

# ANALISIS *a-value* DAN *b-value* SEBAGAI PARAMETER SEISMOTEKTONIK DI WILAYAH NUSA TENGGARA BARAT PERIODE 1922-2022

Ina Restiningrum<sup>1)</sup>, Suhayat Minardi<sup>2)</sup>, Marzuki<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram, NTB, Indonesia

<sup>2)</sup>Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram, NTB, Indonesia

<sup>3)</sup>Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram, NTB, Indonesia

Corresponding author : Ina Restiningrum

e-mail : [restiningrumina40@gmail.com](mailto:restiningrumina40@gmail.com)

Diterima.....20XX, Disetujui.....20XX

## ABSTRAK

Provinsi Nusa Tenggara Barat merupakan wilayah dengan karakter seismisitas yang tinggi, sehingga sering mengalami kejadian gempa bumi. Kajian mendasar mengenai parameter seismotektonik dalam menentukan *a-value* dan *b-value* dapat dilakukan untuk mengetahui potensi gempa dari suatu wilayah melalui hubungan frekuensi dan magnitudo dari persamaan Gutenberg-Ritcher (1944) menggunakan metode maximum likelihood yang diolah dengan software ZMAP ver. 7. Data yang digunakan berupa data gempa tektonik periode 1922 – 2022 dengan rentang magnitudo ( $M$ )  $3,0 \leq M \leq 10,0$  dan rentang kedalaman  $0 \text{ km} - 700 \text{ km}$  dalam cakupan wilayah penelitian  $115^{\circ}46'00''\text{BT} - 119^{\circ}5'00''\text{BT}$  dan  $7^{\circ}00'00''\text{LS} - 10^{\circ}00'00''\text{LS}$  yang berasal dari katalog (USGS). Hasil yang didapatkan bahwa Provinsi Nusa Tenggara Barat selama kurun waktu 100 tahun terakhir telah mengalami 1741 kejadian gempa bumi dengan rentang magnitudo ( $M$ )  $3,0 \leq M \leq 7,0$ , serta kedalaman  $0 \text{ km} - 700 \text{ km}$ . Variasi *a-value* dan *b-value* secara temporal, didapatkan dua pola sama yang mengalami penurunan nilai sebelum terjadi gempa besar yaitu pada periode 2005 – 2009 terjadi gempa pada tahun 2007 di Dompu ( $M$ ) 6,5 dan tahun 2009 di Bima ( $M$ ) 6,6. Pada periode 2013 – 2018 terjadi gempa di Lombok ( $M$ ) 6,9 pada tanggal 5 agustus 2018 dan 19 agustus 2018. Variasi spatial wilayah dengan *a-value* ( $<7$ ) dan *b-value* ( $<1$ ) rendah yaitu Pulau Lombok, Kabupaten Sumbawa Barat, dan bagian timur laut dari Kabupaten Bima sedangkan wilayah dengan *a-value* ( $>7$ ) dan *b-value* ( $>1$ ) yang tinggi yaitu bagian tengah dari Pulau Sumbawa.

Kata kunci : gempa, *a-value*, *b-value*, maximum likelihood

## ABSTRACT

West Nusa Tenggara Province is an area with high seismicity, so it often experiences earthquakes. Fundamental studies regarding seismotectonic parameters in determining *a-value* and *b-value* can be carried out to determine the earthquake potential of an area through the frequency and magnitude relationship of the Gutenberg-Ritcher equation (1944) using the maximum likelihood method processed with the ZMAP ver. 7. The data used is tectonic earthquake data for the period 1922 – 2022 with a magnitude range ( $M$ )  $3,0 \leq M \leq 10,0$  and a depth range of  $0 \text{ km} - 700 \text{ km}$  within the study area coverage of  $115^{\circ}46' 00'' \text{ BT} - 119^{\circ}5' 00'' \text{ BT}$  and  $7^{\circ}00' 00'' \text{ LS} - 10^{\circ}00' 00'' \text{ LS}$  from the catalog (USGS). The results showed that West Nusa Tenggara Province during the last 100 years has experienced 1741 earthquakes with a magnitude ( $M$ ) range of  $3,0 \leq M \leq 7,0$ , and a depth of  $0 \text{ km} - 700 \text{ km}$ . Variation of *a-value* and *b-value* temporally, there were two similar patterns that experienced a decrease in value before the big earthquake occurred, namely in the period 2005 - 2009 there was an earthquake in 2007 in Dompu ( $M$ ) 6.5 and in 2009 in Bima ( $M$ ) 6.6. In the period 2013 – 2018 an earthquake occurred in Lombok ( $M$ ) 6.9 on August 5 2018 and August 19 2018. Spatial variations in areas with low *a-value* ( $<7$ ) and *b-value* ( $<1$ ) are Lombok Island, West Sumbawa Regency, and the northeastern part of Bima Regency while areas with high *a-value* ( $>7$ ) and *b-value* ( $>1$ ) are the central part of Sumbawa Island.

