

**KARAKTERISTIK GELOMBANG GEMPA BERSUMBER
INTRASLAB**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Negeri Padang*



Oleh:

Yafen Heltri Martu

NIM. 21323048

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

2025

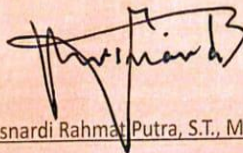
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR
KARAKTERISTIK GELOMBANG GEMPA BERSUMBER INTRASLAB

Nama : Yafen Heltri Martu
Nim : 21323048
Prodi : S1 Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 26 Mei 2025

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing



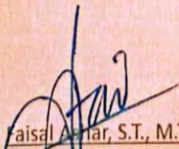
Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng

NIP. 19760923200912101

Mengetahui

Ketua Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik UNP



Faisal Asmar, S.T., M.T.
NIP. 197501032003121001

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

KARAKTERISTIK GELOMBANG GEMPA BERSUMBER INTRASLAB

Nama : Yafen Heltri Martu
Nim : 21323048
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, 26 Mei 2025

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

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

1.

2. Anggota : Prof. Dr. M. Giatman, M.SIE

2.

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

3.



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 : YAFEN HELTRI MARTU
NIM/TM : 2322046 / 2021
Program Studi : S1 TEKNIK SIPIL
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul KARAKTERISTIK GELOMBANG KEMPA BERSUMBER
INTRASLAB

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 Asfar, ST., MT., Ph.D.)
NIP. 19750103 200312 1 001

Saya yang menyatakan,



(YAFEN HELTRI MARTU)

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Saya persembahkan tugas akhir ini untuk orang tua tercinta”

MOTTO

“Allah’s plan is better than your dream”

BIODATA DIRI

Data Diri

Nama Lengkap : Yafen Heltri Martu
Tempat / Tanggal Lahir : Sumpur Kudus / 31 Maret 2002
Jenis Kelamin : Laki - laki
Agama : Islam
Anak ke : 1 (Satu)
Jumlah Saudara : 2 (Dua)
Alamat Tetap : Nagari Sumpur Kudus, Kec. Sumpur Kudus,
Kab. Sijunjung

Data Pendidikan

SD : SDN 1 Sumpur Kudus
SLTP : MTsN 4 Sijunjung
SLTA : SMA Negeri 3 Batusangkar
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Tugas Akhir

Judul : Karakteristik Gelombang Gempa Bersumber
Intraslab
Lokasi Penelitian : Padang dan Bukittinggi

ABSTRAK

Yafen Heltri Martu, 2025. KARAKTERISTIK GELOMBANG GEMPA
BERSUMBER INTRASLAB.

Pulau Sumatera yang merupakan wilayah yang terpengaruh langsung oleh aktivitas subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Di zona subduksi ini, gempa-gempa megathrust sering terjadi, tetapi gempa yang lebih dalam yang berasal dari mekanisme *intraslab*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik gelombang gempa yang bersumber dari Zona Subduksi (Intraslab) di Sumatera dan bagaimana dampak yang diakibatkan oleh gempa intraslab berdasarkan karakteristiknya.

Data gempa diperoleh dari sensor akselerograf yang ada di Sumatera Barat dalam kurun waktu 2008-2018. Parameter gempa dilengkapi sesuai dengan katalog gempa bumi USGS kemudian dilakukan pemetaan episenter gempa dan dipilih kejadian gempa yang berasal dari daerah Subduksi Sumatera. Sebanyak dua puluh empat gempa merupakan gempa yang berasal dari daerah Subduksi Sumatera dan dikategorikan sebagai *intraslab*. Pengolahan data gempa menggunakan program MATLAB meliputi koreksi *waveform*, parameter amplitudo (PGA, PGV, dan PGD), parameter kandungan frekuensi, dan parameter *arias intensity*.

Hasil penelitian menunjukkan Nilai PGA berkisar antara 0,98-36 Gal pada komponen horizontal dan 1,07-10 Gal untuk komponen vertikal. Kandungan frekuensi rata-rata gempa intraslab ini berada pada rentang 0,6-21 Hz atau pada periode 0,05-1,76 detik. Untuk komponen X,Y,Z, data frekuensi yang berada di antara 3,0 Hz dan 11,6 Hz dianggap berada dalam rentang umum (sekitar 72% dari total data). Rentang nilai PSA terendah 0,004 g (G21 komponen Z), tertinggi 0,431 g (G19 komponen Z).. Ini berarti kategori ringan hingga sedang, yang secara umum masih aman untuk bangunan yang dirancang tahan gempa. Respon spektrum yang direkam pada masing-masing lokasi sensor jika dibandingkan dengan EDRS SNI 1726 tahun 2019 yang mana masih jauh dibawah grafik SNI (aman). Nilai maksimum Arias Intensity pada grafik (≈ 0.780 cm/s) masih tergolong sedang dan tidak tergolong ekstrem secara umum.

Kata kunci: Akselerograf, Arias Intensity, Frekuensi, Respon Spektrum.

