

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Lokasi Penelitian.....	5
1.6. Luaran Penelitian	6
1.7. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.1.1. Geologi Regional.....	8
2.1.1.1. Fisiografi Pulau Jawa	8
2.1.1.2. Stratigrafi Pegunungan Selatan	10
2.1.1.3. Geomorfologi Pegunungan Selatan	13
2.1.1.4. Sesar Opak.....	13
2.1.2. Geologi Lokal	15
2.1.3. Penelitian Terdahulu.....	17

2.2.	Landasan Teori	21
2.2.1.	Gempa Bumi.....	21
2.2.2.	Gelombang Badan	22
2.2.1.1.	Gelombang Primer.....	23
2.2.1.2.	Gelombang Sekunder	24
2.2.3.	Gelombang Permukaan	25
2.2.1.1.	Gelombang Love	25
2.2.1.2.	Gelombang Rayleigh.....	26
2.2.4.	Hukum Dasar.....	27
2.2.5.	Mikrotremor	29
2.2.6.	Metode HVSR (<i>Horizontal to Vertical Spectral Ratio</i>).....	30
2.2.7.	Inversi.....	32
2.2.8.	Parameter Mikrotremor	33
2.2.8.1.	Frekuensi Dominan.....	33
2.2.8.2.	Amplifikasi	34
2.2.9.	Vs30.....	36
2.2.10.	<i>Seismic Hazard Analysis</i>	37
2.2.11.	<i>Ground Motion Prediction Equation (GMPE)</i>	39
2.2.12.	<i>Peak Ground Acceleration (PGA)</i>	43
2.2.13.	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	44
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	46
3.1.	Metode Penelitian	46
3.2.	Peralatan dan Perlengkapan Akuisisi.....	47
3.3.	Pengumpulan Data.....	48
3.4.	Perangkat Lunak Penelitian	48
3.5.	Tahapan Penelitian.....	49
3.6.	Analisis dan Pembahasan Diagram Alir	53
BAB IV	PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA	56
4.1.	Pengolahan Data	56
4.1.1.	Pengolahan Data Mikrotremor	56
4.1.2.	Inversi Kurva HVSR	62
4.1.3.	Perhitungan Jarak	67
4.2.	Penyajian Data	68

4.2.1.	Interpretasi Data	69
4.2.2.	Penyajian Tabular	71
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	72
5.1.	Analisis Reliabilitas Kurva HVSR	72
5.2.	Karakteristik dan Interpretasi Kurva H/V	76
5.2.1.	<i>Clear Peak</i>	77
5.2.2.	<i>Unclear Peak</i>	77
5.2.3.	<i>Two Peak Case</i>	78
5.2.4.	<i>Broad Peak</i>	79
5.3.	Hasil Persebaran Nilai Frekuensi Dominan	80
5.4.	Hasil Persebaran Nilai Amplifikasi	85
5.5.	Hasil Persebaran Nilai Vs30	89
5.6.	Hasil Persebaran Nilai <i>Peak Ground Acceleration</i>	92
5.7.	Hasil Analisis Mikrozonasi Bahaya Seismik	96
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	107
6.1.	Kesimpulan	107
6.2.	Saran	108
	DAFTAR PUSTAKA	109
	LAMPIRAN	115
	Lampiran A. Syarat Reliable	
	Lampiran B. Nilai f_0 , A_0 , Vs30, dan PGA Kumulatif	
	Lampiran C. <i>Ground Profile</i> Vs dengan Metode Inversi <i>Ellipticity Curve</i>	
	Lampiran D. Perhitungan	
	Lampiran E. Dokumentasi Observasi Lokasi Penelitian	
	Lampiran F. Studi Pustaka	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1	Peta lokasi penelitian yang menunjukkan wilayah studi berada di Kecamatan Pundong dan sekitarnya, D.I Yogyakarta. Lokasi penelitian ditandai dengan simbol titik berwarna kuning, yang dilengkapi keberadaan dari Sesar Opak berorientasi NE-SW 6
Gambar 2.1	Peta pembagian zona fisiografi Pulau Jawa menurut van Bemmelen. Kotak merah menunjukkan lokasi daerah penelitian yang berada pada zona Pegunungan Selatan dimodifikasi dari (Bemmelen, 1994) 9
Gambar 2.2	Kolom stratigrafi Pegunungan Selatan yang memperlihatkan urutan formasi batuan dari tua ke muda. Kotak merah menandai satuan batuan pada lokasi penelitian yang meliputi Formasi Nglanggran, Formasi Wonosari, dan Endapan Kuarter dimodifikasi dari (Sudarno, 1997)..... 11
Gambar 2.3	Model Sesar Opak ditunjukkan berwarna merah, sesar lain berwarna hitam, dengan mekanisme fokus gempa 2006 (Pena Castellnou dkk., 2021)..... 14
Gambar 2.4	Peta geologi lokal daerah penelitian, yang menunjukkan keberadaan Sesar Opak berorientasi barat daya-timur laut, tersusun atas formasi batuan Nglanggarn (Tmn), Formasi Wonosari (Tmwl), Endapan Gunung Merapi Muda (Qmi), dan Aluvium (Qa) dimodifikasi dari (Rahardjo dan H.M.D Rosidi, 1995)..... 15
Gambar 2.5	<i>Travel Path Mechanism of Primary Waves</i> (Elnashai dan Di Sarno, 2008)..... 23
Gambar 2.6	<i>Travel Path Mechanism of Secondary Waves</i> (Elnashai dan Di Sarno, 2008)..... 24
Gambar 2.7	<i>Travel Path Mechanism of Love Waves</i> (Elnashai dan Di Sarno, 2008)..... 26

