

# **ZONASI KEGEMPAAN KOTA BUKITTINGGI BERDASARKAN SIFAT SEISMIK TANAH**

## **TUGAS AKHIR**

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**Oleh:**

**M. Shalino Aguna**

**NIM: 21323036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

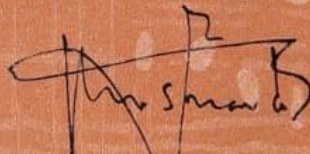
**2025**

**PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**  
**ZONASI KEGEMPAAN KOTA BUKITTINGGI BERDASARKAN**  
**SIFAT SEISMIK TANAH**

Nama : M. Shalino Aguna  
NIM : 21323036  
Prodi : S1 Teknik Sipil  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

Padang, 4 Agustus 2025

Disetujui Oleh  
Dosen Pembimbing



Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng.  
NIP. 197609232009121001

Mengetahui  
Ketua Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNP



Ir. Naisan Athar, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197901032003121001

**PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**ZONASI KEGEMPAAN KOTA BUKITTINGGI BERDASARKAN  
SIFAT SEISMIK TANAH**

Nama : M. Shalino Aguna  
NIM : 21323036  
Prodi : S1 Teknik Sipil  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Padang, 4 Agustus 2025

**Tim Penguji**

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua : Prof. Rusnardi Rahinat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng.

1.

2. Anggota : Dr. Eng. Ir. Nevy Sandra, S.T., M.Eng.

2.

3. Anggota : Dr. Ir. Oktaviani, S.T., M.T.

3.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

.

*"Saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada orang tua tercinta"*

## MOTTO

*“The only person you should try to be better than is the person  
you were yesterday”*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171  
Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055644, 445118 Fax: 7055644  
E-mail: info@ft.unp.ac.id

### SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Shalino Aguna  
NIM/TM : 21323036 / 2021  
Program Studi : Teknik Sipil  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya  
dengan judul..... ZONASI KECEMBAHAN KOTA BUKITTINGGI  
..... BERDASARKAN SIFAT SEISMIS TANAH .....

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat  
dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat  
maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun  
hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di  
institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa  
tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,  
Kepala Departemen Teknik Sipil

(Ir. Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D)  
NIP. 19750103 200312 1 001

Saya yang menyatakan,



M. SHALINO AGUNA

## BIODATA DIRI

### **Data Diri**

Nama Lengkap : M. Shalino Aguna  
Tempat/Tanggal Lahir : Payakumbuh / 12 Maret 2003  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Anak Ke : 1 (Pertama)  
Jumlah Saudara : 3 (Tiga)  
Alamat Tetap : Nagari Simalanggang, Kec. Payakumbuh,  
Kab. Lima Puluh Kota  
E-mail : m.shalinoaguna@gmail.com



### **Data Pendidikan**

SD : SD Negeri 01 Koto Tengah Simalanggang  
SLTP : MTsN 01 Payakumbuh  
SLTA : SMA Negeri 2 Payakumbuh  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

### **Tugas Akhir**

Judul : Zonasi Kegempaan Kota Bukittinggi Berdasarkan  
Sifat Seismik Tanah

## ABSTRAK

M. Shalino Aguna, 2025. ZONASI KEGEMPAAN KOTA BUKITTINGGI BERDASARKAN SIFAT SEISMİK TANAH

Kota Bukittinggi terletak di jalur Patahan Semangko yang aktif secara tektonik, sehingga memiliki potensi risiko gempa bumi yang tinggi. Kondisi tanah di wilayah ini beragam dan dapat mempengaruhi tingkat risiko kerusakan akibat gempa melalui fenomena amplifikasi tanah dan perioda dominan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat seismik tanah di Kota Bukittinggi, meliputi frekuensi dominan, perioda dominan, amplifikasi, kecepatan gelombang geser, dan indeks kerentanan seismik, serta menyusun peta zonasi kegempaan sebagai dasar mitigasi bencana dan perencanaan tata ruang wilayah.

Metode yang digunakan adalah analisis data sekunder dari rekaman mikrotremor pada 55 titik pengukuran menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Data hasil analisis kemudian dimodelkan dan dipetakan menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Validasi parameter seismik dilakukan dengan data pendukung dari *Cone Penetration Test* (CPT) dan *Standard Penetration Test* (SPT). Analisis meliputi perhitungan frekuensi alami, amplifikasi, perioda dominan, indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ), dan kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ).

