

ANALISIS DISTRIBUSI SPASIAL DAN TEMPORAL PARAMETER SEISMOTEKTONIK WILAYAH JAWA BARAT DAN BANTEN BERDASARKAN A-VALUE DAN B-VALUE PERIODE 1971-2021

ANALYSIS OF THE SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF SEISMOTECTONIC PARAMETERS IN THE WEST JAVA AND BANTEN REGION BASED ON THE A- VALUE AND B-VALUE FOR THE PERIOD 1971-2021

Yudhatama Prananda^{1,*}, Tati Zera, dan Dede Sunarya²

1) Prodi Fisika FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir. H. Juanda No.95,
Cempakaputih, Kec. Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan, 50185

2) Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah II, 15412
Jalan H. Abdul Ghani No.05, Tangerang Selatan, 15412

*Email: dede.geof42@gmail.com

ABSTRAK

Jawa Barat dan Banten adalah salah satu wilayah aktif gempa bumi, ini dikarenakan adanya zona subduksi dan beberapa sesar aktif yang mempengaruhi aktivitas tektonik wilayah tersebut. Salah satu upaya mitigasi bencana gempa bumi ialah menganalisis parameter seismotektonik yang ditunjukkan oleh a-value dan b-value dari persamaan Gutenberg-Richter dalam hubungan frekuensi-magnitudo gempa, dimana a-value menunjukkan aktivitas seismik dan b-value yang merupakan gradien dari persamaan ini menggambarkan tingkat kerapuhan batuan di wilayah penelitian. Analisis dilakukan secara spasial dan temporal dari data gempa katalog USGS dengan $M \geq 4$ di Wilayah Jawa Barat dan Banten dengan batas $-5,794^{\circ}\text{LS} - 8,037^{\circ}\text{LS}$ dan $104,963^{\circ}\text{BT} - -108,759^{\circ}\text{BT}$ periode 1971-2021. Berdasarkan hasil estimasi metode maksimum likelihood pada software ZMAP v6 didapat b-value sebesar 1,37 dan a-value sebesar 9,56. Untuk distribusi spasialnya didapat b-value yang tinggi di wilayah selatan Jawa Barat sebesar 1,4-1,8 dengan a-value sebesar 9-11, nilai a-value dan b-value tinggi menunjukkan tingkat aktivitas tektonik yang tinggi dengan tingkat kerapuhan batuan yang tinggi, sementara untuk b-value rendah terdapat di wilayah Jawa Barat bagian utara hingga laut Jawa dengan nilai 0,9-1,2 dengan a-value 6-8, b-value rendah memiliki potensi tinggi terjadinya gempa besar, karena wilayah dengan b-value rendah pada wilayah aktif gempa bumi menyimpan stress yang besar. Untuk distribusi temporal b-value menggambarkan adanya penurunan secara signifikan dalam rentang waktu tertentu sebelum terjadi gempa bumi besar, ini menunjukkan bahwa temporal b-value dapat dijadikan salah satu prekursor untuk gempa bumi besar.

Kata kunci: Parameter Seismotektonik; Gutenberg-Richter; Maksimum likelihood.

ABSTRACT

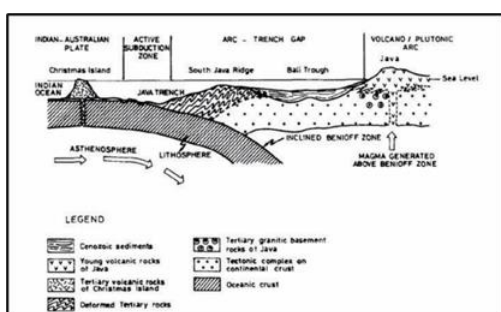
West Java and Banten are one the active earthquake areas, this is due to the subduction zone and several active faults that affect the tectonic activity of the region. One of the earthquake disaster mitigation efforts is to analyze the seismotectonic parameters indicated by the a-value and b-value of the Gutenberg-Richter equation in the earthquake frequency-magnitude relationship, where the a-value indicates seismic activity and the b-value is the gradient of the equation. This describes the level of rock fragility in the study area. The analysis was carried out spatially and temporally from the USGS earthquake data catalog with $M \geq 4$ in the West Java and Banten Regions with a limit of $-5.794^{\circ}\text{S} - 8.037^{\circ}\text{S}$ and $104.963^{\circ}\text{E} - -108.759^{\circ}\text{E}$ for the period 1971-2021. Based on the results of

the estimation of the maximum likelihood method on the ZMAP v6 software, the b -value is 1.37 and the a -value is 9.56. For the spatial distribution, a high b -value is obtained in the southern region of West Java of 1.4-1.8 with an a -value of 9-11, a high a -value and b -value indicating a high level of tectonic activity with a rock fragility level. high, while for a low b -value found in the northern part of West Java to the Java Sea with a value of 0.9-1.2 with an a -value of 6-8, a low b -value has a high potential for large earthquakes, because areas with A low b -value in an earthquake-active region saves a large amount of stress. For the temporal distribution of b -values describing a significant decrease in a certain period before a major earthquake occurs, this indicates that the temporal b -value can be used as a precursor for large earthquakes.