ABSTRACT

Yafen Heltri Martu, 2025. *CHARACTERISTICS OF EARTHQUAKE WAVES
ORIGINATING FROM INTRASLAB SOURCES*

The island of Sumatra is a region directly affected by the subduction activity between the Indo-Australian Plate and the Eurasian Plate. In this subduction zone, megathrust earthquakes frequently occur; however, there are also deeper earthquakes that originate from intraslab mechanisms. The objective of this study is to identify the characteristics of earthquake waves originating from the Subduction Zone (Intraslab) in Sumatra and to assess the impacts caused by intraslab earthquakes based on their characteristics.

The earthquake data were obtained from accelerograph sensors located in West Sumatra, covering the period from 2008 to 2018. Earthquake parameters were supplemented using the USGS earthquake catalog, followed by the mapping of earthquake epicenters to select events originating from the Sumatra Subduction Zone. A total of twenty-four earthquakes were identified as originating from the Sumatra Subduction Zone and were categorized as intraslab earthquakes. Earthquake data processing was conducted using MATLAB, which included waveform correction, amplitude parameters (PGA, PGV, and PGD), frequency content parameters, and Arias intensity.

The results of the study showed that the PGA values ranged from 0.98 to 36 Gal for the horizontal component and from 1.07 to 10 Gal for the vertical component. The average frequency content of these intraslab earthquakes ranged between 0.6 and 21 Hz, or in terms of period, between 0.05 and 1.76 seconds. For the X, Y, and Z components, frequency data between 3.0 Hz and 11.6 Hz were considered to fall within the common range (approximately 72% of the total data). The PSA values ranged from a minimum of 0.004 g (G21, Z component) to a maximum of 0.431 g (G19, Z component). This indicates a light to moderate intensity, which is generally still safe for buildings designed with earthquake resistance. The recorded response spectra at each sensor location, when compared to the EDRS curve of SNI 1726:2019, were significantly below the standard curve (indicating safety). The maximum Arias Intensity recorded (~0.780 cm/s) is still classified as moderate and generally not considered extreme.

Key Word: Accelerograph, Arias Intensity, Frequency, Response Spectra.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakteristik Gelombang Gempa Bersumber *Intraslab*”.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan sarjana pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng., selaku dosen pembimbing skripsi dan dosen pembimbing akademik yang telah memberikan waktu untuk membimbing, mengarahkan, dan memberi nasihat dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. M. Giatman, M.SIE., selaku dosen penguji I yang telah memberikan ilmu dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Eng. Nevy Sandra, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji II yang telah memberikan ilmu dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Faisal Ashar, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak/ibu dosen beserta staff Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Kedua orang tua penulis yang telah mendoakan, memotivasi, dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi ini.
7. Rekan-rekan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang atas semangat, ide, dan kerja sama selama masa perkuliahan.
8. Diana Permata Sari, S.Pd., yang telah memberikan semangat dan selalu menemani selama pengerjaan skripsi ini.

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah dengan tulus memberikan doa dan bantuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dalam penulisan maupun pembahasan dari studi kasus yang diangkat. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik membangun dari pembaca agar lebih baik di masa yang akan datang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca dan masyarakat pada umumnya.

Padang, 31 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Batasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Manfaat Penelitian	8
BAB II	9
KAJIAN PUSTAKA.....	9
A. Landasan Teori	9
1. Konsep Dasar Gempa Bumi	9
2. Gempa Intralab	11
3. Parameter Gempa Bumi.....	14
4. Identifikasi Sumber Gempa Bumi	17
5. Subduksi (Megathrust).....	19
6. Gelombang Seismik.....	21
7. Strong Ground Motion.....	23

8. Parameter Strong Ground Motion.....	24
9. Fast Fourier Transform (FFT)	27
B. Penelitian Relevan	28
C. Kerangka Konseptual	30
BAB III	32
METODE PENELITIAN	32
A. Jenis Penelitian.....	32
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
C. Data Penelitian	33
D. Instrumen Penelitian	33
E. Teknik Pengumpulan Data	35
F. Prosedur Penelitian	38
G. Diagram Alir Penelitian	41
BAB IV.....	42
HASIL PENELITIAN	42
A. Identifikasi Gempa.....	42
B. Hasil dan Analisis	48
1. Percepatan/Acceleration	48
2. Kecepatan/Velocity.....	50
3. Perpindahan/Displacement.....	51
4. Kandungan Frekuensi.....	60
5. Respon Spektrum.....	68
6. Arias Intensity.....	72
BAB V.....	76
A. Kesimpulan.....	76
B. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78

