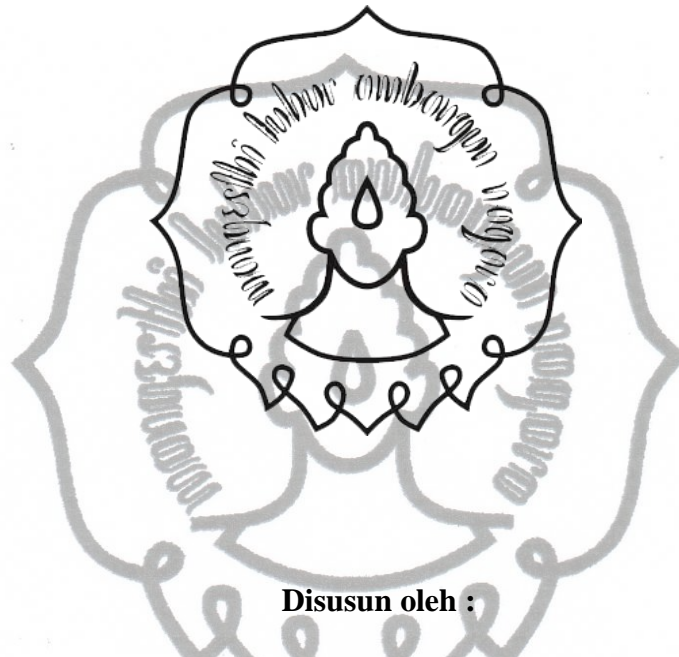


**PENENTUAN KECEPATAN GELOMBANG GESER ( $V_s$ )  
MENGUNAKAN METODE MIKROTREMOR  
DI BAGIAN BARAT KOTA SURAKARTA**



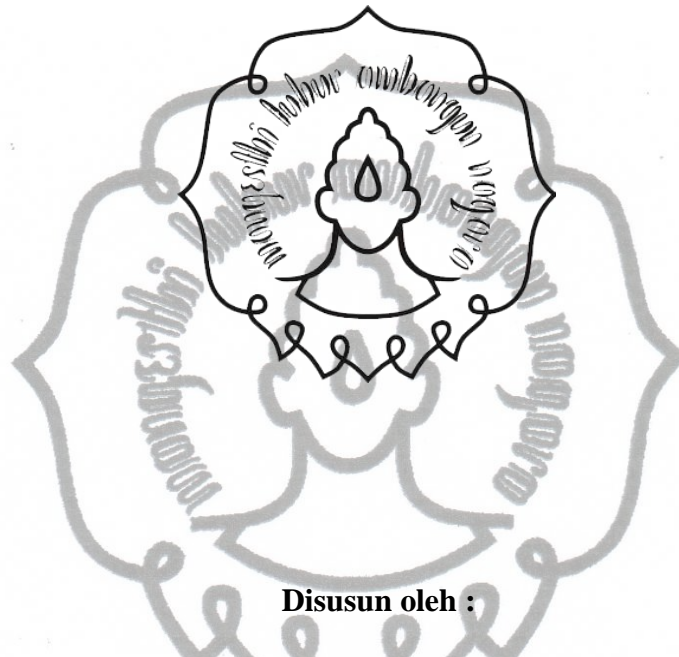
**Disusun oleh :**

**LUKMAN SETYOAJI  
M0214030**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
April 2019**

**PENENTUAN KECEPATAN GELOMBANG GESER ( $V_s$ )  
MENGUNAKAN METODE MIKROTREMOR  
DI BAGIAN BARAT KOTA SURAKARTA**



**Disusun oleh :**

**LUKMAN SETYOAJI  
M0214030**

**SKRIPSI**

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

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
April 2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**Penentuan Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ ) Menggunakan Metode  
Mikrotremor di Bagian Barat Kota Surakarta**

Diusulkan oleh :

