

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

Orelsha Rahmadios¹, Rusnardi Rahmat Putra²

^{1,2}Universitas Negeri Padang

Email: orelsharhma@student.unp.ac.id

Abstrak: 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 ground motion gempa diperoleh dari sensor akselerograf yang ada di Sumatra Barat dalam kurun waktu 2008-2018. Sebanyak tujuh akselerogram kejadian gempa dianalisis yang 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). 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: 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. Seven earthquake events were analyzed including 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), and EQ7 (M_w 5,2). 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 EQ6 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.

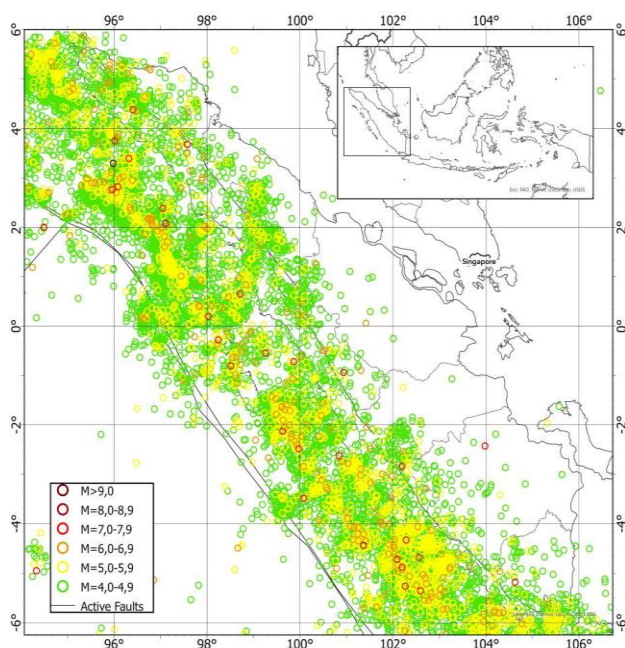
Keyword: accelerograph, arias intensity, frequency content, pga, response spectra

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk rawan terhadap bencana alam geologis, khususnya gempa bumi. 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). Terdapat dua sumber

gempa di Sumatra, yaitu zona subduksi dan Patahan Sumatra. Gempa yang berasal dari zona subduksi biasanya 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 tersebut telah

menghancurkan banyak kota dan menyebabkan kerugian ekonomi dan manusia (Sedghi, 2020).



Gambar 1. Peta Seismisitas Sumatra 1923-2023

Patahan Sumatra menghasilkan tingkat gempa tahunan yang tinggi dan banyak gempa besar yang terjadi di kedalaman dangkal (Putra, 2012). Gempa ini termasuk jenis *shallow crustal fault* yang berarti bahwa gelombang seismik yang dihasilkan oleh gempa dapat bergerak lebih efisien ke permukaan tanah, sehingga menghasilkan gerakan tanah yang kuat (Kramer, 1996). 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. Gerakan tiba-tiba dalam durasi singkat ini akan mengekspos struktur ke sebuah input energi yang besar sehingga terjadi kegagalan atau kerusakan (Sedghi, 2020). Selain itu, kedekatan antara frekuensi/periode getar gempa dengan frekuensi/periode getar struktur akan menyebabkan peristiwa resonansi pada struktur. Gempa *shallow crustal fault* sering kali memiliki kandungan frekuensi yang lebih tinggi atau memiliki periode yang lebih pendek dibandingkan dengan gempa zona subduksi (Pawirodikromo, 2012). Konstruksi bangunan bertingkat rendah yang juga memiliki frekuensi tinggi umumnya lebih banyak di Sumatra sehingga akan lebih rentan terhadap gempa dari daerah patahan.

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

(Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Sejak dikembangkannya metode PBSD (*Performance Based Seismic Design*) 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).

Rekaman strong ground motion diperoleh dari instrumen sensor akselerograf. Sejumlah pencatatan data akselerograf gempa di Indonesia 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.

METODE PENELITIAN

Rekaman gempa diperoleh dari alat *Intelligent Earthquake Sensor* SES60 berupa *file waveform* meliputi nilai percepatan tanah, tanggal, dan waktu rekaman. Karena *file waveform* tidak menyediakan informasi lain, maka tanggal dan waktu tersebut dicocokkan dengan data kejadian gempa yang terdapat pada katalog gempa bumi *United States Geological Surveys* (USGS) untuk diidentifikasi. Setelah mengidentifikasi kejadian gempa, parameter lain seperti koordinat *latitude* dan *longitude* sumber gempa, magnitudo, serta kedalaman gempa dikumpulkan untuk kemudian dipetakan dan dipilih sesuai dengan kategori yang diinginkan, yaitu gempa yang bersumber dari Patahan Sumatra.

Rekaman gempa yang akan dianalisis kemudian di-*input* ke program Seismosignal lalu dikoreksi menggunakan *baseline correction* dan *band pass filtering* untuk menghilangkan *background noise*. Nilai-nilai parameter amplitudo, kandungan frekuensi, dan *arias intensity* dianalisis berdasarkan *ouput* program Seismosignal. Analisis spektrum yang dilakukan mengacu pada konsep *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk mendapatkan nilai parameter kandungan frekuensi menggunakan persamaan yang diajukan Bracewell (2000).