Hasil penelitian menunjukkan nilai frekuensi dominan tanah berkisar antara 0,19 Hz hingga 1,11 Hz dengan perioda dominan 0,9 hingga 5,26 detik. Amplifikasi tanah bervariasi dari 0,06 hingga 14,91, dengan indeks kerentanan seismik sebagian besar lebih dari 5, mengindikasikan potensi likuefaksi yang tinggi di hampir seluruh wilayah. Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh dan Guguk Panjang termasuk wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi, sedangkan bagian timur Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh cenderung stabil karena memiliki tanah yang keras dan  $V_s$  yang tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sebagian besar Kota Bukittinggi memiliki tanah lunak yang rentan terhadap guncangan gempa, sehingga hasil zonasi dapat menjadi acuan penting bagi pemerintah dalam mitigasi bencana dan perencanaan pembangunan tahan gempa.

**Kata kunci:** Zonasi Kegempaan, Mikrotremor, HVSr

## **ABSTRACT**

M. Shalino Aguna, 2025. *SEISMIC MICROZONATION OF BUKITTINGGI CITY BASED ON SOIL SEISMIC PARAMETERS*

*Bukittinggi City is located on the tectonically active Semangko Fault, giving it a high potential for earthquake risk. Soil conditions in this region are diverse and can affect the level of damage risk from earthquakes through the phenomena of ground amplification and dominant period. This study aims to analyze the seismic properties of the soil in Bukittinggi City, including dominant frequency, dominant period, amplification, shear wave velocity, and seismic vulnerability index, as well as to compile a seismic zoning map as a basis for disaster mitigation and spatial planning in the region.*

*The method used was secondary data analysis of microtremor recordings at 55 measurement points using the Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) method. The analysis data was then modeled and mapped using ArcGIS software. Seismic parameter validation was carried out using supporting data from the Cone Penetration Test (CPT) and Standard Penetration Test (SPT). The analysis included calculations of natural frequency, amplification, dominant period, seismic vulnerability index ( $K_g$ ), and shear wave velocity ( $V_s$ ).*

*The results of the study show that the dominant frequency of the soil ranges from 0.19 Hz to 1.11 Hz with a dominant period of 0.9 to 5.26 seconds. Soil amplification varies from 0.06 to 14.91, with a seismic vulnerability index of mostly more than 5, indicating a high potential for liquefaction in almost the entire region. The subdistricts of Aur Birugo Tigo Baleh and Guguk Panjang are among the areas with high vulnerability, while the eastern part of the Aur Birugo Tigo Baleh subdistrict tends to be stable because it has hard soil and high  $V_s$ . This study concludes that most of Bukittinggi City has soft soil that is vulnerable to earthquake shocks, so the zoning results can be an important reference for the government in disaster mitigation and earthquake-resistant development planning.*

**Keywords:** *Seismic Microzonation, Microtremor, HVSr*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur alhamdulillah penulis sampaikan ke hadirat Allah subhanahu wata'ala atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Zonasi Kegempaan Kota Bukittinggi Berdasarkan Sifat Seismik Tanah", sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan nasehat, bimbingan, masukan, dan dukungan selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Ibu Dr. Eng. Ir. Nevy Sandra, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan Tugas Akhir.
3. Ibu Ir. Oktaviani, S.T., M.T. selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan tugas akhir.
4. Bapak Totoh Andayono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa meluangkan waktu dalam pengarahan serta membimbing dari mahasiswa hingga sarjana.
5. Bapak/Ibu dosen beserta staf pengajar dan teknisi Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman serta perhatian yang sangat berarti selama menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Rekan-rekan Teknik Sipil Angkatan 21 (Ghani Guswandi, Yafen Heltri Martu, Alif Ahmad Al Shaleh) yang telah membantu dalam penelitian Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Sahabat Surga (Rehan Saputra, Radya Ananda Widhistira, Qothrun Nada Aisyi, Putri Taramadina Dasilva, Rifa Eltika) yang telah memberikan dukungannya selama masa perkuliahan.
8. Rekan-rekan Asisten Laboratorium Transportasi (Dian Syakira Ardana, Muthia Rafifah, Melani Harva Bena.B, Qarina Utami Frinardi, Maya Nabila Delani) atas motivasi dan dukungan selama pembuatan Tugas Akhir ini.