Keywords: Seismotectonic Parameters; Gutenberg-Richter; Maximum Likelihood.

1. Pendahuluan.

Wilayah Jawa Barat dan Banten merupakan salah satu wilayah rawan terjadinya gempa bumi. Ini dikarenakan daerah tersebut dilewati jalur cincin api dan adanya beberapa sesar aktif seperti sesar Baribis, sesar Cimandiri, sesar Lembang, dan sesar Pelabuhan ratu serta masih banyak lagi yang melewati daerah tersebut, daerah ini juga terletak pada zona pertemuan antara lempeng Indo-Australia yang bergerak ke utara bertumbukan dengan lempeng Eurasia yang relatif diam yang menyebabkan zona subduksi. Akibatnya terdapat elemen-elemen tektonik yang sangat mempengaruhi aktivitas tektonik di wilayah tersebut. [1]



Gambar 1. Tektonik Pulau Jawa [2].

Di selatan pulau Jawa terdapat palung (*trench*) yang terbentuk akibat zona subduksi pertemuan lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Ada juga zona Benioff yang dapat memperkirakan hiposentrum gempa dikarenakan kedalaman gempa

merupakan indikasi dari keberadaan zona ini, ada juga busur luar non vulkanik terdiri atas batuan terisier dan ada cekungan busur luar yang letaknya di antara busur luar non vulkanik dengan Pulau Jawa yang terdiri atas lapisan sedimen, serta busur magmatik dijumpai di daratan Pulau Jawa, membentang relatif dari barat-timur.[3]

Gempa bumi sendiri merupakan proses peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi yang tertimbun di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Ada berbagai macam jenis gempa bumi berdasarkan klasifikasinya, berdasarkan kedalamannya lebih dari 300 km di bawah permukaan, kedua adalah gempa menengah yang kedalamannya berada diantara sekitar 70-300 km, yang terakhir gempa dangkal dengan kedalaman kurang dari 70 km, gempa ini relatif berbahaya karena dekatnya jarak pusat gempa ke permukaan. [4]

Menurut data katalog gempa USGS [5], Jawa Barat tepatnya pada jarak 66 km barat daya Kota Banjar, mengalami gempa berkekuatan 7.0 Mw pada tanggal 2 September 2009. Dampaknya menurut data Laporan Harian Pusdalops BNPB yaitu 65 orang dilaporkan tewas, korban meninggal terbanyak yang ditemukan

ada di Kabupaten Cianjur, yaitu 22 orang. Sementara itu sebanyak 445 orang mengalami luka-luka. Akibat bencana ini sebanyak puluhan ribu rumah rusak dan ribuan sarana umum lain, seperti masjid, sekolah, dan pondok pesantren juga mengalami rusak berat [6]. Melihat dari dampak negatif yang ditimbulkan, diperlukan penelitian tentang parameter seismotektonik guna upaya mitigasi untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari bencana gempa bumi.

Parameter seismotektonik dapat diketahui lewat penelitian hubungan sederhana *frequency magnitude distribution* (FMD) lewat persamaan Gutenberg-Richter [7] :

$$\text{Log } N(M) = a - bM \quad (1)$$

Dimana $N(M)$ adalah jumlah kumulatif gempa bumi, nilai- a menggambarkan konstanta parameter seismik dan nilai- b yang merupakan *slope* dari persamaan ini menjelaskan konstanta parameter tektonik, dengan M merupakan magnitudonya.

Nilai- a atau *a-value* menggambarkan tingkat keaktifan seismik yang menyatakan banyaknya seismisitas di wilayah penelitian, besarnya tergantung dari luas daerah dan periode penelitian. Semakin besar *a-value* di suatu daerah artinya semakin tinggi aktivitas seismik di daerah tersebut, hal ini juga berlaku sebaliknya. Sementara nilai- b atau *b-value* menjelaskan tektonik daerah suatu tempat yang nilainya tergantung dari sifat batuan setempat, *b-value* biasanya mendekati 1 dan menunjukkan tingkat kerapuhan batuan. Semakin besar *b-value* di suatu daerah menunjukkan tingkat kerapuhan batuan yang tinggi, tingkat kerapuhan batuan sendiri menandakan daya tahan batuan terhadap stress yang diterima oleh

tenaga endogen didalam lapisan bumi.[8]

Penelitian terdahulu telah dilakukan dengan menganalisis kedua nilai tersebut secara spasial maupun temporal guna mengetahui indikasi adanya tingkat kerapuhan batuan dan potensi terjadinya gempa bumi besar yang ditandai adanya penurunan signifikan pada *b-value* sebelum terjadinya gempa [9]. Analisis *b-value* secara spasial merupakan analisis *b-value* terhadap ruang yang menggambarkan nilai- b di berbagai daerah sementara analisis temporal merupakan analisis *b-value* terhadap waktu selama periode data seismisitas.

