

**PENENTUAN MODEL KECEPATAN BAWAH PERMUKAAN  
MENGUNAKAN METODE SEISMIC INVERSI  
KECEPATAN GELOMBANG PERMUKAAN**



Disusun oleh:

**IRANIKA FITRIYANI  
M0212045**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
September, 2016**

*commit to user*

**PENENTUAN MODEL KECEPATAN BAWAH PERMUKAAN  
MENGUNAKAN METODE SEISMIC INVERSI  
KECEPATAN GELOMBANG PERMUKAAN**



Disusun oleh:

**IRANIKA FITRIYANI  
M0212045**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar  
Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
September, 2016**

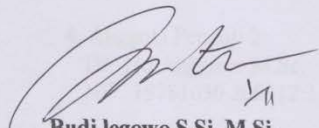
**HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**Penentuan Model Kecepatan Bawah Permukaan Menggunakan Metode  
Seismik Inversi Kecepatan Gelombang Permukaan**

Oleh  
**Iranika Fitriyani  
M0212045**

Telah disetujui oleh

**Pembimbing 1**

  
**Budi legowo S.Si.,M.Si.  
NIP. 19730510 199903 1 002**

Tanggal: 1 November 2016

**Pembimbing 2**

  
**Dr. Titi Anggono M.Sc.  
NIP. 19781030 200312 1 003**

Tanggal: 4 November 2016

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul : Penentuan Model Kecepatan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Seismik Inversi Kecepatan Gelombang Permukaan

Yang dituliseleh:

Nama : Iranika Fitriyani  
NIM : M0212045

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada  
Hari : Selasa

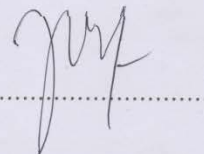

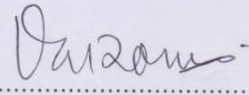
Dewan penguji:

1. Ketua Penguji  
Darsono S.Si., M.Si.  
NIP. 19700727 199702 1 001

2. Sekretaris Penguji  
Drs. Suharyana., M.Sc.  
NIP. 19611217 198903 1 003

3. Anggota Penguji 1  
Budi Legowo S.Si., M.Si.  
NIP. 19730510 199903 1 002

4. Anggota Penguji 2  
Dr. Titi Anggono M.Sc.  
NIP. 19781030 200312 1 003



Disahkan pada tanggal 7 November 2016  
Oleh

Kepala Program Studi Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Fahru Nurosyid S.Si., M.Si.  
NIP. 197210132000031002

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual skripsi saya yang berjudul “Analisa Kecepatan Gelombang Permukaan Untuk Mengetahui Kedalaman Lapisan Moho Dengan Menggunakan Metode Seismik Inversi” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini. Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau Diperguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 6 September 2016

Iranika Fitriyani

## MOTTO

“Allah akan selalu memberikan yang terbaik untuk kita selama kita selalu mencoba yang terbaik dalam mencapai suatu tujuan”

“Menyerah bukanlah bagian dari kamus kehidupan. Menyerah hanya alasan untuk berhenti mencoba dan berusaha menjadi pribadi yang lebih baik”

*“A dream doesn't become reality through magic. It takes sweat, determination and hardwork”*- Colin Powell

*“To be a champion, you have to see the big picture. It's not about winning and losing, it's about every day hard work and about thriving on challenge. It's about embracing the pain that you'll experience at the end of a race and not being afraid. I think people think too hard and get afraid of a certain challenge.”*- Summer Sanders

Summer Sanders

*“The coward inside yourself is your biggest enemy, not someone else.”*

*“Life is 10% what happens to you and 90% how you react to it.”*- Charles R. Swindoll

Swindoll

*“Believe in yourself. Have faith in your abilities. Without a humble but reasonable confidence in your own powers you cannot be successful or happy.”*-Norman Vincent Peale

Vincent Peale

*“Look deep into nature, and then you will understand everything better.”*- Albert Einstein

Einstein

*“Once we accept our limits, we go beyond them.”*- Albert Einstein

## **Penentuan Model Kecepatan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Seismik Inversi Kecepatan Gelombang Permukaan**

**IRANIKA FITRIYANI**

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Sebelas Maret

### **ABSTRAK**

Pada penelitian ini interpretasi dilakukan dengan menggunakan data gempa teleseismik dari dua gelombang permukaan yaitu gelombang Love dan gelombang Reyleigh. Interpretasi data seismogram dilakukan dengan menggunakan metode seismik inversi. Dari hasil inversi kecepatan grup gelombang permukaan diperoleh model struktur kecepatan bawah permukaan, sehingga dapat diketahui kecepatan bawah permukaan dan kedalaman moho. Kedalaman moho yang diperoleh memberikan informasi tentang batas antara kerak bumi dan mantel bumi. Dengan mengetahui batas antara kerak bumi dan mantel bumi, maka dapat diketahui kecepatan gelombang seismik saat menjalar di kerak bumi dan mantel bumi. Dalam penelitian ini diperoleh kedalaman moho di bawah stasiun CISI sekitar 30 km – 70 km dengan kecepatan struktur di kerak bumi 4,3 km/s - 4,4 km/s dan kecepatan struktur di mantel bumi 4.5 km/s – 4.7km/s.