**Lukman Setyoaji  
M0214030**

Telah disetujui oleh

Pembimbing 1

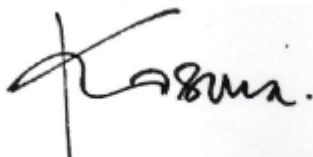


**Budi Legowo, S.Si., M.Si.**

NIP. 19730510 199903 1 002

Tanggal : 28-05-2019

Pembimbing 2



**Sorja Koesuma, S.Si., M.Si.**

NIP. 19720801 200003 1 001

Tanggal : 28-05-2019

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul: Penentuan Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Menggunakan Metode Mikrotremor Di Bagian Barat Kota Surakarta

Yang ditulis oleh :

Nama : Lukman Setyoaji

NIM : M0214040

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Selasa

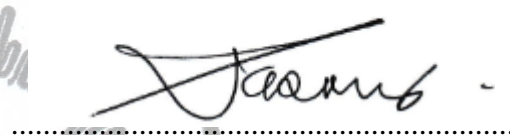
Tanggal : 16 April 2019

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji

**Darsono, S.Si, M.Si**

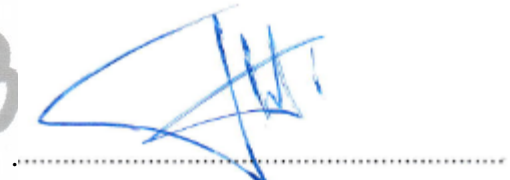
NIP. 19700727 199702 1 001



2. Sekretaris Penguji

**Mohtar Yuniarto, S.Si., M.Si**

NIP. 19800630 200501 1 001



3. Anggota Penguji I

**Budi Legowo, S.Si, M.Si.**

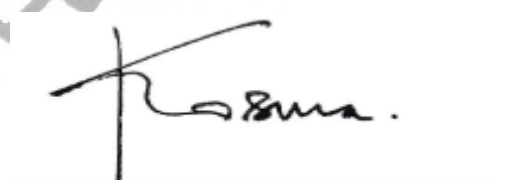
NIP 19730510 199903 1 002



4. Anggota Penguji II

**Sorja Koesuma, S.Si., M.Si.**

NIP. 19720801 200003 1 001



Disahkan pada tanggal 28-5-2019

Oleh

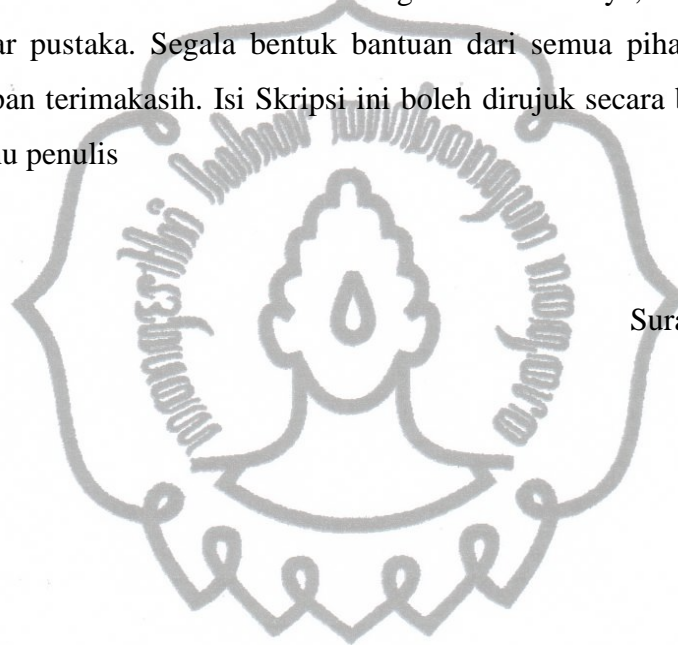
Kepala Program Studi Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret Surakarta



