

**STUDI KARAKTERISTIK GEMPA DI DAERAH PATAHAN SUMATRA BERDASARKAN
RIWAYAT REKAMAN *STRONG GROUND MOTION***

SKRIPSI

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



Oleh:

ORELSHA RAHMADIOS

NIM. 19323040

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

2023

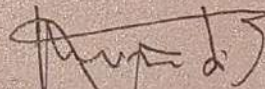
PERSETUJUAN SKRIPSI

STUDI KARAKTERISTIK GEMPA DI DAERAH PATAHAN SUMATRA BERDASARKAN
RIWAYAT REKAMAN *STRONG GROUND MOTION*

Nama : Orelsha Rahmadios
NIM : 19323040
Program Studi : S1 Teknik Sipil
Departemen : Teknil Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 21 Agustus 2023

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing

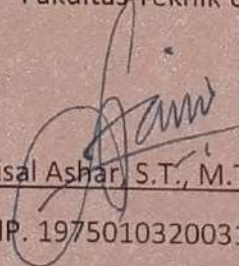


Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng.

NIP. 197609232009121001

Mengetahui

Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNP



Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197501032003121001

PENGESAHAN SKRIPSI

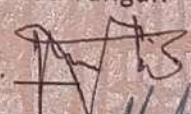
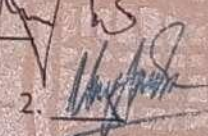
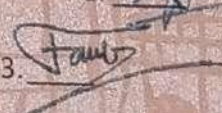
STUDI KARAKTERISTIK GEMPA DI DAERAH PATAHAN SUMATRA BERDASARKAN RIWAYAT REKAMAN *STRONG GROUND MOTION*

Nama : Orelsha Rahmadios
NIM : 19323040
Program Studi : S1 Teknik Sipil
Departemen : Teknil Sipil
Fakultas : Teknik

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

Padang, 21 Agustus 2023

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua : Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng.	1. 
2. Anggota : Dr.Eng. Nevy Sandra, S.T., M.Eng.	2. 
3. Anggota : Fajri Yusmar, S.T., M.T.	3. 

“Skripsi ini penulis persembahkan kepada orang tua dan orang tercinta”

“The lesson you struggle with will repeat itself until you learn from it”



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

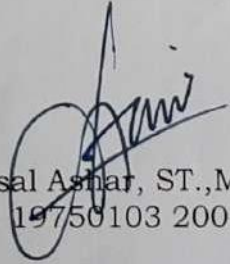
Nama : Orelsha Rahmadios
NIM/TM : 19323040 / 2019
Program Studi : SI Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul.....

"Studi Karakteristik Gempa di Daerah Patahan Sumatra Berdasarkan Riwat Rekaman Strong Ground Motion"

.....
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,
Ketua Departemen Teknik Sipil


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

Saya yang menyatakan,



Orelsha Rahmadios
(NIM. 19323040)

BIODATA



A. Data Diri

Nama : Orelsha Rahmadios
Tempat/tanggal lahir : Padang/9 November 2001
Agama : Islam
Jenis kelamin : Perempuan
Golongan darah : A
Anak ke : 1 (satu)
Jumlah saudara : 1 (satu)
Nama ayah : Ediyos Pentri
Nama ibu : Cut Mutia
Alamat : Jl. Pasir Jambak No. 107 B RT 01 RW 09
Email : orelsharahmadios@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

SD : SD Negeri 31 Pasir Kandang
SMP : SMP Negeri 7 Padang
SMA : SMA Negeri 1 Padang
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

C. Skripsi

Judul : Studi Karakteristik Gempa di Daerah Patahan
Sumatra Berdasarkan Riwayat Rekaman *Strong
Ground Motion*
Tanggal sidang : 21 Agustus 2023

ABSTRAK

Orelsha Rahmadios, 2023. STUDI KARAKTERISTIK GEMPA DI DAERAH PATAHAN SUMATRA BERDASARKAN RIWAYAT REKAMAN *STRONG GROUND MOTION*.

Patahan Sumatra menghasilkan tingkat gempa tahunan yang tinggi dan banyak gempa besar yang terjadi di kedalaman dangkal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik gempa yang bersumber dari daerah Patahan Sumatra jika ditinjau berdasarkan parameter gerakan tanahnya. Rekaman *strong ground motion* gempa diperoleh dari sensor akselerograf yang ada di Sumatra 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 Patahan Sumatra.