Kedua nilai ini di estimasi dengan metode maksimum likelihood yang diberikan Aki-Utsu dalam penelitian Rohadi [10]:

$$b = \frac{\log e}{\bar{M} - M_{min}} \quad (2)$$

Dimana \bar{M} merupakan rata-rata nilai magnitudo dan M_{min} adalah magnitudo terkecil atau terendah. Dengan standar deviasi atau tingkat error dari perhitungan ialah :

$$\delta b = 2,30b^2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

Nilai n adalah jumlah gempa pada sample perhitungan. Sementara *a-value* dapat diketahui dengan persamaan :

$$a = \log N + \log(b \ln 10) + M_{min} b \quad (4)$$

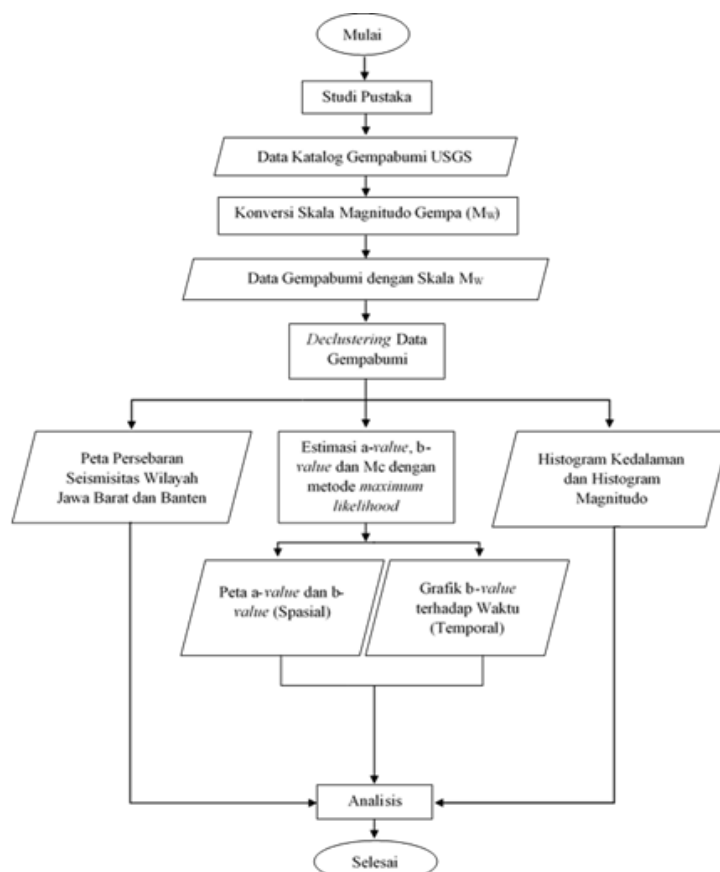
Nilai M_{min} dapat dikatakan sebagai *magnitude of completeness* atau nilai m_c , secara fisis nilai m_c ialah batas bawah magnitudo yang tercatat dan terhitung sempurna dalam seismograf sementara secara matematis nilai m_c merupakan magnitudo terendah yang

memenuhi linieritas dari persamaan Gutenberg-Richter dalam hubungan frekuensi-magnitudo, Penentuan nilai M_c sangat berpengaruh terhadap penentuan b -value.[8]

2. Metode Penelitian.

alur penelitian dapat dilihat pada diagram alir penelitian (Gambar 2).

Skala yang digunakan dalam penelitian ini yakni M_w , yang artinya semua skala magnitudo harus dikonversikan ke M_w . Untuk korelasi konversi skala magnitudo dapat



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil dari katalog gempa bumi USGS [5] di wilayah Jawa Barat dan Banten dengan batas $5,794^{\circ}LS - 8,037^{\circ}LS$ dan $104,963^{\circ}BT - 108,759^{\circ}BT$ dengan magnitudo ≥ 4.0 dan rentang periode 26 Maret 1971 hingga 25 Maret 2021. Data gempa yang didapat berupa tanggal kejadian gempa, *latitude*, *longitude*, kedalaman, dan magnitudo, serta informasi lainnya. Magnitudo yang didapat hasilnya beragam, ada *moment magnitude* (M_w), *body magnitude* (M_b), *surface magnitude* (M_s), dan *local magnitude* (M_l). Untuk

dilihat pada tabel.

Tabel 1. Korelasi Konversi Magnitudo [11][12].

Korelasi Konversi	Magnitudo Range Data
$M_w = 0.143M_s^2 - 1.051M_s + 7.285$	$4.5 \leq M_s \leq 8.6$
$M_w = (0,85 \times m_b) + 1,03$	$3.5 \leq m_b \leq 6.0$
$M_w = 0.114m_b^2 - 0.556m_b + 5.560$	$6.0 \leq M_b \leq 9.0$

$$m_b = 0.125M_L^2 - 3.0 \leq ML \leq 6.2$$

$$0.389M_L + 3.513$$

Tabel di atas adalah hubungan konversi skala magnitudo gempa yang dibuat berdasarkan penelitian Scordilis tahun 2006 dan penelitian tim revisi peta gempa Indonesia tahun 2010.

