

**MENENTUKAN EFEK TAPAK LOKAL MENGGUNAKAN INDEKS
KERENTANAN SEISMIK (K_g) DAN KECEPATAN RATA-RATA
GELOMBANG GESER PADA KEDALAMAN SAMPAI DENGAN 30m (V_{s30})
DI KECAMATAN CIBEUREUM, KOTA TASIKMALAYA, JAWA BARAT**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya



Disusun Oleh :

WIDIA ASTUTI

NIM. 08021181419022

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

MENENTUKAN EFEK TAPAK LOKAL MENGGUNAKAN INDEKS
KERENTANAN SEISMIK (K_g) DAN KECEPATAN RATA-RATA
GELOMBANG GESER PADA KEDALAMAN SAMPAI DENGAN 30m (Vs_{30})
DI KECAMATAN CIBEUREUM, KOTA TASIKMALAYA, JAWA BARAT

OLEH
WIDIA ASTUTI
08021181419022

Indralaya, 1 Agustus 2018

Menyetujui,

Pembimbing II



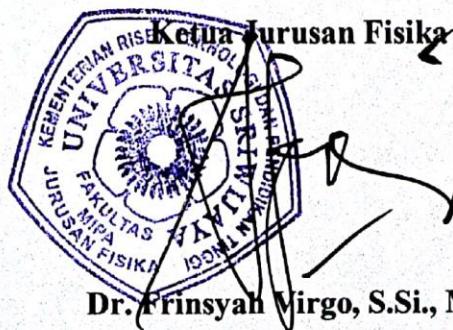
Drs. Pradanto Poerwono, DEA.
NIP. 195807241985031012

Pembimbing I



Erni, S.Si., M.Si
NIP. 197606092003122002

Mengetahui,



Dr. Frinsyan Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

**MENENTUKAN EFEK TAPAK LOKAL MENGGUNAKAN INDEKS
KERENTANAN SEISMIK (K_g) DAN KECEPATAN RATA-RATA
GELOMBANG GESER PADA KEDALAMAN SAMPAI DENGAN 30m (Vs_{30})
DI KECAMATAN CIBEUREUM, KOTA TASIKMALAYA, JAWA BARAT**

**OLEH
WIDIA ASTUTI**

ABSTRAK

Jawa Barat termasuk salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki kerawanan bencana yang tinggi. Kondisi ini dipengaruhi oleh tatanan geologi yang kompleks mengakibatkan kerusakan saat terjadi bencana gempabumi. Salah satunya, gempabumi di Tasikmalaya dengan kekuatan 7,2 M pada tanggal 2 September 2009 , kerusakan yang parah berada pada Kecamatan Cibeureum, meskipun daerah ini tidak terlalu dekat dengan pusat gempa namun kondisi tanah yang lunak mengakibatkan daerah tersebut banyak terdapat kerusakan bangunan oleh karena itu pengetahuan tentang keadaan kondisi tanah secara lokal menjadi bagian yang sangat penting dalam memperkirakan bahaya gerakan tanah secara spesifik ,untuk mengetahui bahaya gempabumi maka dilakukan kajian efek tapak lokal berdasarkan nilai indeks kerentanan seismik (K_g) yang dibaca menggunakan tabel Ground Shear Strain (GSS) untuk mengetahui sifat dinamika tanah dan kecepatan rata-rata gelombang geser pada kedalaman sampai dengan 30 m (Vs^{30}) yang diolah dengan metode Inversi *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) dan *Muthichannel Analusis Surface Wave* (MASW) yang diklasifikasi menggunakan tabel SNI 1726-2012 setelah mendapatkan nilai tersebut maka akan divalidasi menggunakan data kerusakan gempabumi 2 September 2009. Berdasarkan hasil pengukuran maka kerusakan yang parah berada pada Desa Awipari Kec. Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat, yaitu rusak parah 41 , rusak sedang 122 dan rusak ringan 200 bangunan data tersebut valid dengan nilai K_g 5,1–8,18 Hz, nilai GSS dengan tingkat $10^{-3} – 10^{-2}$ dan menurut nilai Vs_{30} memiliki kelas tanah yang sedang namun mendekati lunak dengan nilai 196-260 m/s, dari data tersebut jika terjadi gempabumi Desa Awipari tingkat kerentanan tanah untuk terdeformasi tinggi dan mengalami fenomena alam berupa kerusakan tanah yang parah dengan sifat dinamika tanah yang turun sampai berpindah.