Kata kunci : gelombang permukaan, inversi, *group velocity*, moho, kecepatan bawah permukaan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa saya haturkan kepada Nabi Muhammad S.A.W sebagai pembimbing seluruh umat manusia.

Skripsi dengan judul “Pemanfaatan Kecepatan *Surface Wave* Untuk Mitigasi Bencana Gempa Bumi di Indonesia” saya susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains. terselesaikannya penulisan skripsi ini membawa kebahagiaan bagi saya setelah kurang lebih selama satu semester berjuang menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Dalam penyusunan skripsi ini, saya mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari banyak pihak, atas bantuannya selama proses pengerjaan Skripsi ini, secara khusus saya ucapkan terimakasih kepada:

1. Budi Legowo S.Si., M.Si selaku Pembimbing 1 yang dengan sabar telah membimbing saya dan berkenan meluangkan waktu dan pikiran untuk membantu saya dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
2. Dr. Titi Anggono dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Fisika Serpong selaku Pembimbing 2 yang telah mengizinkan saya melakukan Tugas Akhir di LIPI FISIKA dan telah sabar membimbing saya dari awal penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.
3. Kedua orang tua saya yang selama ini selalu memberikan semangat dan nasehat ketika saya berada masa-masa sulit, serta segala dukungan yang selalu diberikan kepada saya selama ini.
4. Seluruh dosen fisika yang telah sabar mengajar dan berbagi ilmu kepada saya selama 4 tahun ini.
5. Sahabat Cemewew tercinta (Aninda, Dian Putri, Nita dan Arum) yang selama ini sudah menjadi sahabat terbaik, baik dalam suka maupun duka.

*commit to user*



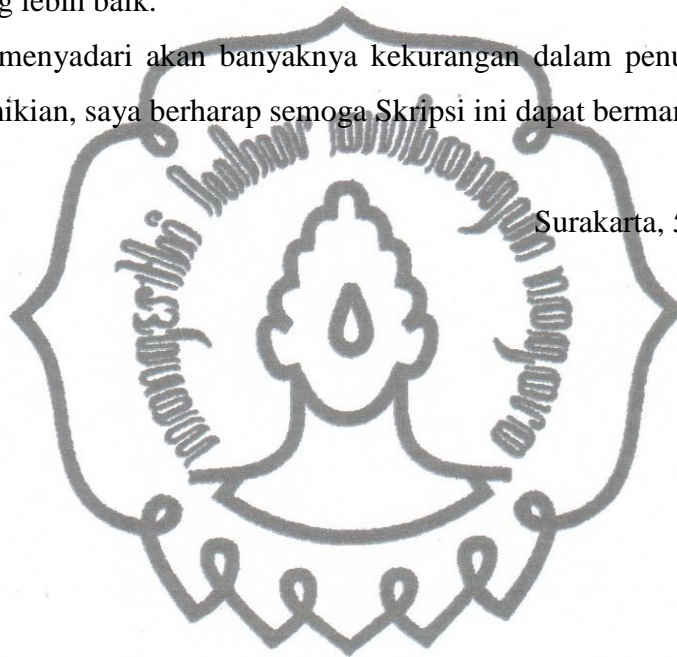
5. Semua rekan-rekan grup geofisika yang selama ini telah banyak berbagi pengetahuan dan berdiskusi bersama.
6. Seluruh angkatan 2012 yang selama 4 tahun sudah berjuang bersama-sama dan berbagi kisah kebersamaan yang tidak terlupakan.

Semoga Allah S.W.T membalas semua jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dalam membantu penyelesaian penulisan skripsi ini dengan balasan yang lebih baik.

Saya menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Namun demikian, saya berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat.

