



**SIMULASI PENJALARAN GELOMBANG TSUNAMI DENGAN VARIASI  
MATERI PENYUSUN DASAR LAUT MENGGUNAKAN  
METODE RUNGE-KUTTA**

**SKRIPSI**

Oleh

**Fathur Rohman  
NIM 091810101004**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**SIMULASI PENJALARAN GELOMBANG TSUNAMI DENGAN VARIASI  
MATERI PENYUSUN DASAR LAUT MENGGUNAKAN  
METODE RUNGE-KUTTA**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Fathur Rohman  
NIM 091810101004**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Mansur, S.Pd dan Ruchi Hidayati N.K selaku orang tua yang telah mencurahkan seluruh kasih sayangnya kepada anakmu tercinta;
2. Fatimatuz Zahro sebagai kakak dan Muflihatus Surur, Mahbub Nuroni, dan Muhammad Sirojuddin sebagai adik yang telah mendukung saudaranya tercinta;
3. guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember;
5. Unit Kegiatan Mahasiswa Seni TITIK dan HIMATIKA “GeoKompStat” yang telah memberikan dukungan moril.



## MOTTO

Baginya (manusia) ada malaikat-malaikat yang selalu menjaganya bergiliran, dari depan dan belakangnya. Mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tidak ada yang dapat menolaknya dan tidak ada pelindung bagi mereka selain dia.  
(Terjemahan Q.S 13 Ar-Ra'd: 11)\*



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia, 2006. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Fathur Rohman

NIM : 091810101004

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “simulasi penjalaran gelombang tsunami dengan variasi materi penyusun dasar laut menggunakan metode runge-kutta” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Mei 2013

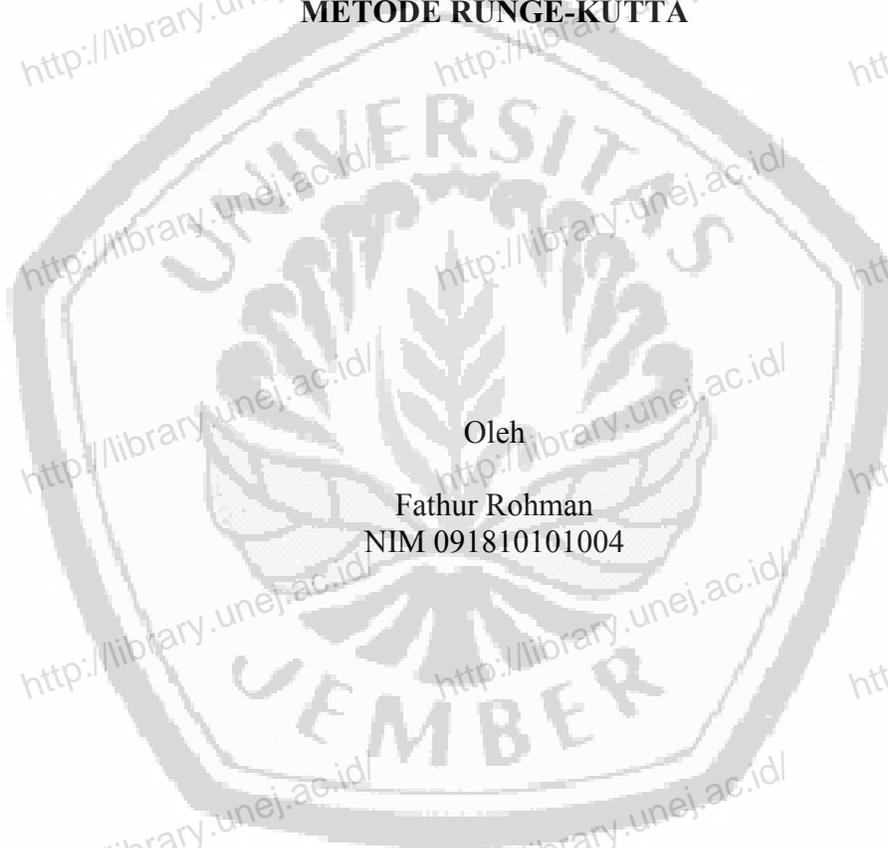
Yang menyatakan,

Fathur Rohman

NIM 091810101004

**SKRIPSI**

**SIMULASI PENJALARAN GELOMBANG TSUNAMI DENGAN VARIASI  
MATERI PENYUSUN DASAR LAUT MENGGUNAKAN  
METODE RUNGE-KUTTA**



Oleh

Fathur Rohman  
NIM 091810101004

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.  
Dosen Pembimbing Anggota : Kusbudiono, S.Si, M.Si