Keywords: *Efek tapak lokal, Tasikmalaya, HVSR, MASW, Vs₃₀.*

**DETERMINE LOCAL SITE EFFECT USING THE SEISMIC
VULNERABILITY INDEX AND VELOCITY OF WAVES OF WAVES ON
ENGINE TO 30 m
IN CIBEUREUM DISTRICT, TASIKMALAYA CITY, WEST JAVA**

**BY
WIDIA ASTUTI**

ABSTRACT

West Java is one of the areas in Indonesia that has high disaster vulnerability. This condition is affected by the complex geological order resulting in damage during an earthquake disaster. One of them is the earthquake in Tasikmalaya with a strength of 7.2 M on September 2, 2009, severe damage is in Cibeureum District, although this area is not too close to the epicenter but the soft soil conditions resulted in the area there is much damage to the building therefore the knowledge of the condition of the soil condition locally becomes a very important part in estimating the hazard of the soil movement specifically, to know the dangers of earthquake, the local seismic vulnerability index is assessed using the Shear Strain (GSS) table to know soil dynamics and mean shear wave velocities at depths up to 30 m (Vs^{30}) treated by Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) and Multichannel Surface Wave (MASW) Inverse Analyzes classified using SNI 1726 -2012 after getting the value it will be divided into using earthquake damage data September 2, 2009. Based on the measurement, the damage is severe in Awipari Village Kec. Cibeureum, Tasikmalaya City, West Java, which is badly damaged 41, moderate damage and damaged light 200 building data valid with K_g 5,1 - 8,18 Hz, GSS $10^{-3} - 10^{-2}$ with and according to the value Vs^{30} has a moderate but near soft grade with a value of 196 - 260 m / s, from the data in case of Awipari Awuat village Awareness of soil susceptibility to high deformation and natural phenomena severe soil damage with soil dynamics properties that descend to shifting.

Keywords: Local site effect, Tasikmalaya, HVSR, MASW, Vs^{30}

LEMBAR PERSEMPAHAN

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap”

QS Al Insyirah 5 - 8

Persembahan :

*Dengan menyebut nama Allah
Ku persembahkan tulisan ini kepada orang-orang yang
aku cintai*

- ✓ “Ayah ku “ Tarmizi dan “Ibuku “ Mursidah yang selalu mengiringi langkah anak-anak nya dengan doa
- ✓ Saudari ku Yusis Tasí S.H. Yang senantiasa memberikan motivasi yang tiada henti
- ✓ Saudara ku Yogi Trí Naldo dan Dodi Harmoko yang membuat hariku selalu penuh dengan warna
- ✓ Kluarga besar-ku senantiasa memberi dorongan yang luar biasa
- ✓ Almamaterku Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Tugas akhir dilaksanakan di BMKG, Jakarta Pusat dan dilanjutkan di Jurusan Fisika FMIPA UNSRI sejak Desember 2017 sampai dengan Februari 2018. Judul tugas akhir yaitu “Menentukan Efek Tapak Lokal Menggunakan Indeks Kerentanan Seismik dan Kecepatan Rata-Rata Gelombang Geser Pada Kedalaman 30m Di Kecamatan Cibeureum Kota Tasikmalaya, Jawa Barat ”. Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, berbagai hambatan penulis lalui selama proses tugas akhir maupun penulisan skripsi tetapi berkat doa dan pertolongan Allah SWT skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis sangat berterima kasih atas motivasi, saran, bimbingan dan waktunya dari Ibu Erni S.si., M.si. selaku pembimbing I dan Bapak Drs. Pradanto Poerwono, DEA selaku pembimbing II. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc., selaku Dekan FMIPA UNSRI.
2. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku ketua Jurusan Fisika dan Bapak Khairul Saleh, S.Si. M.Si. selaku Sekretaris Jurusan.
3. Bapak Dr. Supriyanto Rohandi, M.si., selaku pembimbing teknis di Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Jakarta Pusat.
4. Bapak Drs. Muhamad Irfan, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak Dr. Dedi Setiabudidaya, M.Sc., bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T., dan bapak Dr. Aminuddin Bama, M.Si., selaku penguji dalam menempuh ujian sarjana yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun.
6. Seluruh Dosen Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
7. Babe (Pak Nabair), Kak David, mbak Fitri dan mbk Yun selaku Staff dan Karyawan di Jurusan Fisika FMIPA UNSRI.
8. Sahabat masa kecilku uci, Anita, Anda, dan Virna sahabat yang terus menerus memberikan semangat memberikan canda dan tawa yang luara biasa.
9. Sahabat ku selama jenjang perkuliahan Nofrianto pendamping semangatku dan Selvi Astria pendorong langkah ku.
10. Seluruh pihak terkait yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dalam penulisan skripsi ini. Masukan dan kritikan yang membangun sangat penulis harapkan untuk memperbaiki tulisan laporan skripsi ini. Semoga skripsi yang telah disusun ini dapat bermanfaat dan menambahkan pengetahuan kita semua. Akhir kata penulis menyampaikan permohonan maaf apabila ada tingkah laku dan perkataan penulis, baik sengaja maupun tidak sengaja yang mungkin tidak berkenan di hati pembaca.