Keywords : earthquake, *a-value*, *b-value*, maximum likelihood

## Latar Belakang

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang wilayahnya memiliki karakter seismisitas yang tinggi atau berada di zona aktif gempa. Hal ini bisa ditunjukkan dengan adanya rangkaian kejadian gempa bumi yang cukup besar di beberapa tahun yang lalu yaitu di tahun 2018 dengan magnitudo (M) 6,9 serta kejadian gempa bumi di Provinsi NTB pertama kali yang dicatat pada data modern (USGS) yaitu pada tahun 1922 di Kabupaten Dompu dengan magnitudo (M) 7,0. Penyebab gempa bumi di Provinsi Nusa Tenggara Barat karena wilayahnya diapit oleh dua sumber gempa yaitu di zona subduksi hasil dari pergerakan lempeng Indo-Australia yang menunjam di bagian selatan dari pulau-pulau yang berada di Provinsi Nusa Tenggara Barat dan zona patahan naik Flores yang terbentuk dari tunjaman balik lempeng Eurasia terhadap lempeng Indo-Australia di bagian utara dari Provinsi Nusa Tenggara Barat yang bisa disebut dengan *zona back arc thrust* yang membujur dari timur laut Pulau Bali hingga utara Pulau Flores.

Ketika gempa bumi terjadi maka sebelumnya tidak bisa diprediksi kapan dan dimana gempa akan terjadi serta berapa kekuatan gempa yang akan terjadi, akan tetapi gambaran potensi terjadinya gempa bisa di ketahui dengan melakukan kajian mendasar mengenai gempa, yaitu kajian seismotektonik yang berbasis sejarah rangkaian kejadian gempa yang telah terjadi. Parameter seismotektonik ditunjukkan oleh *a-value* dan *b-value*. *a-value* merupakan parameter seismik, karena dapat menunjukkan aktivitas seismik pada suatu wilayah (Dewi, dkk., 2020) dan *b-value* merupakan parameter tektonik, karena dapat mencerminkan akumulasi *stress* dan tingkat kerapuhan batuan pada wilayah penelitian (Scholz, 1968).

Istikomah (2019) melakukan penelitian dalam menentukan parameter seismotektonik di wilayah Nusa Tenggara Barat yang menghasilkan rentang variasi *b-value* antara 0,972–1,44, nilai *b* yang rendah dikaitkan dengan tingkat stres yang tinggi, begitu pula sebaliknya. *a-value* berkisar antara 6,67–9,1 yang menunjukkan bahwa daerah dengan *a-value* tinggi mengalami tingkat kejadian gempa yang relatif tinggi, dan sebaliknya Selain itu Bunaga (2021) juga melakukan penelitian dalam menentukan *b-value* di wilayah Nusa Tenggara Barat yang menghasilkan rentang *b-value* sebesar 0,3 – 0,8 yang berarti masih tergolong rendah dan menunjukkan tingkat

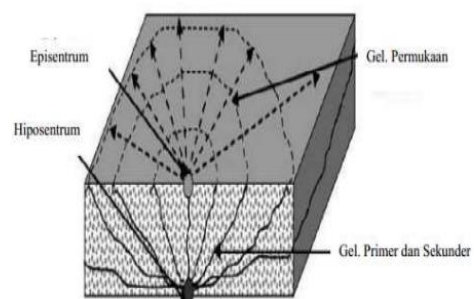
stress atau kerapuhan batuan di wilayah NTB tinggi.

Oleh karena itu sangat diperlukan penelitian dalam menentukan potensi gempa di wilayah Nusa Tenggara Barat yang diharapkan bisa menjadi bentuk upaya mitigasi dalam meminimalisir dampak bencana serta sebagai precursor atau peringatan pendahuan sebelum terjadinya gempa, serta mengingat telah dicatatnya gempa bumi yang melanda provinsi NTB sejak 100 tahun yang lalu yang ada pada data modern.

## Landasan Teori Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan ke segala arah berupa gelombang gempa bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi (Abdullah dkk., 2006).

Gelombang seismik adalah gelombang elastik yang merambat dalam bumi. Bumi sebagai medium gelombang terdiri dari beberapa lapisan batuan yang antar satu lapisan lainnya mempunyai sifat fisis yang berbeda. Ketidak-kontinuan sifat medium ini menyebabkan gelombang seismik yang merambatkan sebagian energinya dan akan dipantulkan serta sebagian energi lainnya akan diteruskan ke medium di bawahnya seperti yang terdapat dalam Hukum Snellius (Telford, dkk., 1976). Penjalaran gelombang seismik ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Penjalaran Gelombang Seismik (Sumber: Beiser & Arthur, 1999)

Penjalaran gelombang tersebut diawali dari hiposentrum yang terletak di dalam lapisan bumi dari hiposentrum muncul gelombang primer dan sekunder yang dirambatkan ke segala arah. Episentrum adalah suatu titik atau garis di permukaan bumi yang tepat berada di atas hiposentrum. Episentrum juga merupakan titik atau garis di mana getaran pertama kali

muncul atau terjadi di permukaan bumi. dari episentrum kemudian gelombang permukaan dirambatkan secara horizontal ke segala arah. Gelombang seismik yang merambat melalui interior bumi disebut gelombang badan atau body wave, sedangkan yang merambat melalui permukaan bumi disebut gelombang permukaan atau surface wave.