Sebanyak tujuh akselerogram kejadian gempa yang berasal dari daerah Patahan Sumatra dianalisis terdiri dari EQ1 (M_w 6,6), EQ2 (M_w 5,4), EQ3 (M_w 5,8), EQ4 (M_w 5,5), EQ5 (M_w 5,5), EQ6 (M_w 5,7), dan EQ7 (M_w 5,2). Pengolahan data akselerogram gempa menggunakan program Seismosignal meliputi koreksi *waveform*, parameter amplitudo, parameter kandungan frekuensi, dan parameter *arias intensity*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai PGA berkisar antara 2-36 Gal untuk komponen horizontal dan 1,5-10 Gal untuk komponen vertikal. Kandungan frekuensi rata-rata gempa berada pada rentang 0,3-10 Hz. Nilai PSA dari EQ1, EQ2, EQ3, EQ4, EQ5, EQ6, dan EQ7 secara berurutan adalah 0,009 g, 0,177 g, 0,016 g, 0,054 g, 0,057 g, 0,027 g, dan 0,033 g yang mana masih jauh di bawah EDRS SNI 1726 2019. Respon spektrum EQ2, EQ4, EQ5, dan EQ7 yang direkam di Kota Padang memiliki amplitudo tinggi pada periode 0,06-0,2 detik. Sementara itu, EQ1, EQ3, dan EQ6 yang direkam di Kota Bukittinggi memiliki amplitudo tinggi pada periode 0,5-1,2 detik. Parameter arias intensity berada pada kisaran 0,03-0,61 cm/s untuk komponen horizontal dan 0,02-0,09 cm/s untuk komponen vertikal.

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

ABSTRACT

Orelsha Rahmadios, 2023. STUDY OF EARTHQUAKE CHARACTERISTICS IN THE SUMATRAN FAULT REGION BASED ON STRONG GROUND MOTION RECORDS.

The Sumatran Fault produces a high annual rate of earthquakes and many of the major earthquakes occurred at shallow depths. This study aims to understand the characteristics of earthquakes originating from the Sumatran Fault based on their ground motion parameters. Earthquake ground motion recordings were obtained from accelerographs in West Sumatra during the period 2008-2018. The earthquake parameters were synchronized with the USGS earthquake catalog and the epicenters of earthquakes were mapped with a focus on events originating from the Sumatran Fault region.

Seven earthquake events were analyzed including EQ1 (MW 6,6), EQ2 (MW 5,4), EQ3 (MW 5,8), EQ4 (MW 5,5), EQ5 (MW 5,5), EQ6 (MW 5,7), and EQ7 (MW 5,2). Data processing of earthquake accelerograms was performed using the Seismosignal program including waveform corrections, amplitude parameters, frequency content parameters, and Arias intensity parameters.

The results showed that the PGA values range from 2-36 Gal for the horizontal component and 1,5-10 Gal for the vertical component. The average frequency content of the earthquakes is in the range of 0,3-10 Hz. The values of PSA for EQ1, EQ2, EQ3, EQ4, EQ5, EQ6, and EQ7 are 0,009 g, 0,177 g, 0,016 g, 0,054 g, 0,057 g, 0,027 g, and 0,033 g respectively which were still significantly below the EDRS specified in the SNI 1726 2019. The response spectra of EQ2, EQ4, EQ5, and EQ7 recorded in Padang show high amplitudes in the period range of 0,06-0,2 seconds. On the other hand, EQ1, EQ3, and EQ8 recorded in Bukittinggi have high amplitudes in the period range of 0,5-1,2 seconds. The arias intensity parameter values ranging from 0,03-0,61 cm/s for the horizontal component and 0,02-0,09 cm/s for the vertical component.

Keywords: *Accelerograph, Arias Intensity, Frequency Content, PGA, Respons 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 “Studi Karakteristik Gempa di Daerah Patahan Sumatra Berdasarkan Riwayat Rekaman *Strong Ground Motion*”.