LAMPIRAN.....	82
---------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Tektonik Indonesia (PusGen, 2017)	1
Gambar 2. Peta Pergerakan Lempeng Tektonik di Sumatera (Natawidjaja, D. H., & Triyoso, 2007)	3
Gambar 3. Gempa Intralab (Anggoro, 2022).....	12
Gambar 5. Foto tipe dari gelombang seismik (<i>Seismic Wave</i>)(Tampubolon et al., 2022)	21
Gambar 6. Kerangka Konseptual	30
Gambar 7. Lokasi Tempat Sensor Akselerograf di Sumatera Barat	32
Gambar 8. Spesifikasi Teknis Sensor Akselerograf.....	36
Gambar 9. Diagram Alir Penelitian.....	41
Gambar 10. <i>Output File</i> Akselerograf.....	42
Gambar 11. Tampilan <i>Search</i> Katalog Gempa Bumi	43
Gambar 12. Peta Sebaran Episenter Gempa dari Sensor Akselerograf	43
Gambar 13. Kedalaman Gempa.....	44
Gambar 14. Peta Episenter Gempa dari Subduksi Sumatera	44
Gambar 15. . Distribusi Data Berdasarkan Magnitudo dan Jarak Hiposenter	47
Gambar 16. Distribusi Data Berdasarkan Kedalaman dan Jarak Hiposenter.....	48
Gambar 17. <i>Time History</i> Akselerasi G1	48
Gambar 18. <i>Time History</i> Akselerasi G4	49
Gambar 19. <i>Time History</i> Akselerasi G6	49
Gambar 20. <i>Time History</i> Akselerasi G16	49
Gambar 21. <i>Time History</i> Akselerasi G23	49
Gambar 22. <i>Time History</i> Kecepatan G1	50
Gambar 23. <i>Time History</i> Kecepatan G4	50
Gambar 24. <i>Time History</i> Kecepatan G6	50
Gambar 25. <i>Time History</i> Kecepatan G16	51
Gambar 26. <i>Time History</i> Kecepatan G23	51
Gambar 27. <i>Time History</i> Simpangan G1.....	52
Gambar 28. <i>Time History</i> Simpangan G4.....	52
Gambar 29. <i>Time History</i> Simpangan G6.....	52
Gambar 30. <i>Time History</i> Simpangan G16.....	52
Gambar 31. <i>Time History</i> Simpangan G23.....	53
Gambar 32. Sebaran Nilai PGA Komponen X Y Z	58

Gambar 33. Sebaran Nilai PGA Komponen X.....	59
Gambar 34. Sebaran Nilai PGA Komponen Y.....	59
Gambar 35. Sebaran Nilai PGA Komponen Z.....	59
Gambar 36. Fourier Spektrum G1.....	60
Gambar 37. Fourier Spektrum G4.....	60
Gambar 38. Fourier Spektrum G6.....	60
Gambar 39. Fourier Spektrum G16.....	61
Gambar 40. Fourier Spektrum G1.....	61
Gambar 41. Sebaran Nilai Frekuensi Komponen X Y Z dengan Standar Deviasi.....	65
Gambar 42. Sebaran Nilai Frekuensi Komponen X dengan Standar Deviasi	66
Gambar 43. Sebaran Nilai Frekuensi Komponen Y dengan Standar Deviasi	66
Gambar 44. Sebaran Nilai Frekuensi Komponen Y dengan Standar Deviasi	66
Gambar 45. Respon Spektrum Komponen X dengan SNI 2019 di ADS	68
Gambar 46. Respon Spektrum Komponen Y dengan SNI 2019 di ADS	69
Gambar 47. Respon Spektrum Komponen Z dengan SNI 2019 di ADS	69
Gambar 48. Respon Spektrum Komponen X dengan SNI 2019 di UNP.....	70
Gambar 49. Respon Spektrum Komponen Y dengan SNI 2019 di UNP.....	70
Gambar 50. Respon Spektrum Komponen Z dengan SNI 2019 di UNP.....	70
Gambar 51. Arias Intensity Komponen X	72
Gambar 52. Arias Intensity Komponen Y	72
Gambar 53. Arias Intensity Komponen Z.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Lokasi Akselerograf	33
Tabel 2. Korelasi Konversi Skala Magnitudo Wilayah Indonesia.....	37
Tabel 3. Parameter dan Formulasi <i>Ground Motion</i>	40
Tabel 4. Parameter Gempa dari Zona Subduksi Sumatera (<i>intraslab</i>).....	45
Tabel 5. Karakteristik Amplitudo Gempa	53
Tabel 6. Karakteristik Kandungan Frekuensi Gempa	61
Tabel 7. Arias Intensity Maksimum.....	74

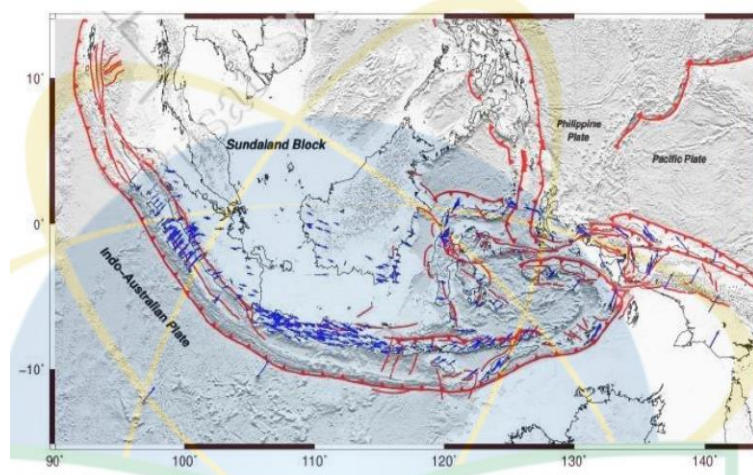
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Identifikasi Gempa Berdasarkan Katalog USGS	83
---	----