Gambar 2.8	Travel Path Mechanism of Rayleigh Waves (Elnashai dan Di Sarno, 2008).....	26
Gambar 2.9	Prinsip Huygens dimodifikasi dari (Asparini, 2011).....	27
Gambar 2.10	Hukum Snellius Pemantulan dan Pembiasan pada Bidang Batas Dua Medium dimodifikasi dari (Asparini, 2011)	28
Gambar 2.11	Azas Fermat (Hutabarat, 2009).....	29
Gambar 2.12	Syarat Reliable Kurva H/V (SESAME, 2004)	32
Gambar 2.13	a) Contoh Ellipticity curve, b) ground profile 1D Vs (Syafitri dkk., 2022)	33
Gambar 2.14	Konsep Dasar Amplifikasi Gelombang Seismik (Imamura dan Cipta, 2009)	35
Gambar 2.15	Diagram yang menunjukkan empat langkah analisis bahaya gempa deterministik (Kramer, 1996).....	38
Gambar 2.16	Diagram yang menunjukkan empat langkah analisis bahaya gempa probabilistik (Kramer, 1996).....	39
Gambar 3.1	Desain akuisisi data mikrotremor di sekitar Sesar Opak bagian selatan, Kecamatan Pundong, dengan 40 titik pengamatan yang ditandai oleh simbol lingkaran berwarna kuning.....	47
Gambar 3.2	Peralatan Utama Akuisisi, diantaranya: (1) Digitizer Taurus Portable, (2) Sensor, (3) Antena GPS, (4) Kabel Penghubung Sensor, (5) Accumulator unit (ACU), dan (6) Kabel Penghubung Daya	47
Gambar 3.3	Diagram Alir Tahapan Penelitian	50
Gambar 3.4	Diagram Pengolahan Data Bagian (1)	51
Gambar 4.1	Raw Data Sinyal Mikrotremor pada Data P17	57
Gambar 4.2	Pengaturan parameter analisis HVSR pada HV Toolbox: (1) time windows, (2) STA/LTA, (3) filter, (4) smoothing Konno & Ohmachi, dan (5) rentang frekuensi output.	58
Gambar 4.3	Hasil Windowing dari Raw Data Sinyal pada Data P17	60
Gambar 4.4	Hasil Kurva H/V pada Data P17	62
Gambar 4.5	Input Parameter Model Vs30 pada Software Dinver.....	63
Gambar 4.6	Hasil Ellipticity Curve pada Data P17	66

Gambar 4.7	Hasil ground profile 1D Data P17 (a) Profil kecepatan gelombang P (V_p), (b) profil kecepatan gelombang S (V_s), dan (c) profil densitas (ρ) terhadap kedalaman.....	67
Gambar 4.8	Peta pengukuran jarak dari 37 titik pengamatan terhadap bidang Sesar Opak yang dihitung menggunakan QGIS dengan pendekatan jarak terdekat, menghasilkan variasi jarak 0.0373–3.9847 km yang divisualisasikan dengan garis hitam	68
Gambar 5.1	Contoh Kurva H/V Jenis Clear Peak (a) Kurva H/V Data P6 (b) Kurva H/V Data P11	77
Gambar 5.2	Contoh Kurva H/V Unclear Peak (a) low frequency peak data P34 (b) high frequency peak data P18	78
Gambar 5.3	Contoh Kurva H/V Two Peak Case Data P14	79
Gambar 5.4	Contoh Kurva H/V Broad Peak (a) Kurva H/V Broad Peak Data P7 (b) Kurva H/V Broad Peak Data P15	80
Gambar 5.5	Peta persebaran nilai frekuensi dominan (f_0) dari 37 titik data mikrotremor yang tersebar di Kecamatan Pundong dan sekitarnya	81
Gambar 5.6	Peta persebaran nilai amplifikasi dominan (A_0) dari 37 titik data mikrotremor yang tersebar di Kecamatan Pundong dan sekitarnya	86
Gambar 5.7	Peta persebaran nilai V_{s30} dari 37 titik data mikrotremor yang tersebar di Kecamatan Pundong dan sekitarnya	89
Gambar 5.8	Peta persebaran nilai PGA dari 37 titik data mikrotremor yang tersebar di Kecamatan Pundong dan sekitarnya	93
Gambar 5.9	Peta Mikrozonasi Bahaya Seismik di Kecamatan Pundong dan Sekitarnya	104