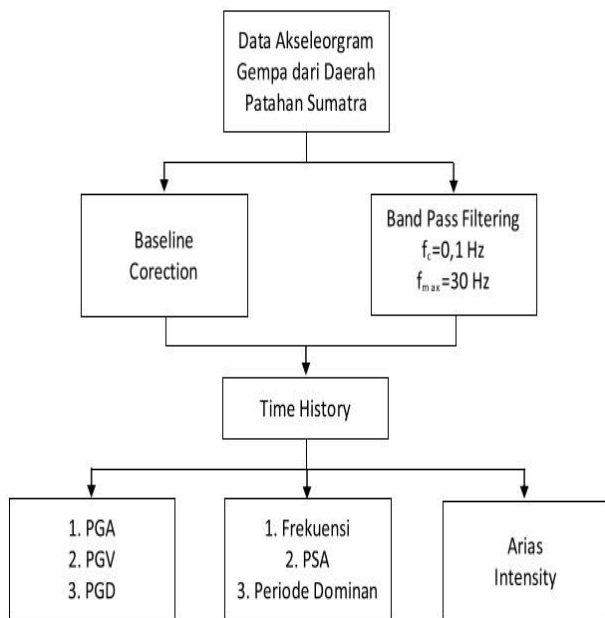
$$X(k) = \sum_{n=1}^N x(n)e^{-\frac{2\pi i}{N}(n-1)(k-1)} \dots(1)$$

Pada **Tabel 1.** disajikan parameter, formulasi dan satuan yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan persamaan oleh Rajaram dan Kumar

(2023). **Gambar 2.** merupakan diagram alir penelitian.

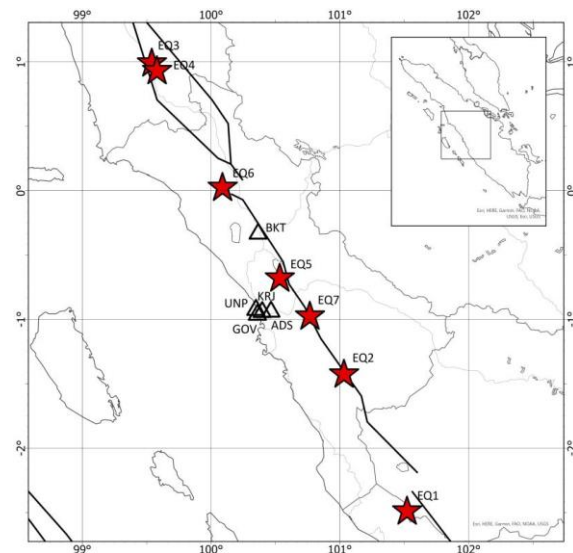
Tabel 1. Parameter dan Formulasi *Ground Motion*

Parameter <i>Ground Motion</i>	Definisi/Formulasi	Karakteristik	Satuan	Pers.
Peak Ground Acceleration (PGA)	$PGA = \max a(t) $	Amplitudo	Gal	(2)
Peak Ground Velocity (PGV)	$PGV = \max v(t) $	Amplitudo	cm/s	(3)
Peak Ground Displacement (PGD)	$PGD = \max d(t) $	Amplitudo	cm	(4)
Peak Frequency (f)	Frekuensi saat spektrum fourier memiliki nilai maksimum.	Kandungan frekuensi	Hz	(5)
Peak Period (T)	$T = \frac{1}{f}$	Kandungan frekuensi	s	(6)
Peak Spectral Acceleration (PSA)	Nilai maksimum spektrum akselerasi dengan faktor damping 5%.	Kandungan frekuensi	g	(7)
Predominant Period (T_p)	Periode saat spektrum akselerasi memiliki nilai maksimum.	Kandungan frekuensi	s	(8)
Arias Intensity (I_A)	$I_A = \frac{\pi}{2g} \int_0^{120} [a(t)]^2 dt$	Amplitudo, kandungan frekuensi, durasi	cm/s	(9)



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Peta sebaran episenter gempa dan lokasi sensor akselerograf dapat dilihat pada **Gambar 3.**



Gambar 3. Episenter Gempa Patahan Sumatra

HASIL DAN PEMBAHASAN

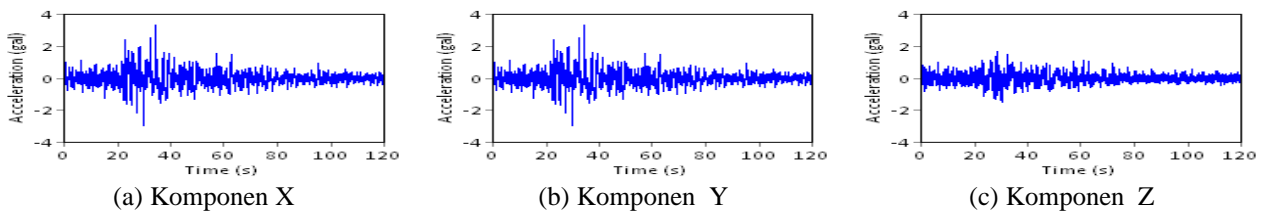
Berdasarkan data rekaman sensor akselerograf dalam kurun waktu 2008-2018 terdapat tujuh kejadian gempa yang berasal dari daerah Patahan Sumatra atau disebut juga sebagai *shallow crustal fault earthquake* di kedalaman kurang dari 50 km.

