

**ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN INDEKS KERENTANAN
TANAH MENGGUNAKAN METODE SEISMİK PASIF UNTUK MITIGASI
BAHAYA GEMPA BUMI DI CISOLOK, KABUPATEN SUKABUMI**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

Dina Nugraha Permana

NIM. 1600745

PROGRAM STUDI FISIKA

DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

BANDUNG

2021

**ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN INDEKS
KERENTANAN TANAH MENGGUNAKAN METODE SEISMIK PASIF
UNTUK MITIGASI BAHAYA GEMPA BUMI DI CISOLOK,
KABUPATEN SUKABUMI**

Oleh:

DINA NUGRAHA PERMANA

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains di Departemen Pendidikan Fisika pada Program Studi Fisika
FPMIPA UPI

© Dina Nugraha Permana

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2021

©Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak
ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari peneliti

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN INDEKS
KERENTANAN TANAH MENGGUNAKAN METODE SEISMIC PASIF
UNTUK MITIGASI BAHAYA GEMPA BUMI DI CISOLOK,
KABUPATEN SUKABUMI**

Oleh:

Dina Nugraha Permana

NIM 1600745

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T.

NIP. 198012122005011002

Pembimbing II,



Prof. Dr. Andi Suhandi, M.Si

NIP. 196908171994031003

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Fisika,



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.

NIP. 195904011986011001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Percepatan Tanah Maksimum dan Indeks Kerentanan Tanah Menggunakan Metode Seismik Pasif Untuk Mitigasi Bahaya Gempa Bumi di Cisolok, Kabupaten Sukabumi” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko dan sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Januari 2021

Yang membuat pernyataan,



Dina Nugraha Permana

NIM. 1600745

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Percepatan Tanah Maksimum dan Indeks Kerentanan Tanah Menggunakan Metode Seismik Pasif Untuk Mitigasi Bahaya Gempa Bumi di Cisolok, Kabupaten Sukabumi”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Fisika, Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa dukungan dan bantuan dari semua pihak. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Bandung, Januari 2021

Dina Nugraha Permana

NIM. 1600745

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penelitian ini dapat diselesaikan. Dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung selama penelitian berlangsung, diantaranya sebagai berikut.

1. Bapak Nanang Dwi Ardi, S. Si., M.T., sebagai pembimbing I dan dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan bimbingan, arahan, perhatian dan waktunya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Andi Suhandi, M. Si., sebagai pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan, arahan, perhatian dan waktunya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Endi Suhendi, M. Si., selaku ketua program studi fisika dan dosen koordinator tugas akhir yang telah memberikan arahan mengenai tugas akhir, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Departemen Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan dan pengalaman selama proses perkuliahan di Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Seluruh Staf Departemen Pendidikan Fisika yang telah memberikan bantuan dan layanan dalam proses administrasi penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Bangbang Ruslan Permana dan Ibu Ani selaku orang tua yang selalu sabar memberi semangat, motivasi dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Arum Khoerunnisa, Mareta Dwi Anastasya, Tiara Rizkia Agust, Heni Endriyani dan Kriscahaya Subagja yang senantiasa menyemangati serta menemani penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman *Field Trip* HMGI 2020 yang telah membantu penulis selama proses pengambilan data, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman KBK Fisika Bumi yang telah memberi banyak kenangan, dukungan, kritik dan saran selama proses perkuliahan di Universitas Pendidikan Indonesia.

Dina Nugraha Permana, 2021

ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN INDEKS KERENTANAN TANAH MENGGUNAKAN METODE SEISMIC PASIF UNTUK MITIGASI BAHAYA GEMPA BUMI DI CISOLOK KABUPATEN SUKABUMI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

10. Teman-teman Fisika C 2016 yang telah memberikan banyak kenangan, pengalaman, dukungan, kritik dan saran selama proses perkuliahan di Universitas Pendidikan Indonesia.
11. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung penyelesaian skripsi ini.