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun turut berperan dalam kelancaran penulisan Tugas Akhir ini.

Demikianlah segala ucapan terima kasih ini Penulis ucapkan, segala bantuan yang diberikan mendapat balasan dari Allah subhanahu wata'ala. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu dengan segala kerendahan hati Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap Tugas Akhir ini berguna bagi kita semua.

Padang, 4 Agustus 2025

Penulis,

**M. Shalino Aguna**  
**Nim. 21323036**

## DAFTAR ISI

Halaman

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL                                                                   |     |
| HALAMAN PERSETUJUAN                                                             |     |
| HALAMAN PENGESAHAN                                                              |     |
| HALAMAN PERSEMBAHAN                                                             |     |
| MOTTO                                                                           |     |
| SURAT KETERANGAN PLAGIAT                                                        |     |
| BIODATA                                                                         |     |
| ABSTRAK                                                                         |     |
| <i>ABSTRACT</i>                                                                 |     |
| DAFTAR ISI .....                                                                | i   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                             | iii |
| DAFTAR TABEL .....                                                              | iv  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                           | v   |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                                         | 1   |
| A. Latar Belakang .....                                                         | 1   |
| B. Identifikasi Masalah .....                                                   | 3   |
| C. Batasan Masalah .....                                                        | 4   |
| D. Rumusan Masalah .....                                                        | 4   |
| E. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....                                          | 4   |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA .....                                                     | 6   |
| A. Gempa Bumi .....                                                             | 6   |
| B. Gelombang Seismik .....                                                      | 10  |
| C. Amplifikasi Tanah .....                                                      | 12  |
| D. Periode Dominan .....                                                        | 14  |
| E. Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ ) .....                                    | 16  |
| F. Zonasi Kegempaan .....                                                       | 18  |
| G. Mikrotremor .....                                                            | 19  |
| H. <i>Cone Penetration Test (CPT) Dan Standard Penetration Test (SPT)</i> ..... | 22  |
| I. Penelitian Relevan .....                                                     | 23  |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| BAB III METODE PENELITIAN .....                               | 27 |
| A. Diagram Alir Penelitian.....                               | 27 |
| B. Jenis Penelitian .....                                     | 28 |
| C. Tempat dan Waktu Penelitian.....                           | 28 |
| D. Data Penelitian .....                                      | 29 |
| E. Instrumen Penelitian .....                                 | 29 |
| F. Analisis Data .....                                        | 30 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                             | 32 |
| A. Pengolahan Data Frekuensi dan Amplifikasi .....            | 32 |
| B. Perhitungan Nilai Perioda Dominan.....                     | 37 |
| C. Perhitungan Nilai Kerentanan Seismik.....                  | 38 |
| D. Perhitungan Nilai Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ )..... | 39 |
| E. Pembuatan Peta Sebaran ( <i>Mapping</i> ).....             | 40 |
| F. Pembahasan .....                                           | 52 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....                              | 56 |
| A. Kesimpulan .....                                           | 56 |
| B. Saran.....                                                 | 57 |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                           | 58 |
| LAMPIRAN .....                                                | 62 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. Peta Tektonik Indonesia .....                             | 1  |
| Gambar 2. Gelombang Primer .....                                    | 11 |
| Gambar 3. Gelombang Sekunder .....                                  | 11 |
| Gambar 4. Gelombang Rayleigh (Rayleigh Wave) .....                  | 12 |
| Gambar 5. Gelombang Love (Love Wave).....                           | 12 |
| Gambar 6. Diagram Alir Penelitian.....                              | 27 |
| Gambar 7. Titik Koordinat Pengukuran Data Mikrotremor .....         | 28 |
| Gambar 8. Titik Lokasi CPT dan SPT .....                            | 29 |
| Gambar 9. Tampilan Perangkat Lunak GPL.....                         | 32 |
| Gambar 10. Tampilan Setelah Memasukkan File .....                   | 33 |
| Gambar 11. Data Hasil Konversi GPL .....                            | 33 |
| Gambar 12. Tampilan Perangkat Lunak Cygwin .....                    | 33 |
| Gambar 13. Tampilan Pemrograman Cygwin .....                        | 34 |
| Gambar 14. Data Hasil Konversi Cygwin .....                         | 34 |
| Gambar 15. Tampilan Perangkat Lunak Bido 2.02.....                  | 34 |
| Gambar 16. Tampilan pemrograman Bido 2.02 .....                     | 35 |
| Gambar 17. Hasil Grafik Frekuensi Alami Tanah.....                  | 35 |
| Gambar 18. Add Data Baru .....                                      | 41 |
| Gambar 19. Input Peta Format shp.....                               | 42 |
| Gambar 20. Data XY .....                                            | 42 |
| Gambar 21. Input Data Format xls.....                               | 43 |
| Gambar 22. Display Data XY.....                                     | 43 |
| Gambar 23. Peta Sebaran Frekuensi Alami Tanah.....                  | 44 |
| Gambar 24. Peta Perioda Tanah Kota Bukittinggi.....                 | 46 |
| Gambar 25. Peta Amplifikasi Tanah Kota Bukittinggi .....            | 47 |
| Gambar 26. Peta Indeks Kerentanan Seismik Kota Bukittinggi .....    | 49 |
| Gambar 27. Peta Kecepatan Gelombang Geser(Vs) Kota Bukittinggi..... | 50 |
| Gambar 28. Peta Potensi Likuifaksi.....                             | 52 |