Surakarta, 5 September 2016

Iranika



## PUBLIKASI

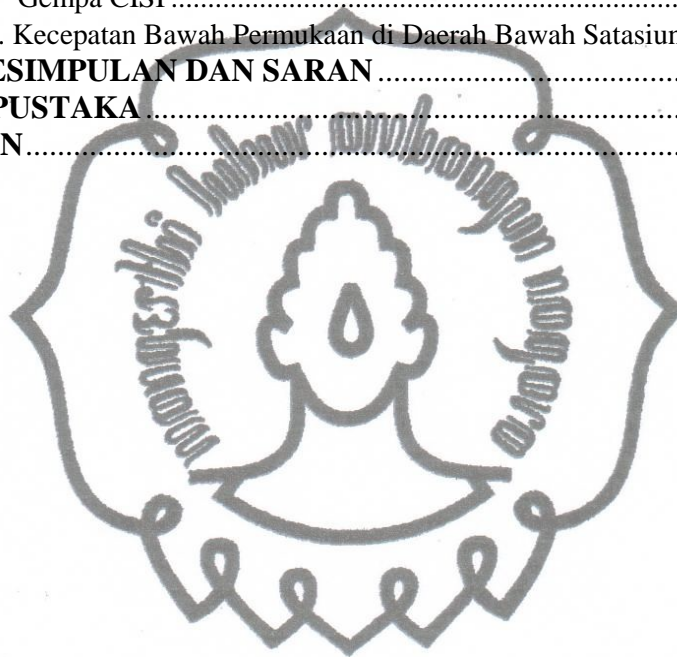
Sebagian skripsi saya yang berjudul “Penentuan Model Kecepatan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Seismik Inversi Kecepatan Gelombang Permukaan” telah dipublikasikan di perpustakaan FMIPA UNS.



## DAFTAR ISI

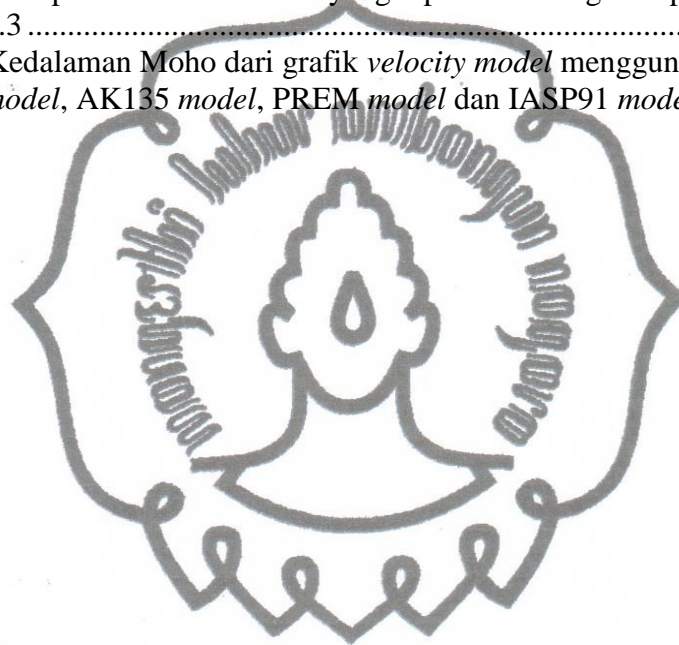
	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>HALAMAN PUBLIKASI</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Struktur Bumi.....	4
2.2. Lapisan Moho atau Diskontinuitas Mohorovic.....	5
2.3. Gelombang Seismik.....	6
2.3.1. Gelombang Badan.....	6
2.3.2. Gelombang Permukaan.....	7
2.4. Teori Seismik.....	8
2.4.1. Elastisitas Medium.....	8
2.4.2. Penurunan Kecepatan Gelombnag P dan Gelombang S... ..	13
2.5. Rotasi Komponen Seismogram.....	20
2.6. Kondisi Geologi Regional Jawa Barat.....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	27
3.1. Waktu dan Tempat Peelitian.....	27
3.2. Alat dan Bahan.....	27
3.2.1. Alat.....	27
3.2.2. Bahan.....	27
3.3. Pengolahan Data.....	27
3.4. Prosedur Penelitian.....	28
3.5. Software Yang Digunakan.....	28
1. Prossing Data Seismogram.....	28

2. Inversi <i>Griup Velocity</i> Yang Diperoleh .....	32
a. <i>Script</i> Yang Digunakan Dalam Pemilihan Data.....	32
b. Merotasi Komponen Horizontal.....	35
c. Do_Mft .....	38
d. Model Kecepatan Awal ( <i>Initial Velocity Model</i> ) .....	42
e. <i>Plotting</i> Inversi Menggunakan Surft96 .....	43
3. <i>Generic Mapping Tool</i> (GMT) .....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	44
4.1. Lokasi dan Kondisi Geologi di Daerah Bawah Permukaan Stasiun Gempa CISI .....	44
4.2. Kecepatan Bawah Permukaan di Daerah Bawah Satasiun Gempa CISI .....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	53
<b>LAMPIRAN</b> .....	55