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak terjadi gempa bumi yang menyebabkan kerugian material dan korban jiwa yang signifikan. Saat ini, belum ada metode yang dapat memprediksi secara akurat lokasi, waktu, dan kekuatan gempa bumi, sehingga gempa bumi menjadi masalah serius. Untuk memprediksi kemungkinan terjadinya gempa bumi, diperlukan penelitian ilmiah yang mengidentifikasi daerah-daerah berisiko tinggi berdasarkan kejadian gempa yang telah terjadi. (Erlangga, 2020).



Gambar 1. Peta Tektonik Indonesia (PusGen, 2017)

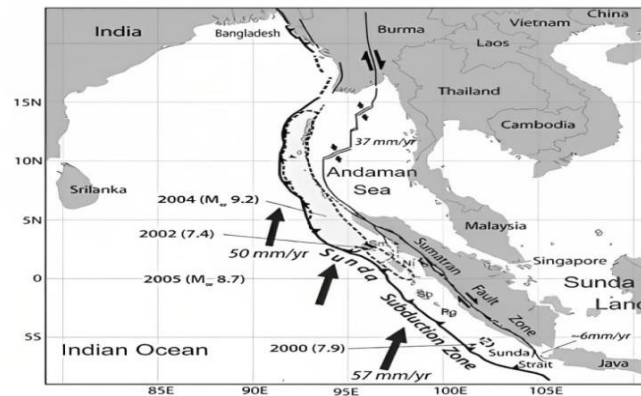
Berdasarkan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), terdapat lebih dari 11.000 kejadian gempa bumi yang tercatat setiap tahunnya di wilayah Indonesia. Hal ini disebabkan oleh posisi geografisnya yang berada di pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng *Eurasia*, dan Lempeng Pasifik. Interaksi antara lempeng-lempeng ini menghasilkan berbagai jenis gempa bumi. Gempa bumi dapat dikategorikan berdasarkan sumbernya menjadi tiga yaitu, gempa kerak dangkal (*crustle*) gempa, gempa antarmuka lempeng

(megathrust/interface), dan gempa *intraslab* (Aura, 2024). Besarnya gempa bumi yang dirasakan bergantung pada kekuatan gempa bumi, jarak dari pusat gempa, dan juga karakteristik tanah (Koesuma et al., 2022).

Sumatera Barat, yang terletak di sepanjang zona subduksi Sumatera, memiliki sejarah panjang mengenai terjadinya gempa bumi, termasuk gempa-gempa dengan sumber *intraslab*. Meskipun sering kali fokus utama penelitian gempa lebih tertuju pada gempa megathrust yang terjadi di zona subduksi, studi mengenai gempa *intraslab* di Sumatera Barat juga penting, terutama untuk memahami dampak yang ditimbulkan oleh gempa yang terjadi pada kedalaman lebih dari 300 km di dalam lempeng tersebut.

Sumatera Barat juga terletak di bagian barat Pulau Sumatera yang merupakan wilayah yang terpengaruh langsung oleh aktivitas subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Di zona subduksi ini, gempa-gempa megathrust sering terjadi, tetapi gempa yang lebih dalam yang berasal dari mekanisme *intraslab* juga mencatatkan dampaknya. Gempa *intraslab* yang terjadi di Sumatera Barat berhubungan dengan pergeseran yang terjadi di dalam Lempeng Indo-Australia yang sedang menyusup ke bawah Lempeng Eurasia. Sejarah mencatat dimana seismisitas di zona subduksi Sumatera cukup tinggi dengan kekuatan yang cukup besar, mulai dari gempa yang terjadi di sekitar Kepulauan Mentawai dan Kepulauan Batu pada tahun 1797 (Mw 8,3), tahun 1833 (Mw 9) dan tahun 1935 (Mw 7,7), gempa di sekitar pulau Nias-Simeleu pada tahun 1861 (Mw 8,5) dan tahun 1907 (Mw 7,6), gempa Aceh-Andaman pada tahun 2004 (Mw 9,2) dan gempa Nias 2005 (Mw 8,7) (Natawidjaja, 2007).

Gambar 2 di bawah menunjukkan zona subduksi Sunda (Sunda Subduction Zone) di kawasan Asia Tenggara. Zona ini terletak disepanjang pantai barat Sumatera hingga ke Andaman, dengan sejarah gempa besar dan laju konvergensi lempeng yang tinggi, menjadikan wilayah ini sangat rawan gempa dan tsunami.