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Ringkasan Penelitian Terdahulu mengenai Bahaya Gempa dan Karakteristik Tanah..... 18
Tabel 2. 2	Konstanta pada persamaan fungsi atenuasi Atkinson dan Boore (2003) 42
Tabel 4.1	Klasifikasi Tanah Kanai – Omote Nakajima (Kanai, 1961) 70
Tabel 4.2	Klasifikasi Tanah berdasarkan nilai amplifikasi Setiawan (2009) dikutip dari (Tanjung dkk., 2019) 70
Tabel 4.3	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai Vs Hasil Penyelidikan Tanah dan Laboratorium (SNI 1726: 2012)..... 71
Tabel 5.1	Parameter Hasil Pengolahan Mikrotremor pada Setiap Titik yang Meliputi Koordinat Lokasi, Frekuensi Dominan (f_0), Amplifikasi (A_0), Length Window (LW), dan Number of Window (Nw) 73
Tabel 5.2	Hasil Analisis Reliabilitas Kurva H/V 75
Tabel 5.3	Klasifikasi berdasarkan nilai frekuensi dominan dari setiap titik pengamatan 82
Tabel 5.4	Klasifikasi berdasarkan nilai amplifikasi dari setiap titik pengamatan 88
Tabel 5.5	Klasifikasi berdasarkan nilai Vs30 dari setiap titik pengamatan 90
Tabel 5.6.	Skala Kepentingan 97
Tabel 5.7.	Tabel hasil normalisasi dan bobot parameter..... 97
Tabel 5.8	Pembagian Kelas dan Pemberian Skor Berdasarkan Rentang Nilai f_0 99
Tabel 5.9	Pembagian Kelas dan Pemberian Skor Berdasarkan Rentang Nilai A_0 99
Tabel 5.10	Pembagian Kelas dan Pemberian Skor Berdasarkan Rentang Nilai Vs30 99
Tabel 5.11	Pembagian Kelas dan Pemberian Skor Berdasarkan Rentang Nilai PGA..... 99
Tabel 5.12	Hasil Klasifikasi Indeks Bahaya Seismik 102

Tabel 5.13	Pembagian Kelas dari Setiap Titik.....	102
-------------------	--	-----

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Syarat Reliable	115
Lampiran B. Nilai f_0 , A_0 , V_{s30} , dan PGA Kumulatif	132
Lampiran C. <i>Ground Profile</i> Vs dengan Metode Inversi <i>Ellipticity Curve</i>	133
Lampiran D. Perhitungan	141
Lampiran E. Dokumentasi Observasi Lokasi Penelitian.....	145
Lampiran F. Studi Pustaka	135

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN		Halaman
f_0	Frekuensi Dominan	11
A_0	Amplifikasi	11
K_g	Indeks Kerentanan Tanah	11
V_{s30}	Kecepatan Gelombang Geser hingga Kedalaman 30 meter	11
HVSR	<i>Horizontal to Vertical Spectral Ratio</i>	12
AHP	<i>Analytical Hierarchy Process</i>	43
DSHA	<i>Deterministic Seismic Hazard Analysis</i>	47
PSHA	<i>Probabilistic Seismic Hazard Analysis</i>	47
GMPE	<i>Ground Motion Prediction Equation</i>	49
PGA	<i>Peak Ground Acceleration</i>	52
SHS	<i>Spectrum Horizontal at Surface</i>	40
SHB	<i>Spectrum Horizontal at Bedrock</i>	40
SVS	<i>Spectrum Vertical at Surface</i>	40
SVB	<i>Spectrum Vertical at Bedrock</i>	40
V_p	<i>Compressional wave velocity</i>	57
V_s	<i>Shear wave velocity</i>	57
CI	<i>Consistency Index</i>	96
CR	<i>Consistency Ratio</i>	96
LAMBANG		
k	Modulus bulk (N/m ²)	33
μ	Modulus geser (N/m ²)	33
ρ	Densitas material (kg/m ³)	33
V_{si}	Kecepatan Gelombang S pada Lapisan (m/s)	36
d_i	Ketebalan lapisan ke-i (m)	36
Y	Percepatan tanah permukaan (gal)	40
h	Kedalaman sumber gempa (km)	40
R	Jarak ke bidang sesar (km)	40

RLD	Panjang sesar (km)	40
f	Frekuensi (Hz)	40
σ	<i>Poisson Ratio</i>	61
Z	Indeks Bahaya Seismik	100