Rekaman gempa dengan magnitudo terbesar adalah EQ1 (M_w 6,6) pada tanggal 1 Oktober 2009 yang terjadi di Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi, 49 km arah tenggara Sungaipenuh pada kedalaman 9 km. Gempa ini terjadi sehari setelah gempa M_w 7,6 tanggal 30 September 2009 di 57 km barat daya Kota Pariaman yang menyebabkan kerusakan parah di

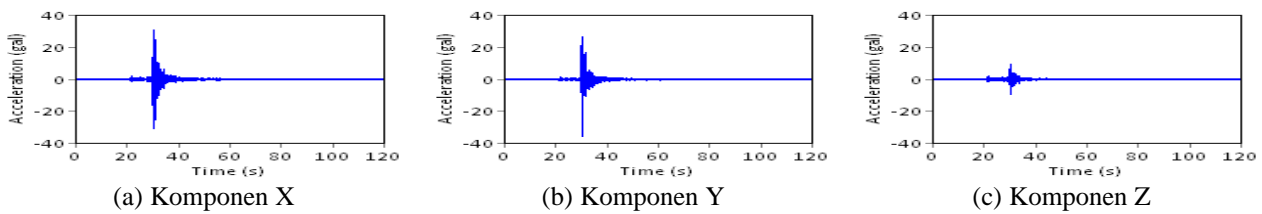
Kota Pariaman dan juga Kota Padang. Akibat dari gempa ini dilaporkan tiga orang meninggal dunia, 418 rumah rusak parah, 849 rumah rusak sedang, kerusakan pada 14 bangunan masjid, 12 sekolah, dan 1 rumah sakit (Putra, 2017). EQ2 (M_w 5,4) terjadi pada tanggal 16 Maret 2010 di 79 km arah selatan Sijunjung dengan kedalaman 40 km. EQ3 (M_w 5,8) disusul dengan *aftershock* EQ4 (M_w 5,5) terjadi pada tanggal 24 Juli 2010 di wilayah Sumatra Utara 51 dan 59 km tenggara Padangsidempuan dengan kedalaman 42 dan 35 km. EQ5 (M_w 5,5) terjadi pada tanggal 11 September 2014 di 19 km arah utara Solok dengan kedalaman 31,43 km. EQ6 (M_w 5,7) terjadi pada tanggal 10 Juli 2016 di 48 km arah barat

laut Bukittinggi dengan kedalaman 8,07 km. EQ7 (M_w 5,2) terjadi pada tanggal 21 Juli 2018 di 22 km arah tenggara Solok dengan kedalaman 10 km. Gempa-gempa tersebut termasuk dalam kategori gempa sedang dan tidak ada kerusakan signifikan yang dilaporkan.

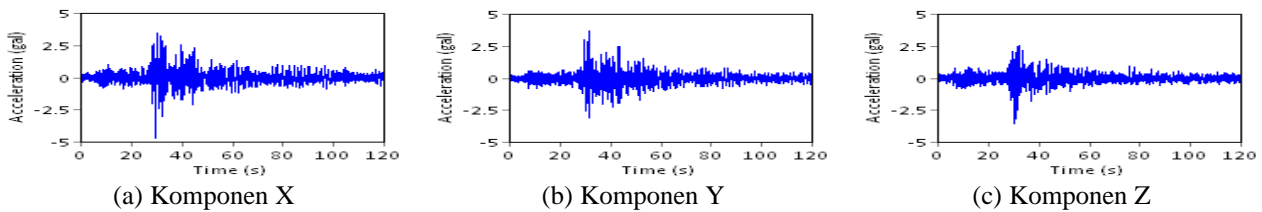
Sensor akselerograf mengukur *strong ground motion* berupa akselerasi atau percepatan tanah saat terjadi gempa dalam tiga arah, yaitu *East-West*, *North-South*, dan *Up-Down* (komponen x, y, dan z). Berikut adalah time histories dari gempa-gempa yang bersumber dari daerah Patahan Sumatra.