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. 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. Ibu Dr.Eng. Nevy Sandra, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji I yang telah memberikan ilmu dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Fajri Yusmar, S.T., M.T., selaku dosen penguji II yang telah memberikan ilmu dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Faishal Ashar, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Dr.Eng. Prima Yane Putri, S.T. M.T., selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak/Ibu dosen beserta staf Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Kedua orang tua dan penulis yang telah mendidik, memotivasi, dan selalu memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi ini.
8. Rekan-rekan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang atas semangat, ide, dan kerja sama selama masa perkuliahan.
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, 21 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	vi
BIODATA.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xixii
DAFTAR GAMBAR	xivv
DAFTAR TABEL	xxviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Batasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Landasan Teori	9
1. Gempa Bumi	9
2. Identifikasi Sumber Gempa	10
3. Patahan (<i>Fault</i>)	13
4. Gelombang Seismik	16
5. Parameter Gempa	18
6. <i>Strong Ground Motion</i>	24

7. Parameter <i>Strong Ground Motion</i>	26
8. <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT)	32
B. Penelitian Relevan	33
C. Kerangka Konseptual	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
A. Jenis Penelitian	37
B. Tempat dan Waktu Penelitian	37
C. Data Penelitian	38
D. Instrumen Penelitian	38
E. Teknik Pengumpulan Data	38
F. Prosedur Penelitian	41
G. Diagram Alir Penelitian	44
BAB IV HASIL PENELITIAN	45
A. Identifikasi Gempa	45
B. Hasil dan Analisis	50
1. Amplitudo	52
2. Kandungan Frekuensi	59
3. <i>Arias Intensity</i>	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
A. Kesimpulan	70
B. Saran	70
DAFTAR RUJUKAN	72
LAMPIRAN	75

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Pergerakan Lempeng Tektonik di Indonesia	1
Gambar 2. Peta Pergerakan Lempeng Tektonik di Sumatra	2
Gambar 3. Peta Seismisitas Sumatra Tahun 1923-2023	3
Gambar 4. Pemodelan Mekanisme Sumber Gempa	11
Gambar 5. Segmen Sumber Gempa <i>Fault</i> di Sumatra	11
Gambar 6. Segmen Sumber Gempa Subduksi di Indonesia	12
Gambar 7. Geometri Bidang <i>Fault</i>	13
Gambar 8. <i>Normal Fault</i>	14
Gambar 9. <i>Reverse Fault</i>	14
Gambar 10. <i>Strike-Slip Fault</i> , a) <i>Left Lateral</i> , b) <i>Right Lateral</i>	15
Gambar 11. <i>Oblique-Slip Fault</i>	16
Gambar 12. Gelombang Primer (<i>P-Wave</i>)	17
Gambar 13. Gelombang Sekunder (<i>S-Wave</i>)	17
Gambar 14. Gelombang <i>Rayleigh (R-Wave)</i>	18
Gambar 15. Gelombang <i>Love (L-Wave)</i>	18
Gambar 16. Hiposenter dan Episenter Gempa	19
Gambar 17. Hubungan Magnitudo dengan Rentang Frekuensi	22
Gambar 18. <i>Strong Motion</i> Akselerograf Analog (Kiri) dan Digital (Kanan)	25
Gambar 19. Rekaman Riwayat Waktu <i>Strong Ground Motion</i>	27
Gambar 20. <i>Fourier Spectra</i>	29
Gambar 21. <i>Respon Spectra</i>	30
Gambar 22. Grafik <i>Arias Intensity</i>	31
Gambar 23. Konsep <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i>	33
Gambar 24. Kerangka Konseptual	36
Gambar 25. Lokasi Akselerograf	37
Gambar 26. Spesifikasi Teknis Sensor Akselerograf	39
Gambar 27. Diagram Alir Penelitian	44
Gambar 28. <i>Waveform File</i> Akselerograf	45