## DAFTAR TABEL

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. Zonasi Kerentanan Amplifikasi .....                  | 14 |
| Tabel 2. Klasifikasi Tanah Kanai dan Omote-Nakajima .....     | 16 |
| Tabel 3. Nilai Frekuensi Alami dan Amplifikasi Tanah .....    | 35 |
| Tabel 4. Nilai Perioda Tanah .....                            | 37 |
| Tabel 5. Nilai Indeks Kerentanan Seismik .....                | 38 |
| Tabel 6. Nilai Kecepatan Gelombang Geser Tanah ( $V_s$ )..... | 40 |
| Tabel 7. Nilai Frekuensi Alami Tanah Perkecamatan .....       | 45 |
| Tabel 8. Nilai Perioda Tanah Perkecamatan .....               | 47 |
| Tabel 9. Nilai Amplifikasi Tanah Perkecamatan .....           | 48 |
| Tabel 10. Nilai Indeks Kerentanan Seismik Perkecamatan .....  | 50 |
| Tabel 11. Nilai Kecepatan Gelombang Geser Perkecamatan .....  | 51 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Grafik Nilai Frekuensi Alami dan Faktor Amplifikasi .....                    | 62 |
| Lampiran 2. Data Cone Penetration Test (CPT) dan Standard Penetration Test<br>(SPT)..... | 81 |

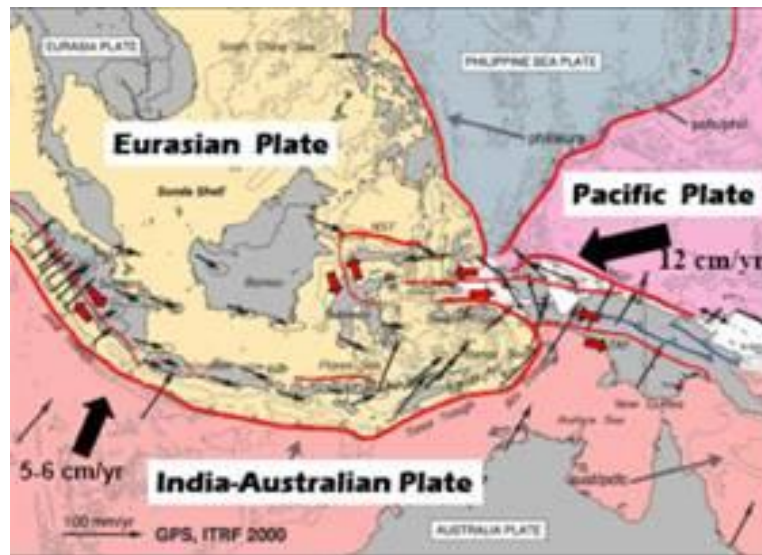
## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang dahsyat dan dapat menimbulkan kerusakan seperti kerusakan bangunan, serta dampak sekunder seperti tanah longsor, tsunami, dan likuefaksi. Gempa bumi adalah fenomena yang disebabkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba yang mengakibatkan radiasi gelombang seismik. Besarnya dampak gempa bumi bergantung pada jumlah energi yang dilepaskan ( Sari et al., 2012 ).