**Dr. Fahiru Nurosyid, S.Si, M.Si**  
NIP 19721 013 200003 1 002

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi skripsi saya yang berjudul “**PENENTUAN KECEPATAN GELOMBANG GESER (Vs) MENGGUNAKAN METODE MIKROTREMOR DI BAGIAN BARAT KOTA SURAKARTA**” adalah hasil karya saya dan yang saya ketahui, isi skripsi ini tidak mengandung materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain sebelumnya, kecuali telah ditulis dalam daftar pustaka. Segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk secara bebas tanpa harus memberitahu penulis



Surakarta, April 2019

Lukman Setyoaji

## MOTTO

“Ikatlah ilmu dengan menuliskannya dalam sebuah tulisan”

**(Khalifah Umar bin Khattab)**

“Karena sesungguhnya bersama setiap kesulitan itu ada kemudahan”

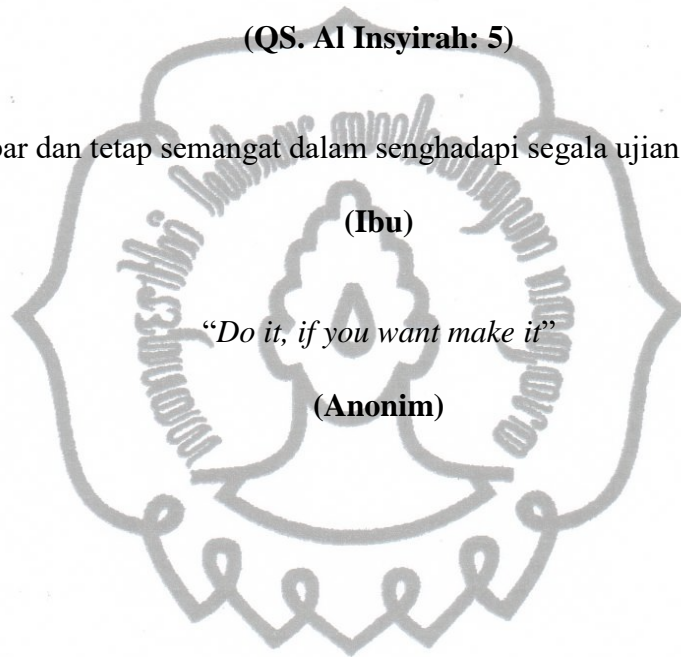
**(QS. Al Insyirah: 5)**

“Sabar dan tetap semangat dalam menghadapi segala ujian yang ada”

**(Ibu)**

*“Do it, if you want make it”*

**(Anonim)**



## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang  
Penelitian ini kupersembahkan untuk:  
Ibu dan Bapak, teman-teman Fisika 2014, teman-teman Lab Geofisika UNS,  
Universitas Sebelas Maret dan pembaca



**PENENTUAN KECEPATAN GELOMBANG GESER ( $V_s$ )  
MENGUNAKAN METODE MIKROTREMOR  
DI BAGIAN BARAT KOTA SURAKARTA**

LUKMAN SETYOAJI

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

**ABSTRAK**

Penelitian mengenai penentuan kecepatan gelombang geser telah dilakukan di Kecamatan Colomadu dan Kecamatan Ngemplak. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai rata-rata  $V_{s30}$  agar dapat mengetahui klasifikasi struktur pelapisan bawah permukaan di daerah tersebut. Penelitian dilakukan pada koordinat geografis  $7^{\circ}32'34.9''\text{LS}$  -  $7^{\circ}31'05.8''\text{LS}$  dan  $110^{\circ}44'43.9''\text{BT}$  -  $110^{\circ}47'12.1''\text{BT}$  sebanyak 12 titik dengan jarak antar titik  $\pm 1,5$  km. Akuisisi data menggunakan seperangkat alat Seismometer *Lennartz LE-3d lite*. Pengambilan data dilakukan selama 45 – 60 menit. Pengolahan data menggunakan *software geopsy* untuk mendapatkan kurva H/V serta mendapatkan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan amplitudo ( $A_0$ ), data tersebut digunakan sebagai *input* pada metode *ellipticity curve* untuk mendapatkan nilai kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ) hasil pemodelan *ground profiles* dengan menggunakan beberapa parameter input sebagai *inisialisasi* harga awal seperti, kecepatan gelombang  $P$  ( $V_p$ ), *poisson ratio*, kecepatan gelombang  $S$  ( $V_s$ ), dan densitas. Nilai kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter dinyatakan dengan  $V_{s30}$ . Dari penelitian ini didapatkan sebaran  $V_{s30}$  Kecamatan Colomadu dan Kecamatan Ngemplak berkisar antara (243,66 – 471,27) m/s. Berdasarkan klasifikasi *National Earthquake Hazard Reduction Program* (NEHRP) jenis tanah di daerah tersebut termasuk klasifikasi C dan D dimana termasuk kedalam klasifikasi tanah sangat padat dan tanah kaku.