Gambar 29. Tampilan <i>Search</i> Katalog Gempa Bumi USGS	45
Gambar 30. Peta Sebaran Episenter Gempa dari Sensor Akselerograf	46
Gambar 31. Kedalaman Gempa	46
Gambar 32. Peta Episenter Gempa dari Patahan Sumatra	47
Gambar 33. Distribusi Data Berdasarkan Magnitudo dan Jarak Hiposenter	49
Gambar 34. Distribusi Data Berdasarkan Kedalaman dan Jarak Hiposenter	49
Gambar 35. <i>Time History</i> Akselerasi EQ1	50
Gambar 36. <i>Time History</i> Akselerasi EQ2	50
Gambar 37. <i>Time History</i> Akselerasi EQ3	50
Gambar 38. <i>Time History</i> Akselerasi EQ4	51
Gambar 39. <i>Time History</i> Akselerasi EQ5	51
Gambar 40. <i>Time History</i> Akselerasi EQ6	51
Gambar 41. <i>Time History</i> Akselerasi EQ7	51
Gambar 42. <i>Time History</i> Kecepatan EQ1	52
Gambar 43. <i>Time History</i> Kecepatan EQ2	52
Gambar 44. <i>Time History</i> Kecepatan EQ3	52
Gambar 45. <i>Time History</i> Kecepatan EQ4	53
Gambar 46. <i>Time History</i> Kecepatan EQ5	53
Gambar 47. <i>Time History</i> Kecepatan EQ6	53
Gambar 48. <i>Time History</i> Kecepatan EQ7	53
Gambar 49. <i>Time History</i> Simpangan EQ1	54
Gambar 50. <i>Time History</i> Simpangan EQ2	54
Gambar 51. <i>Time History</i> Simpangan EQ3	54
Gambar 52. <i>Time History</i> Simpangan EQ4	55
Gambar 53. <i>Time History</i> Simpangan EQ5	55
Gambar 54. <i>Time History</i> Simpangan EQ6	55
Gambar 55. <i>Time History</i> Simpangan EQ7	55
Gambar 56. Distribusi Nilai PGA Berdasarkan Jarak Hiposenter	58
Gambar 57. Distribusi Nilai PGV Berdasarkan Jarak Hiposenter	58
Gambar 58. Distribusi Nilai PGD Berdasarkan Jarak Hiposenter	58

Gambar 59. Fourier Spektrum EQ1	59
Gambar 60. Fourier Spektrum EQ2	59
Gambar 61. Fourier Spektrum EQ3	59
Gambar 62. Fourier Spektrum EQ4	60
Gambar 63. Fourier Spektrum EQ5	60
Gambar 64. Fourier Spektrum EQ6	60
Gambar 65. Fourier Spektrum EQ7	60
Gambar 66. Distribusi Fekkuensi Gempa Berdasarkan Jarak Hiposenter	62
Gambar 67. Distribusi Periode Gempa Berdasarkan Jarak Hiposenter	62
Gambar 68. Respon Spektrum Komponen X	63
Gambar 69. Respon Spektrum Komponen Y	63
Gambar 70. Respon Spektrum Komponen Z	64
Gambar 71. Respon Spektrum Komponen X dengan SNI 2019 di ADS	64
Gambar 72. Respon Spektrum Komponen Y dengan SNI 2019 di ADS	65
Gambar 73. Respon Spektrum Komponen Z dengan SNI 2019 di ADS	65
Gambar 74. Respon Spektrum Komponen X dengan SNI 2019 di BKT	65
Gambar 75. Respon Spektrum Komponen Y dengan SNI 2019 di BKT	66
Gambar 76. Respon Spektrum Komponen Z dengan SNI 2019 di BKT	66
Gambar 77. Respon Spektrum Komponen X dengan SNI 2019 di UNP	66
Gambar 78. Respon Spektrum Komponen Y dengan SNI 2019 di UNP	67
Gambar 79. Respon Spektrum Komponen Z dengan SNI 2019 di UNP	67
Gambar 80. <i>Arias Intensity</i> Komponen X	68
Gambar 81. <i>Arias Intensity</i> Komponen Y	68
Gambar 82. <i>Arias Intensity</i> Komponen Z	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Korelasi Konversi Skala Magnitudo Wilayah Indonesia	22
Tabel 2. <i>Modified Mercalli Intensity</i>	23
Tabel 3. Perbedaan Seismograf dan Akselerograf	25
Tabel 4. Lokasi Detail Akselerograf	38
Tabel 5. Parameter dan Formulasi <i>Ground Motion</i>	43
Tabel 6. Parameter Gempa dari Daerah Patahan Sumatra	48
Tabel 7. Karakteristik Amplitudo Gempa	56
Tabel 8. Karakteristik Kandungan Frekuensi Gempa	61

