

# ANALISIS INDEKS KERENTANAN SEISMIK BERDASARKAN NILAI $v_{s30}$ PADA ZONA TERDAMPAK GEMPA BUMI (Studi Kasus: Gempa Cianjur 21 November 2022)

## ANALYSIS OF SEISMIC VULNERABILITY INDEX BASED ON VS30 VALUES IN EARTHQUAKE-AFFECTED ZONES (Case Study: Cianjur Earthquake, November 21, 2022)

Dea Mutiara Jannah<sup>1,\*</sup>, Salma Khoirunnisa<sup>1</sup>, Hana Rosyida<sup>1</sup>, Fathunajah Elsha Christalianingsih<sup>1</sup>,  
Icha Khaerunnisa<sup>1</sup>, Indar Mery Sulya Aryani<sup>1</sup>, Nugroho Budi Wibowo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga  
Jl.Laksda Adisucipto Sleman, Gedung Student Center Lt. III No. 3.70

<sup>2</sup>BMKG Stasiun Geofisika Sleman, DIY

\*Email corresponding: 21106020036@student.uin-suka.ac.id

**Cara Sitasi:** D. M. Jannah, S. Khoirunnisa, H. Rosyida, F. E. Christalianingsih, I. Khaerunnisa, I. M.S. Aryani, and N.B. Wibowo, "Analisis Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Nilai Vs30 Pada Zona Terdampak Gempa Bumi (Studi Kasus: Gempa Cianjur 21 November 2022)," *Kurvatek*, vol. 9, no. 2, pp. xx-xx, 2024. doi: [10.33579/krvtk.v9i2.4972](https://doi.org/10.33579/krvtk.v9i2.4972) [Online].

**Abstrak**— Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Gempa bumi Cianjur 21 November 2022 berdampak pada kerusakan bangunan yang memiliki kesesuaian pola dengan jalur sesar lokal yang baru teridentifikasi. Dampak kerusakan yang terjadi akibat perambatan gelombang seismik dipermukaan dapat dianalisis berdasarkan nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ).  $K_g$  dapat diperoleh menggunakan pendekatan empiris dengan parameter utama nilai  $v_{s30}$ . Data  $v_{s30}$  pada penelitian ini menggunakan data  $v_{s30}$  yang bersumber dari Atlas  $v_{s30}$  Badan Geologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter seismik berupa nilai faktor amplifikasi ( $A_0$ ), frekuensi dominan ( $f_0$ ), dan indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) pada zona kerusakan yang terjadi akibat gempa bumi Cianjur. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur, dimana data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari laman Badan Geologi. Hasil penelitian menunjukkan nilai  $A_0$  pada Kabupaten Cianjur bervariasi antara 100-750,  $f_0$  bervariasi antara 0.8-6.4 Hz, dan  $K_g$  bervariasi antara 0.1-22. Pada zona terdampak gempa Cianjur nilai  $A_0$  bervariasi antara 0.8-1.8, nilai  $f_0$  antara 1.6-3.6 Hz, serta nilai  $K_g$  antara 0.1-2. Zona terdampak gempa Cianjur memiliki nilai  $K_g$  yang relatif rendah dibandingkan dengan nilai  $K_g$  se-Kabupaten Cianjur. Kondisi ini menunjukkan bahwa kawasan dengan nilai  $K_g$  yang lebih tinggi dapat berpotensi menyebabkan terjadinya kerusakan yang lebih parah, terutama pada wilayah endapan, alur sungai, dan pesisir di Kabupaten Cianjur.

**Kata kunci:** Gempa bumi, Indeks kerentanan seismik, Kecepatan gelombang geser

**Abstract**— Earthquakes are one of the natural disasters that often occur in Indonesia. The Cianjur earthquake on November 21 2022 resulted in damage to buildings that matched the pattern of the newly identified local fault line. The impact of damage that occurs due to the propagation of seismic waves on the surface can be analyzed based on the seismic vulnerability index value ( $K_g$ ).  $K_g$  can be obtained using an empirical approach with the main parameter value  $v_{s30}$ . The  $v_{s30}$  data in this study uses  $v_{s30}$  data sourced from the Geological Agency's  $v_{s30}$  Atlas. This research aims to determine seismic parameters in the form of amplification factor ( $A_0$ ), dominant frequency ( $f_0$ ), and seismic vulnerability index ( $K_g$ ) in the damage zone that occurred as a result of the Cianjur earthquake. This research was carried out using the literature study method, where the data used was secondary data obtained from the Geological Agency's website. The research results show that the  $A_0$  value in Cianjur Regency varies between 100-750,  $f_0$  varies between 0.8-6.4 Hz, and  $K_g$  varies between 0.1-22. In the zone affected by the Cianjur earthquake, the  $A_0$  value varied between 0.8-1.8, the  $f_0$  value between 1.6-3.6 Hz, and the  $K_g$  value between 0.1-2. The zone affected by the Cianjur earthquake has a relatively low  $K_g$  value compared to the  $K_g$  value throughout Cianjur Regency. This condition shows that areas with higher  $K_g$  values have the potential to cause more severe damage, especially in sediment areas, river channels and coastal areas in Cianjur Regency.