Inderalaya, 16 Agustus 2018

Penulis

Widia Astuti

08021181419022

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TBEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Geologi Tasikmalaya	5
2.2. <i>Local site Effect</i> (Efek Tapak Lokal)	6
2.3. Mikrotremor.....	6
2.4. Metode HVSR.....	6
2.5. PGA (Peak Ground Acceleration)	10
2.6. GSS (<i>Ground Shear Strain</i>)	10
2.7. Kecepatan Rata-Rata Gelombang Geser Sampai Kedalaman 30m (<i>V_s30</i>)	11
2.8. Inversi Kurva H/V.....	12
2.9. Metode Seismik MASW	14
2.10. Jenis – Jenis Gelombang Seismik	15
2.10.1. Gelombang Badan.....	15
2.10.2. Gelombang Permukaan.....	16
2.11. Metode Gelombang Permukaan.....	16
2.12. Dispersi Gelombang <i>Rayleigh</i>	17
2.13. Transformasi Fourier	18

BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.2. Metode Penelitian	20
3.3. Data penelitian	20
3.4. Daerah Penelitian	21
3.5. Bagan Alir Penelitian.....	23
3.6. Pengolahan Data	24
3.6.1. Mikrotremor - Inversi HVSR.....	24
3.6.2. Proses Pengolahan Data MASW	24
3.7. Analisa Data.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Hasil Pengukuran Mikrotremor	26
4.1.1. Indeks Kerentan Seismik (Kg)	30
4.1.2. <i>Ground Shear Strain</i> (GSS).....	30
4.2. Analisa Data Kecepatan Rata-Rata Gelombang Geser 0-30 m ($Vs30$).....	32
4.2.1. Inversi <i>Horizontal to Vertical Spectrum Ratio</i> (HVSR).....	32
4.2.2. <i>Multichannel Analysis Surface Wave</i> (MASW)	35
4.3. Validasi dengan Data Kerusakan Akibat Gempabumi	38
BAB V KESIMPULAN.....	40
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta kejadian gempabumi Tasikmalaya	2
Gambar 1.2. Peta jumlah korban meninggal, luka-luka, dan mengungsi	3
Gambar 2.1. Peta geologi Jawa Barat	5
Gambar 2.2. Ilustrasi kalkulasi rasio	8
Gambar 2.3. proses inversi HVSR	14
Gambar 2.4. Profil dari gelombang geser	17
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian.....	21
Gambar 3.2 Peta titik pengukuran mikrotremor dan MASW	22
Gambar 4.1 Contoh tampilan proses pemotongan noise.....	26
Gambar 4.2. Contoh tampilan hasil pemotongan noise secara auto	27
Gambar 4.3. Tampilan kurva H/V.....	27
Gambar 4.4. Peta nilai indeks kerentanan seismik di Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.	30
Gambar 4.5. Peta nilai <i>ground shear strain</i> di Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.....	31
Gambar 4.6. Contoh hasil inversi kurva HVSR	32
Gambar 4.7. Contoh informasi <i>subsurface</i>	33
Gambar 4.8. a) Data pengukuran MASW setelah dilakukan <i>picking</i>	35
Gambar 4.8. b) <i>Spectrum</i> kecepatan dan kurva dispersi	36
Gambar 4.8. c) Profil 1D kecepatan gelombang geser.....	36
Gambar 4.9. Peta nilai kecepatan rata-rata gelombang geser kedalaman 0-30 m (Vs_{30})di Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.....	37
Grafik 4.10. Data kerusakan akibat gempabumi di Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai strain dan dinamik tanah	11
Tabel 2.2. Klasifikasi tanah berdasarkan SNI 1726 – 2012.....	12
Tabel 4.1. Hasil pengukuran mikrotremor Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.....	28
Tabel 4.2. Hasil pengukuran mikrotremor dengan nilai Vs_{30} di Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.	34
Tabel 4.3. Hasil pengukuran MASW di Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.....	37