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki risiko tinggi terhadap gempa bumi tektonik karena berada di dekat pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Pasifik. Di sekitar area pertemuan lempeng-lempeng tersebut, lapisan bumi mengumpulkan energi hingga mencapai pada suatu titik di mana energi ini tidak dapat lagi ditahan, yang kemudian memicu terjadinya gempa bumi. Peta tektonik Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Tektonik Indonesia  
Sumber : [bbmkg3.bmkg.go.id](http://bbmkg3.bmkg.go.id), 2025

Kota Bukittinggi merupakan salah satu kota yang terletak di Provinsi Sumatera Barat, Indonesia, yang berada di wilayah rawan bencana alam, terutama gempa bumi. Letaknya yang berada pada zona patahan Semangko

yang merupakan patahan yang terbentuk akibat tabrakan Lempeng Indo Australia dengan lempeng Eurasia, menjadikan wilayah ini sangat rentan terhadap aktivitas kegempaan. Bukittinggi secara geografis terbentang antara  $100^{\circ} 20' - 100^{\circ} 25' \text{ BT}$  dan  $00^{\circ} 16' - 00^{\circ} 20' \text{ LS}$  dengan ketinggian 780 – 950 meter di atas permukaan laut serta diapit dua gunung berapi aktif yaitu gunung Singgalang dan gunung Marapi. Hal ini menyebabkan Kota Bukittinggi menjadi kawasan dengan resiko gempa bumi yang tinggi. Aktivitas gunung merapi yang cukup intens terjadi belakangan ini juga dapat memicu ancaman bencana gempa bumi. Selain aspek geologi dan kegempaan, Bukittinggi juga merupakan kota dengan nilai sejarah dan potensi pariwisata yang tinggi, sehingga mitigasi risiko bencana gempa sangat penting untuk menjaga keselamatan penduduk dan kelangsungan pembangunan kota. Oleh karena itu, penting untuk memahami pola dan karakteristik kegempaan di kota ini, baik dari sisi frekuensi maupun intensitasnya, untuk merancang kebijakan mitigasi yang lebih efektif.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi risiko gempa bumi adalah dengan melakukan pemetaan kerentanan seismik atau zonasi kegempaan. Zonasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang memiliki tingkat risiko gempa bumi yang berbeda berdasarkan karakteristik tanah dan dinamika seismik. Jenis tanah dan kondisi geologis di Kota Bukittinggi berpotensi mempengaruhi tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa bumi. Oleh karena itu, pemetaan zonasi kegempaan berdasarkan perioda dan amplifikasi tanah sangat penting untuk memahami risiko yang dihadapi oleh masyarakat Kota Bukittinggi.

Bukittinggi terletak di kawasan dengan lapisan tanah yang sebagian besar terdiri dari sedimen vulkanik. Lapisan tanah yang lunak ini berpotensi memperburuk amplifikasi gelombang seismik yang terjadi selama gempa bumi. Dalam kondisi tertentu, amplifikasi tanah dapat meningkatkan intensitas guncangan gempa di permukaan dan menyebabkan kerusakan yang lebih besar pada bangunan dan infrastruktur.

Untuk mengurangi dampak negatif yang gempa bumi, maka perlu untuk memahami bagaimana karakteristik tanah mempengaruhi amplifikasi gelombang seismik di berbagai tempat di Kota Bukittinggi. Pentingnya penelitian ini terletak pada upaya untuk memetakan dan memahami kondisi tanah di Kota Bukittinggi untuk merancang bangunan yang lebih tahan gempa, mengembangkan sistem peringatan dini yang lebih efektif, serta memastikan bahwa pembangunan dilakukan dengan mempertimbangkan keselamatan dan keberlanjutan. Diharapkan bahwa zonasi kegempaan yang didasarkan pada periode dan amplifikasi tanah akan menghasilkan data yang lebih akurat tentang tingkat risiko. Hal ini akan membantu membuat keputusan perencanaan tata ruang dan kebijakan mitigasi bencana yang lebih baik.