Gambar 2. Peta Pergerakan Lempeng Tektonik di Sumatera (Natawidjaja, D. H., & Triyoso, 2007)

Studi mengenai karakteristik gelombang gempa *intraslab* di Sumatera Barat sangat penting, karena memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai dampak gempa yang terjadi di kedalaman besar, yang sering kali sulit diprediksi. Meskipun gempa megathrust menjadi fokus utama, gempa *intraslab* yang terjadi pada kedalaman lebih dari 300 km juga berpotensi menyebabkan kerusakan signifikan, terutama dalam hal sebaran gelombang dan dampaknya terhadap struktur di permukaan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut tentang karakteristik gelombang gempa *intraslab* akan membantu dalam meningkatkan sistem mitigasi bencana dan memperkuat ketahanan infrastruktur di wilayah yang rentan terhadap gempa, seperti Sumatera Barat.

Gempa *intraslab* atau yang disebut juga gempa bumi *Benioff/Intra-plate* terjadi pada lempeng subduksi yang ujung tajam dan sesar turun yang diakibatkan oleh tegangan tarik yang menurun pada lempeng tersebut. Gempa *intraslab* merupakan jenis sumber gempa tektonik yang memiliki kedalaman sekitar 50-300 Km. Gempa bumi *intraslab* terjadi karena aktivitas penunjaman/ subduksi (Santoso & A.Soehaimi, 2010). Data dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa gempa *intraslab* dapat menghasilkan percepatan tanah (PGA) yang mencapai lebih dari 0,4 g, terutama pada lokasi dengan kondisi geologi tertentu (Koesuma et al., 2022). Dikutip dari FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) Jika PGA lebih dari 0,4 g

(300 Gal), maka guncangan tanah akan sangat kuat dan dapat menyebabkan kerusakan serius pada struktur, terutama yang tidak dirancang untuk menahan gempa besar. Struktur yang lebih tua atau tidak memenuhi standar desain tahan gempa berisiko mengalami keruntuhan. Kurangnya data dan analisis yang mendalam tentang gempa jenis ini dapat menghambat pengembangan sistem peringatan dini serta strategi mitigasi risiko bencana.

Masalah utama yang dihadapi dalam studi gempa *intraslab* adalah minimnya pemahaman mengenai karakteristik gelombang seismik yang dihasilkan. Gelombang gempa *intraslab* cenderung memiliki amplitudo yang tinggi dan spektrum frekuensi yang lebih luas, yang dapat memperbesar risiko kerusakan di permukaan. Walaupun gempa *intraslab* biasanya tidak menghasilkan tsunami karena sumbernya jauh di bawah permukaan laut dan bukan di zona patahan megathrust.

Topik ini penting untuk diteliti karena gempa *intraslab* memiliki potensi dampak yang signifikan terhadap keselamatan manusia, infrastruktur, dan lingkungan. Sebagai contoh, gempa *intraslab* pada 4 Januari 2009 dengan magnitudo 7,4 Mw yang terjadi pada kedalaman 600 km menimbulkan getaran yang dirasakan di kawasan Padang, Sumatera Barat. Getaran yang begitu kuat menyebabkan banyak bangunan rusak bahkan roboh dan juga jalanan menjadi retak. Dengan memahami karakteristik gelombang gempa *intraslab* secara lebih mendalam, diharapkan dapat memberikan kontribusi pada peningkatan akurasi model prediksi gempa, desain bangunan tahan gempa, dan kebijakan mitigasi bencana yang lebih efektif.

Selain itu, gempa *intraslab* juga memiliki potensi untuk memicu gempa lainnya, baik di zona megathrust maupun di kerak dangkal. Fenomena ini memunculkan kebutuhan untuk memahami hubungan dinamis antara gempa *intraslab* dan aktivitas seismik di sekitarnya. Studi ini juga penting untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya efek domino

yang dapat memperburuk risiko bencana di wilayah rentan seperti Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik gempa bumi berdasarkan data akselerogram menggunakan aplikasi matlab. Aplikasi ini membantu memproses dan mengevaluasi parameter penting seperti PGA (*Peak Ground Acceleration*), PGV (*Peak Ground Velocity*), dan PGD (*Peak Ground Displacement*), serta mengidentifikasi *spektrum respons* dan intensitas energi gempa. Dengan fitur analisis *time-history*, *Fourier spectrum*, dan *response spectrum*, Matlab memungkinkan visualisasi detail dari perilaku getaran tanah. Data yang diolah mencakup durasi efektif gempa, dominasi frekuensi, dan energi kumulatif, yang sangat penting dalam memahami dampak seismik terhadap struktur. Hasil analisis ini diharapkan memberikan wawasan mendalam dalam mitigasi risiko gempa dan perancangan struktur tahan gempa.

Data ini dapat digunakan untuk memodelkan perilaku gelombang di dalam bumi secara lebih akurat. Model tersebut tidak hanya bermanfaat bagi penelitian akademik tetapi juga memiliki aplikasi praktis dalam mitigasi bencana. Di sisi lain, penting untuk melibatkan pendekatan multidisiplin dalam penelitian ini, termasuk geofisika, geologi, dan rekayasa sipil. Kolaborasi lintas disiplin memungkinkan pengembangan solusi yang lebih komprehensif untuk mengurangi dampak gempa *intralab*. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat ilmiah tetapi juga berkontribusi pada pengurangan risiko bencana secara nyata di masyarakat.