BAB I

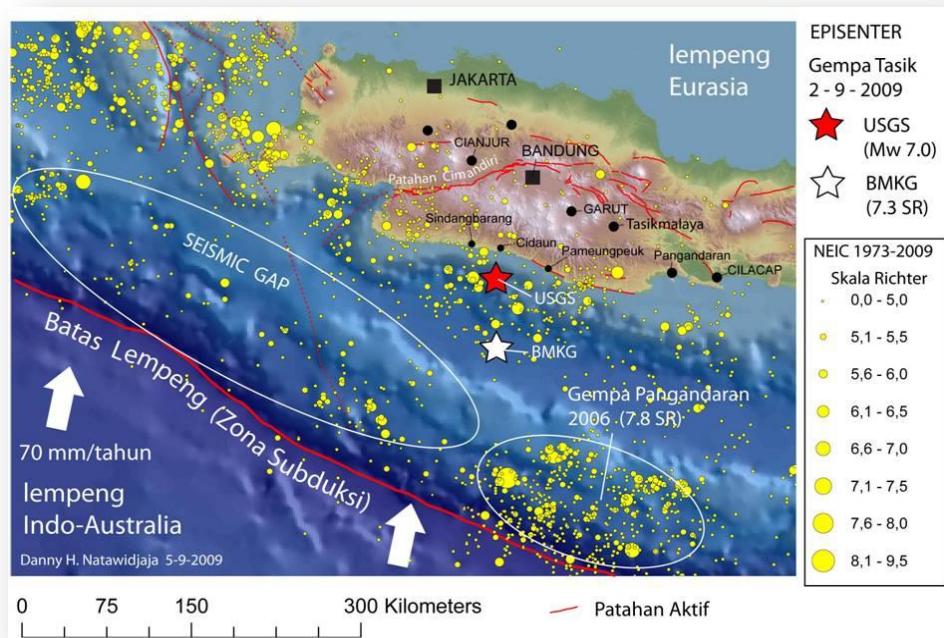
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan kondisi tektonik, Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang mempunyai tingkat kegempaan yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia yaitu Lempeng Indo-Australia, Pasifik dan Eurasia, Lempeng Indo-Australia yang bergerak relatif ke arah utara dan menyusup kedalam lempeng Eurasia, sementara lempeng Pasifik bergerak relatif ke arah barat.

Jawa Barat termasuk salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki kerawanan bencana yang tinggi. Kondisi ini dipengaruhi oleh tatanan geologi yang kompleks mengakibatkan kerusakan saat terjadi bencana gempabumi. Berdasarkan catatan sejarah gempabumi merusak di Indonesia yang disusun oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (DVMBG) di wilayah Jawa Barat pernah terjadi sedikitnya 29 kali bencana gempabumi dengan kategori merusak terutama yang bersumber di darat sejak tahun 1883 sampai sekarang. Sebagian dari daerah-daerah yang rawan mengalami bencana gempabumi berada pada wilayah padat penduduk seperti Bogor, Tasikmlaya, Bandung dan hampir seluruh wilayah pegunungan Jawa Barat Selatan.

Karakteristik gempabumi di Jawa Barat sebagian besar bukan dari zona subduksi/zona penunjaman, akan tetapi dari patahan/sesar aktif di darat. Gempabumi yang bersumber dari sesar aktif di darat sangat berpotensi merusak meskipun magnetudonya tidak terlalu besar, namun kedalamannya dangkal dan dekat dengan pemukiman dan aktivitas manusia. Sampai saat ini belum dapat diperkirakan kapan akan terjadinya gempabumi, dimana dan berapa besarnya. Gempabumi dapat terjadi siang hari pada saat kita bekerja ataupun malam pada saat sedang tidur lelap, kejadiannya berlangsung sangat cepat sehingga bisa tertimpa runtuhan bangunan, longsoran bukit ataupun tersapu badai tsunami.