Lalu dilakukan *declustering* data gempa. Untuk menganalisis *a-value* dan *b-value* diperlukan data gempa *independent* artinya data gempa utama yang tidak terikat. *Declustering* merupakan seleksi data gempa untuk memisahkan gempa utama dari gempa awal (*foreshock*), maupun gempa susulan (*aftershock*). Pada penelitian ini digunakan *declustering reasenberg* yang diusulkan Paul Reasenberg dengan membuat parameter-parameter input standar untuk diinput pada *software* ZMAP (Tabel 2) dan sudah diuji di pusat pengujian *Regional Earthquake Likelihood Method* (RELM).

Tabel 2. Parameter Input *Declustering Reasenberg* [11],[12].

Parameter	Nilai Standar <i>Declustering Reasenberg</i>
τ min (Days)	1
τ max (Days)	10
p	0,95
xk	0,5
x_{meff}	1,5
r_{fact}	10
<i>Epicenter-Error</i>	1,5
<i>Depth-Error</i>	2

Selanjutnya untuk pemetaan sebaran seismisitas di wilayah Jawa Barat dan

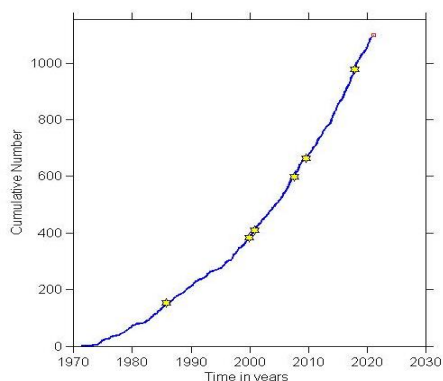
Banten digunakan *software* GMT, dan untuk estimasi serta analisis *a-value* dan *b-value* digunakan *software* ZMAP V6. Untuk estimasi digunakan metode *maksimum likelihood* dengan menentukan nilai *mc* terlebih dahulu.

Untuk analisis spasial dilakukan dengan sistem grid, dimana jarak antar grid yakni $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ dan jarak radius konstantanya 120 km dengan jumlah minimal gempa bumi yang lebih dari *mc* atau sampel yang digunakan adalah 12 disetiap radiusnya. Sementara untuk analisis temporal digunakan teknik *sliding time window*, yakni dengan *sample window size* 100, *overlap* 10 dan jumlah minimal gempa bumi di tiap 10 *window* yang di estimasi ialah 50 kejadian gempa bumi.

3. Hasil dan Pembahasan.

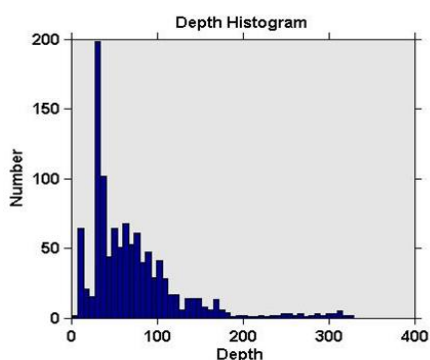
Berdasarkan hasil pengambilan data didapat data gempa di wilayah Jawa Barat dan Banten periode 1971-2021 sebanyak 1119 data gempa yang dideclusterkan dengan metode *declustering Reasenberg* sehingga hasilnya menjadi 1100 data gempa, artinya ada 19 kejadian gempa atau kurang lebih 10% dari total keseluruhan data gempa yang merupakan gempa awal maupun susulan.

Selanjutnya untuk jumlah kumulatif gempa bumi dapat dilihat pada (Gambar 3) menunjukkan peningkatan jumlah kumulatif gempa bumi seiring berjalannya waktu dengan bintang kuning menunjukkan kejadian gempa $\geq 6,5$. Peningkatan kejadian gempa ini relatif *steady*, artinya terjadi peningkatan terus-menerus secara konstan.



Gambar 3. Jumlah Kumulatif Gempa.

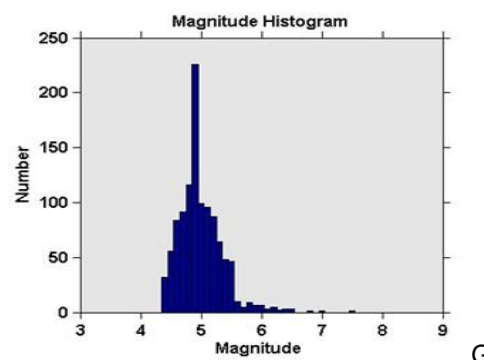
Lalu (Gambar 4) menunjukkan histogram gempa berdasarkan kedalaman di wilayah Jawa Barat dan Banten yang didominasi oleh gempa dangkal dengan kedalaman 0 – 65 km dengan total 615 kejadian gempa, yang mana kejadian gempa terbanyak terdapat pada kedalaman 33 – 40 km dengan total sekitar 300 kejadian gempa dan pada kedalaman 41 – 47 km dengan kejadian gempa sekitar 100 gempa. Selanjutnya diikuti gempa menengah pada kedalaman 65 – 300 km dengan total 473 kejadian dan terakhir gempa dalam dengan kedalaman >300 km sebanyak 12 kejadian gempa.



Gambar 4. Histogram data gempa berdasarkan kedalaman.