**Keywords:** Earthquake, Seismic vulnerability index, Shear wave velocity

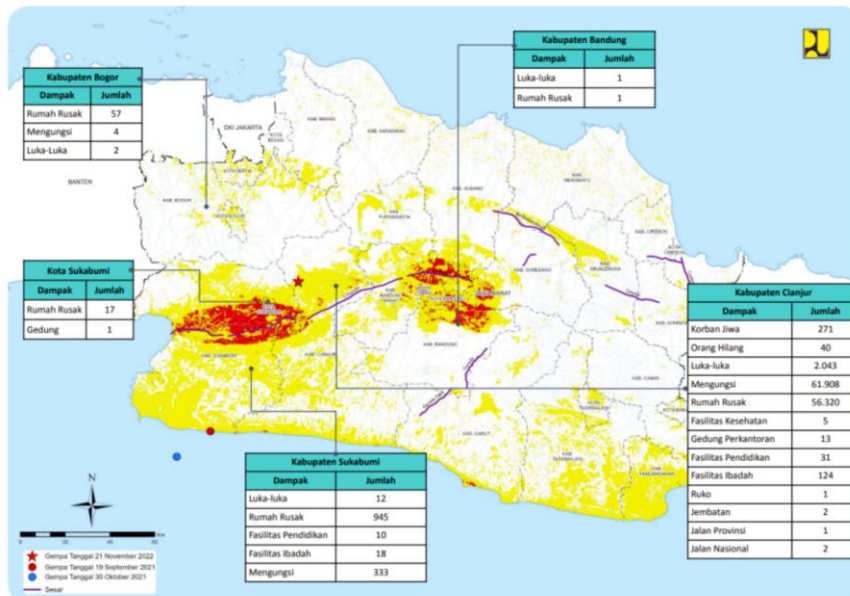
## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di antara 3 lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Australia, dan Pasifik sehingga memberikan pengaruh terhadap tatanan tektonik di Indonesia [1]. Dampak tersebut menjadikan Indonesia memiliki frekuensi aktivitas gempa bumi yang tinggi [2]. Gempa bumi sendiri merupakan salah satu peristiwa geologi yang terjadi di kerak bumi, menghasilkan gelombang seismik yang dapat menyebabkan guncangan dan retakan pada tanah [3]. Bencana alam yang dipicu oleh adanya aktivitas seismik (gempa bumi) mampu mengakibatkan perubahan lingkungan yang luar biasa dalam waktu singkat. Bencana ini dapat menghancurkan topografi lahan, produksi pertanian, tempat tinggal, infrastruktur, serta kawasan industri. Dampak lain yang dapat timbul akibat bencana alam tersebut adalah adanya korban jiwa meninggal dunia [4]. Diantara beberapa kategori bencana besar, bencana gempa bumi merupakan salah satu bencana yang paling mengancam kehidupan manusia. Berdasarkan Laporan Kerugian Ekonomi, Kemiskinan, dan Bencana dari tahun 1998-2007 peristiwa gempa bumi ini merupakan bencana alam dengan rasio kematian berdasarkan kejadian tertinggi di dunia [5]. Peristiwa gempa bumi ini menimbulkan banyak kerugian terutama di wilayah pemukiman yang memiliki kepadatan penduduk cukup tinggi, salah satunya yaitu Kabupaten Cianjur [6].

Cianjur merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang sering terdampak bencana Gempa Bumi. Faktor-faktor yang mendukung terjadinya gempa bumi diantaranya karakteristik seismik, zona patahan, dan faktor geologi [8]. Berdasarkan katalog gempa signifikan dan merusak pada tahun 1821-2017 (Tabel 1), wilayah Cianjur mengalami gempa bumi dengan skala Intensitas III-IX MMI. Jika dilihat pada peta sebaran dampak kerusakan gempa bumi yang pernah terjadi di Jawa Barat (Gambar 1), Kabupaten Cianjur merupakan salah satu kabupaten dengan tingkat kerusakan tertinggi.