### Hubungan Frekuensi dan Magnitudo

Pola seismisitas dan tektonik suatu wilayah dapat diketahui melalui analisis hubungan frekuensi dan magnitudo atau *magnitude-frequency relation* (MFR) yang dapat dijabarkan dengan persamaan Gutenberg dan Richter (Gutenberg & Richter, 1944).

$$\log N = a - bM_o(1)$$

dimana:

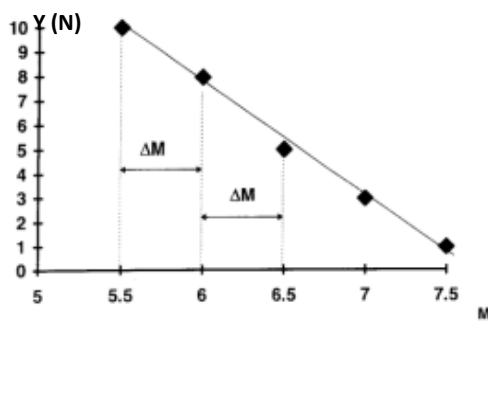
$N$  : Jumlah kumulatif gempa bumi dengan magnitudo minimum

$M_o$  : Magitudo minimum gempa

$a$  : konstanta seismisitas

$b$  : konstanta distribusi tegangan

*b-value* menunjukkan gradien dari persamaan linier hubungan frekuensi dan magnitudo. Rentan magnitudo yang dapat menjelaskan dengan baik persamaan 1 yakni berada diantara 4,5 hingga 7,0 karena nilai magnitudo yang lebih besar dari 7,0 terdapat kemungkinan terjadi deviasi linieritas (Madlazim, 2013). Parameter *a-value* dan *b-value* dianalisis bersamaan karena dapat menunjukkan potensi terjadinya gempa bumi signifikan pada suatu wilayah. *a-value* yang merupakan konstanta seismisitas yang nilainya berbanding lurus dengan *b-value* yang merupakan konstanta distribusi tegangan. Relasi Gutenberg-Richter dapat dijelaskan melalui gambar 2 (Rohadi, 2009), dimana sumbu horizontal merupakan magnitudo dan sumbu vertikal merupakan frekuensi kejadian gempa bumi. Hubungan antara magnitudo gempa bumi dan frekuensi kejadiannya adalah berbanding terbalik. Gempa bumi dengan magnitudo kecil lebih sering terjadi dibandingkan gempa bumi dengan magnitudo besar, hal ini dipengaruhi oleh tingkat kerapuhan batuan dan juga aktivitas seismik di wilayah tersebut.



**Gambar 2.** Relasi Gutenberg-Richter (sumber: Fahira, 2020).

### *a-value*

Parameter seismisitas atau *a-value* merupakan parameter seismik yang nilainya bergantung pada jumlah kejadian gempa bumi, volume dan time window yang berada dalam batasan penelitian (Rohadi, dkk., 2007). Nilai seismisitas dapat menunjukkan karakteristik data tingkat seismisitas suatu daerah atau dengan kata lain menggambarkan aktivitas seismik pada suatu daerah dalam kurung waktu tertentu. Wilayah dengan *a-value* tinggi menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki aktivitas seismik yang tinggi atau sering terjadi gempa bumi, sedangkan wilayah dengan *a-value* yang rendah menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki aktivitas seismik yang rendah. Rendahnya aktivitas seismik pada suatu wilayah yang berada pada zona aktif gempa dikarenakan terjadi akumulasi energi pada wilayah tersebut (Fahira, 2022).

### *b-value*

Parameter tektonik atau *b-value* menunjukkan akumulasi *stress* lokal sehingga dapat menjadi parameter kegempaan yang didapat dari frekuensi relatif dari jumlah kejadian gempa besar dan gempa kecil wilayah tersebut. *b-value* digunakan untuk mengetahui perubahan fenomena fisis yang diamati sebelum terjadinya gempa bumi. Fenomena fisis yang dapat diamati berupa akumulasi tegangan yang kemudian akan dilepaskan saat terjadi gempa bumi. *b-value* memiliki korelasi terhadap distribusi tegangan dan regangan sehingga dapat dijadikan indikator tegangan pada suatu wilayah (Ghassabian dkk, 2016).

*b-value* yang rendah berkorelasi dengan tingkat *shear stress* yang tinggi, sedangkan saat *b-value* yang tinggi mencerminkan bahwa tingkat *shear stress* di wilayah tersebut rendah, hal ini karena wilayah dengan *b-value* tinggi memiliki tingkat kerapuhan batuan yang rendah sehingga stress yang disimpan akan lebih mudah dilepaskan dalam bentuk gelombang seismik ke permukaan karena struktur batuanya mudah bergeser. Penelitian mengenai distribusi tegangan (*b-value*) terhadap kedalamannya dapat menunjukkan anomali struktural dan tingkat akumulasi energi di kerak dan mantel bagian atas pada lapisan bumi (Gerstenberger dkk, 2001).