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Informasi data gempa teleseismik stasiun CISI .....	29
Tabel 4.1. Kecepatan struktur bawah yang diperoleh dari grafik pada gambar 4.2 .....	48
Tabel 4.2. Kecepatan struktur bawah yang diperoleh dari grafik pada gambar 4.3 .....	48
Tabel 4.3. Kedalaman Moho dari grafik <i>velocity model</i> menggunakan <i>Constant model</i> , <i>AK135 model</i> , <i>PREM model</i> dan <i>IASP91 model</i> .....	49



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur dalam bumi.....	4
Gambar 2.2. Perubahan bentuk medium ketika gelombang badan menjalar dari kiri ke kanan pada penjalaran gelombang P.....	7
Gambar 2.3. Perubahan bentuk medium ketika gelombang badan menjalar dari kiri ke kanan.....	7
Gambar 2.4. Pergerakan Partikel Gelombang Rayleigh.....	7
Gambar 2.5. Pergerakan Partikel Gelombang Love.....	8
Gambar 2.6. (a) Komponen – komponen tegangan ( <i>stress</i> ).....	8
(b) Analisis regangan ( <i>strain</i> ) 2D.....	9
Gambar 2.7. Lintasan gelombang bias beberapa lapisan dengan sumber berada di permukaan.....	20
Gambar 2.8. Grafik T-X dari tiga lapisan horisontal.....	21
Gambar 2.9. Ilustrasi rotasi komponen seismogram sesuai arah datangnya gempa.....	23
Gambar 2.10. Peta Geologi Regional Jawa Barat.....	25
Gambar 3.1. Tahap Penelitian.....	28
Gambar 3.2. <i>Plotting</i> data gempa yang tercatat pada stasiun CISI.....	29
Gambar 3.3. <i>Script</i> untuk mengubah format .txt data seismogram menjadi format .SAC.....	31
Gambar 3.4. <i>Running command Script</i> untuk mengubah format .txt data seismogram menjadi format .SAC.....	31
Gambar 3.5. <i>Script</i> untuk RAW data.....	32
Gambar 3.6. Grafik data seimogram.....	33
Gambar 3.7. Grafik gelombang P dan gelombang S yang telah dipilih.....	34
Gambar 3.8. <i>Running command</i> di software Seismic Analysis Code (SAC) untuk menunjukkan grafik yang dipilih.....	36
Gambar 3.9. Grafik dari data yang dipilih.....	36
Gambar 3.10. Grafik dari data yang telah dipilih dengan xlim 550 sekon dan 650 sekon.....	36
Gambar 3.11. <i>Script</i> untuk merotasi file SAC.....	38
Gambar 3.12. Kotak dialog do_mft.....	39
Gambar 3.13. Lembar kerja pertama kotak dialog do_mft.....	39
Gambar 3.14. Lembar kerja kedua kotak dialog do_mft.....	40
Gambar 3.15. The Frequency Time Analysis Diagram menunjukkan dispersi dari gelombang Rayleigh untuk rekaman gempa pada 2011/11/14 menggunakan komponen vertikal.....	41
Gambar 3.16. Grafik linear dari 7 data gempa yang dipililih.....	42
Gambar 3.17. <i>Script</i> untuk <i>running</i> GMT.....	43
Gambar 4.1. Hasil pemetaan titik koordinat stasiun gempa pada data seismogram.....	44

Gambar 4.2. Grafik *velocity structure* dari seluruh data dispersi dengan menggunakan velocity model: (a) *Constant Model* (b) *PREM Model* (c) *IASP91 Model* (d) *AK135 Model*..... 46

Gambar 4.3. Grafik *velocity structure* dari rata-rata seluruh data dispersi dengan menggunakan velocity model: (a) *Constant Model* (b) *PREM Model* (c) *IASP91 Model* (d) *AK135 Model*..... 47

Gambar 4.4. *Moho depth of the considered global and regional models*..... 50



### DAFTAR SIMBOL

$Y$	Modulus Young	Satuan $N/m^2$
$\rho$	Densitas	$kg/m^3$
$v_p$	Kecepatan Gelombang P	m/s
$v_s$	Kecepatan Gelombang S	m/s
$K$	Modulus Bulk	$N/m^2$
$\mu$	Modulus Geser	$N/m^2$
$\lambda$	Konstanta Lamé	konstanta
$F$	Gaya	N
$A$	Luas Penampang	$m^2$
$V$	Volume	$m^3$