Rekaman *strong ground motion* diperoleh dari instrumen sensor akselerograf yang dipasang di beberapa stasiun pengamatan. Salah satu contoh koleksi akselerogram dari seluruh dunia disimpan pada *Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) strong ground motion databases* yang bisa diakses dan diunduh melalui website mereka. Ada tiga lembaga ternama yang menyediakan data rekaman gempa ini, yaitu

California *Geological Survey Strong Motion Instrumentation Program* (CGSSMIP), *United States Geological Survey* (USGS), dan *Central Weather Bureau of Taiwan* (CWB). Mengutip dari Pusat Studi Gempa Nasional (2017) di Indonesia sendiri sejumlah pencatatan data akselerograf gempa baru mulai dilakukan secara intensif setelah tahun 2010 oleh BMKG dan stasiun regional, tetapi belum memiliki sebuah database sehingga sulit diakses oleh masyarakat umum maupun untuk kepentingan penelitian. Oleh sebab itu, belum banyak studi tentang karakteristik gempa di Indonesia dan *Ground Motion Prediction Equation* (GMPE) yang digunakan umumnya masih menggunakan model pendekatan empiris dari data rekaman gempa luar negeri yang sangat terbatas pada kondisi geologis tertentu dan kurang akurat dibandingkan dengan data rekaman gempa asli di lokasi tersebut.

Terdapat lima stasiun tempat sensor akselerograf yang dipasang di wilayah Sumatra Barat sejak tahun 2008 oleh *Engineers Without Borders Japan* (EWBJ), empat di antaranya berada di Kota Padang dan satu di Kota Bukittinggi yang mampu menyediakan rekaman strong ground motion. Akselerograf tersebut menyediakan informasi nilai percepatan tanah dilokasi pemasangan alat saat terjadi gempa yang selanjutnya dapat dianalisis menjadi beberapa parameter lain seperti amplitudo, frekuensi, periode, arias intensity, dan lain-lain. Informasi ini dapat digunakan untuk mempelajari karakteristik gempa serta dapat digunakan untuk kepentingan lain seperti analisis rambatan gelombang, analisis dinamik struktur, pemodelan GMPE, penyediaan struktur tahan gempa, dan analisis risiko seismik di suatu wilayah.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka penting untuk melakukan sebuah penelitian dengan judul **“Karakteristik Gelombang Gempa Bersumber *Intraslab/Intraplate*”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun diatas, identifikasi masalah yang ada adalah sebagai berikut.

1. Studi tentang gempa *intraslab* masih kurang dibandingkan gempa megathrust atau gempa dangkal.
2. Dampak yang di akibatkan oleh gempa *intraslab* juga dapat menjadi masalah yang besar dalam kegiatan infrastruktur.
3. Akses yang terbatas terhadap rekaman gempa di Indonesia menyebabkan kurangnya penelitian tentang karakteristik gelombang gempa.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini ditetapkan batasan masalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya fokus pada gempa yang bersumber di dalam lempeng (*intraslab*) pada zona subduksi di Sumatera Barat.
2. Data yang digunakan terbatas pada data rekaman gempa tahun 2008-2018 yang diperoleh dari sensor akselerograf yang sudah ada di Sumatera Barat.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah disusun diatas dapat diambil rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana karakteristik gelombang gempa yang bersumber dari Zona Subduksi (*Intraslab*) di Sumatera Barat?
2. Bagaimana dampak yang diakibatkan oleh gempa intraslab berdasarkan karakteristiknya?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu.

1. Untuk mengetahui karakteristik gelombang gempa yang bersumber dari Zona Subduksi (*Intraslab*) di Sumatera Barat.
2. Untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh gempa intraslab berdasarkan karakteristiknya.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang seismologi, khususnya terkait karakteristik gelombang gempa bersumber *intraslab*.
2. Mengetahui karakteristik gelombang gempa yang bersumber intraslab.
3. Mendukung upaya mitigasi bencana gempa bumi, terutama di wilayah zona subduksi yang rawan gempa *intraslab*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis riwayat waktu *strong ground motion* dalam domain waktu dan domain frekuensi.

1. Nilai PGA berkisar antara 0,98-36 Gal pada komponen horizontal dan 1,07-10 Gal untuk komponen vertikal. Kandungan frekuensi rata-rata gempa intraslab ini berada pada rentang 0,6-21 Hz atau pada periode 0,05-1,76 detik. Untuk komponen X,Y,Z, data frekuensi yang berada di antara 3,0 Hz dan 11,6 Hz dianggap berada dalam rentang umum (sekitar 72% dari total data). Rentang nilai PSA terendah 0,004 g (G21 komponen Z), tertinggi 0,431 g (G19 komponen Z). Nilai maksimum Arias Intensity pada grafik (≈ 0.780 cm/s).
2. Berdasarkan karakteristik gempa intraslab di atas, rata-rata nilai parameter gempa masih dalam kategori ringan hingga sedang, tetapi jika terjadi pada struktur tanpa sistem penahan gempa yang memadai, tetap bisa menyebabkan kerusakan non-struktural atau bahkan struktural. Namun, untuk daerah seperti Kota Padang yang memiliki kondisi tanah lunak dan banyak bangunan non-engineered, nilai ini bisa tetap berisiko, terutama -untuk struktur yang tidak tahan gempa.