DAFTAR LAMPIRAN

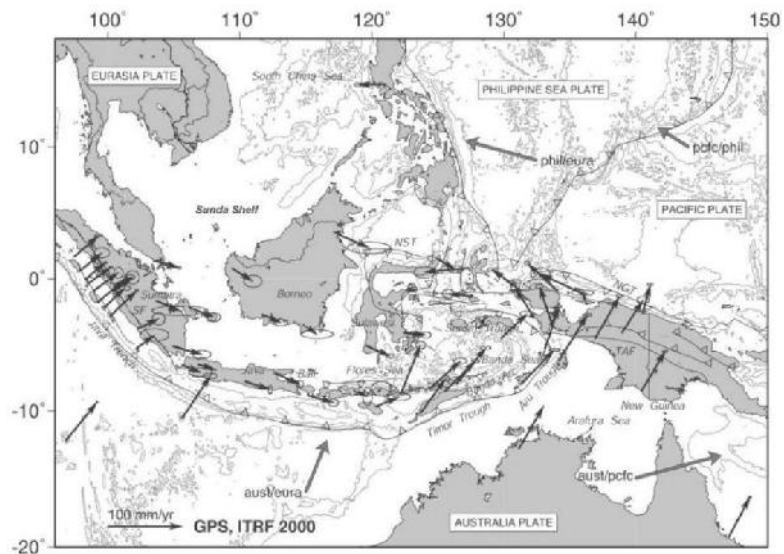
	Halaman
Lampiran 1. Segmen-Segmen Patahan Sumatra	75
Lampiran 2. Identifikasi Gempa Berdasarkan Katalog USGS	77
Lampiran 3. Surat Tugas Dosen Pembimbing	83
Lampiran 4. Surat Izin Pengambilan Data	84
Lampiran 5. Bukti Bimbingan Skripsi	85

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

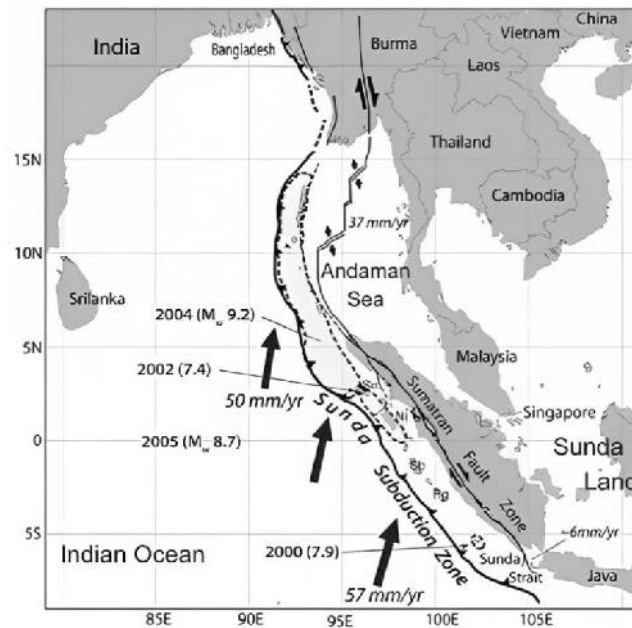
Indonesia termasuk rawan terhadap bencana alam geologis, khususnya gempa bumi. Banyaknya gempa bumi yang terjadi diakibatkan oleh kondisi geografis Kepulauan Indonesia yang terletak di pertemuan empat lempeng tektonik dunia yang aktif bergerak dan berinteraksi secara konvergen, divergen, atau transformasi (Bock *et al.*, 2003). Lempeng tektonik tersebut meliputi Lempeng Benua Eurasia, Lempeng Samudra Indo-Australia, Lempeng Samudra Pasifik, dan Lempeng Laut Filipina. Gambar 1 menunjukkan arah pergerakan lempeng-lempeng tektonik di Indonesia berdasarkan pengamatan menggunakan *Global Positioning System (GPS)*.