ABSTRAK

Wilayah Cisolok merupakan wilayah yang tersusun oleh endapan alluvium yang rentan terhadap guncangan gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan memetakan nilai percepatan tanah maksimum dan indeks kerentanan tanah. Pemetaan nilai-nilai tersebut dapat digunakan untuk menentukan wilayah dengan risiko tinggi terhadap gempa bumi. Pengukuran seismik pasif dilakukan di 14 titik lokasi penelitian. Data pengukuran dianalisis dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Analisis HVSr digunakan untuk menentukan nilai frekuensi natural dan amplifikasi. Perhitungan percepatan tanah maksimum dilakukan menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Kanai (1996). Nilai percepatan tanah maksimum dihitung berdasarkan kejadian gempa bumi tanggal 04 Juni tahun 2012 dengan magnitudo 5,9 SR dan kedalaman 50 km. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai frekuensi natural yang relatif rendah yaitu berkisar antara 0,6977 Hz-6,43628 Hz, dengan nilai amplifikasi berkisar antara 1,5583-10,2238. Nilai indeks kerentanan tanah berkisar antara $1,0 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ sampai $96,45 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$, yang menggambarkan daerah penelitian mempunyai tingkat kerentanan yang cukup tinggi. Nilai PGA yang didapat berkisar antara 9.743467-29.288833 gal, sehingga apabila terjadi gempa bumi di daerah penelitian maka akan berpotensi mengalami kerusakan yang lebih tinggi.

Kata Kunci : Seismik Pasif, HVSr, PGA, Indeks Kerentanan Tanah

ABSTRACT

The Cisolok region is an area composed of alluvium deposits that susceptible to earthquake shocks. This study aims to determine and mapping the value of the peak ground acceleration and soil vulnerability index. The mapping of these values can be used to determine areas with a high risk of earthquakes. Passive seismic measurements were carried out at 14 research locations. The measurement data were analyzed using the *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) method. HVSR analysis is used to determine the natural frequency and amplification values. The calculation of the peak ground acceleration is carried out using an equation developed by Kanai (1996). Peak ground acceleration value is calculated based on the earthquake June 4, 2012 with 5.9 SR magnitude and 50 km depth. The results showed that the natural frequency values were relatively low, ranging from 0.6977 Hz-6.43628 Hz, with amplification values ranging from 1.5583-10.2238. Soil vulnerability index values ranged from $1,0 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ to $96,45 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$, which describes the research area as having a fairly high level of vulnerability. The PGA values obtained ranged from 9.743467-29.288833 gal, so that if an earthquake occurs in the study area, it will have the potential for higher damage.

Keywords: Passive Seismic, HVSR, PGA, Soil Vulnerability Index

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang.....	15
1.2 Rumusan Masalah	18
1.3 Batasan Masalah.....	18
1.4 Tujuan.....	19
1.5 Manfaat.....	19
BAB II KAJIAN PUSTAKA	20
2.1 Geologi Cisolok.....	20
2.2 Gelombang Seismik.....	21
2.3 Gempa Bumi.....	24
2.4 Percepatan Tanah Maksimum	28
2.5 Metode Seismik Pasif	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Metode Penelitian.....	31
3.2 Lokasi Pengambilan Data.....	31