Gambar 1.1. Peta kejadian gempabumi Tasikmalaya (Natawidjaya, 2009)

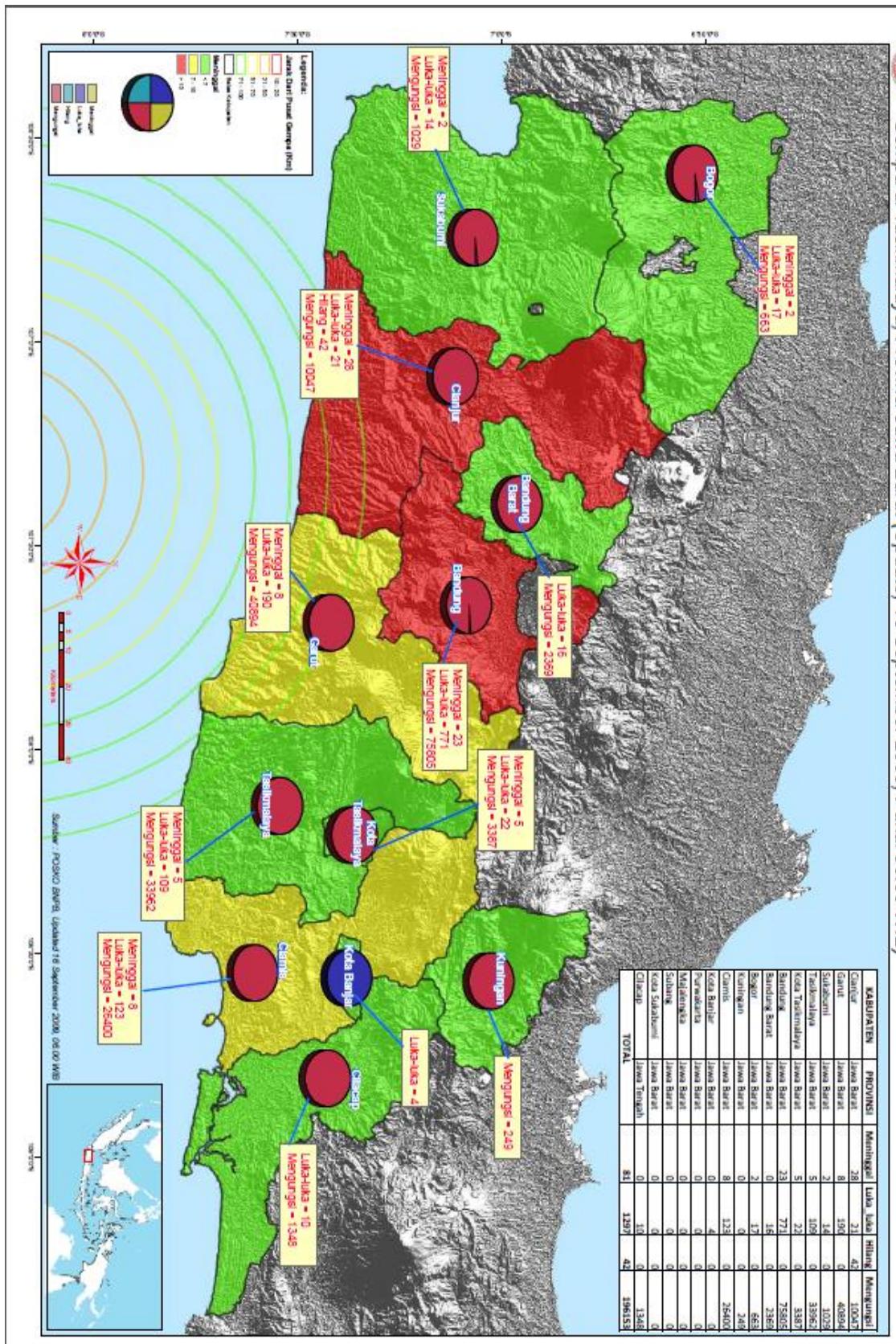
Selama kurun waktu kurang lebih 10 tahun telah terjadi tiga kali gempabumi besar di Jawa Barat. Pada tanggal 2 September 2009 telah terjadi gempabumi di Tasikmalaya dengan kekuatan 7,3 SR, baru-baru ini juga di Tasikmalaya telah terjadi gempabumi pada tanggal 15 Desember 2017 dengan kekuatan 6,9 SR seperti yang ditampilkan pada gambar 1.1. peta kejadian gempabumi Tasikmalaya.