B. Saran

1. Menggunakan data yang lebih banyak dan terbaru sebagai perbandingan dan pembaharuan terhadap karakteristik gempa intraslab di Sumatera Barat sesuai dengan kondisi tanah saat ini.
2. Disarankan agar dilakukan perbandingan antara karakteristik gempa intraslab dan gempa dangkal untuk mengetahui perbedaan dampaknya terhadap bangunan dan infrastruktur.
3. Pemerintah dan lembaga terkait diharapkan memperluas jaringan pencatatan akselerogram, terutama di daerah rawan gempa, guna mendukung penelitian seismologi berbasis data nyata.
4. Perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai penggunaan parameter durasi kuat dan Arias Intensity sebagai pertimbangan dalam desain struktur tahan gempa, khususnya di wilayah rawan gempa intraslab.
5. Hasil karakterisasi gelombang gempa intraslab dapat digunakan untuk merancang strategi mitigasi yang lebih spesifik dan efektif, mengingat karakter gempa intraslab berbeda dengan gempa kerak dangkal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldo, A., & Pratama, G. (2019). *Evaluasi Ketahanan Gempa Rumah Sederhana di Kelurahan Rum, Kota Tidore Kepulauan* (pp. 1–9). INERSIA, VOL XV No. 2.
- Anggoro, F. (2022). Gempa Cianjur dan Garut: Serupa Tapi Tak Sama. *Indonesia Re.* <https://indonesiare.co.id/id/article/Gempa-Cianjur-dan-Garut-Serupa-Tapi-Tak-Sama>
- Anggriani, F. (2018). Analisa komparatif percepatan tanah maksimum akibat gempabumi M6. 3 di Selat Mentawai berdasarkan rumusan empiris Ground Motion Prediction Equation (GMPE)(Comparative analysis of the maximum ground acceleration due to the M6. 3 earthquake in the Mentawai . *Pillar of Physics*, 11(1), 49–53.
- Aquib, T. A., Sivasubramonian, J., & Mai, P. M. (2022). Analysis of Ground Motion Intensity Measures and Selection Techniques for Estimating Building Response. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/app122312089>
- Arintalofa, V., Yulianto, G., & Harmoko, U. (2020). Analisa Mikrotremor Menggunakan Metode HVSR untuk Mengetahui Karakteristik Bawah Permukaan Manifestasi Panas Bumi Diwak dan Derekan Berdasarkan Nilai Vp. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(2), 54–61. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.9276>
- Asrurifak, Irsyam, Budiono, & Triyoso. (2010). Development of Spectral Hazard Map for Indonesia with a Return Period of 2500 Years using Probabilistic Method. *Civil Engineering Dimension*, 12(1), 52–62.
- Athanasius Cipta. (2018). *Site and Basin Effects on Seismic Hazard in Indonesia*. June.
- Aura. (2024). IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI GEMPA INTRASLAB DI PULAU JAWA 2017-2021 DENGAN METODE SEGMENT IRISAN VERTIKAL. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. <https://doi.org/10.23960/jge.v9i2.341>
- Bulo, D., Djayus, Supriyanto, & Hendrawanto, B. (2020). Penentuan Titik Epicenter dan Hypocenter Serta Parameter Magnitude Gempabumi Berdasarkan Data Seismogram. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 3(1), 1–8.
- Daud, A. G., Piter, & Adrianus. (2021). Interpretasi Kecepatan Gelombang Geser (Vs) pada Lapisan Bawah Permukaan Daerah “X” dengan Metode Seismik MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave). *Geosains Kutai Basin, Geofisika Fmipa Unmul*, 4(1), 1–6.
- Erlangga, W. (2020). Karakteristik Dan Parameter Subduksi Sumber Gempa Pulau