Gambar 1. Peta Pergerakan Lempeng Tektonik di Indonesia
(Sumber: Bock *et al.*, 2003)

Pulau Sumatra di Indonesia merupakan salah satu wilayah tektonik paling aktif di dunia karena terletak pada Lempeng Benua Eurasia yang berinteraksi konvergen secara miring (*oblique*) dengan Lempeng Samudra Indo-Australia (McCaffrey, 2009). Menurut Prawirodirjo *et al.* (2000) tumbukan miring antara kedua lempeng tersebut menimbulkan dua resultan gaya, yaitu arah tegak lurus dan mendatar. Gaya tegak lurus menarik ujung

Lempeng Samudra Indo-Australia menyusup ke bawah Lempeng Benua Eurasia membentuk zona subduksi di Palung Sunda. Gaya mendatar menyeret bagian barat Pulau Sumatra ke arah barat laut menciptakan rekahan memanjang sejajar batas lempeng yang kemudian dikenal dengan *The Great Sumatran Fault* atau Patahan Besar Sumatra (Bellier *et al.*, 1997).

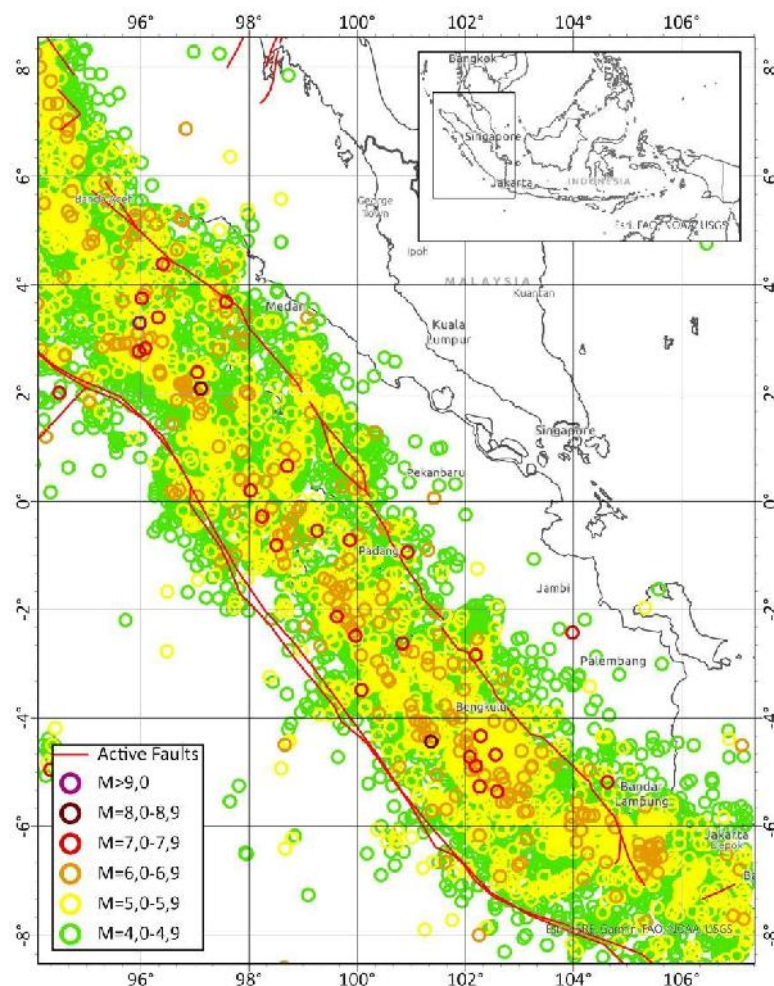


Gambar 2. Peta Pergerakan Lempeng Tektonik di Sumatra
(Sumber: Natawidjaja dan Triyoso, 2007)

Umumnya kerusakan paling parah akibat aktivitas gempa tersentralisasi di wilayah yang dekat dengan sumber atau lebih dikenal sebagai wilayah *near-source* (Maniatakis *et al.*, 2008). Gempa yang berasal dari zona subduksi terjadi di lepas pantai atau di daerah yang penduduknya lebih sedikit. Banyak pusat perkotaan yang padat penduduk dan kompleks industri dikembangkan di dekat pegunungan yang berbatasan dengan patahan aktif, sehingga gempa dengan magnitudo besar di sepanjang patahan-patahan tersebut telah menghancurkan banyak kota dan menyebabkan kerugian ekonomi dan manusia (Sedghi *et al.*, 2020).