Adapun variasi *b-value* terhadap seri waktu bisa dijadikan prekursor terjadinya gempa bumi pada jangka waktu tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gempa bumi sering kali didahului dengan peningkatan *b-value* pada jangka waktu menengah, dan diikuti dengan

**X (M)**

penurunan pada jangka waktu minggu hingga bulan sebelum gempa bumi signifikan (Sammond dkk, 1992). *b-value* memiliki hubungan terhadap intensitas tegangan pada suatu batuan, penurunan *b-value* berhubungan dengan kenaikan energi berupa intensitas tegangan pada batuan (Shi dan bolt, 1982).

### Magnitude of Completeness

*Magnitude of completeness* adalah batas magnitudo terendah, dimana 100% kejadian gempa suatu daerah pada rentang periode pengamatan yang telah ditentukan tercatat seluruhnya oleh jaringan seismograf stasiun gempa daerah tersebut. Perlu diperhatikan bahwa nilai  $M_c$  menggambarkan kualitas dari katalog gempa yang digunakan. Jika nilai  $M_c$  terlalu tinggi artinya penggunaan sampel data kurang atau terlalu sedikit, tetapi jika nilai  $M_c$  terlalu rendah parameter kegempaan yang diinput salah (Rydelek & Sacks, 1989).

### Maximum Likelihood

*a-value* dan *b-value* dapat dihitung dengan metode regresi linier atau maximum likelihood, metode ini memiliki keunggulan untuk menghitung secara statistik nilai parameter keaktifan gempa bumi karena dapat menghindari kekosongan magnitudo pada interval tertentu dan dapat memberikan hasil yang stabil (Suwandi, dkk., 2017). Perhitungan *b-value* menggunakan metode maximum likelihood menggunakan persamaan yang diberikan Utsu (1965) yaitu:

$$b = \frac{0,4343}{\bar{M} - M_0} \quad (2)$$

sedangkan untuk menentukan *a-value* dapat ditentukan melalui persamaan Wkner (1965).

$$a = \log N + \log (b \ln 10) + M_0 b \quad (3)$$

Dengan  $\bar{M}$  adalah magnitudo rata-rata dan  $M_0$  adalah magnitudo terkecil dari sampel data yang diberikan. Nilai magnitudo terkecil dapat diperoleh dengan plotting jumlah kumulatif kejadian gempa sebagai fungsi dari magnitudo, kemudian hasil plot ini akan dihubungkan dengan garis linier. Nilai  $M_0$  merupakan nilai magnitudo ketika data mulai berada di bawah garis lurus tersebut, selanjutnya nilai  $M_0$  tersebut dalam penelitian ini merupakan magnitudo kelengkapan (*magnitude of completeness*,  $M_c$ ). Pemilihan nilai  $M_c$  sangat mempengaruhi hasil *a-value* dan *b-value* yang diperoleh karena perubahan nilai  $M_c$  juga dapat mengakibatkan perubahan pada jumlah gempa bumi yang disertakan dalam perhitungan (Rohadi, 2015). Dengan standar deviasi yang digunakan untuk mengetahui simpangan dari perhitungan nilai tingkat kerapuhan batuan (*b-value*). Standar deviasi dapat dihitung menggunakan formula dari Shi dan Bolt (1982) sebagai berikut:

$$\sigma b = 2,30b^2 \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(M_i - \bar{M})^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

dimana  $n$  adalah jumlah gempa pada sampling perhitungan.

### Metode penelitian

Data penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder rekaman seismik kejadian gempa bumi tektonik di wilayah Nusa Tenggara Barat periode Mei 1922 - Desember 2022 dengan rentang magnitudo ( $M$ )  $3,0 \leq M \leq 10,0$  dengan koordinat  $115^{\circ}46'00''BT - 119^{\circ}5'00''BT$  dan  $7^{\circ}00'00''LS - 10^{\circ}00'00''LS$  yang bersumber dari Survei Geologi Amerika Serikat (USGS)

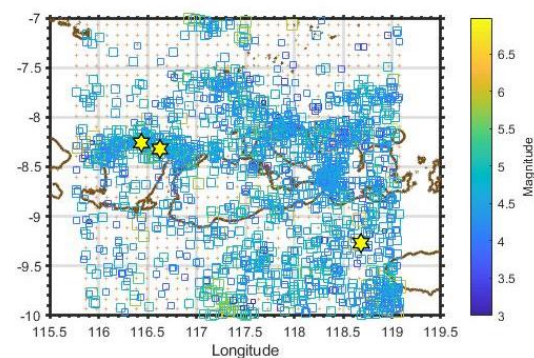
<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search>

. Data diolah pertahun dan dipetakan menurut wilayah menggunakan software ZMAP versi 7 yang dijalankan melalui software MATLAB 2019b sehingga menghasilkan variasi *a-value* dan *b-value* yang bergantung waktu (temporal) dan variasi *a-value* dan *b-value* bergantung wilayah (spatial).