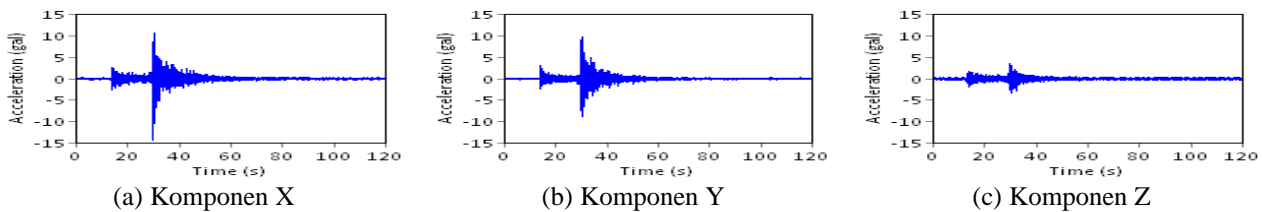
Gambar 4. Time History EQ1



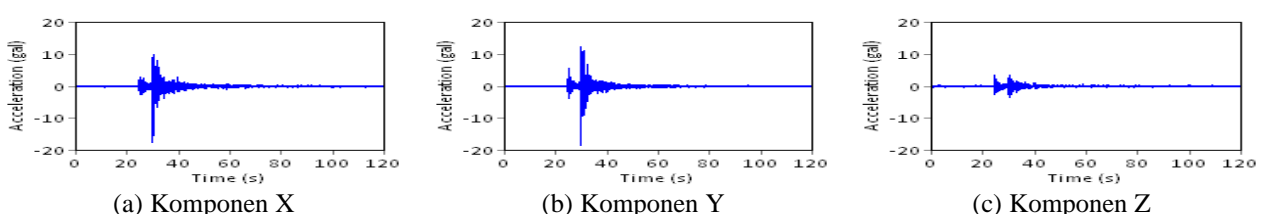
Gambar 5. Time History EQ2

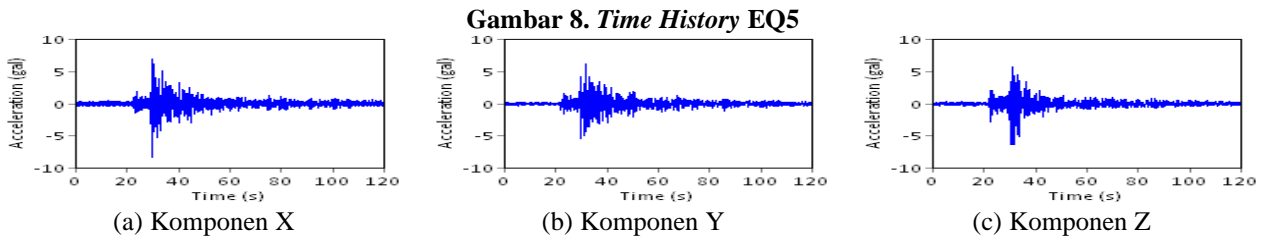


Gambar 6. Time History EQ3

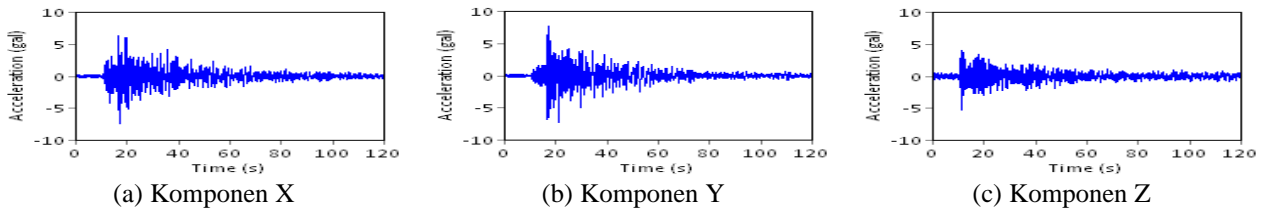


Gambar 7. Time History EQ4





Gambar 8. Time History EQ5



Gambar 9. Time History EQ6

Gambar 10. Time History EQ7

Amplitudo

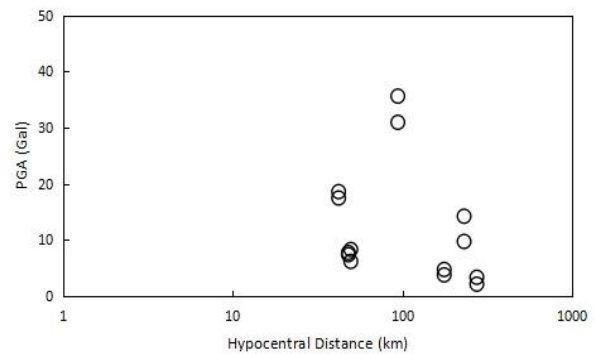
Gempa dengan kerusakan paling signifikan adalah EQ1 (M_w 6,6) yang terjadi di Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi pada tanggal 1 Oktober 2009. Salah satu *ground motion* yang tersedia dari gempa ini direkam dari jarak 274 km oleh sensor BKT di Kota Bukittinggi dengan nilai PGA komponen x 3,32 Gal, komponen y 2,09 Gal, dan komponen z 1,67 Gal. PGA gempa dengan nilai >10 Gal pada komponen horizontal berasal dari EQ2 (M_w 5,4), EQ4 (M_w 5,5), dan EQ5 (M_w 5,5). EQ2 memiliki PGA tertinggi dengan nilai 30, 93 Gal pada komponen x dan 35,60 Gal pada komponen y. Nilai-nilai tersebut masih jauh lebih rendah dibandingkan gempa Bener Meriah 2013 (M_w 6,1) dan Pidie Jaya 2016 (M_w 6,5) yang juga berasal dari daerah Patahan Sumatra dengan nilai PGA hingga 186 Gal dan 235 Gal (Pawirodikromo dan Hardawati, 2022).

EQ3 (M_w 5,8) dan EQ4 (M_w 5,5) yang merupakan gempa *mainshock* dan *aftershock* dengan episenter dan kedalaman yang hampir sama memiliki nilai PGA komponen horizontal yang jauh berbeda karena direkam oleh dua sensor di dua lokasi yang berbeda. Walaupun direkam dalam jarak 171 km oleh sensor BKT, EQ3 memiliki nilai PGA komponen horizontal yang lebih rendah ($x=4,71$ Gal dan $y=3,74$ Gal) daripada EQ4 dengan jarak 228 km ($x=14,20$ Gal dan $y=9,70$ Gal) oleh sensor ADS. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi tanah, sehingga efek amplifikasi atau de-amplifikasi gelombang gempa mungkin telah terjadi.

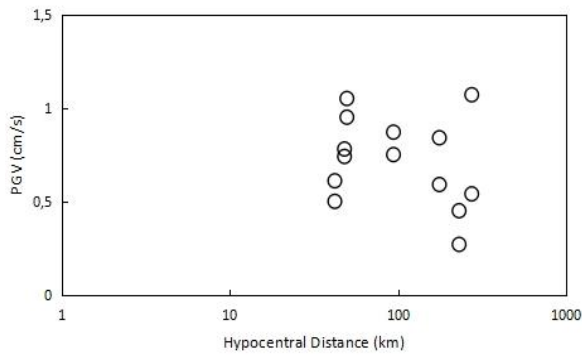
Nilai PGV didapatkan dari hasil integrasi akselerasi. EQ1 diamati memiliki nilai PGV tertinggi pada komponen x sebesar 1,07 cm/s, sedangkan komponen y dan z nilainya adalah 0,54 cm/s dan

0,47 cm/s. Pada arah vertikal nilai PGV maksimum berasal dari EQ3, yaitu sebesar 0,68 cm/s yang mana juga tidak lebih besar dari komponen horizontalnya.

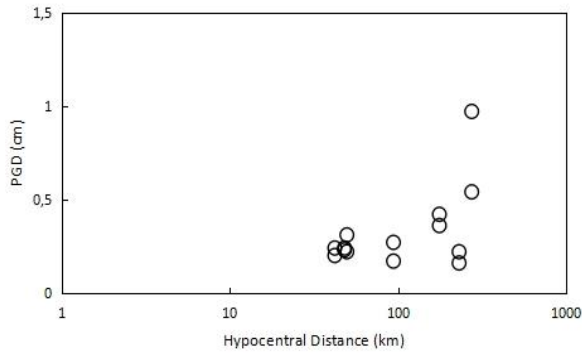
Nilai PGD didapatkan dari hasil integrasi kecepatan. PGD arah horizontal maksimum diamati juga berasal dari EQ1 komponen x sebesar 0,97 cm, sedangkan komponen y dan z nilainya adalah 0,54 dan 0,43 cm. PGD arah vertikal maksimum berasal dari EQ3 sebesar 0,53 cm. Berikut adalah grafik distribusi nilai-nilai amplitudo berdasarkan jarak hiposenternya.



Gambar 11. Distribusi Nilai PGA



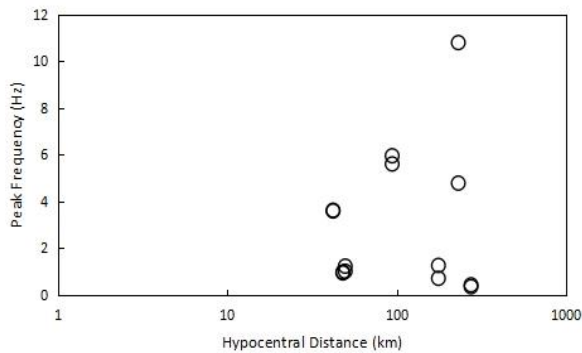
Gambar 12. Distribusi Nilai PGV



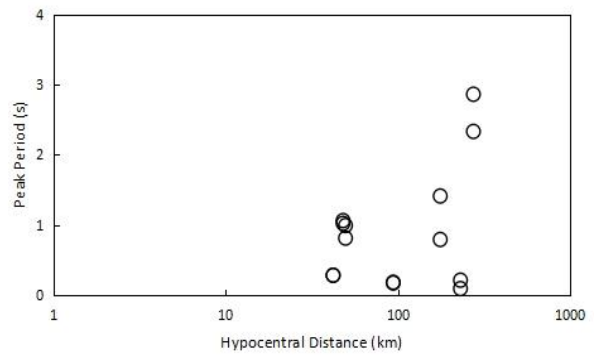
Gambar 13. Distribusi Nilai PGD

Kandungan Frekuensi

Hasil analisis domain frekuensi menunjukkan bahwa EQ1, EQ3 (komponen x), dan EQ7 memiliki frekuensi rendah (periode panjang) dominan (<1 Hz). Sementara itu, EQ2, EQ4, EQ5, dan EQ6 memiliki frekuensi tinggi (periode pendek) dominan (>1 Hz). Rekaman gempa oleh sensor ADS memiliki nilai frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan rekaman gempa oleh sensor BKT dan UNP. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi tanah di lokasi sensor. Selain itu, frekuensi atau periode gempa juga dapat dipengaruhi oleh jarak hiposenter. Grafik distribusi frekuensi dan periode gempa berdasarkan jarak hiposenternya dapat dilihat pada **Gambar 14.** dan **Gambar 15.**

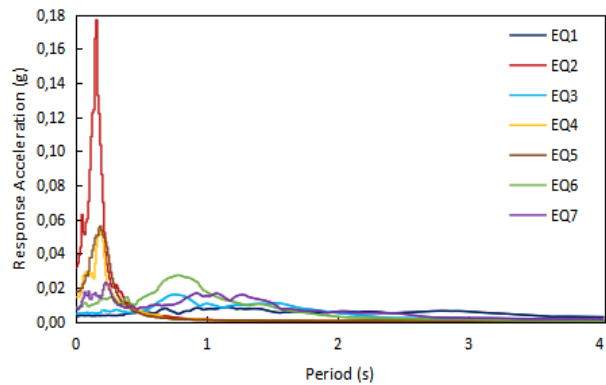


Gambar 14. Distribusi Nilai Frekuensi

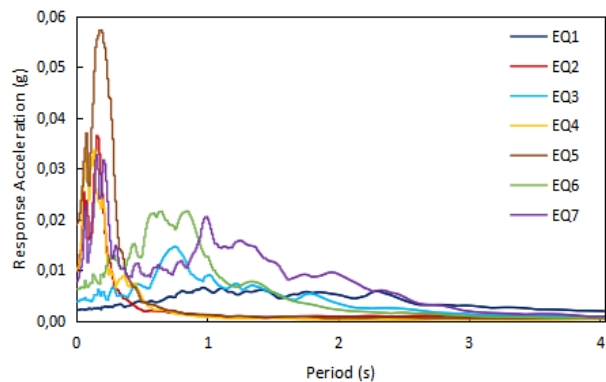


Gambar 15. Distribusi Nilai Periode

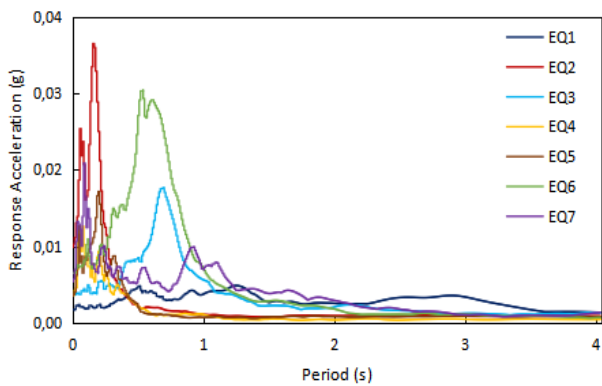
Frekuensi rata-rata gempa dari daerah Patahan Sumatra diamati berada pada rentang 0,3-10 Hz atau pada periode 0,1-2,8 detik yang berarti potensi kerusakan juga pada struktur dengan frekuensi atau periode getar natural serupa. Respon spektrum merupakan plot antara nilai-nilai maksimum percepatan massa struktur dengan derajat kebebasan tunggal (SDOF) akibat gempa terhadap periode getarnya. Parameter yang sering digunakan adalah *Peak Spectral Acceleration* (PSA). Gambar di bawah ini menunjukkan respon spektrum akselerasi dari gempa-gempa yang berasal dari daerah Patahan Sumatra pada komponen x, y, dan z dengan menggunakan faktor *damping* struktural 5% yang dinyatakan dalam satuan g (1 Gal = 0,00102 g).



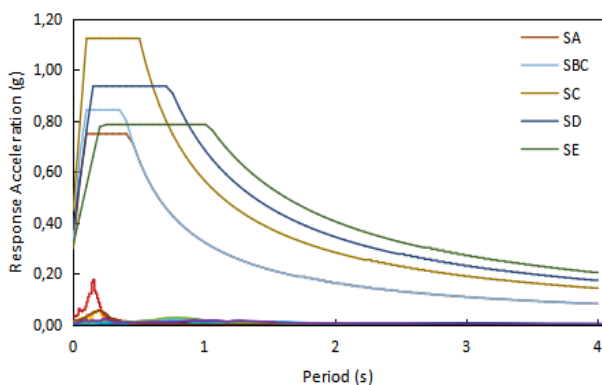
Gambar 16. Respon Spektrum Komponen X



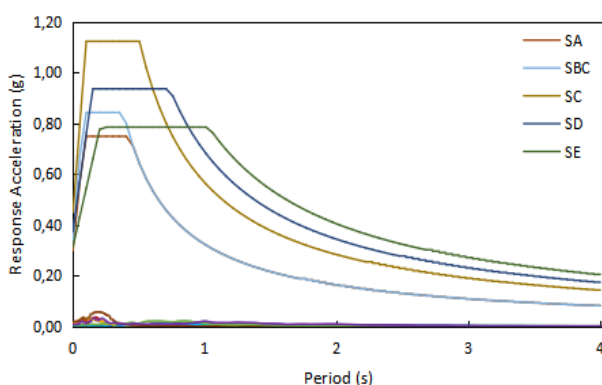
Gambar 17. Respon Spektrum Komponen Y



Dapat diamati bahwa nilai PSA untuk masing-masing gempa dipengaruhi secara linear oleh PGA. Semakin besar PGA, maka semakin besar PSA dan akan semakin besar kerusakan yang akan ditimbulkan. Nilai PSA EQ1 paling rendah dari gempa lainnya dengan 0,009 g pada komponen horizontal. Nilai PSA tertinggi berasal dari EQ2, yaitu 0,177 g pada komponen horizontal. Walaupun demikian, nilai PSA dari gempa-gempa yang berasal dari daerah Patahan Sumatra yang digunakan dalam penelitian ini masih jauh di bawah *Elastic Design Response Spectrum* (EDRS) SNI 1726 2019.

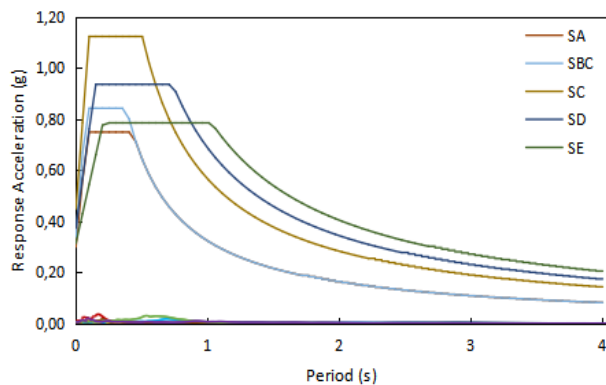


Gambar 19. Komponen X dengan EDRS SNI 2019



Gambar 20. Komponen Y dengan EDRS SNI 2019

Gambar 18. Respon Spektrum Komponen Z



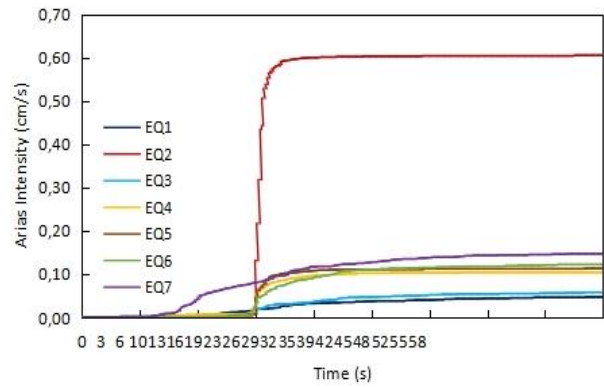
Gambar 21. Komponen Z dengan EDRS SNI 2019

EQ1, EQ3, dan EQ6 yang direkam di Kota Bukittinggi memiliki amplitudo tinggi pada periode 0,5-1,2 detik. Sementara itu, EQ2, EQ4, EQ5, dan EQ7 yang direkam oleh sensor di Kota Padang memiliki amplitudo tinggi pada periode 0,06-0,2 detik dan nilainya hampir mendekati nol pada periode 1 detik. Dengan menggunakan hasil analisis tersebut, dapat dievaluasi kondisi struktural dengan membandingkan karakteristik periode gempa dan karakteristik periode getar alami struktur yang diterapkan dalam desain seismik.

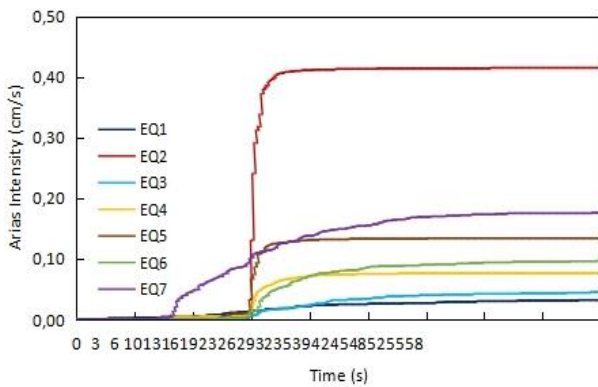
Arias Intensity

Parameter lainnya yang dapat menyatakan karakteristik suatu gempa dengan mempertimbangkan nilai-nilai amplitudo, kandungan frekuensi, dan durasi adalah *arias intensity* (I_A). Nilai arias intensity maksimum untuk komponen x adalah 0,05 cm/s, 0,61 cm/s, 0,06 cm/s, 0,10 cm/s, 0,11 cm/s, 0,13 cm/s, dan 0,16 cm/s secara berurutan. Nilai untuk komponen y adalah 0,03 cm/s, 0,42 cm/s, 0,05 cm/s, 0,08 cm/s, 0,14 cm/s, 0,10 cm/s, dan 0,18 cm/s. Nilai untuk komponen z adalah 0,02 cm/s, 0,04 cm/s, 0,03 cm/s, 0,02 cm/s, 0,02 cm/s, 0,09 cm/s, dan 0,07 cm/s. EQ2 diamati memiliki nilai arias intensity yang jauh lebih besar pada komponen horizontal daripada gempa-gempa

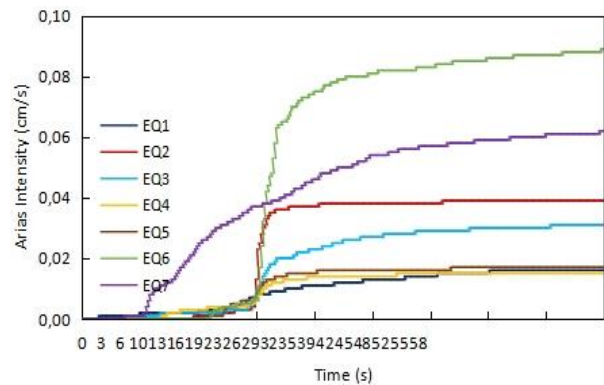
lainnya. Hal ini terjadi karena arias intensity merupakan fungsi lurus dari percepatan tanah dan fungsi terbalik dari durasi gempa. *Arias intensity* memberikan gambaran tentang berapa banyak energi getaran tanah yang diterima oleh struktur selama gempa (Li *et al.*, 2017). Pada gambar di bawah ini disajikan grafik *arias intensity* gempa-gempa yang berasal dari daerah patahan Sumatra.