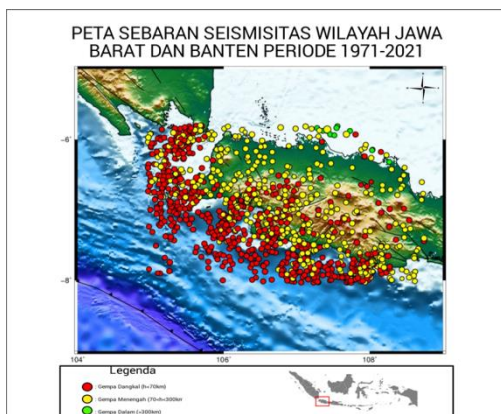
Gambar 5 menunjukkan histogram gempa berdasarkan magnitudo, rentang gempa dimulai dari magnitudo terkecil yaitu 4,4 Mw

hingga yang terbesar ialah 7,5 Mw. Kejadian gempa didominasi oleh gempa berkekuatan 4,4 – 5,5 Mw dengan total kurang lebih 1045 kejadian gempa yang mana sekitar 95% dari total keseluruhan gempa yang mana termasuk kedalam jenis gempa bumi sedang dan bahkan merusak. Kejadian gempa terbanyak terdapat pada magnitudo 4,9 Mw dengan total 232 kejadian gempa, diikuti gempa berkekuatan 4,8 Mw dengan total 117 kejadian gempa. Sementara gempa berkekuatan 5,6 – 7,5 Mw didapat hanya 55 kejadian gempa.



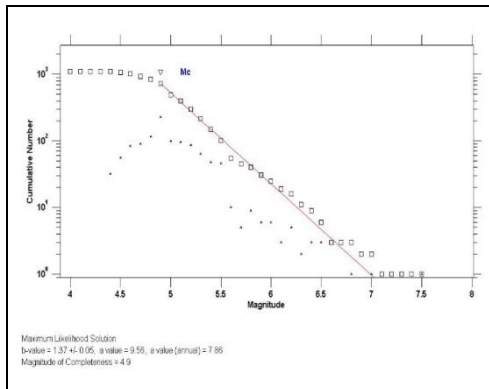
Gambar 5. Histogram gempa berdasarkan magnitudo.

Lalu untuk sebaran seismisitas wilayah Jawa Barat dan Banten Periode 1971 – 2021 didapat hasilnya (Gambar 4). Titik berwarna merah menandai gempa dangkal, titik berwarna kuning menunjukkan gempa menengah dan titik hijau adalah gempa dalam. Titik warna merah mendominasi daerah selatan Jawa Barat hingga ke arah barat Banten khususnya daerah Selat Sunda yang mana pada umumnya gempa dangkal mempunyai sifat lebih merusak dibandingkan gempa menengah dan dalam. Selanjutnya gempa menengah banyak ditemukan di daerah selatan Pulau Jawa dari pesisir hingga ke arah utara Pulau Jawa, sementara gempa dalam ditemukan sedikit di daerah utara Jawa Barat hingga ke daerah laut Jawa.



Gambar 6. Peta Sebaran Seismisitas.

Selanjutnya pola distribusi sebaran seismisitas untuk wilayah Jawa Barat dan Banten banyak tersebar di bagian selatan, semakin ke arah selatan mengindikasikan gempa yang semakin dangkal, hal ini berkaitan dengan adanya pertemuan antara lempeng Indo-Australia yang menujam ke bawah lempeng Eurasia sehingga mengakibatkan zona subduksi yang melewati bagian selatan Pulau Jawa.



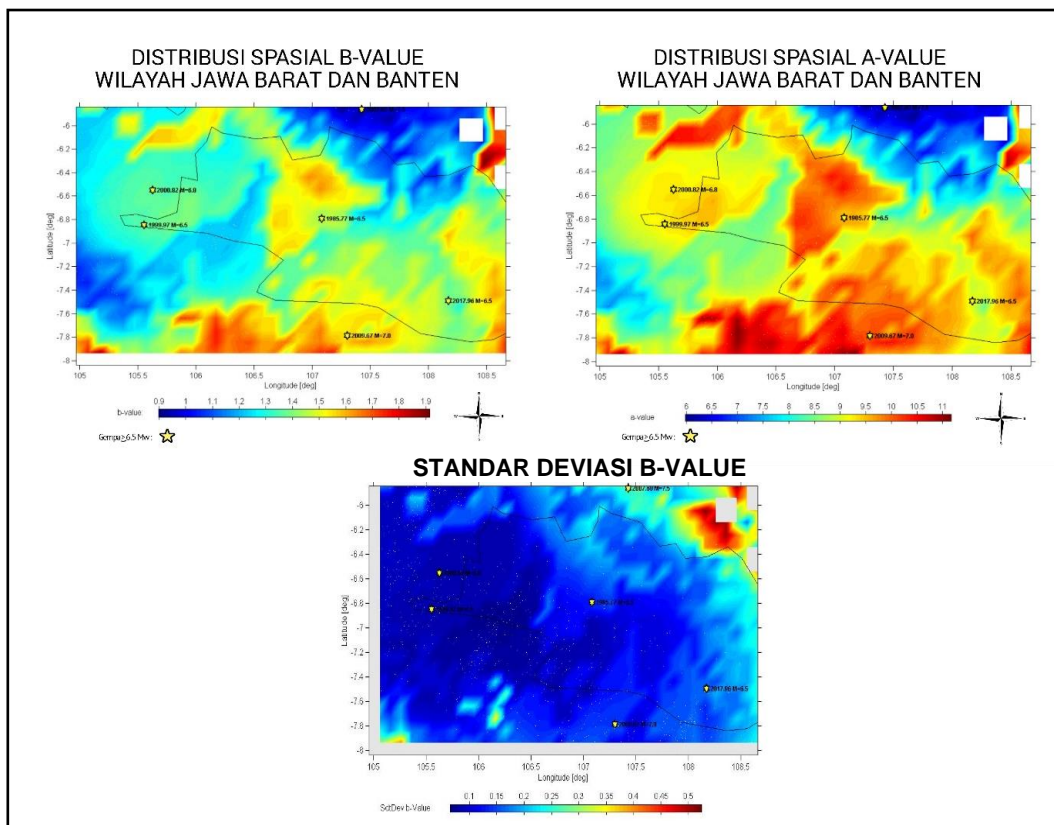
Gambar 7. Grafik Hubungan Frekuensi-Magnitudo.