Dina Nugraha Permana, 2021

**ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN INDEKS KERENTANAN TANAH MENGGUNAKAN
METODE SEISMIK PASIF UNTUK MITIGASI BAHAYA GEMPA BUMI DI CISOLOK KABUPATEN
SUKABUMI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.3 Alat dan Bahan	32
3.4 Diagram Alur Penelitian.....	34
3.4.1 Studi Literatur	34
3.4.2 Pengambilan dan Pengolahan Data Seismik Pasif	35
3.4.3 Pengambilan dan Pengolahan Data Gempa Bumi	37
3.4.4 Analisis Data dan Kesimpulan	38
BAB IV TEMUAN DAN BAHASAN	39
4.1 Frekuensi Natural	40
4.2 Faktor Amplifikasi.....	42
4.3 Indeks Kerentanan Tanah	43
4.4 Percepatan Tanah Maksimum	45
BAB V PENUTUP.....	48
5.1 Simpulan.....	48
5.2 Rekomendasi	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai frekuensi natural, amplifikasi dan indeks kerentanan tanah pada 14 titik pengukuran	40
Tabel 4.2 Klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi natural Mikrotremor oleh Kanai	41
Tabel 4.3 Nilai periode dominan dan nilai percepatan tanah maksimum pada 14 titik pengukuran.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Geologi Cisolok (Sujatmiko, 1992)	20
Gambar 2.2 Penjalaran Gelombang Primer	22
Gambar 2.3 Penjalaran Gelombang Sekunder	23
Gambar 2.4 Penjalaran Gelombang Rayleigh	24
Gambar 2.5 Penjalaran Gelombang Love	24
Gambar 2.6 Sesar Normal (Sumber: Sunarjo, 2012)	25
Gambar 2.7 Sesar Naik (Sumber: Sunarjo, 2012).....	25
Gambar 2.8 Sesar Mendatar (Sumber: Sunarjo, 2012)	26
Gambar 2.9 Sesar Oblique (Sumber: Sunarjo, 2012).....	26
Gambar 3.1 Titik Pengambilan Data Seismik Pasif.....	32
Gambar 3.2 Alat dan Bahan Akuisisi Seismik Pasif, yaitu (a) Seismometer TDS-5, (b) Digitizer, (c) Antena GPS, (d) Laptop, (e) GPS, (f) Kompas, (g) Skop, dan (h) Kabel	33
Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian.....	34
Gambar 3.4 <i>Windowing</i>	36
Gambar 3.5 Kurva H/V	36
Gambar 4.1 Kurva H/V pada T19	39
Gambar 4.2 Peta hasil perbandingan Google Earth (a) dan kontur frekuensi (b) .	42
Gambar 4.3 Peta hasil perbandingan Google Earth (a) dan kontur Amplifikasi (b)	43
Gambar 4.4 Peta hasil perbandingan Google Earth (a) dan kontur Indeks Kerentanan Tanah (b).....	45
Gambar 4.5 Peta hasil perbandingan Google Earth (a) dan kontur percepatan tanah maksimum (b)	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Lapangan	52
Lampiran 2. Kurva H/V	59
Lampiran 3. Langkah-langkah Mengunduh Data Gempa Bumi	62
Lampiran 4. Cara Pengolahan Data Seismik Pasif.....	68
Lampiran 5. Cara Menghitung Nilai Indeks Kerentanan Tanah	72
Lampiran 6. Contoh Perhitungan Pada Titik T16	76
Lampiran 7. Langkah-langkah Pembuatan Peta Indeks Kerentanan Tanah, Frekuensi Natural, Amplifikasi dan PGA	78

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. R., Aditio, M., Alamsyah, M. S., Haryanto, A. D., & Rosana, M. F. (2017). Hirogeokimia Air Manifestasi Panas Bumi Di Daerah Cisolok-Cisukarame, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. *Geoscience Journal*, 1(3), 250-259.
- Arifin, S. S. (2014). Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 2(01), 30-40.
- Benyamin, Noer Aziz Magetsari, Agus Handoyo Harsolumakso, Chalid Idham Abdullah (2014). *Modul Kuliah Geologi Fisik*. Bandung : ITB
- Brotopuspito, K. S., Prasetya, T., & Widigdo, F. M. (2006). Percepatan Getaran Tanah Maksimum Daerah Istimewa Yogyakarta 1943–2006. *Jurnal Geofisika, Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, Edisi*, (1), 19-22.
- Daryono, dan Prayitno, B.S. (2009). Data Mikrotremor dan Pemanfaatannya untuk Pengkajian Bahaya Gempa Bumi.
- Edwiza, D., & Novita, S. (2008). Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Seismik Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Kanai. *Jurnal Teknik Unand*, 2, 29.
- Elnashai, A. S., dan Sarno, D. L. (2008). *Fundamental of Earthquake Engineering*. Hongkong: Wiley.
- Febriani, Y., Daruwati, I., & Hatika, R. G. (2014). Analisis Nilai Peak Ground Acceleration dan Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Data Mikroseismik Pada Daerah Rawan Gempabumi di Kota Bengkulu. *Edu Research*, 2(2), 85-90.
- Harlianto, B., Sugianto, N., & Irkhos, I. Earthquake-prone Zonation of North Bengkulu Based on Peak Ground Acceleration of Katayama's and Kanai's Formula. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 2(11), 239685.