Kata kunci: Mikrotremor, kecepatan gelombang geser, *ellipticity curve*, *ground profiles*



**DETERMINATION SHEAR WAVE VELOCOTY ( $V_s$ )  
BY USING MICROTREMOR METHODS  
IN THE WEST PART OF SURAKARTA CITY**

LUKMAN SETYOAJI

Physics Departement, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Universitas Sebelas Maret

**ABSTRAK**

Research on the velocity of shear wave velocities has been done around the Colomadu sub-District and Ngemplak sub-District. This study aims to obtain an average value of  $v_{s30}$  in order to find out the classification of subsurface structures in the study area. This research was carried out at the geographical coordinates of  $7^{\circ}32'34.9''S - 7^{\circ}31'05.8''S$  and  $110^{\circ}44'43.9''E - 110^{\circ}47'12.1''E$ , 12 site locations with an average  $\pm 1.5$  km distance between sites. We used seismopragh Lennartz LE-3d lite for data acquisition. The processing data using geopsy software to get the H/V curve and get the value of the dominant frequency ( $f_0$ ) and amplitude ( $A_0$ ), the data is used as input to the ellipticity curve method to obtain the shear wave velocity ( $v_s$ ) results from ground profiles using several input parameters as initialization initial value such as, P wave velocity ( $v_p$ ), poisson ratio, S wave velocity ( $v_s$ ), and density. The shear wave velocity profile is obtained through Rayleigh wave inversion. Shear wave velocity average values up to 30 meters depth are expressed as  $v_{s30}$ . From this study, the distribution of  $v_{s30}$  around Colomadu subdistrict and Ngemplak subdistrict ranged from (243,66 – 471,27) m/s. Based on the classification of the National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP) the type of soil in the area is as classified C and D which is in the classification of very solid soil and rigid soil types.

**Keywords:** Microtremor, shear wave velocity, ellipticity curve, ground profiles

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains. Judul skripsi ini adalah “Penentuan Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ ) Menggunakan Metode Mikrotremor di Bagian Barat Kota Surakarta”. Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Skripsi ini. Atas bantuan yang sangat besar selama proses pengerjaan Skripsi ini, ucapan terimakasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa selalu memberikan segala rezeki-Nya dan kemudahan.
2. Bapak, Ibu, Mas Raji, Mas Ahmad beserta keluarga yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
3. Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret.
4. Bapak Budi Legowo, S.Si., M.Si. selaku pembimbing akademik dan pembimbing pertama yang selalu memberikan bimbingan, motivasi dan support yang tiada henti.
5. Bapak Sorja Koesoma, S.Si., M.Si. selaku pembimbing kedua yang memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi.
6. Teman-teman group riset Geofisika (Rizqi Aula, Muhammad Putera, Opta Muzaki Effendi, Ariyanti, Vina Lidyana, Rizki Agung S. D., Kidura Wildan Rantanaka, Dwi Rizki Puspaningtyas) atas bantuan dan saran yang diberikan.
7. Teman – teman fisika angkatan 2014 atas semua kebersamaan, semangat, dan dukungannya.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Aamiin. Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan Skripsi ini.