- Jawa. *Teknisia*, XXV(2), 30–40. <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol25.iss2.art4>
- Ezrahayu, P. (2024). Penggunaan Aplikasi QGIS Processing Modeler dalam Menentukan Potensi Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Bogor. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 8(1), 41–52. <https://doi.org/10.29408/geodika.v8i1.25729>
- Herawati, A., Arief, M., & Fandiyanto, R. (2023). Pengaruh Brand Awareness dan Kualitas Produk Terhadap Minat Beli Ulang dengan Kepuasan Konsumen. *Jurnal Mahasiswa Enterpreneur (JME)*, 2(7), 1439–1441.
- Kadnan. (2019). *Tampilan HUBUNGAN EMPIRIS INTENSITAS SEISMIK DENGAN PARAMETER GETARAN TANAH DI WILAYAH JAWA BARAT.pdf* (pp. 1–9). Jurnal Widya Climago. <https://ejournal-pusdiklat.bmkg.go.id/index.php/climago/article/view/17/13>
- Koesuma, S., Fajrin, V., & Sunardi, B. (2022). Identifikasi Zona Bahaya Gempa Bumi Berdasarkan Percepatan Tanah Maksimum Di Kota Semarang. *Indonesian Journal of Environment and Disaster*, 1(2), 65–72. <https://doi.org/10.20961/ijed.v1i2.428>
- Liland, K. H. (2011). Customized Baseline Correction. *Journal of Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 109(1), 51–56.
- Linda, F., & Lepong, P. (2019). Interpretasi Kecepatan Gelombang Seismik Refraksi Tomografi Dalam Penentuan Litologi Bawah Permukaan Di Desa Bhuana Jaya (Studi Kasus : Pt. Khotai Makmur Insan Abadi). *Jurnal Geosains Kutai Basin*, (2)(2), 1–8.
- Mazloom, S., & Assi, R. (2023). Spektrum lantai vertikal pada bangunan rangka penahan momen elastis RC bertingkat rendah dan menengah. *Departemen Teknik Konstruksi, École de Technologie Supérieure (ÉTS), Montreal, Quebec H3C 1K3, Kanada*. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116352>
- Nasional, P. S. G. (2017). *PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA TAHUN 2017*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman.
- Natawidjaja, D. H., & Triyoso, W. (2007). (2007). “The Sumatran Fault Zone-from Source to Hazard.” *Journal of Earthquake and Tsunami*, 1(1), 21–47.
- Natawidjaja, D. H. (2007). Gempabumi dan Tsunami di Sumatra dan Upaya Untuk mengembangkan Lingkungan Hidup yang Aman Dari Bencana Alam. *LIP, Jakarta*.
- Ohnaka, M. (2013). *The Physics of Rock Failure Earthquake*. Cambridge University Press.
- Pawirodikromo, W. (2012). *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Pusat

Belajar.

- Raharjo, F. (2022). Estimasi Model Percepatan Tanah Maksimum Untuk Sumber Gempabumi Di Interface Dan Intra-Slab Subduksi Untuk Jenis Tanah Lunak Di Kota Padang Menggunakan Model Attenuasi Lin Dan Lee. *Megasains*, 13(01), 19–23. <https://doi.org/10.46824/megasains.v13i01.80>
- Rajaram, C., & R.P. Kumar. (2023). Correlation Between Building Damage, Ground Motion Parameters and Input Energy: a Novel Ranking Scheme Using Multivariate Analysis. *Journal of Current Science.*, 124(2), 190–201.
- Rivera, L., Sieh, K., Hembelrger, D., & Natawidjaja. (2020). Comparative Study of the Sumatran Subduction-Zone Earthquakes of 1935 and 1984. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92(5), 1721–1736.
- Riyani, A., Nurrochman, A., Sanjaya, E., Rizqiyah, P., & Junaidi, A. (2019). Mengidentifikasi Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode Fast Fourier Transform (Fft) Berbasis Matlab. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications Mengidentifikasi*, 1(2), 42–50.
- Santoso, & A.Soehaimi. (2010). Analisis Bahaya Gempa Bumi Lengan Utara Sulawesi. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 20(6), 317–323.
- Santoso, I., & Madiistriyatno, H. (2021). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Indigo Media.
- Saputro, I. T., & Momot, H. (2020). Magnitudo Dan Kedalaman Di Wilayah Provinsi Papua Barat Pada 50 Tahun Terakhir. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi)*, 10(1), 1–9.
- Simanjuntak, A., & Olymphie. (2017). *Perbandingan Gempa Bumi Utama dan Susulan*. 14, 19–25. <http://ppjp.unlam.ac.id/journal/index.php/f/>
- Sommerville, P., Irikura, K., Graves, R., & Sawasa, S. (2003). Characterizing crustal earthquake slip models for prediction of strong ground motion. *Seismological Research*, 70, 59–80.
- Suprpto, E., & Eka, F. (2021). Studi Analisis Spektrum Gelombang Petir dengan Menggunakan Fast Fourier Transform. *Dinasti Review*, 2(2), 889–897.
- Sutisna, S., Iryanti, M., & Utama, J. (2018). Penentuan Seismitas Gempa Bumi Berdasarkan Hubungan Intensitas Gempa dan Magnitudo Gempa di Daerah Provinsi Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SINAFI)*, 253–257.
- Syafriani. (2015). *Penerapan Tomography Gelombang Rayleigh Untuk Menentukan Struktur Seismik Lapisan Mantel Atas Di Kepulauan Indonesia*. 6.
- Tampubolon, S., Sarasantika, E., & Suarjana, G. (2022). *Analisis Kerusakan*

Struktur Bangunan dan Manajemen Bencana Akibat Gempa Bumi, Tsunami, dan Likuifaksi di Palu (pp. 170–186). Jurnal Teoritis dan Terapan Rekayasa Sipil.