Dina Nugraha Permana, 2021

ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN INDEKS KERENTANAN TANAH MENGGUNAKAN METODE SEISMIK PASIF UNTUK MITIGASI BAHAYA GEMPA BUMI DI CISOLOK KABUPATEN SUKABUMI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Haty, I.P., Triwibowo, B., dan Nugroho, A.N. (2017). Potensi Panas Bumi di Pulau Jawa dan Pemanfaatan Langsungnya (Studi Kasus Lapangan Panas Bumi Cisolok, Sukabumi, Jawa Barat). 233-239.
- Konno, K., & Ohmachi, T. (1998). Ground-motion characteristics estimated from spectral ratio between horizontal and vertical components of microtremor. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 88(1), 228-241.
- Mucciarelli, M., & Gallipoli, M. R. (2001). A critical review of 10 years of microtremor HVSR technique. *Boll. Geof. Teor. Appl*, 42(3-4), 255-266
- Mustafa, B. (2010). Analisis Gempa Nias Dan Gempa Sumatera Barat Dan Kesamaannya Yang Tidak Menimbulkan Tsunami. *Jurnal Ilmu Fisika/ Universitas Andalas*, 2(1), 44-50.
- Nakamura, Y. (2000, January). Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications. In *Proceedings of the 12th world conference on earthquake engineering* (Vol. 24, pp. 25-30). New Zealand: Auckland.
- Natawidjaja, D. H. (2005). Menyimak Gempabumi Dan Tsunami Aceh 26 Desember 2004 Untuk Rekonstruksi Aceh dan Mitigasi Bencana Di Sumatera Dan Daerah Lainnya. *Makalah Potensi Gempa Dan Tsunami. IAGI. Bandung*.
- Nur, A. M. (2010). Gempa bumi, tsunami dan mitigasinya. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 7(1), 67-68.
- Putri, Y. (2016). Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik di Kawasan Jalur Sesar Opak Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor.
- Rahmahnia, A. (2017). *Mikrozonasi Kegempaan Berdasarkan Efek Lokal, Indeks Kerentanan Seismik, dan Percepatan Getaran Tanah di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

- Sujatmiko, S. S. (1992). Peta Geologi Lembar Leuwidamar. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung*.
- Sulistiawan, H. (2016). *Analisis Seismic Hazard Berdasarkan Data Peak Ground Acceleration (Pga) Dan Kerentanan Gempa Menggunakan Metode Mikroseismik Di Daerah Kampus Unnes Sekaran, Gunungpati, Kota Semarang* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Sunardi, B., Ngadmanto, D., Hardy, T., dkk. (2012). Kajian Kerawanan Gempa Bumi Berbasis SIG Dalam Upaya Mitigasi Bencana Studi Kasus Kabupaten dan Kota Sukabumi.
- Sunarjo, Gunawan, M.T., Pribadi, S. (2012). *Gempa Bumi*. Jakarta: BMKG.
- Sungkono, dan Santosa, B. J. (2011). Karakterisasi Kurva Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio: Kajian Literatur dan Permodelan. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- Tanjung, N.A.F., Yuniarto, H.P., dan Widyawarman, D. (2019). Analisis Amplifikasi dan Indeks Kerentanan Seismik di Kawasan FMIPA UGM Menggunakan Metode HVSR. *Jurnal Geosaintek*, 5(2), 61-68.
- Wicaksono, G. A. (2019). *Akuisisi Passive Seismik Untuk Eksplorasi Hidrokarbon*.