Kerusakan yang signifikan dari gempabumi dengan intensitas tinggi berkaitan dengan respon situs lokal (kondisi tanah) dan kondisi bangunan. Menurut data yang diperoleh dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana, gempabumi yang terjadi di Kota Tasikmalaya pada tahun 2009 telah menelan korban jiwa sebanyak 5 orang meninggal dunia, 22 korban luka-luka dan sebanyak 3.387 orang mengungsi seperti gambar 1.2. (BNPB, 2009).



PETA JUMLAH KORBAN MENINGGAL, LUKA-LUKA, DAN MENGUNGSI

Gempa di Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat (Update, 16 September 2009, Pukul 06.00 WIB)



Gambar 1.2. Peta jumlah korban meninggal, luka-luka, dan mengungsi (BNPB, 2009)

Gempabumi yang menimpa kota Tasikmalaya pada tanggal 2 September 2009 mengalami kerusakan yang parah salah satunya, di Kecamatan Cibeureum meskipun daerah ini tidak terlalu dekat dengan pusat gempa namun kondisi tanah yang lunak mengakibatkan daerah tersebut banyak terdapat kerusakan bangunan.

Pengetahuan tentang keadaan kondisi tanah secara lokal menjadi bagian yang sangat penting dalam memperkirakan bahaya gerakan tanah secara spesifik. Salah satu parameter penting yang harus diketahui adalah struktur kecepatan gelombang geser (V_s) yang tidak terkonsolidasi dari batuan sedimen serta kontras gelombang S antara batuan dasar (*bedrock*) dan batuan sedimen. Parameter ini dapat menjadi pengontrol amplifikasi dari gelombang seismik selama gempa bumi. Dengan diketahuinya nilai kecepatan gelombang geser maka prediksi mengenai efek dari amplifikasi dapat ditentukan. Selain itu karakterisasi bawah permukaan sangat penting untuk mendeliniasi batas geologi bawah permukaan guna mempelajari *efek local* gempabumi klasifikasi getaran tanah dan karakterisasi tanah akibat tanah lunak diatas *bedrock*, dengan menggunakan metode Inversi HVSR dan *Multichannel Analysis Surface Wave*.

Hal ini lah yang melatar belakangi untuk dilakukannya penelitian ini, agar dapat mengetahui klasifikasi dan karakterisasi tanah penyebab terjadinya gerakan tanah, kemudian dari parameter diatas akan digunakan untuk menentukan area rawan bencana gempabumi di Kecamatan Cibeureum Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah analisa bahaya gempabumi berdasarkan efek tapak lokal menggunakan nilai indeks kerentanan seismik (K_g) dan kecepatan gelombang geser sampai dengan 30 m (Vs_{30}) . kemudian lokasi yang dipilih adalah Kecamatan Cibeureum Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.