Lalu untuk penelitian hubungan frekuensi-magnitudo yang menggambarkan sebaran hubungan magnitudo dengan jumlah kumulatif gempa bumi yang terjadi di wilayah penelitian. Dimana pada grafik (Gambar 6) didapatkan hasil dari penelitian FMD dengan metode estimasi *maksimum likelihood*, yakni *b-value* sebesar 1,37 dengan standar error 0,05, *a-value* sebesar 9,56 dan

nilai *magnitude of completeness* sebesar 4,9. Hal ini menjelaskan bahwa nilai *mc* 4.9 Mw ialah magnitudo terkecil yang masih memenuhi linieritas terhadap relasi FMD. Nilai *magnitude of completeness* sendiri digunakan untuk penelitian *b-value* secara spasial *b(s)* untuk kemudian membuang katalog gempa dengan nilai yang lebih kecil dari nilai *mc*. Garis berwarna merah menunjukkan kemiringan/*slope* yang memenuhi persamaan Gutenberg dan Richter, lambang (Δ) adalah frekuensi data dari katalog gempa USGS, sementara lambang (\square) menunjukkan frekuensi kumulatif.

Setelah dilakukan estimasi *b-value*, *a-value*, dan nilai *mc* selanjutnya dilakukan analisis distribusi variasi *b-value* dan *a-value* secara spasial untuk mengetahui daerah-daerah dengan tingkat kerapuhan batuan dan tingkat aktivitas tektonik yang tinggi [13]. Penelitian ini dilakukan dengan metode *maksimum likelihood* dan untuk penentuan wilayah dengan cara radius konstan 120 km dengan sistem grid dimana jarak tiap grid adalah $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ dan nilai fixed MC ialah 4,9 serta jumlah minimal gempa bumi 12 kejadian di tiap radiusnya serta menghitung standar deviasi atau standar error dari *b-value*.

Lalu dilakukan analisis variasi temporal dari *b-value* untuk mengetahui sebaran variasi *b-value* terhadap waktu untuk menguji hipotesa penelitian sebelumnya bahwa *b-value* turun signifikan sebelum terjadinya gempa bumi besar[9], analisis ini dilakukan dengan teknik *sliding time window*, yakni dengan *windows size* 100 dan nilai overlap 10 serta jumlah minimal gempa buminya adalah 50 di tiap 10 *window size*, artinya perhitungan digeser setiap 10 *windows size* dengan jumlah sampel gempa bumi minimal sebanyak 50.



Gambar 8. (a) Distribusi Spasial *b-value*, (b) Distribusi Spasial *a-value*, (c) Standar Deviasi *b-value*.

Dapat dilihat Gambar 8 merupakan hasil dari analisis spasial parameter seismotektonik (*a-value*, *b-value*, serta standar deviasinya). Hasil dari penelitian *b-value* secara spasial (Gambar 8a) ialah didapat *b-value* dengan rentang nilai 0,9 – 1,9. Terdapat *b-value* yang tinggi di bagian selatan wilayah Jawa Barat yakni sebesar 1,4 – 1,8, hal ini dikarenakan terdapatnya zona subduksi di bagian selatan Pulau Jawa yang mengakibatkan banyaknya aktivitas tektonik gempa di wilayah tersebut. Tingginya aktivitas tektonik gempa berbanding lurus dengan tingkat kerapuhan batuan, tingginya tingkat kerapuhan batuan ini menggambarkan daerah tersebut memiliki akumulasi stress yang rendah. *B-value* yang tinggi juga terdapat di daerah Sukabumi dan sekitarnya, serta daerah Tasikmalaya dengan *b-value* masing-masing

sebesar 1,4 – 1,7, Hal ini dikarenakan wilayah Sukabumi diapit oleh dua sesar sekaligus yakni sesar Citarik atau Pelabuhanratu dan sesar Cimandiri sementara daerah Tasikmalaya berdekatan dengan sesar Citanduy.