### Hasil dan Pembahasan

#### Distribusi Frekuensi Magnitudo dan Kedalaman

Provinsi Nusa Tenggara Barat memiliki aktivitas seismik yang cukup tinggi, selama kurun waktu 100 tahun terakhir yaitu periode 1922 – 2022 USGS telah mencatat 1741 kejadian gempa bumi dengan rentang magnitudo ( $M$ )  $3,0 \leq M \leq 7,0$ , serta kedalaman  $0 \text{ km} - 700 \text{ km}$ , sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3.

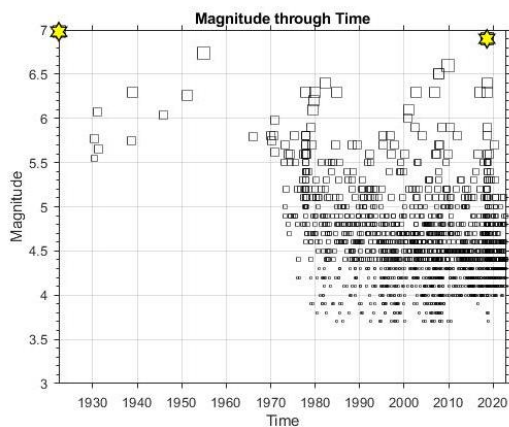


**Gambar 3.** Mainmap gempa bumi di wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Pada gambar 3 menunjukkan sebaran data kejadian gempa bumi periode 1922 – 2022. Dalam gambar tampak bahwa wilayah NTB yang sering menjadi titik episenter terjadinya gempa bumi berada di sepanjang bagian utara dari Pulau Lombok yaitu Kabupaten Lombok Utara dan sebagian wilayah dari kabupaten Lombok Timur, serta bagian utara Pulau Sumbawa. Hal ini disebabkan adanya zona patahan naik busur belakang Flores atau *back*

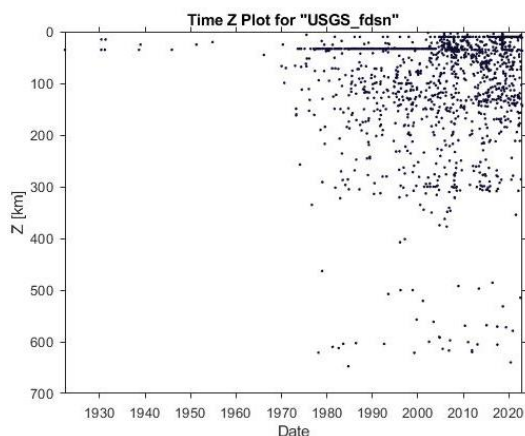


*arc thrust* yang membujur sepanjang timur laut Pulau Bali hingga utara Pulau Flores. Distribusi frekuensi gempa berdasarkan magnitudo dan kedalaman bisa ditunjukkan pada gambar 4 dan 5.



**Gambar 4.** Plot Distribusi Frekuensi Gempa berdasarkan Magnitude.

Pada gambar 4 menjelaskan distribusi frekuensi gempa berdasarkan magnitudo selama periode 1922 – 2022 banyak terjadi dalam rentang magnitudo  $3,7 \leq M \leq 6,0$  yang termasuk dalam kategori gempa kecil hingga gempa sedang, sisanya merupakan gempa besar dengan magnitudo ( $M$ ) mendekati 7,0. Kejadian gempa meningkat sejak 50 tahun terakhir yakni periode 1970 – 2022, sedangkan pada periode sebelumnya 1922 – 1960 gempa yang tercatat hanya gempa dengan magnitudo besar, hal ini disebabkan pada periode tahun tersebut alat yang digunakan dalam merekam kekuatan gempa tingkat sensitivitasnya masih cukup rendah.



**Gambar 5.** Plot Distribusi Gempa berdasarkan Kedalaman.

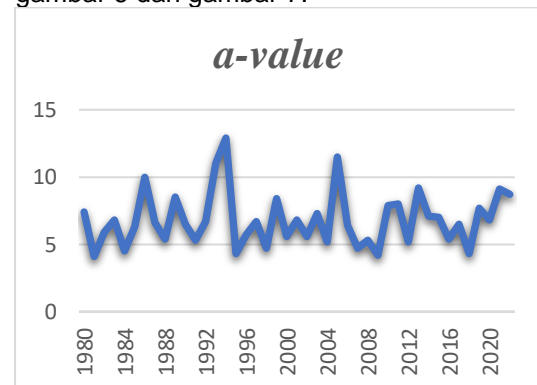
Pada gambar 5 menjelaskan distribusi frekuensi gempa berdasarkan kedalaman sejak 100 tahun terakhir atau periode 1922 – 2022 terjadi pada rentang  $0 \text{ km} - 600 \text{ km}$ . Rangkaian gempa yang terjadi di Provinsi Nusa Tenggara Barat, termasuk dalam kategori gempa dangkal hingga gempa sedang dan sisanya merupakan kategori gempa dalam.