Memahami zonasi kegempaan berdasarkan amplifikasi dan perioda tanah dapat diperoleh informasi yang lebih detail untuk mengurangi risiko bencana gempa bumi. Mengingat potensi dampak kegempaan yang besar, adanya zonasi yang lebih jelas akan membantu pemerintah daerah dan masyarakat untuk lebih siap menghadapi ancaman bencana gempa bumi. Jadi, dilakukan penelitian dengan judul **“Zonasi Kegempaan Kota Bukittinggi Berdasarkan Sifat Seismik Tanah”**.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka masalah yang dapat diidentifikasi yaitu:

1. Kota Bukittinggi terletak di sepanjang jalur patahan aktif Pulau Sumatera, sehingga rawan terhadap gempa bumi.
2. Fenomena amplifikasi tanah meningkatkan risiko kerusakan infrastruktur selama gempa bumi, terutama di wilayah dengan lapisan tanah lunak.
3. Perbedaan karakteristik geologi dan tanah di berbagai wilayah Kota Bukittinggi memengaruhi respons terhadap gempa, sehingga membutuhkan analisis zonasi untuk mitigasi bencana.

### **C. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini terbatas pada wilayah Kota Bukittinggi.
2. Parameter utama yang digunakan dalam zonasi adalah frekuensi alami tanah dan faktor amplifikasi tanah yang diperoleh melalui analisis data mikrotremor.

### **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana distribusi nilai frekuensi, perioda, dan amplifikasi tanah di wilayah Kota Bukittinggi?
2. Bagaimana pengaruh karakteristik tanah terhadap potensi kerusakan akibat gempa?
3. Bagaimana zonasi kegempaan di Kota Bukittinggi berdasarkan parameter-parameter seismik tanah?

### **E. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis nilai frekuensi, periode dan amplifikasi tanah di wilayah Kota Bukittinggi.
2. Menghitung kecepatan gelombang geser dan indeks kerentanan seismik sebagai indikator kerentanan terhadap gempa.
3. Menyusun peta zonasi kegempaan berdasarkan hasil analisis parameter seismik tanah.

Adapun manfaat yang diharapkan akan diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti lain diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman dan penambah wawasan untuk penelitian di bidang geoteknik dan kegempaan.
2. Bagi pemerintah setempat dan perencana infrastruktur, penelitian ini diharapkan sebagai dasar dalam penentuan zona rawan gempa untuk

perencanaan tata ruang, pembangunan infrastruktur, dan penyusunan kebijakan mitigasi bencana.

3. Bagi masyarakat umum, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai risiko gempa bumi di wilayah tempat tinggal mereka.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data mikrotremor menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) pada 55 titik pengukuran di wilayah Kota Bukittinggi, serta pengolahan parameter seismik yang meliputi frekuensi dominan, periode dominan, amplifikasi tanah, kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ), dan indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ), maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Nilai frekuensi dominan, periode dominan, dan amplifikasi tanah di Kota Bukittinggi menunjukkan variasi yang cukup signifikan antarwilayah. Nilai frekuensi dominan berkisar antara 0,19 Hz hingga 1,11 Hz dengan periode dominan antara 0,90 hingga 5,26 detik. Nilai amplifikasi tanah bervariasi dari 0,06 hingga 14,91, yang menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Kota Bukittinggi didominasi oleh lapisan tanah lunak dengan kemampuan penguatan gelombang seismik yang tinggi.
2. Kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ) dan indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) yang diperoleh mengindikasikan adanya perbedaan karakteristik tanah di setiap kecamatan. Nilai  $V_s$  yang relatif rendah menunjukkan tanah lunak dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap guncangan gempa, sedangkan nilai  $V_s$  yang tinggi mencerminkan tanah yang lebih keras dan stabil. Sebagian besar wilayah penelitian memiliki nilai  $K_g > 5$ , yang menandakan potensi likuefaksi dan tingkat kerentanan seismik yang tinggi, terutama di Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh dan Guguk Panjang, sedangkan bagian timur Aur Birugo Tigo Baleh cenderung lebih stabil.
3. Berdasarkan hasil analisis parameter seismik tanah, telah disusun peta zonasi kegempaan Kota Bukittinggi yang menggambarkan distribusi tingkat kerentanan terhadap gempa bumi. Zonasi ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Kota Bukittinggi tergolong dalam zona

kerentanan tinggi hingga sangat tinggi, sedangkan sebagian kecil wilayah bagian timur memiliki tingkat kerentanan rendah hingga sedang. Peta zonasi ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah, perencana infrastruktur, dan masyarakat dalam upaya mitigasi bencana serta perencanaan pembangunan yang berorientasi pada ketahanan terhadap gempa bumi.