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Simulasi Penjalaran Gelombang Tsunami Dengan Variasi Materi Penyusun Dasar Laut Menggunakan Metode Runge-Kutta” telah diuji dan disahkan pada

hari, tanggal :

tempat : Fakultas MIPA Universitas Jember

Tim Penguji :

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.  
NIP 19661012 199303 1 001

Kusbudiono, S.Si., M.Si.  
NIP 19770430 200501 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Bagus Juliyanto SSi  
NIP.19800702 200312 1 001

Dr. Alfian Futuhul Hadi SSi,Msi  
NIP.19740719 200012 1 001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Simulasi Penjalaran Gelombang Tsunami Dengan Variasi Materi Penyusun Dasar Laut Dengan Metode Runge-Kutta**; Fathur Rohman; 091810101004; 2013; 44 halaman; Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember

Indonesia merupakan negara yang menjadi pertemuan tiga lempeng tektonik aktif di dunia, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Australia, dan lempeng Pasifik. Letak Indonesia yang menjadi pertemuan ketiga lempeng tersebut menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara dengan jumlah gunung api terbanyak dan memiliki pusat-pusat gempa bumi sehingga daerah-daerah di Indonesia dapat dikatakan sebagai daerah tektonik aktif. Daerah tektonik aktif adalah daerah rawan gempa. Pusat gempa bisa terjadi baik di darat maupun di dasar laut. Jika pusat gempa terjadi di dasar laut berpotensi mengakibatkan terjadinya tsunami.

Weisstein & Trott (2005) menggunakan teori perairan air dangkal guna untuk mengetahui profil penjalaran gelombang tsunami, akan tetapi sangat sulit untuk mendapatkan solusi penjalaran gelombang tsunami yang sudah ada. Sehingga Satake (1992) melakukan linierisasi dan pendekatan komputasi serta simulasi secara numerik yang hingga saat ini banyak diterapkan guna mempelajari perilaku/profil penjalaran gelombang tsunami. Zamzami (2006) melakukan penelitian tentang profil penjalaran gelombang tsunami menggunakan teori perairan air dangkal, dengan menghilangkan pengaruh dari suku-suku non-linier dan suku-suku gesekan antara air laut dan dasar laut sehingga model yang diteliti oleh Zamzami merupakan model linier dari teori perairan air dangkal yang disimulasikan menggunakan *software* Matlab. Sedangkan untuk metode Runge-Kutta adalah salah satu metode numerik yang sering digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial dan juga tingkat keakuratannya dapat dipercaya. Prihandini (2012) melakukan penelitian dengan membandingkan metode Runge-Kutta orde empat dengan metode Prediktor-Korektor, dengan hasilnya yaitu didapat bahwa metode Runge-Kutta orde empat lebih akurat jika dibandingkan dengan metode Prediktor-Korektor.

Pada penulisan tugas akhir ini digunakan perhitungan numerik untuk memperoleh profil penjalaran gelombang tsunami, menggunakan metode Runge-Kutta orde empat. Akan tetapi sebelum menggunakan metode Runge-Kutta, terlebih dahulu digunakan metode beda hingga agar persamaan profil penjalaran gelombang tsunami yang pada awalnya merupakan persamaan diferensial parsial menjadi persamaan diferensial biasa.

Simulasi penjalaran gelombang tsunami dilakukan dengan menggunakan fungsi *Gaussian Bell* sebagai keadaan awal tsunami dengan Amplitudo sebesar 0,005 Km dengan panjang gelombang 5 Km, yang disimulasikan secara dua dimensi dan tiga dimensi. Pada awal akan dicari profil umum dari gelombang tsunami, kemudian hubungan fluks debit dengan tinggi gelombang, waktu kedatangan gelombang pada bibir pantai dan yang terpenting adalah pengaruh penyusun materi dasar laut sebagai tujuan utama tugas akhir ini. Selain itu diamati juga bentuk penjalaran gelombang secara dua dimensi dan tiga dimensi.