Pada periode 2003 – 2023 gempa yang sering terjadi merupakan gempa dangkal dengan rentang kedalaman  $\leq 100 \text{ km}$ , hal ini bisa disebabkan adanya pengaruh zona patahan naik busur belakang Flores atau *back arc thrust* yang membujur sepanjang timur laut Pulau Bali hingga utara Pulau Flores sebagaimana yang telah diungkapkan oleh Hidayati, dkk., 2018 yang menyebutkan bahwa sesar *back arc thrust* menjadi penyebab gempa memamatkan karena lokasinya yang dangkal dengan magnitudo yang besar.

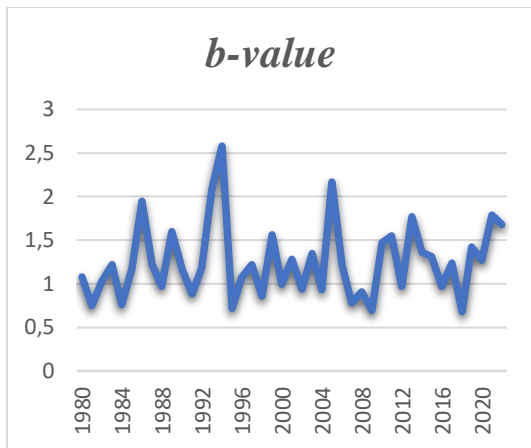
#### Variasi *a-value* dan *b-value* bergantung Waktu (*temporal*)

Dalam proses pengolahan data menggunakan software ZMAP ver. 7.0 data diolah pertahun kecuali pada data pertama yaitu periode 1922 – 1980 karena jumlah data terlalu sedikit. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan hasil pengolahan *a-value* dan *b-value* gempa periode 1922 – 2022 ditunjukkan pada lampiran 5.1 menghasilkan rentang *a-value* sebesar 4,1 – 12,9 yang menunjukkan aktivitas tektonik, dan untuk rentang *b-value* sebesar 0,68 – 2,68 yang menunjukkan tingkat *stress* atau kerapuhan batuan di wilayah NTB.

*a-value* terendah terjadi pada tahun 1981 yaitu sebesar 4,1 yang menunjukkan bahwa di tahun tersebut aktivitas seismik rendah atau jarang terjadi gempa hal ini berkorelasi dengan *b-value* di tahun tersebut juga rendah sebesar 0,75 yang menunjukkan bahwa tingkat *stress* atau kerapuhan batuanya tinggi (mudah rapuh). Pada tahun 1994 *a-value* berada di posisi tertinggi yaitu sebesar 12,9 yang menunjukkan aktivitas tektonik di NTB pada tahun tersebut tinggi atau sering terjadi gempa yang juga berkorelasi dengan *b-value* pada tahun tersebut tinggi yaitu sebesar 2,58 yang menunjukkan tingkat *stress* atau kerapuhan batuanya rendah (tidak mudah rapuh). Data lampiran 1 dapat di nyatakan dengan grafik sederhana excel 2019 yang ditunjukkan pada gambar 6 dan gambar 7.



**Gambar 6.** Grafik variasi *a-value* bergantung waktu (*temporal*).



**Gambar 7.** Grafik variasi b-value bergantung waktu (temporal).

Pada gambar 6 dan gambar 7 menunjukkan bahwa hubungan *a-value* dan *b-value* berbanding lurus, ketika *a-value* meningkat maka *b-value* juga meningkat hal ini bersesuaian dengan persamaan 3.1 yang dinyatakan oleh Gutenberg-Richter (1944). Grafik *a-value* dan *b-value* yang bergantung waktu (*temporal*) memiliki dua pola yang sama, pertama yang terjadi pada periode 2005 – 2009 dan yang kedua pada periode 2013 – 2018.

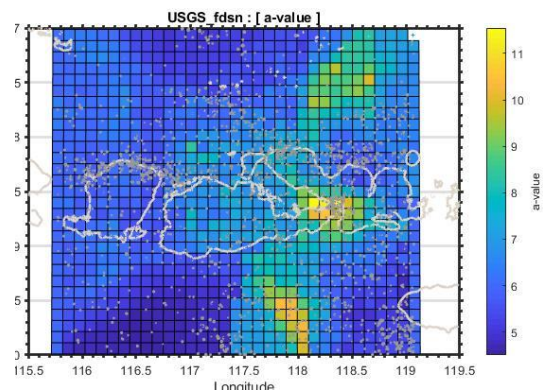
Pola pertama pada periode 2005 - 2009 *a-value* mengalami penurunan nilai yang mengindikasikan bahwa aktivitas seismik rendah atau jarang terjadi gempa dan berkorelasi dengan *b-value* yang juga mengalami penurunan nilai yang mengindikasikan adanya peningkatan *stress* atau kerapuhan batuan di wilayah NTB sehingga terjadi penumpukan energi secara terus-menerus pada lapisan batuan yang sewaktu-waktu akan dikeluarkan dalam bentuk gelombang seismik yang cukup besar atau magnitudo besar, hal ini bersesuaian dengan adanya kejadian gempa besar pada tahun 2007 di wilayah Dompu dengan magnitudo (M) 6,5 dan gempa pada tahun 2009 di wilayah Bima dengan Magnitudo (M) 6,6.