Penulis berharap naskah skripsi ini dapat memberi manfaat kepada penulis pada khususnya dan pada pembaca pada umumnya.

Surakarta, April 2019

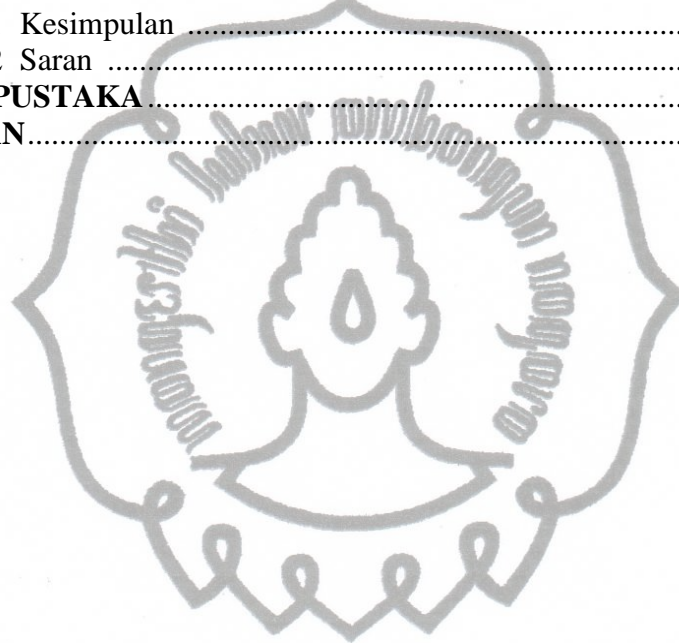
Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	viii
<b>HALAMAN ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Batasan Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Gelombang Seismik .....	5
2.1.1 Gelombang Badan ( <i>Body Wave</i> ) .....	8
2.1.2 Gelombang Permukaan ( <i>Surface Wave</i> ) .....	9
2.2 Mikrotremor .....	10
2.3 <i>Horizontal/Vertical Spectral Ratio</i> (HVSR) .....	12
2.4 Amplifikasi dan Frekuensi Dominan .....	14
2.5 Metode <i>Ellipticity Curve</i> .....	16
2.5.1 <i>Poisson Ratio</i> .....	17
2.5.2 Densitas .....	18
2.6 $V_{s30}$ .....	19
2.7 Transformasi Fourier .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
3.2 Alat dan Bahan .....	21
3.3 Prosedur Penelitian .....	22
3.3.1 Survei pendahuluan .....	23
3.3.2 Akuisisi data .....	24
3.3.3 Pengolahan data mikrotremor .....	26
3.3.3.1 Penggabungan data di <i>command prompt</i> (cmd) .....	26
3.3.3.2 Pengolahan data dengan <i>software</i> Geopsy .....	27
3.3.3.3 Perhitungan Nilai Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ ) .....	28
.....	28

3.3.3.4 Permodelan Vs30 menggunakan <i>software Surfer 11</i>	29
3.3.4 Interpretasi Data.....	29
3.3.5 kesimpulan.....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	31
4.1 Analisis Frekuensi Dominan dan Amplifikasi .....	31
4.2 Analisis Metode <i>Ellipticity curve</i> .....	36
4.3 Analisis Kecepatan Gelombang Geser (Vs) dan Interpretasi..... setiap titik .....	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	53
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	54
<b>LAMPIRAN</b> .....	58



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Frekuensi Dominan.....	15
Tabel 2.2. Klasifikasi Nilai Faktor Amplifikasi.....	16
Tabel 2.3. Harga <i>poisson ratio</i> dari batuan sedimen.....	17
Tabel 2.4. Nilai Variasi Densitas Batuan .....	18
Tabel 2.5. Klasifikasi site berdasarkan NEHRP .....	19
Tabel 3.1. Persyaratan teknis survei mikrotremor di lapangan.....	25
Tabel 4.1 Nilai frekuensi dominan dan amplifikasi pada titik pengukuran.....	33
Tabel 4.2 Nilai Vs30 dan klasifikasi pada titik pengukuran.....	50