Menurut Sieh dan Natawidjaja (2000) Patahan Sumatra membentang sepanjang 1900 km dari utara ke selatan, yaitu dari Aceh melewati Pegunungan Bukit Barisan hingga Teluk Semangka di Lampung. Pada sisi

utara Patahan Sumatra berakhir di kompleks Patahan Laut Andaman, sedangkan pada sisi selatan sekitar Selat Sunda patahan tersebut membelok ke arah selatan menuju Palung Sunda seperti pada Gambar 2. Patahan ini merupakan jenis *shallow crustal fault* dengan mekanisme *strike-slip* berarah dekstral yang terdiri dari 38 segmen patahan minor (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Segmen ini menyebabkan gempa yang terjadi hanya memengaruhi daerah yang lebih sempit dan tidak di sepanjang patahan (Rivera *et al.*, 2002). Berikut disajikan peta seismisitas di daerah Pulau Sumatra dalam seratus tahun terakhir berdasarkan data yang diperoleh dari katalog gempa bumi *United States Geological Survey* (USGS).



Gambar 3. Peta Seismisitas Sumatra Tahun 1923-2023

Pada Gambar 3 diamati umumnya gempa terjadi di sejajar batas lempeng yang merupakan zona subduksi dan juga terjadi di sepanjang

Patahan Sumatra. Patahan Sumatra menghasilkan tingkat gempa tahunan yang tinggi dan banyak gempa besar yang terjadi di kedalaman dangkal (Putra *et al.*, 2012). Berdasarkan katalog gempa bumi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) terbaru (2021) selama kurun waktu 2009-2020 telah terjadi beberapa gempa signifikan di sepanjang Patahan Sumatra. Salah satu yang menyebabkan banyak korban jiwa, yaitu 104 orang adalah gempa Pidie Jaya dengan magnitudo 6,5 pada 6 Desember 2016. Gempa ini terjadi di luar segmen Patahan Sumatra yang telah teridentifikasi. Beberapa contoh gempa lainnya adalah gempa magnitudo 6,3 dan 6,6 di antara segmen Tripa dan Renun di daerah antara Singkil dan Tapak Tuan, gempa magnitudo 6,5 di segmen Renun Toba, dan gempa magnitudo 6,8 di segmen Dikit-Ketaun Bengkulu Utara pada 1 Oktober 2009 yang menyebabkan kerusakan cukup signifikan di daerah tersebut.

Gempa *shallow crustal fault* terjadi di kedalaman dangkal yang berarti bahwa gelombang seismik yang dihasilkan oleh gempa dapat bergerak lebih efisien ke permukaan tanah, sehingga menghasilkan gerakan tanah yang kuat (Kramer, 1996). Gempa ini sering kali memiliki kandungan frekuensi yang lebih tinggi atau memiliki periode yang lebih pendek dibandingkan dengan gempa zona subduksi (Pawirodikromo, 2012). Hal ini disebabkan oleh energi frekuensi tinggi yang dihasilkan gempa lebih cepat teratenuasi (melemah) saat bergerak melalui lapisan kerak bumi sehingga tidak merambat jauh dari sumbernya. Selain itu, gempa *shallow crustal fault* juga cenderung memiliki durasi yang singkat karena energi frekuensi tinggi gempa ini menghilang lebih cepat dibandingkan dengan energi frekuensi rendah yang menjadi karakteristik gempa yang lebih dalam atau gempa zona subduksi (Lay dan Wallace, 1995).

Pada saat gempa terjadi pelepasan energi secara tiba-tiba akibat pecahnya massa batuan di lapisan kerak bumi. Energi tersebut merambat sebagai gelombang seismik dari pusat gempa bumi (hiposenter) ke segala arah menghasilkan suatu kekuatan yang menyebabkan getaran atau gerakan

di permukaan tanah (Pawirodikromo, 2012). Gerakan tiba-tiba dalam durasi singkat ini akan mengekspos struktur ke sebuah *input* energi yang besar sehingga terjadi kegagalan atau kerusakan (Sedghi *et al.*, 2020). Selain itu, kedekatan antara frekuensi/periode getar gempa dengan frekuensi/periode getar struktur akan menyebabkan peristiwa resonansi pada struktur. Gempa dengan kandungan frekuensi rendah (zona subduksi) cenderung akan mengakibatkan kerusakan besar pada bangunan frekuensi rendah (fleksibel/bertingkat banyak) dan gempa dengan kandungan frekuensi tinggi (*shallow crustal fault*) cenderung akan mengakibatkan kerusakan besar pada bangunan frekuensi tinggi (kaku/bertingkat rendah) (Faizah, 2015). Konstruksi bangunan bertingkat rendah umumnya lebih banyak di Sumatra sehingga akan lebih rentan terhadap gempa patahan.