Selanjutnya pada pola kedua periode 2013 – 2018 *a-value* juga mengalami penurunan nilai kembali yang mengindikasikan rendahnya aktivitas seismik dan berkorelasi dengan *b-value* yang mengalami penurunan nilai sehingga dalam kurun waktu tersebut tingkat *stress* atau kerapuhan batuan meningkat lalu energi yang tersimpan juga akan dikeluarkan dalam bentuk gelombang seismik berukuran besar atau magnitudo yang besar, hal ini bersesuaian dengan adanya rentetan kejadian gempa besar di wilayah Lombok dengan magnitudo (M) 6,9 sebanyak dua kali pada tanggal 5 agustus 2018 dan 19 agustus 2018. Kedua pola yang sama diatas menunjukkan bahwa sebelum gempa yang cukup besar terjadi dalam 3 sampai 5 tahun sebelumnya *a-*

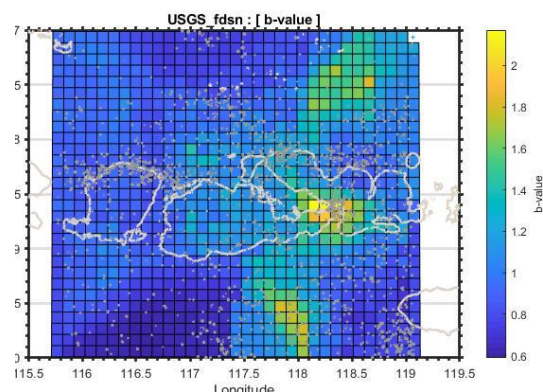
*value* dan *b-value* mengalami penurunan nilai yang berturut-turut disetiap tahunnya yang menunjukkan proses penumpukan energi pada batuan yang akan dikeluarkan ketika mencapai ambang batas daya dukungnya sehingga menghasilkan energi yang cukup besar dalam bentuk gelombang seismik yang cukup besar atau dalam bentuk gempa dengan magnitudo yang cukup besar, maka hal ini bisa dijadikan bahan pertimbangan untuk menjadi *precursor* atau peringatan pendahuluan sebelum terjadi gempa yang cukup besar.

### Variasi *a-value* dan *b-value* bergantung Wilayah (*spatial*)

Variasi *a-value* dan *b-value* bergantung wilayah dapat di lihat pada gambar 8 dan gambar 9 yang menunjukkan kondisi seismik dan tektonik di wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat, jika suatu wilayah memiliki *a-value* yang tinggi maka wilayah tersebut memiliki aktivitas seismik yang tinggi atau sering terjadi gempa dan sebaliknya, lalu jika suatu wilayah memiliki *b-value* rendah artinya kondisi *stress* atau tingkat kerapuhan batuan di wilayah tersebut tinggi (mudah rapuh atau patah) karena *b-value* berbanding terbalik dengan kondisi *stress* atau tingkat kerapuhan batuan dan sebaliknya.



**Gambar 8.** Peta sebaran a-value NTB



**Gambar 9** Peta sebaran b-value NTB

Pada gambar 8 dan gambar 9 menunjukkan wilayah di NTB yang memiliki varian *a-value* dan *b-value* yang rendah hingga tinggi, wilayah yang memiliki *a-value* rendah ( $\leq 7$ ) dan *b-value* rendah ( $\leq 1$ ) yaitu keseluruhan dari Pulau

Lombok yakni Kota Mataram, Kabupaten Lombok Barat, Kabupaten Lombok Tengah, Kabupaten Lombok Timur, dan Kabupaten Lombok Utara, serta Kabupaten Sumbawa Barat, dan bagian timur laut dari Kabupaten Bima yang berarti wilayah tersebut memiliki aktivitas seismik yang rendah dan tingkat *stress* dan kerapuhan batuan yang tinggi hal ini bisa disebabkan adanya peningkatan akumulasi *stress* yang tersimpan pada lapisan batuan akibat pergerakan lempeng Indo – Australia yang menghasilkan zona subduksi di bagian selatan dan adanya zona *back arc thrust* dibagian utara Provinsi Nusa Tenggara Barat sehingga energi tersebut sewaktu-waktu akan keluar dalam bentuk gelombang sesimik yang cukup besar maka wilayah tersebut memiliki potensi untuk terjadinya gempa bumi dengan magnitude yang cukup besar.