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen <i>stress</i> dan analisis <i>strain</i> .....	5
Gambar 2.2 Gelombang P .....	8
Gambar 2.3 Gelombang S .....	9
Gambar 2.4 Gelombang <i>Rayleigh</i> .....	10
Gambar 2.5 Gelombang <i>Love</i> .....	11
Gambar 3.1 lokasi penelitian.....	20
Gambar 3.2 Seismometer <i>Lennartz Electronic</i> tipe <i>LE-3D Lite</i> 3 komponen. 22	22
Gambar 3.3 Prosedur Penelitian.....	23
Gambar 3.4 Contoh data lapangan .....	26
Gambar 3.5 Penggabungan data di cmd.....	27
Gambar 3.6 Contoh kurva H/V dititik 9 (Tegalrejo).....	28
Gambar 3.7 <i>Ground Profiles (Vs)</i> dan <i>ellipticity curve</i> .....	29
Gambar 4.1 Peta Zonasi Frekuensi Dominan ( $f_0$ ) .....	34
Gambar 4.2 Peta Zonasi Amplifikasi ( $A_0$ ).....	34
Gambar 4.3 Kurva dari metode <i>ellipticity curve</i> .....	37
Gambar 4.4 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 1 (Kartasura) .....	38
Gambar 4.5 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 2 (Gajahan) .....	39
Gambar 4.6 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 3 (Bluluk).....	40
Gambar 4.7 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 4 (Baturan).....	41
Gambar 4.8 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 5 (Malangwijan) .....	42
Gambar 4.9 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 6 (Gawanan) .....	43
Gambar 4.10 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 7 (Tohudan) .....	44
Gambar 4.11 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 8 (Klodran) .....	45
Gambar 4.12 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 9 (Ngesrep) .....	46
Gambar 4.13 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 10 (Ngemplak).....	47
Gambar 4.14 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 11 (Kelipan).....	48
Gambar 4.15 <i>Ground Profiles (Vs)</i> titik 12 (Donohudan).....	49
Gambar 4.16 Peta $V_{S30}$ lokasi penelitian .....	51
Gambar 4.17 Peta $V_{S30}$ .....	51

## DAFTAR SIMBOL

<u>Simbol</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Satuan</u>
$\sigma$	Tegangan	$N/m^2$
$\varepsilon$	Regangan	-
$\theta$	Rotasional	$^{\circ}$
$\Delta$	Dilatasi	-
F	Gaya	<i>Newton</i>
A	Luas Permukaan	$M^2$
$\nabla$	Nabla	-
$v_p$	Kecepatan Gelombang Primer	$m/s$
$\lambda'$	Konstanta Lamé	$N/m^2$
$\mu$	Regiditas	$N/m^2$
$\rho$	Densitas	$Kg/m^3$
V	Volume	$m^3$
$v_s$	Kecepatan Gelombang Sekunder	$m/s$
v	Kecepatan	$m/s$
T	Waktu	s
$\Psi$	Fungsi Persamaan Gelombang	-
$v_R$	Kecepatan Gelombang <i>Rayleigh</i>	$m/s$
H/V	Horizontal to Vertikal	-
HVSR	<i>Horizontal to Vertikal Spectral Rasio</i>	-
$f_0$	Frekuensi Dominan	Hz
$A_0$	Amplifikasi	-
$\rho_b$	Densitas Batuan Dasar	$gr/ml$
$\rho_s$	Densitas Batuan Lunak	$gr/ml$
$v_b$	Kecepatan Rambat pada Batuan dasar	$m/s$
$v_s$	Kecepatan Rambat pada Batuan Lunak Sedimen	$m/s$
X(t)	Fungsi dalam Domain Daktu	-
$e^{-j2\pi ft}$	Fungsi Kernel	-
f	Frekuensi	Hz
X(f)	Fungsi dalam Domain Frekuensi	-