1.3. Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memetakan sebaran nilai indeks kerentanan seismik (K_g) dan kecepatan rata-rata gelombang geser pada kedalaman sampai dengan 30 m (Vs_{30}) serta menganalisa bahaya gempabumi berdasarkan efek tapak lokal di Kecamatan Cibeureum Kota Tasikmalaya, Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariestianty, S. K. Taha, M. R. Nayan, K. A. M., dan Chik, Zamri. 2010. *Penentuan Modulus Geser Menggunakan Metode Analisis Multichannel Gelombang Permukaan*. Universitas Kebangsaan Malaysia: Selangor.
- Arifin, S, S., dkk. 2013. *Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya*. Lampung : University of Lampung.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2009. *Data Kerusakan Bencana Gempabumi di Kota Tasikmalaya*.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Tasikmalaya tahun 2013. Gambaran Umum Kota Tasikmalaya. <http://bappeda.tasikmalayakota.go.id>. Diakses Tanggal 30 Desember 2017.
- Bignardi, S. 2016. *OpenHVSR User Manual Ver.2.0*.
- Bignardi, S., Mantovani, A. dan Abu Zeid, N. 2016. OpenHVSR Modelling and Inversion Computer & Geosciences. ISSN:0098-3004, Vol. 93.
- Dal Moro, G. Forte, E. Pipan, M. dan M. S. 2006. Velocity spectra and seismic-signal identification for surface-wave analysis. *Near Surface Geophysics*, Vol.4, hal. 243-251.
- Daryono, Sutikno, Sartohadi, J., Dulbahri, Brotopuspito, K.S. (2009). *Efek Tapak Lokal (Local Site effect) di Graben Bantul Berdasarkan Pengukuran mikrotremor*. International Conference Earth Science and Technology, Yogyakarta.
- Daryono. 2009. *Pemanfaatan Data Microtremor*. Jakarta : PUSLITBANG BMKG.
- Efendi, Y. 2017. *Profilling Kecepatan Gelombang Geser (Vs) dan Mikrozonasi Kota Surabaya menggunakan Inversi Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR)*. Lampung : Universitas Lampung.

- Gurler, Dilek, E. Saita, Jun. Rovelli, Antonio. Donati, Stefano. 2000. *Vulnerability Investigation of Roman Colosseum Using Microtremor*. 12WCEE.
- Gurles, E.D., Y. Nakamura. 2001. *Local Site Effect Of Mexico City Based On Microtremor Measurement*, Internation.
- Herak, M. 2008. *odelHVSR*: a Matlab tool to model horizontal to vertical spectral ratio of ambient noise. *Computers and Geosciences* 34, 1514–1526.
- Ishihara, K. 1982. *Introduction to dynamis soil mechanism*. Japan
- Kanai, K. 1983. *Seismology in Engineering*. Japan : Tokyo University.
- Lachet , C., Brad, P.Y. 1994. Numerical and theoretical Investigation on The Possibilities and Limitiation of Nakamura's Technique. *Phys, Earth*, 42, 377-397.
- Mirzaoglu, M. dan Dykmen, U. 2003. Application of Microtremors to Seismic Microzoning Procedure. *Journal Of The Balkan Geophysical Society*, Vol. 6, No. 3, August, 2003, p. 143 – 156, 13 figs., 1 tab.
- Mufida, A., Bagus, J. S. dan Dwa, D.W. 2013. Inversi Mikrotremor Spektrum H/V Untuk Profilling Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Lapisan Bawah Permukaan dan Mikrozonasi Wilayah Surabaya. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 1(1), 2.
- Muzli, dkk, 2016. Pengukuran Vs30 Menggunakan Metode MASW Wilayah Yogyakarta. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* Vol. 17(1), 27.
- Nakamura, Y. 2000. *Clear Indentification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application*. Japan : TokyoUniversity.
- Nagoshi, M., Igarashi T. 1970. On the propagation characteristics of microtremor. *J Seismol Soc Jpn*, 23:264–280.
- Park, C.B., Miller, R.D., and Xia, J. 1999. Multichannel analysis of surface waves. *Geophysics*, Vol. 64, No. 3 (May-June 1999); P. 800–808 .

- Rosyidi, S.A. 2006. kajian metode analisis gelombang seismik permukaan untuk mengembangkan teknik evaluasi perkerasan lentur dan kaku di indonesia. *Edisi 26*, Vol 14, No. 3.
- Shearer, M., 2009. *Introduction to seismology. Second edition.* Cambrige University press. New York. USA.
- Sholihan, A. dan Santosa, B. J. 2009. *Analisis Dispersi Gelombang Rayleigh Struktur Geologi Bawah Permukaan Studi Kasus: Daerah Pasir Putih Dalegan Gresik.* Jurusan Fisika FMIPA ITS, Surabaya.
- Sungkono. B., J., Santosa. 2011. *Karakterisasi Kurva Horizontalto-Vertical Ratio.* Kajian Literatur dan Permodelan. Submit to Neutrino Journal.
- Telford, W.M. Geldart, L.P. and Sheriff, R.E., 1990. *Applied Geophysics Second Edition.* New York: Cambrige University.
- Wangsadinata, W. 2006. *Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Bersasarkan SNI 1726-2002.* Jakarta : Shortcouse HAKI 2016.