Gerakan tanah (*ground motion*) akibat gempa umumnya ditujukan pada percepatan tanah sebagai parameter utama atau disebut juga *strong ground motion* untuk membedakannya dari respon-respon gerakan tanah yang lain. Terdapat banyak faktor yang memengaruhi gerakan tanah di suatu lokasi, seperti mekanisme sumber gempa, jarak episenter, dan kondisi geologis setempat. Setiap mekanisme sumber gempa (subduksi atau *shallow crustal fault*) memiliki pola rambatan gelombang seismik yang berbeda sehingga karakteristik gerakan tanah yang dihasilkan akan berbeda pula (Erdik dan Durukal, 2004) (dalam Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Hubungan antara gerakan tanah yang dihasilkan dan mekanisme sumber gempa bumi terus diteliti dan menunjukkan kemajuan bertahap karena semakin banyaknya rekaman gempa yang diperoleh (Sedghi *et al.*, 2020).

Menurut Pusat Studi Gempa Nasional (2017) studi tentang *strong ground motion* berkaitan dengan pengukuran, interpretasi, dan estimasi guncangan kuat dari gempa yang berpotensi merusak. Tujuan dari studi tentang *strong ground motion* berkaitan dengan pemahaman terhadap karakteristik gempa itu sendiri dan hubungannya dengan kerusakan yang ditimbulkan, sehingga secara langsung terkait dengan upaya penyediaan

struktur tahan gempa. Sejak dikembangkannya metode PBSB (*Performance Based Seismic Design*) atau PBEE (*Performance Based Earthquake Engineering*) pada tahun 1995, maka semakin dirasakan perlunya memakai rekaman riwayat waktu dari kejadian gempa asli di lokasi tersebut dalam analisis dinamik struktur untuk memahami perilaku respon struktur dan level kerusakan yang ditimbulkan akibat suatu gempa (Wahjudi, 2017). Hal ini sejalan dengan yang disampaikan oleh Warner (1976) (dalam Pawirodikromo, 2012) bahwa representasi terbaik gerakan tanah akibat gempa adalah riwayat waktu *strong ground motion*.

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. Sebagian besar data rekaman tersebut diperoleh dari tiga institusi utama, yaitu *California Geological Survey Strong Motion Instrumentation Program (CGSSMIP)*, *United States Geological Survey (USGS)*, dan *Central Weather Bureau of Taiwan (CWBT)*. 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 (EWWB)*, 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 di lokasi 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 penulis tertarik untuk melakukan sebuah penelitian dengan judul **“Studi Karakteristik Gempa di Daerah Patahan Sumatra Berdasarkan Riwayat Rekaman *Strong Ground Motion*”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, identifikasi masalah yang didapat adalah sebagai berikut.

1. Gempa yang bersumber dari Patahan Sumatra memiliki kedalaman dangkal dan lebih dekat dengan perkotaan yang padat penduduk sehingga risiko kerusakannya tinggi.
2. Konstruksi bangunan bertingkat rendah (frekuensi tinggi) lebih banyak di Sumatra sehingga lebih rentan terhadap gempa patahan (frekuensi tinggi).
3. Terbatasnya akses terhadap rekaman gempa di Indonesia sehingga belum banyak studi tentang karakteristik gempa.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut.

1. Gempa yang dianalisis hanya bersumber dari daerah Patahan Sumatra.
2. Data percepatan tanah menggunakan rekaman gempa tahun 2008-2018 yang diperoleh dari sensor akselerograf yang ada di Sumatra Barat.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah di atas dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini, yaitu bagaimana karakteristik gempa yang bersumber dari daerah Patahan Sumatra jika ditinjau berdasarkan gerakan tanahnya?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik gempa yang bersumber dari daerah Patahan Sumatra jika ditinjau berdasarkan gerakan tanahnya.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan pembaca dalam rekayasa kegempaan khususnya pada bidang seismologi teknik.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian sejenis di masa yang akan datang.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan bangunan tahan gempa dan analisis risiko seismik di daerah dekat sumber gempa.