untuk mendekati harga turunan suatu fungsi pada setiap titik pada domain solusi (Adityawan, 2007).

Penelitian yang berkaitan dengan simulasi gelombang tsunami telah dikembangkan oleh peneliti yaitu Ester R. Sitorus menggunakan persamaan kontinuitas dan persamaan momentum yang memperlihatkan penjalaran gelombang tsunami dan *run-up* yang dipengaruhi oleh batimetri perairan. Peneliti lainnya Karina Aprilia Sujatmiko dalam penelitiannya yang berjudul *Pemodelan Tsunami Pengandaran 2006* menggunakan metoda *Finite Difference*.

B. Perumusan Masalah

Pada persamaan gelombang linier, besar kecilnya amplitudo gelombang tidak mempengaruhi cepat rambat gelombang. Sedangkan pada gelombang nonlinier, amplitudo gelombang mempengaruhi cepat rambat gelombang. Semakin besar amplitudo gelombang, makin besar cepat rambat gelombang tersebut. Tsunami di perairan laut dalam, amplitudonya hanya beberapa puluh centimeter saja dari muka laut dan kecepatannya mencapai 800-1000 km/jam, sementara mendekati pantai tingginya dari muka laut amplitudonya bisa mencapai 20-30 m dengan kecepatan 48 km/jam. Gelombang tsunami mampu merambat dalam jarak yang jauh dengan hampir tidak ada energi yang hilang.

Berdasarkan ciri-ciri gelombang tsunami ini, dapat dikatakan bahwa tsunami merupakan gelombang soliton. Soliton merupakan sebuah gelombang nonlinier yang memiliki sifat terlokalisasi dan merambat tanpa perubahan bentuk serta stabil melawan tumbukan dan mempertahankan identitasnya. Berdasarkan hal ini, dikemukakan rumusan permasalahan

penelitian yaitu bagaimana simulasi gelombang tsunami yang dipengaruhi kedalaman (h), amplitudo (a) menggunakan solusi soliton dengan pendekatan metoda *Finite Difference*.

C. Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan penelitian ini, untuk lebih memfokuskan permasalahan perlu dilakukan pembatasan masalah, yaitu :

1. Simulasi gelombang tsunami dilakukan dengan menggunakan solusi soliton.
2. Sifat soliton yang dilihat adalah sifat soliton yang mempunyai bentuk tetap sewaktu gelombang merambat atau bentuknya tidak akan berubah di dalam médium dan kedalaman yang sama.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengkaji dan menganalisis perilaku penjalaran gelombang tsunami dengan memperlihatkan pengaruh kedalaman (h), amplitudo (a), terhadap kecepatan gelombang tsunami menggunakan solusi soliton.

E. Kontribusi Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dan kontribusi, yaitu :

1. Sebagai referensi dan acuan bagi penelitian lanjutan.
2. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sain di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam.