

Estimasi Periode Ulang Gempa Pulau Mentawai Menggunakan Distribusi Weibull dan Gumbell

Mayang Putri Andini*, Dwi Pujiastuti

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

Kampus UNAND Limau Manis, Padang 25163, Indonesia

*mayangputriandini@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai periode ulang gempa Pulau Mentawai menggunakan distribusi Weibull dan Gumbel. Dalam penelitian ini akan ditentukan distribusi yang paling cocok untuk menghitung periode ulang gempa di Pulau Mentawai, yang dinilai berdasarkan persentase nilai standar errornya. Periode ulang dihitung untuk gempa dengan episenter Segmen Sipora-Pagai dan Segmen Siberut. Data gempa yang digunakan adalah data gempa sejak bulan Januari 1920- Juli 2019, dengan magnitudo $\geq 5 M_w$ dan kedalaman ≤ 100 km. Data gempa kemudian dikelompokkan menjadi tiga kelas berdasarkan magnitudonya yaitu $(5,0-5,4) M_w$, $(5,5-5,9) M_w$, serta $(6,0-6,8) M_w$, dan diolah menggunakan *software Mathematica* versi 11. Periode ulang gempa Segmen Sipora Pagai menggunakan distribusi Weibull berkisar dari 1,2 tahun-7,3 tahun, dan menggunakan distribusi Gumbel 2,8 tahun-6 tahun untuk gempa $5,0 M_w-6,8 M_w$. Periode ulang gempa Segmen Siberut untuk rentang magnitudo yang sama dengan Segmen Sipora-Pagai berkisar 1,1 tahun-3,8 tahun dengan menggunakan distribusi Weibull, dan 1,6 tahun -3,2 tahun menggunakan distribusi Gumbel. Distribusi yang paling cocok digunakan untuk periode ulang Pulau Mentawai adalah distribusi Weibull karena memiliki nilai standar error yang lebih kecil, dengan persentase untuk Segmen Sipora-Pagai sebesar 46% dan Segmen Siberut sebesar 31%.

Kata kunci: periode ulang, Weibull, Gumbel, standar error, Gempa, Mentawai

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the return period value of the Mentawai Island earthquake T using the Weibull and Gumbel distributions. In this study, the distribution that is most suitable for calculating the earthquake return period in Mentawai Island will be determined, which is assessed based on the value of the percentage of standard error. The repeat period was calculated for earthquakes with the epicenter of the Sipora-Pagai Segment and the Siberut Segment. The earthquake data used was earthquake data from January 1920 to July 2019, with a magnitude of $\geq 5 M_w$ and a depth of ≤ 100 km. Earthquake data are then grouped into three classes based on the magnitude of $(5.0-5.4) M_w$, $(5.5-5.9) M_w$, and $(6.0-6.8) M_w$, and are processed using the Mathematica software version 11. The earthquake return period of the Sipora Pagai Segment using the Weibull distribution ranges from 1.2 years to 7.3 years, and uses the Gumbel distribution of 2.8 years-6 years for a $5.0 M_w-6.8 M_w$ earthquake. The earthquake return period of the Siberut Segment for the same magnitude range as the Sipora-Pagai Segment ranges from 1.1 years to 3.8 years using the Weibull distribution, and 1.6 to -3.2 years using the Gumbel distribution. The most suitable distribution used for the Mentawai Island return period is the Weibull distribution because it has a smaller standard error value, with a percentage for the Sipora-Pagai Segment of 46% and the Siberut Segment of 31%.

Keywords: return period, Weibull, Gumbel, standard error, Earthquake, Mentawai

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah yang memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi. Berdasarkan data BMKG tahun 2007, tercatat sejak tahun 1976-2006 telah terjadi gempa sebanyak 3.486 kali dengan kekuatan 6,0 SR di Indonesia. Episenter gempa tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, salah satunya Mentawai. Pulau Mentawai terletak di wilayah barat Pulau Sumatera, dimana daerah tersebut merupakan daerah yang bersinggungan langsung dengan zona subduksi lempeng Indo-Australia dengan Eurasia (Mustofa, 2010). Subduksi dari kedua lempeng ini membentuk sudut terhadap batas lempeng, yang menyebabkan timbulnya dua buah sesar besar yakni sesar Sumatera dan Sesar Mentawai (Zen, 1992).

Sesar Mentawai terbentang dari ujung Pulau Pagai hingga ke Nias Selatan. Di Pulau Mentawai sesar ini terbagi menjadi dua segmen kecil yakni Segmen Sipora-Pagai dan Segmen Siberut. Kedua segmen ini memiliki tingkat aktivitas seismik yang hampir sama, dengan nilai parameter seismik dan parameter tektoniknya lebih tinggi dibandingkan daerah di

sekitarnya (Budiman, 2011). Semakin tinggi tingkat aktivitas seismik suatu wilayah maka tingkat aktivitas kegempaan juga semakin besar, artinya wilayah tersebut memiliki intensitas kejadian gempa yang tinggi. Intensitas kejadian gempa disuatu wilayah dapat digunakan untuk menentukan periode ulang gempa. Periode ulang gempa merupakan salah satu upaya mitigasi bencana yang dilakukan melalui penelitian. Periode ulang gempa dapat menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan suatu gempa dengan magnitudo yang sama akan terjadi pada wilayah yang sama pula (Ardiansyah, 2014).

Penentuan periode ulang gempa dapat dilakukan dengan banyak cara, salah satunya menggunakan metode statistik. Metode ini menggunakan data sejarah kegempaan di suatu wilayah untuk memprediksi gempa di masa yang akan datang. Metode statistik yang pernah digunakan untuk menghitung waktu periode ulang gempa diantaranya adalah metode statistik dengan distribusi Weibull, dan Gumbel. Distribusi Weibull merupakan distribusi yang sering digunakan untuk masalah fungsi keandalan dan kegagalan (Lian, 2016). Distribusi ini memiliki dua parameter yaitu parameter bentuk (α) dan parameter skala (β). Distribusi Weibull juga memiliki keistimewaan dikarenakan distribusi ini bersifat fleksibel, dimana untuk nilai α tertentu distribusi ini akan menyerupai distribusi lain seperti eksponensial, normal dan distribusi hipereksponensial. Berdasarkan hal tersebut, distribusi Weibull kerap digunakan untuk memprediksi periode ulang gempa. Distribusi Gumbel merupakan salah satu jenis distribusi nilai ekstrim, distribusi ini kerap digunakan untuk memprediksi periode ulang hujan, gempa dan lain sebagainya. Sama halnya dengan distribusi Weibull, distribusi Gumbel juga memiliki dua parameter yaitu parameter skala (β) dan parameter bentuk (α).

Penelitian untuk menentukan periode ulang gempa menggunakan distribusi Weibull dan Gumbel telah dilakukan oleh Pratiwi (2011) untuk gempa di wilayah Sumatera Utara, hasil yang didapatkan adalah nilai periode ulang untuk gempa 5,0 SR-6,5 SR berkisar dari 125,14 hari hingga 52,75 bulan menggunakan Weibull, dan 78,8 hari sampai 31,25 bulan menggunakan Gumbel. Malau (2016) juga telah melakukan penelitian serupa, untuk menentukan waktu kejadian gempa berikutnya di wilayah Pulau Nias menggunakan distribusi Weibull dan eksponensial. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa gempa dengan kekuatan $\geq 6,0$ SR akan terjadi pada bulan September 2013, namun berdasarkan data USGS gempa dengan kekuatan 6,0 SR terjadi pada tanggal 12 Desember 2013. Sementara itu, penelitian untuk menentukan periode ulang gempa di Pulau Mentawai pernah dilakukan oleh Fidia (2018) menggunakan rumusan *Gutenberg-Richter*. Berdasarkan hasil dari penelitian ini, Pulau Mentawai memiliki periode ulang gempa untuk magnitudo 5,0 SR-8 SR adalah sebesar 0,4633 tahun-150,5033 tahun.

Pada penelitian ini akan ditentukan waktu periode ulang gempa Pulau Mentawai dengan kedalaman ≤ 100 km untuk magnitudo $\geq 5 M_w$ yang berepisenter di Segemen Sipora-Pagai dan Siberut menggunakan distribusi Weibull dan Gumbel. Adapun hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah daerah penelitian serta metode yang digunakan.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan data gempa Pulau Mentawai dengan batas koordinat $1,2^\circ$ LU- $3,8^\circ$ LS dan 99° BT - 101° BT, magnitudo gempa $\geq 5,0 M_w$ dan kedalamannya ≤ 100 km. Data yang digunakan adalah data gempa yang terjadi sejak Januari 1900 – Juli 2019, yang diunduh dari katalog gempa USGS. Data yang didapat akan diolah menggunakan *software mathematica* versi 11 dan *microsoft excell* 2010.

Data gempa yang telah didapatkan diolah dengan langkah langkah sistematis. Setelah data diunduh, data akan dikelompokkan berdasarkan episenternya (Segmen Sipora-Pagai dan Segmen Siberut). Kemudian satuan dari magnitudo gempa akan dikonversi menjadi M_w untuk menyeragamkannya, setelah itu data dibagi menjadi tiga interval kelas berdasarkan besar magnitudonya. Interval kelas dapat diatur sedemikian rupa untuk mengurangi kekosongan data. Selanjutnya dihitung selang waktu antar setiap kejadian gempa, selang waktu ini kemudian akan dijadikan masukan program pengolahan data. Pada *software* nilai selang waktu akan digunakan untuk mencari nilai parameter bentuk dan parameter skala dengan menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2 untuk Weibull, Persamaan 3 dan Persamaan 4 untuk Gumbel

$$\frac{\sum_{i=1}^n (x_i^\beta \ln x_i)}{\sum_{i=1}^n (x_i^\beta)} - \frac{1}{\beta} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln x_i) = 0 \tag{1}$$

$$\alpha = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^\beta \right)^{\frac{1}{\beta}} \tag{2}$$

$$\beta = \frac{\bar{x} - \sum_{i=1}^n x_i e^{-\left(\frac{x_i}{\beta}\right)}}{\sum_{i=1}^n e^{-\frac{x_i}{\beta}}} \tag{3}$$

$$\alpha = -\beta * \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-\left(\frac{x_i}{\beta}\right)} \right) \tag{4}$$

dimana β merupakan parameter skala, dan α adalah parameter bentuk dari distribusi Weibull dan Gumbel. Sementara x_i merupakan nilai selang waktu antar kejadian gempa, dan n merupakan banyak data yang digunakan. Setelah didapatkan nilai parameter bentuk dan parameter skala, program pengolahan data akan menentukan nilai rata rata dari setiap distribusi yang digunakan beserta nilai standar errornya. Persamaan untuk menentukan nilai rata rata Weibull dan Gumbel beserta nilai standar errornya dapat dilihat pada Persamaan 5 dan Persamaan 6, serta Persamaan 7 dan Persamaan 8

$$\mu(x) = E(x) = \beta * \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) \tag{5}$$

$$s_e = \sqrt{\frac{\beta^2 \left[\Gamma \left(1 + \frac{2}{\alpha} \right) - \Gamma^2 \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) \right]}{n}} \tag{6}$$

$$\mu(x) = \alpha - \gamma\beta; \tag{7}$$

$$s_e = \sqrt{\frac{\beta^2 \pi^2}{6 * n}} \tag{8}$$

Pada Persamaan 5 dan Persamaan 7, nilai $\mu(x)$ merupakan rata rata dari distribusi, sementara γ merupakan konstanta euler yang bernilai konstan yaitu $\gamma=0,5771216$ dan berlaku hanya pada distribusi Gumbel. Pada Persamaan 6 dan Persamaan 8, Nilai s_e merupakan nilai standar error dari distribusi (Walpole dan Myers, 1989). Nilai rata rata dari setiap distribusi akan dijadikan sebagai nilai dari waktu periode ulang gempa Pulau Mentawai. Sementara itu, nilai dari standar error akan dijadikan acuan untuk menentukan distribusi mana yang lebih tepat digunakan diantara Weibull dan Gumbel, untuk memperoleh estimasi periode ulang gempa Pulau Mentawai.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Parameter Bentuk dan Parameter Skala

Berdasarkan data sejarah kegempaan di Pulau Mentawai dengan episenter Segmen Sipora-Pagai dan Segmen Siberut, terdapat 252 data kejadian gempa yang bermagnitudo $\geq 5 M_w$ dan kedalaman ≤ 100 km. Data yang tercatat untuk Segmen Sipora-Pagai berjumlah 87 data dan 165 data untuk Segmen Siberut. Kemudian data dibagi menjadi tiga interval kelas yaitu gempa kecil (5,0-5,4) M_w , gempa menengah (5,5-5,9) M_w , dan gempa besar (6,0-6,8) M_w . Setelah itu dihitung nilai selang waktu antar setiap kejadian gempa, untuk kemudian digunakan sebagai masukan program guna menentukan nilai parameter bentuk dan skala dari setiap distribusi. Nilai parameter bentuk dan parameter skala untuk data gempa Segmen Sipora-Pagai dan Segmen Siberut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Nilai parameter bentuk dan parameter skala gempa Segmen Sipora-Pagai

Magnitudo (M_w)	Weibull		Gumbel	
	α	β	α	β
5,0 – 5,4	0,577526	192,770	1945,01	2073,64
5,5 – 5,9	0,571407	843,786	3654,18	2563,87
6,0 – 6,8	0,714329	2152,51	2179,34	5594,74

Tabel 2 Nilai parameter bentuk dan parameter skala gempa Segmen Siberut

Magnitudo (M_w)	Weibull		Gumbel	
	α	β	α	β
5,0 – 5,4	0,719227	337,000	1283,74	1171,28
5,5 – 5,9	0,726520	490,676	1235,71	831,907
6,0 – 6,8	0,667094	1065,36	2167,63	1710,33

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan Tabel 2 nilai parameter bentuk (α) dan parameter skala (β) setiap magnitudo berbeda. Pada distribusi Weibull nilai parameter bentuk dapat mengindikasikan distribusi apa yang terbentuk, jika nilai $\alpha=1$ maka distribusi Weibull akan menyerupai distribusi eksponensial, $\alpha < 1$ menyerupai distribusi hiperekspensial, dan untuk $\alpha > 1$ akan menyerupai distribusi Reyleigh. Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa keseluruhan data membentuk distribusi Weibull yang menyerupai distribusi hiperekspensial, namun sedikit berbeda pada nilai parameter bentuknya. Sementara itu, nilai α dan β untuk distribusi Gumbel relatif meningkat selaras dengan meningkatnya kelas interval magnitudo gempa.

3.2 Periode Ulang Gempa Segmen Sipora-Pagai

Segmen Sipora-Pagai merupakan salah satu sumber gempa yang terdapat di Pulau Mentawai, Segmen ini merupakan bagian dari Sesar mentawai. Gempa yang terjadi pada Segmen Sipora-Pagai umumnya merupakan gempa dangkal, karena segmen tersebut berdekatan dengan zona subduksi. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk menghitung periode ulang gempa pada segmen tersebut, sebagai upaya mitigasi bencana. Pada penelitian ini, periode ulang gempa didapatkan dari nilai rata rata distribusi yang digunakan. Adapun nilai periode ulang Segmen Sipora-Pagai beserta nilai standar errornya dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Waktu periode ulang gempa Segmen Sipora-Pagai

Magnitudo (M_w)	Segmen Sipora-Pagai (hari)		Standar error (hari)	
	Weibull	Gumbel	Weibull	Gumbel
5,0 – 5,4	438,000	1032,482	156,180	712,700
5,5 – 5,9	1357,19	2174,270	634,480	991,460
6,0 – 6,8	2673,63	2179,340	1559,74	2929,39

Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin besar magnitudo gempa, maka periode ulangnya juga semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa, semakin besar magnitudo gempa maka intensitas kejadiannya akan lebih sedikit dibandingkan dengan gempa magnitudo kecil. Nilai periode ulang gempa yang diprediksi menggunakan distribusi Weibull untuk magnitudo 5,0 M_w – 5,4 M_w adalah 1,2 tahun dengan standar errornya sebesar 0,43 tahun. Sedangkan untuk gempa dengan magnitudo 5,5 M_w – 5,9 M_w periode ulangnya adalah sebesar 3,7 tahun dengan standar errornya sebesar 1,7 tahun. Sementara untuk gempa dengan skala 6,0 M_w -6,8 M_w waktu periode ulangnya adalah sebesar 7,3 tahun dengan standar errornya 4,3 tahun. Pada penelitian ini nilai standar error yang dihasilkan cukup besar. Hal ini terjadi karena data gempa yang digunakan memiliki selang waktu yang beragam, dimana dari 80 data yang digunakan nilai selang waktu terkecilnya adalah 10 hari sedangkan nilai selang waktu terbesarnya mencapai 6000 hari, sehingga distribusi datanya menjadi sangat besar. Hal tersebut terjadi karena adanya kekosongan data untuk beberapa skala gempa, kekosongan data terjadi karena adanya batasan wilayah dan kedalaman pada penelitian ini.

Prediksi waktu periode ulang gempa juga dilakukan menggunakan distribusi Gumbel dengan nilai ekstrim maksimum, artinya data gempa yang dipilih adalah data gempa yang paling besar yang terjadi dalam kurun waktu satu tahun. Nilai periode ulang gempa untuk Segmen Sipora-Pagai menggunakan ditribusi Gumbel untuk skala $5,0 M_w - 5,4 M_w$ adalah sebesar 2,8 tahun dengan nilai standar errornya sebesar 1,9 tahun. Sedangkan untuk skala $5,5 M_w - 5,9 M_w$ periode ulangnya adalah sebesar 5,9 tahun dengan standar errornya 2,7 tahun. Sementara untuk gempa dengan skala $6,0 M_w - 6,8 M_w$ nilai periode ulangnya sebesar sebesar 6 tahun dengan standar error sebesar 8 tahun.

3.3 Periode Ulang Gempa Segmen Siberut

Segmen Siberut merupakan bagian dari Sesar Mentawai, segmen ini juga termasuk episenter gempa di Pulau Mentawai dengan kedalaman dangkal. Pada penelitian ini, didapatkan data yang menunjukkan bahwa Segmen Siberut lebih banyak menghasilkan gempa dibandingkan dengan Segmen Sipora-Pagai. Nilai estimasi periode ulang gempa Segmen Siberut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Waktu periode ulang gempa Segmen Siberut

Magnitudo (M_w)	Siberut (Hari)		Standar error (Hari)	
	Weibull	Gumbel	Weibull	Gumbel
5,0 – 5,4	416,000	607,66	94,45431	327,8135
5,5 – 5,9	600,000	756,00	153,6393	232,8298
6,0 – 6,8	1415,27	1180,4	584,9654	661,3893

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai periode ulang gempa Segmen Siberut bervariasi. Gempa dengan magnitudo $5,0 M_w - 5,4 M_w$ dengan menggunakan distribusi Weibull memiliki nilai periode ulang sebesar 1,1 tahun dengan nilai standar errornya 0,2 tahun. Sementara untuk gempa dengan magnitudo $5,5 M_w - 6,9 M_w$ memiliki nilai periode ulang sebesar 1,6 tahun dengan nilai standar errornya 0,4 tahun. Gempa dengan magnitudo $6,0 M_w - 6,8 M_w$ memiliki nilai periode ulang sebesar 3,8 tahun dengan nilai standar errornya 1,6 tahun.

Estimasi nilai periode ulang yang menggunakan distribusi Gumbel juga bervariasi. Dimana gempa dengan magnitudo $5,0 M_w - 5,4 M_w$ nilai periode ulangnya adalah 2,7 tahun dengan standar errornya sebesar 0,9 tahun, untuk gempa dengan magnitudo $5,5 M_w - 6,9 M_w$ nilai periode ulangnya adalah 2,1 tahun dengan standar errornya 0,6 tahun, sedangkan untuk gempa magnitudo $6,0 M_w - 6,8 M_w$ memiliki periode ulang sebesar 3,2 tahun dengan nilai standar errornya 1,8 tahun.

Secara umum nilai periode ulang gempa Segmen Siberut lebih singkat dibandingkan dengan Segmen Sipora-Pagai. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa intensitas kejadian gempa di Segmen Siberut lebih besar dibandingkan dengan segmen Sipora-Pagai.

3.4 Penentuan Distribusi Terbaik untuk Memodelkan Periode Ulang Gempa Pulau Mentawai

Pada penelitian ini, penentuan distribusi yang terbaik dilakukan dengan menghitung persentase dari nilai standar error terhadap nilai periode ulang untuk setiap magnitudo gempa. Nilai standar error setiap magnitudo dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Persentase nilai standar error didapatkan dengan membandingkan nilai standar error terhadap nilai rata-rata atau dalam penelitian ini disebut juga sebagai nilai periode ulang gempa untuk setiap magnitudo. Nilai persentase terkecil dari semua magnitudo untuk setiap distribusi akan dijadikan acuan sebagai penentu distribusi terbaik untuk setiap segmen. Nilai persentase standar error dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6

Tabel 5 Persentase nilai standar error periode ulang gempa untuk Segmen Sipora- Pagai

Magnitudo (M_w)	Persentase nilai standar error	
	Distribusi Weibull	Distribusi Gumbel
5,0 – 5,4	35 %	69 %
5,5 – 5,9	46 %	45 %
6,0 – 6,8	58 %	134 %

Tabel 6 Persentase nilai standar error periode ulang untuk gempa Segmen Siberut

Magnitudo (M_w)	Weibull	Gumbel
5,0 – 5,4	23%	54%
5,5 – 5,9	26%	31%
6,0 – 6,8	41%	56%