Wilayah yang memiliki *a-value* tinggi ( $> 7$ ) dan *b-value* tinggi ( $> 1$ ) yaitu bagian tengah dari Pulau Sumbawa dapat diidentifikasi bahwa wilayah tersebut memiliki aktivitas seismic yang tinggi dan tingkat *stress* atau kerapuhan batuan yang rendah hal ini bisa disebabkan wilayah tersebut tidak mengalami penumpukan energi atau *stress* pada lapisan batuan secara terus menerus, namun cenderung sering melepaskan energi dalam bentuk gelombang seismik yang tidak begitu besar (magnitude kecil) bahkan bisa dalam kategori gempa micro, sehingga wilayah tersebut kecil atau tidak berpotensi untuk terjadinya gempa dengan magnitude yang cukup besar.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat memiliki rentang *a-value* sebesar 4,1 – 12,9 yang menunjukkan aktivitas tektonik, dan rentang *b-value* sebesar 0,68 – 2,68 yang menunjukkan tingkat *stress* atau kerapuhan batuan di wilayah NTB. *a-value* terendah terjadi pada tahun 1981 yaitu sebesar 4,1 yang menunjukkan bahwa di tahun tersebut aktivitas seismik rendah atau jarang terjadi gempa hal ini berkorelasi dengan *b-value* di tahun tersebut juga rendah sebesar 0,75 yang menunjukkan bahwa tingkat *stress* atau kerapuhan batumannya tinggi. *a-value* tertinggi terjadi pada tahun 1994 yaitu sebesar 12,9 yang menunjukkan aktivitas tektonik di NTB pada tahun tersebut tinggi atau sering terjadi gempa yang juga berkorelasi dengan *b-value* pada tahun tersebut tinggi yaitu sebesar 2,58 yang menunjukkan tingkat *stress* atau kerapuhan batumannya rendah.

### Saran

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu mampu menganalisis hasil pengolahan *a-value* dan *b-*

*value* menggunakan *software* seismik dan perhitungan *software Microsoft excel* sehingga bisa mengetahui korelasi dari kedua metode tersebut, serta katalog gempa dari suatu wilayah bisa ditambahkan menurut keadan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Idham., Sapiie, Benyamin, Magetsari, Noer Aziz. Harsolumakso, Agus Handoyo. 2006. *Geologi Fisik*. Penerbit ITB. Bandung.
- Beiser & Arthur. 1999. *Konsep Fisika Modern* (Edisi keempat). Jakarta: Erlangga.
- BMKG Internet: [Skala MMI \(Modified Mercalli Intensity\) | BMKG](#) (diakses 10 oktober 2022).
- Ernandi, F. N., Madlazim. 2020. *Analisis Variasi a-value Dan b-value Dengan Menggunakan Software ZMAP V.6 Sebagai Indikator Potensi gempa Bumi Di Wilayah Nusa Tenggara Barat*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia. Vol. 09 No. 03.
- Gerstenberger, M. Wiemer, S. and Giardini, D. 2001. *Systematic test of the hypothesis the b-value varies with depth in California*. Geophys. Res. Letts., Vol. 28, No. 1.
- Ghassabian, N. N., Khatib, M. M., Nazari, H., dan Heyhat, M. R. 2016. *Fractal dimension and earthquake frequency-magnitude distribution in the North of Central-East Iran Blocks (NCEIB)*. Geopersia.
- Gutenberg, B. & Richter, C. F. 1944. Frequency of earthquakes in California. Bull. Seismol. Soc. Am, Vol. 34, No.4
- Hidayati, N., Trisnawati, Sativa, O., Wallansha, R., Sakti, A. P., Pramono, S., dan Permana, D. 2018. *Ulasan Guncangan Tanah Akibat Gempa Lombok Timur 29 Juli 2018*. Bidang Seismologi Teknik. BMKG.
- Istikomah, M. U., Sunardi, B., Minardi, S. 2019. *The Analysis Of Seismotectonics, Periodicity, And Changing Of Quakes Level In West Nusatenggara Area Based On 1973 – 2015 Data*. Indonesian Physical Review. Vol. 2.
- Madlazim. 2013. *Kajian Awal Tentang b-value Gempa Bumi di Sumatra Tahun 1964-2013*. Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA), Vol. 3, No. 1
- Rohadi, S. 2015. Distribusi Spatial dan Temporal Parameter Seismotektonik sebagai Indikasi Tingkat Aktivitas Kegempaan di Wilayah Papua. Jurnal Meteorologi dan Geofisika. Vol. 16, No. 3.

- Rohadi, Supriyanto, Grandis, Hendra, dan Ratag, M.A. 2007. *Studi Variasi Spatial Seismisitas Zona Subduksi Jawa*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika. Vol.8 No.1.
- Rohadi, Supriyanto. 2009. Distribusi Spatial dan Temporal Seismotektonik Wilayah Subduksi Jawa. Jurnal Megasains. Vol.1 No.4.
- Sammond. P.R, Meredit, P.G. and Main, I.G. 1992. Role of pore fluid in the generation of seismic precursors to shear fracture. Nature. Vol. 359, pp. 228-230.
- Shi, Y. and B.A. Bolt. 1982. The standard error of the magnitudo-frequency *b-value*, Bull. Seismol. Soc. Am., Vol. 72, No. 5.
- Silver, E. A., Breen, N. A., Prasetyo, H., dan Hussong, D. M. 1986. *Multibeam study of the Flores backarc thrust belt*. Indonesia. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, Vol. 91, Issue B3.
- Telford, M. W., Geldart, L. P., Sheriff, R.E., & Keys, D. A. (1976). *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.
- USGS Internet <https://earthquake.usgs.gov/> (diakses 10 oktober 2022).
- Utsu, T. 1965. *a Method for Determining The Value of b in a Formula  $\log N = abM$  Showing the Magnitude-Frequency Relation for Earthquakes*. Geophys. Bull. Hokkaido Univ., 13, 99-103.