Sementara *b-value* yang rendah terdapat di wilayah Jawa Barat bagian utara hingga laut Jawa dengan nilai 0,9 – 1,2 dan wilayah Banten yakni dengan *b-value* pada rentang 1,1 – 1,4. Wilayah yang memiliki *b-value* rendah mengidentifikasi bahwa wilayah tersebut memiliki akumulasi stress yang tinggi, sehingga memiliki potensi besar dari kemungkinan terjadinya gempa bumi besar. Hal ini dapat dibuktikan pada tiga kejadian gempa bumi besar yang terjadi, salah satunya gempa bumi berkekuatan 7,0 Mw di bagian utara Jawa Barat dan dua kejadian gempa bumi di wilayah Banten berkekuatan 6,8 Mw dan 6,5

Mw. Begitupun sebaliknya, jika didapatkan *b-value* tinggi maka akumulasi stress batuan yang rendah sehingga banyak aktivitas tektonik di wilayah tersebut.

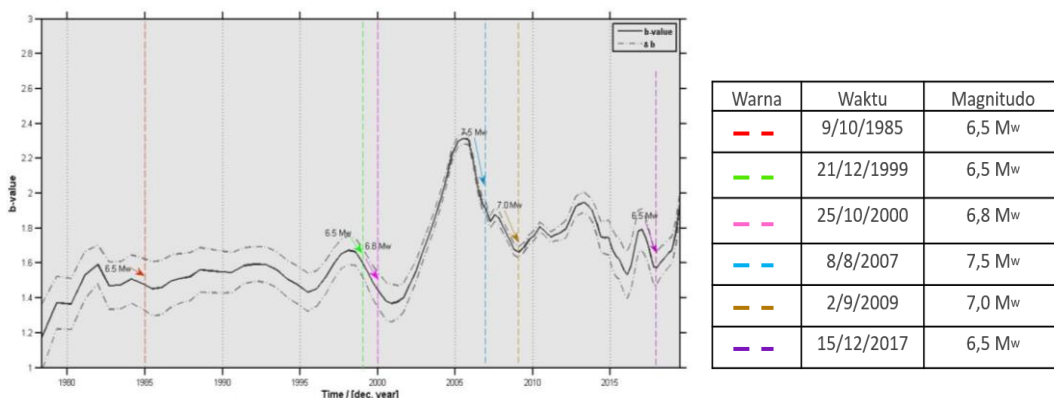
Sementara (Gambar 8b) menunjukkan hasil penelitian distribusi spasial *a-value* di wilayah Jawa Barat dan Banten. Terdapat korelasi antara distribusi spasial *a-value* dan *b-value* yang menunjukkan keselarasan dengan penelitian sebelumnya, bahwa wilayah dengan *a-value* rendah juga memiliki *b-value* yang rendah, dan wilayah yang memiliki *a-value* tinggi juga memiliki *b-value* yang tinggi [9]. Didapat *a-value* berkisar pada rentang 6 – 11, terdapat *a-value* sebesar 9 – 11, hal ini dikarenakan adanya zona subduksi di bagian selatan Pulau Jawa yang mengakibatkan banyaknya aktivitas tektonik gempa di wilayah tersebut.

Selanjutnya didapat hasil perhitungan standar deviasi *b-value* pada rentang nilai 0 – 0,5 (Gambar 8c). Tingginya nilai standar deviasi diakibatkan oleh data observasi yang kurang mencukupi, untuk menghindari hal tersebut maka diperlukan data yang memadai. Minimal data yang digunakan untuk memperoleh *b-value* sejumlah 12 data gempa untuk kemudian dapat dilakukan perhitungan menggunakan metode *maximum likelihood* dalam satu

gridnya.

Penelitian selanjutnya yakni analisis temporal. Didapat distribusi temporal *b-value* berkisar antara 1,2 – 2,3 dimana *b-value* mengalami penurunan signifikan setiap sebelum kejadian gempa bumi besar $\geq 6,5$ Mw (Gambar 9). Penurunan *b-value* pada data secara jelas terlihat sebelum gempa bumi tahun 1985, 1999, 2000, 2007, 2009, dan 2017, hal ini merupakan salah satu indikasi terdapatnya potensi variasi *b-value* di wilayah gempa bumi yang akan menjadi *precursor* sebelum terjadinya gempa bumi berkekuatan besar.

Penelitian sebelumnya menjelaskan adanya penurunan variasi *b-value* sebelum terjadi gempa bumi besar [8]. Penelitian terdahulu dilakukan untuk mendapatkan nilai uji potensi dari perubahan *b-value*, dimana nilai ini dapat menjadi *precursor* gempa bumi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa gempa bumi besar secara global didahului dengan kenaikan *b-value* pada jangka menengah, serta diikuti oleh turunnya *b-value* dalam jangka waktu minggu hingga bulan sebelum kejadian gempa bumi [14]. Dari hasil penelitian sebelumnya maka didapatkan keselarasan dengan hasil hipotesis penelitian ini bahwa *b-value* turun signifikan sebelum terjadinya gempa bumi berkekuatan besar.