Hasil simulasi penjalaran gelombang tsunami menunjukkan bahwa pada awalnya gelombang tsunami bergerak menurun. Setelah selang beberapa waktu gelombang tsunami bergerak naik. Dalam penelitian ini juga didapatkan bahwa besar fluks debit pada awalnya berbanding terbalik dengan tinggi gelombang, akan tetapi pada suatu saat besar fluks debit menjadi berbanding lurus dengan tinggi gelombang. Hasil lain yang didapatkan bahwa gelombang tsunami dengan amplitudo 0.005 Km dan pusat gempa berjarak 25 Km dari bibir pantai akan mencapai bibir pantai dengan waktu tempuh 159,4 detik. Dalam penelitian ini juga didapatkan fakta bahwa materi penyusun dasar laut tidak mempengaruhi ketinggian gelombang tsunami.

## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “simulasi penjalaran gelombang tsunami dengan variasi materi penyusun dasar laut menggunakan metode runge-kutta”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan dorongan baik secara langsung maupun tak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Rusli Hidayat, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Kusbudiono, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini;
2. Bapak Bagus Juliyanto S.Si., dan Bapak Dr. Alfian Futuhul Hadi S.Si, M.Si, selaku Dosen Penguji yang telah memberi kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
3. teman-teman GDS, *A Fire Life* dan juga matematika FMIPA angkatan 2009 yang telah mendukung dengan segenap hati;
4. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Mei 2013

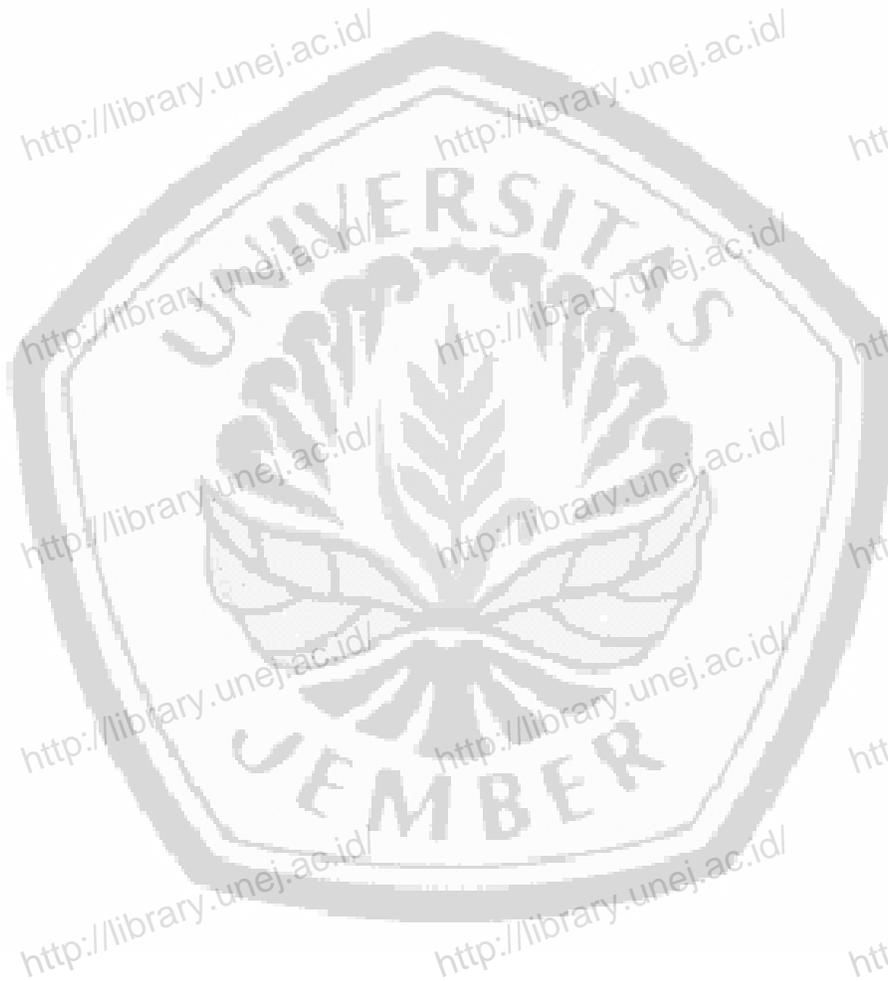
Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN</b> .....	v
<b>PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar belakang</b> .....	1
<b>1.2 Perumusan masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Teori Lempeng Tektonik</b> .....	4
<b>2.2 Gempa Bumi</b> .....	4
2.2.1 Pengertian Gempa Bumi .....	4
2.2.2 Penyebab Terjadinya Gempa Bumi Karena Kegiatan Tektonik	5
<b>2.3 Tsunami</b> .....	5
<b>2.4 Pemodelan Penjalaran Gelombang Tsunami</b> .....	5
2.4.1 Teori Perairan Dangkal .....	5
2.4.2 Gesekan Dasar Laut .....	8