#### **B. Saran**

Berdasarkan pada kesimpulan di atas, serta penulis menyadari banyak kekurangan dalam penyelesaian tugas akhir ini. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar dapat mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk menambah data investigasi tanah (*Cone Penetration Test* dan *Standard Penetration Test*) agar memberikan informasi yang lebih detail mengenai karakteristik lapisan tanah di setiap titiknya.
2. Bagi Pemerintah Kota Bukittinggi disarankan untuk mempertimbangkan aspek potensi likuefaksi dan indeks kerentanan seismik sebagai acuan pembuatan peta mitigasi bencana.
3. Bagi masyarakat yang akan mendirikan bangunan, disarankan agar perencanaan dan konstruksi bangunan dilakukan sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan dan Non-Bangunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alihudien, A. (2014). Indek Kerentanan dan Amplifikasi Tanah Akibat Gempa di Wilayah Universitas Muhammadiyah Jember. *Media Teknik Sipil*, 12(2).
- 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
- BMKG: Balai Besar MKG Wilayah III Denpasar. Retrieved from <https://bbmkg3.bmkg.go.id/tentang-gempa>
- Bonnefoy-Claudet, S., Cotton, F., & Bard, P.-Y. (2009). *The nature of site effects: A review of experimental observations on local site effects and their causes. Earth-Science Reviews*, 96(4), 137–162.
- Bulo, D., Djayus, D., & Supriyanto, S. (2020). Penentuan Titik Epicenter Dan Hypocenter Serta Parameter Magnitude Gempabumi Berdasarkan Data Seismogram. *Geosains Kutai Basin*, 3(1).
- Demulawa, M., & Daruwati, I. (2021). *Analisis Frekuensi Natural dan Potensi Amplifikasi Menggunakan Metode HVSr: Studi Kasus Kampus 4 Universitas Negeri Gorontalo*. *Jurnal Ilmiah Edu Research*, 10(1), 59-63.
- Fiflowers. (2012). Gempabumi. Retrieved from <https://fiflowers.wordpress.com/geofisika/gempabumi/>
- Fujimoto, K., & Midorikawa, S. (2006). Relationship between average shear-wave velocity and site amplification inferred from strong motion records at nearby station pairs. *Journal of Japan Association for Earthquake Engineering*, 6(1), 11-22.
- Gamma Design Software. 2005. Interpolation in GS+.  
<http://www.geostatistics.com/OverviewInterpolation.html>
- Hamimu, L., Ramadhani, R., & Manan, A. (2023). Identification of Potential Earthquake Damage Levels Based on the Seismic Vulnerability Index Using the

- HVSR Method in Kadia District, Kenda. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, 5(01).
- Hardiyatmo, H.C. 2010. Analisis dan Perancangan Pondasi Bagian I. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ibrahim, G. dan Subardjo. (2005). Pengetahuan Seismologi. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Idriss, I. M., & Boulanger, R. W. (2008). Soil liquefaction during earthquakes. Earthquake Engineering Research Institute.
- Imam, S., & Harries, M. (2021). Metodologi penelitian kuantitatif. *Tangerang: Indigo Media*.
- Irawan, L., Hasibuan, L. H., & Fauzi, F. (2020). *Analisa Prediksi Efek Kerusakan Gempa Dari Magnitudo (Skala Richter) Dengan Metode Algoritma ID3 Menggunakan Aplikasi Data Mining Orange*. *Jurnal Teknologi Informasi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, 14(2), 189–201.
- Irsyam, M., Cummins, P. R., Asrurifak, M., Faizal, L., Natawidjaja, D. H., Widiyantoro, S., ... & Syahbana, A. J. (2020). Development of the 2017 national seismic hazard maps of Indonesia. *Earthquake Spectra*, 36(1\_suppl), 112-136.
- Januarta, G. H., Yudistira, T., Tohari, A., & Fattah, E. I. (2020). Mikrozonasi Seismik Wilayah Padalarang, Kabupaten Bandung Barat Menggunakan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR). *Jurnal Riset Geologi Dan Pertambangan*, 30(2), 143-152.
- Kanai, K. (1983). Engineering seismology. *Tokyo: University of Tokyo Press*.
- Konsultan Jasa Survey Mikrotremor HVSR. (2024). Retrieved from <https://geochemsurvey.com/jasa-survey-mikrotremor-hvsr/>
- Kramer, S.L. (1996) Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice-Hall, New Jersey.
- Lowrie, William. 2007. Fundamentals of Geophysics. New York: Cambridge University Press.