Gambar 22. *Arias Intensity* Komponen X



Gambar 23. *Arias Intensity* Komponen Y



Gambar 24. *Arias Intensity* Komponen Z

Tabel 2. Karakteristik Gempa dari Daerah Patahan Sumatra

No	Tanggal	Sensor	M _w	R (km)	Komponen	PGA (Gal)	PGV (cm/s)	PGD (cm)	f (Hz)	T (s)	PSA (g)	T _p (s)	AI (cm/s)
EQ1	2009/10/01	BKT	6,6	274	X	3,32	1,07	0,97	0,35	2,86	0,009	1,14	0,05
					Y	2,09	0,54	0,54	0,43	2,33	0,007	0,96	0,03
					Z	1,67	0,47	0,43	0,35	2,86	0,005	1,24	0,02
EQ2	2010/03/16	ADS	5,4	85	X	30,93	0,75	0,17	5,95	0,17	0,177	0,16	0,61
					Y	35,60	0,87	0,27	5,60	0,18	0,037	0,16	0,42
					Z	9,66	0,34	0,36	5,71	0,18	0,036	0,18	0,04
EQ3	2010/07/24	BKT	5,8	171	X	4,71	0,84	0,42	0,71	1,41	0,016	0,74	0,06
					Y	3,74	0,59	0,36	1,26	0,79	0,015	0,74	0,05
					Z	3,54	0,68	0,53	1,41	0,71	0,018	0,68	0,03
EQ4	2010/07/24	ADS	5,5	228	X	14,20	0,45	0,22	4,78	0,21	0,054	0,20	0,10
					Y	9,70	0,27	0,16	10,79	0,09	0,034	0,08	0,08
					Z	3,53	0,20	0,18	4,78	0,21	0,013	0,06	0,02
EQ5	2014/09/11	ADS	5,5	28	X	17,44	0,61	0,24	3,62	0,28	0,056	0,20	0,11
					Y	18,58	0,50	0,20	3,59	0,28	0,057	0,20	0,14
					Z	3,40	0,23	0,26	4,76	0,21	0,017	0,20	0,02
EQ6	2016/07/10	BKT	5,7	49	X	8,26	1,05	0,22	1,23	0,81	0,027	0,78	0,13
					Y	6,14	0,95	0,31	1,01	0,99	0,022	0,84	0,10
					Z	6,35	0,65	0,32	1,41	0,71	0,030	0,54	0,09
EQ7	2018/07/21	UNP	5,2	47	X	7,34	0,75	0,23	0,94	1,06	0,022	0,24	0,15

No	Tanggal	Sensor	M _w	R (km)	Komponen	PGA (Gal)	PGV (cm/s)	PGD (cm)	f (Hz)	τ (s)	PSA (g)	T _p (s)	AI (cm/s)
					Y	7,72	0,78	0,24	0,98	1,02	0,033	0,22	0,18
					Z	5,25	0,42	0,27	0,94	1,06	0,021	0,10	0,07

Pada **Tabel 2** disajikan rangkuman nilai-nilai maksimum karakteristik penting gempa-gempa yang berasal dari daerah Patahan Sumatra. Dapat dilihat nilai-nilai maksimum gempa yang berasal dari daerah Patahan Sumatra tidak hanya dipengaruhi oleh kekuatan maupun jarak hiposenter gempa tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi tanah dan beberapa faktor lain yang tidak dibahas dalam penelitian ini karena terbatas pada nilai-nilai parameter *strong ground motion* saja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap rekaman tujuh kejadian gempa yang berasal dari daerah Patahan Sumatra dapat diamati bahwa nilai PGA berkisar antara 2-36 Gal untuk komponen horizontal dan 1,5-10 Gal untuk komponen vertikal di mana nilai PGA yang kecil berasosiasi dengan gempa jarak jauh atau magnitudo gempa yang memang relatif kecil. 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 0,025 g yang mana masih jauh di bawah EDRS SNI 1726 2019. Respon spektrum EQ1, EQ3, dan EQ6 yang direkam di Kota Bukittinggi memiliki amplitudo tinggi pada periode 0,5-1,2 detik. Sementara itu, EQ2, EQ4, EQ5, dan EQ7 yang direkam oleh sensor di Kota Padang memiliki amplitudo tinggi pada periode 0,06-0,2 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. Dengan menggunakan hasil analisis tersebut, dapat dievaluasi kondisi struktural dengan membandingkan karakteristik periode gempa dan karakteristik periode getar alami struktur yang diterapkan dalam desain seismik

DAFTAR PUSTAKA

Bracewell, R. N. (2000). *The Fourier Transform and Its Applications*. 3rd Edition. New York: McGraw-Hill.

Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Li, Z., P. Kotronis, & H. Wu. (2017). "Simplified Approaches for Arias Intensity Correction of Synthetic Accelerograms". *Bulletin of Earthquake Engineering*, 15(10). Hlm. 4067-4087.

McCaffrey, R. (2009). "The Tectonic Framework of the Sumatran Subduction Zone". *Journal of Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 37. Hlm. 345-366.

Pawirodikromo, W. (2012). "Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan". Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Pawirodikromo, W. & Hardawati, A. (2022). "Eksplorasi Rekaman-Rekaman Gempa di Indonesia dan Karakteristik Diri yang Dinyatakan dalam Acceleration Based Seismic Intensity Measures (SIMs)". *Jurnal Teknisian*, 27(1). Hlm. 46-59.

Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). "Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017". Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Putra, R. R. et al. (2012). "Seismic Hazard Analysis for Indonesia". *Journal of Natural Disaster Science*, 33(2). Hlm. 59-70.

Putra, R. R. (2017). "Reconnaissance Report on the September 30, 2009 Padang Earthquake, West Sumatra Province of Indonesia". *4th International Conference on Technical and Vocation Education and Training (TVET)*. Padang: UNP Press.

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). Hlm. 190-201.

Sedghi, M. et al. (2020). "Strong Ground Motion Catalogue of Selected Records for Shallow Crustal, Near Field Earthquake in Iran". *Journal of Earth Sciences*, 12(2). Hlm. 141-150.

Wahjudi, D. I. (2017). "Pemilihan dan Pen-skalaan Rekaman Akselerogram Gempa Nyata agar

Sesuai dengan Respon SNI 1726-2012”. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, 15(2). Hlm. 67-72.