Berdasarkan data pada Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa untuk Segmen Sipora-Pagai distribusi yang lebih baik digunakan adalah distribusi Weibull, karena distribusi Weibull secara keseluruhan memiliki persentase nilai standar error yang lebih rendah dibandingkan Gumbel. Hal yang sama berlaku juga untuk Segmen Siberut. Berdasarkan Tabel 6 persentase nilai standar error distribusi Weibull lebih kecil dibandingkan dengan Gumbel. Distribusi Weibull merupakan distribusi yang dapat digunakan dengan efektif meskipun jumlah sampel sedikit (Walpole dan Myers, 1989). Dalam penelitian ini jumlah data yang digunakan terbatas, maka dapat dipastikan bahwa sampel yang digunakan untuk setiap magnitudo sedikit, sehingga distribusi Weibull menjadi pilihan yang tepat dibandingkan distribusi Gumbel untuk pengolahan datanya.

Persentase nilai standar error distribusi Gumbel pada Segmen Sipora-Pagai dan Siberut relatif meningkat, dimana semakin besar magnitudo persentase error distribusi Gumbel juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar magnitudo gempa, jumlah data yang tersedia semakin sedikit karena berkurangnya intensitas kejadian gempanya. Persentase error distribusi Gumbel Segmen Siberut relatif lebih kecil dibandingkan dengan Segmen Sipora-Pagai. Hal tersebut terjadi akibat jumlah data gempa Segmen Siberut lebih banyak dibandingkan dengan Segmen Sipora-Pagai.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Periode ulang gempa Pulau Mentawai dengan Episenter Segmen Sipora Pagai menggunakan distribusi Weibull memiliki nilai berkisar dari 1,2 tahun - 7,3 tahun, dan 2,8 tahun - 6 tahun menggunakan distribusi Gumbel untuk gempa 5,0 M_w - 6,8 M_w . Periode ulang gempa Pulau Mentawai dengan episenter Segmen Siberut berkisar 1,1 tahun - 3,8 tahun dengan menggunakan distribusi Weibull, dan 1,6 tahun - 3,2 tahun menggunakan distribusi Gumbel untuk gempa dengan magnitudo 5,0 M_w - 6,8 M_w . Distribusi yang paling cocok digunakan untuk periode ulang Pulau Mentawai adalah distribusi Weibull, dengan persentase nilai standar error untuk Segmen Sipora-Pagai sebesar 46% dan Segmen Siberut sebesar 31%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, S., "Energi Potensial Gempa Bumi Di Kawasan Segmen Mentawai Sumatera Barat 0,5^oIs – 4,0^oIs Dan 100^obt-104^obt", *Physics Student Journal*, 2 (1), hal.1-9 (2014).
- Budiman, A., " Analisis Periode Ulang dan Aktivitas Kegempaan Pada Daerah Sumatera Barat dan Sekitarnya", *Jurnal Fisika Indonesia*, 3 (2), hal. 55-61 (2011).
- Fidia, R., "Korelasi Tingkat Seismisitas dan Periode Ulang Gempa Bumi di Kepulauan Mentawai dengan Menggunakan Metode *Guttenberg-Richter*", *Jurnal Ilmu Fisika*, 7 (1), hal. 84-8 (2018).
- Lian, G., "Distribusi Probabilitas Weibull Dan Aplikasinya (Pada Persoalan Keandalan (Reability) Dan Analisis Rawata (Maintability))", *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 4 (2), hal. 44-66 (2016).

- Malau, N., “Peramalan Terjadinya Gempa Bumi Tektonik Untuk Wilayah Pulau Nias Menggunakan Metode Distribusi Weibull Dan Eksponensial”, *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 1 (1), hal. 15-28 (2016).
- Mustofa, B., “Analisis Gempa Nias dan Gempa Sumatera Barat Dan Kesamaannya Yang Tidak Menimbulkan Tsunami”, *Jurnal Ilmu Fisika*, 2 (1), hal. 44-50 (2010).
- Pratiwi, A., “Peramalan Gempa Bumi Tektonik Untuk Wilayah Sumatera Utara Dengan Menggunakan Metode Distribusi Weibull Dan Distribusi Gumbel”, *Skripsi*, Fisika Universitas Sumatera Utara, 2011.
- Walpole, E., Myers, R., *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, (Macmillan Publishing Company, New York, 1989), hal. 194
- Zen Jr., “Déformation De L’avant-Arc En Réponse À Une Subduction À Convergence Oblique Exemple Du Sumatra,” *Thèses*, Del’université Paris 7, 1992.