- Malik, D. P., & Ayusari, A. (2021). Penentuan Nilai Indeks Kerentanan Seismik Daerah Rawan Longsor Metode Mikrotremor Di Kecamatan Tombolopao Kabupaten Gowa. *Tolis Ilmiah: Jurnal Penelitian*, 3(1).
- Marjiyono, M., & Afnimar, A. (2011). Mikrozonasi Bahaya Gempa Bumi Di Wilayah Kota Bandung Berdasarkan Data Mikrotremor. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 21(1), 41-49.
- Mirzaoglu, Mete. et al,. (2003). Application of microtremors to seismic microzoning procedure. *Balkan: Journal of the Balkan Geophysical*, Vol. 6, No. 3,p.
- Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, Quarterly Report of the Railway Technology Research Institute, Japan.
- Nakamura, Y. (2000). Real Time Information Systems for Seismic Hazards Mitigation UrEDAS, HERAS and PIC. Japan: Quarterly Report of RTRI, Vol. 37, No. 3, 112-127.
- Pawirodikromo, Widodo. (2012). Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Putri, Y. D. A. (2016). Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Di Kawasan Jalur Sesar Opak Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor. *Skripsi. Program Studi Fisika Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta*.
- Rahma, Ilqia et al. 2023. "Identifikasi Daerah Rawan Longsor Berdasarkan Kecepatan Gelombang Geser ( Vs30 ) Di Desa Salamkanci , Kecamatan Bandongan Village , Bandongan District." 1(1): 9–14
- Rahman, A. S. (2023). Analisis Nilai Periode Dominan Tanah dan Amplifikasi Akibat Gempabumi Tarutung M5.8 01 Oktober 2022 Terhadap Kerusakan Infrastruktur Berdasarkan Metode HVSR. *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, 3(2), 28-33.

- Rahmatullah, F. S. (2013). Studi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Indeks Kerentanan Seismik dan Percepatan Tanah Maksimum Kota Makassar. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Ramdani, A. (2011). *Amplifikasi Gempabumi Daerah Subang Jawa Barat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Rusydy, I., Jamaluddin, K., Fatimah, E., Syafrizal, S., & Andika, F. (2016). Studi Awal: Analisa Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Pada Cekungan Takengon Dalam Upaya Mitigasi Gempa Bumi. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 1-12.
- Sari R, A. Wirma., Jasruddin dan Nasrul I. (2012). Analisis Rekahan Gempa Bumi dan Gempa Bumi Susulan dengan Menggunakan Metode Omori. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika* Volume 8 No. 3 Tahun 2012.
- Shearer, P. M. (2009). *Introduction to seismology* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- SESAME. (2004). *Guidelines For The Implementation Of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*. Europe: SESAME European research project.
- Sholeh, M. N. (2022). *Struktur Bangunan Tahan Gempa*. Pustaka Pranala.
- Sudrajat, A. (2017). Analisis Litologi Lapisan Sedimen Berdasarkan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) dan Data Bor Di Kawasan Jalur Sesar Opak. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Sugianto, N., & Refrizon, R. (2021). Struktur Kecepatan Gelombang Geser (Vs) di Daerah Rawan Gerakan Tanah (Longsor) Jalan Lintas Kabupaten Bengkulu Tengah-Kepahiang. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 11(2), 134-142.
- Tohari, A., & Wardhana, D. D. (2018). Mikrozonasi seismik wilayah Kota Padang berdasarkan pengukuran mikrotremor. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 28(2), 205-220.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil mechanics in engineering practice*. John wiley & sons.
- Waluyo. (1996). Diktat Kuliah Seismologi. Yogyakarta : UGM.