2.4.3 Aturan Persamaan .....	9
<b>2.5 Persamaan Diferensial Parsial .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6 Deret Taylor .....</b>	<b>11</b>
<b>2.7 Kesalahan Pemotongan (<i>truncation error</i>) .....</b>	<b>12</b>
<b>2.8 Metode Beda Hingga .....</b>	<b>12</b>
2.8.1 Pendekatan Beda Maju untuk Turunan Pertama .....	13
2.8.2 Pendekatan Beda Mundur untuk Turunan Pertama .....	14
2.8.3 Pendekatan Beda Pusat untuk Turunan Pertama .....	15
<b>2.9 Metode Runge-Kutta .....</b>	<b>15</b>
<b>2.10 Syarat Batas Von Neumann .....</b>	<b>16</b>
<b>2.11 Penelitian Sebelumnya Tentang Metode Runge-Kutta .....</b>	<b>17</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Model Penjalaran Gelombang Tsunami .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2 Diskritisasi Variabel Spasial .....</b>	<b>23</b>
4.2.1 Diskritisasi Persamaan Dua Dimensi .....	23
4.2.2 Diskritisasi Persamaan Tiga Dimensi .....	25
<b>4.3 Diskritisasi Variabel Temporal .....</b>	<b>28</b>
4.3.1 Diskritisasi Variabel Temporal Untuk Dua Dimensi .....	28
4.3.2 Diskritisasi Variabel Temporal Untuk Tiga Dimensi .....	29
<b>4.4 Syarat Awal .....</b>	<b>31</b>
<b>4.5 Simulasi dan Analisis Hasil Program .....</b>	<b>32</b>
4.5.1 Profil Penjalaran Gelombang Tsunami .....	32
4.5.2 Hubungan Antara Tinggi Gelombang Dan <i>Flux Discharge</i> ..	36
4.5.3 Tinggi Gelombang Tsunami pada bibir pantai .....	37
4.5.4 Pengaruh Materi Penyusun Dasar Laut Dalam Penjalaran Gelombang Tsunami .....	38
4.5.5 Perbandingan antara gelombang tsunami dua dimensi dan tiga dimensi .....	40

<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	42
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	42
<b>5.2 Saran</b> .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	43
<b>LAMPIRAN</b> .....	45



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Grafik dari turunan pertama pendekatan beda maju .....	14
2.2 Grafik dari turunan pertama pendekatan beda mundur .....	14
2.3 Grafik dari turunan pertama pendekatan beda pusat .....	15
3.1 Sketsa Metode Penelitian .....	19
4.1 Plot Fungsi <i>Gaussian Bell</i> .....	32
4.2 Profil Awal Gelombang Tsunami .....	33
4.3 Gelombang Tsunami setelah 30 detik .....	33
4.4 Gelombang Tsunami setelah 60 dan 90 detik .....	34
4.5 Gelombang Tsunami setelah 120 .....	34
4.6 Profil awal gelombang Tsunami dengan Amplitudo 0,005 Km dan 0,05 Km	35
4.7 Gelombang tsunami dengan amplitudo 0,05 setelah 60 detik dan 90 detik .....	36
4.8 Keadaan awal Gelombang Tsunami dan fluks debit .....	36
4.9 Keadaan Tsunami pada detik ke-30 .....	37
4.10 Gelombang tsunami dengan materi penyusun dasar laut semen halus dan logam halus dan puing-puing bebatuan .....	38
4.11 Gelombang tsunami dengan materi penyusun dasar laut semen halus dan logam halus dan puing-puing bebatuan pada detik ke-60 dan 120 .....	39
4.12 Gelombang tsunami dua dimensi dan tiga dimensi pada keadaan awal .....	40
4.13 Gelombang tsunami dua dimensi dan tiga dimensi pada detik ke-60 dan 120 .....	41

## DAFTAR TABEL

2.1 Nilai dari koefisien kekasaran Manning materi penyusun dasar laut  $n$  ..... 9