Gambar 9. Grafik Temporal *b-value* dengan kejadian gempa bumi $\geq 6,5$ Mw.

4. Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a) Penelitian hubungan frekuensi-magnitudo dilakukan dengan persamaan Gutenberg-Richter dengan estimasi metode *maksimum likelihood b-value* sebesar $1,37 \pm 0,05$, *a-value* sebesar 9,56 dan nilai *mc* sebesar 4,9.
- b) Penelitian distribusi spasial parameter seismotektonik *a-value* dan *b-value*, didapat rentang *a-value* 6 – 11 dan *b-value* 0,9 – 1,9. Nilai terbesar *b-value* ada di daerah wilayah selatan Jawa Barat yakni sebesar 1,4 – 1,8, ini mengindikasikan tingginya aktivitas tektonik di wilayah tersebut karena zona subduksi di selatan Pulau Jawa, sementara *b-value* yang rendah terdapat di wilayah Jawa Barat bagian utara hingga laut Jawa dengan nilai 0,9 – 1,2, rendahnya *b-value* mengindikasikan wilayah tersebut memiliki akumulasi stress yang tinggi, sehingga memiliki potensi kemungkinan terjadinya gempa bumi besar.
- c) Berdasarkan distribusi temporal, *b-value* berkisar antara 1,2-2,3. Terlihat *b-value* mengalami penurunan signifikan setiap sebelum kejadian gempa bumi besar, contohnya pada 6 gempa bumi besar ≥ 6.5 Mw tahun 1985 (6.5 Mw), 1999 (6.5 Mw), 2000 (6.8 Mw), 2007 (7.5 Mw), 2009 (7.0 Mw), dan 2017 (6.5 Mw). Penurunan *b-value* ini berkorelasi dengan peningkatan energi berupa stress di wilayah tersebut.
- d) Berdasarkan penelitian didapat hasil peta persebaran seismisitas wilayah Jawa Barat dan Banten.

Aktivitas tektonik didominasi di wilayah selatan Jawa Barat hingga Selat Sunda. Pola distribusi gempa wilayah ini yaitu semakin kearah selatan semakin dangkal gempanya, hal ini dikarenakan zona subduksi yang melewati selatan Pulau Jawa termasuk di daerah selatan wilayah penelitian yang diakibatkan oleh pertemuan lempeng Indo-Australia dan Eurasia.

Daftar Pustaka

- [1] I. L. Hilmi, S. Sutrisno, and D. Sunarya. (2019). Analisis Seismisitas Berdasarkan Data Gempa Bumi Periode 1958-2018 Menggunakan b-Value Pada Daerah Selatan Jawa Barat dan Banten, *Al-Fiziya J. Mater. Sci. Geophys. Instrum. Theor. Phys.*, vol. 2, no. 1, pp. 10–16.
- [2] Y. Bock. (2003). Crustal motion in Indonesia from Global Positioning System measurements. *Journal Geophysics. Res.*, vol. 108, no. B8.
- [3] I. Haryanto. (2006). Struktur Geologi Paleogen dan Neogen di Jawa Barat. *Bulletin Science Contrib.*, vol. 4, pp. 88–95.
- [4] Sunarjo, M. T. Gunawan, & S. Pribadi. (2012). Gempabumi Edisi Populer.
- [5] USGS Earthquake Catalogue. (26 Mar, 2021) (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>).
- [6] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), "Laporan Harian Pusdalops BNPB. (2009). (<https://bnpb.go.id/uploads/migration/pubs/336.pdf>).

- [7] B. Gutenberg and C. F. Richter. (1945). Frequency of Earthquakes in California. *Nature*, vol.156, no.3960, pp. 371–371, Immediate foreshocks: time variation of the b-value. *Physics Earth Planet. International.*, pp. 229–240.
- [8] F. N. Ernandi. (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, pp. 24–30.
- [9] S. Rohadi. (2015). Distribusi Spasial Dan Temporal Parameter Seismotektonik Sebagai Indikasi Tingkat Aktivitas Kegempaan Di Wilayah Papua. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. vol. 16, pp. 189–198.
- [10] S. Rohadi, H. Grandis, & M. A. Ratag. (2007). Studi Variasi Spasial Seismisitas Zona Subduksi Jawa. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. vol. 8, no. 1, pp. 42–47.
- [11] M. Irsyam, et al. (2010). Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010.
- [12] E. M. Scordilis. (2006). Empirical global relations converting MS and mb to moment magnitude. *Journal Seismology*. vol. 10, no. 2, pp. 225–236.
- [13] I. I. Pertiwi, M. Arsyad, & P. Palloan. (2012). Analisis Distribusi Spasial dan Temporal Seismotektonik Wilayah Sulawesi Bagian Selatan dan Barat Berdasarkan Nilai-b dengan Metode Maksimum Likelihood. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Makassar*. vol. 8, no. 3, pp. 269–278.
- [14] G. M. Molchan, T. L. Kronrod, & A. K. Nekrasova. (1999).