**Tabel 1.** Data Gempa Bumi Signifikan dan Merusak [7]

Tanggal Kejadian	Wilayah Terdampak	Kekuatan Gempa (MMI)
10 Oktober 1834	Sekitar Bogor & Cianjur	VIII - IX
15 Februari 1844	Cianjur	VII - VIII
18 Desember 1910	Sekitar Rajamandala-Cianjur	VII
17 Juli 2006	Cianjur	III
2 September 2009	Cinanjur & Sukabumi	VII
10 Januari 2010	Cianjur	III



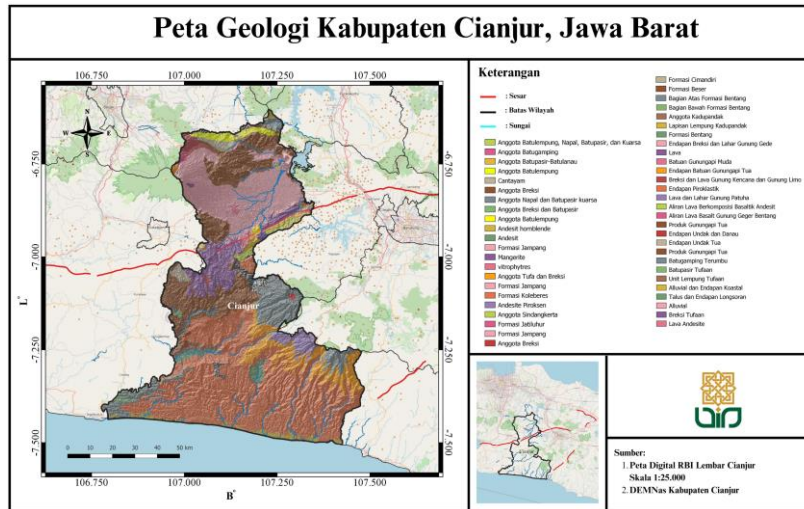
**Gambar 1.** Peta Sebaran Dampak Kerusakan Gempa Bumi Cianjur [9]

Wilayah Cianjur terdampak bencana gempa bumi signifikan dan merusak dengan kekuatan 5.6 Mw pada tanggal 21 November 2022. Hingga 28 November 2022, terjadi 297 kali gempa bumi susulan dengan kekuatan 1.0-4.2 Mw [10]. Gempa tersebut mengakibatkan 334 orang meninggal dan 593 luka berat. Selain

itu, beberapa fasilitas umum dan pemukiman seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 mengalami kerusakan yang cukup parah [11]. Kondisi tersebut menjadi latar belakang perlu dilakukannya upaya untuk mengurangi resiko dari bencana gempa bumi yang ditimbulkan. Salah satu langkah tersebut dapat dilakukan dengan pembuatan peta kerentanan bahaya [3]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indeks kerentanan seismik berdasarkan nilai  $v_{s30}$  pada zona terdampak Gempa Bumi Cianjur tahun 2021.

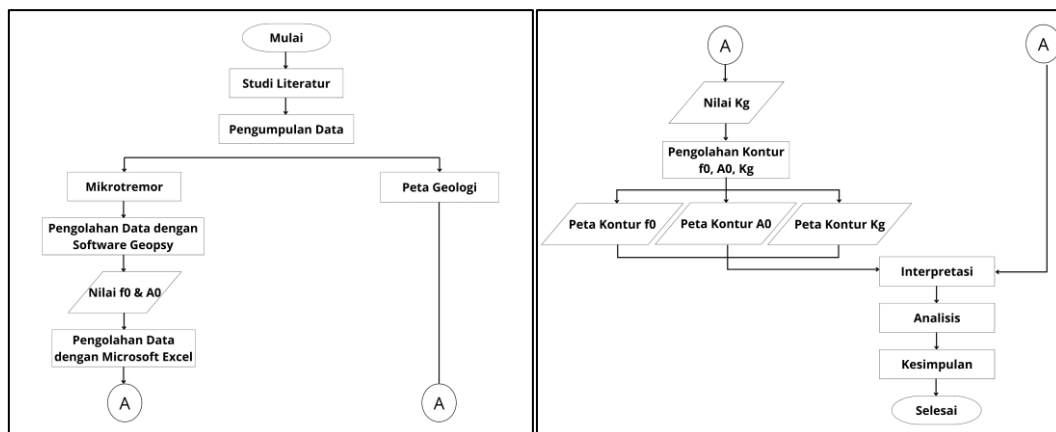
**II. METODE PENELITIAN**

Lokasi penelitian ini terletak di daerah Cianjur Provinsi Jawa Barat. Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat  $-6.491908^\circ$  sampai  $-7.600175^\circ$  LS dan  $106.695270^\circ$  sampai  $107.603550^\circ$  BT dengan luas  $100.65 \times 122.67 \text{ km}^2$ . Kondisi geologi Kabupaten Cianjur tersusun dari banyak formasi serta dilewati oleh jalur sesar seperti yang ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2. Peta Geologi Wilayah Cianjur

Penelitian didukung dengan penggunaan data sekunder berupa data Kecepatan gelombang geser  $v_{s30}$  yang diperoleh dari website Badan Geologi [12]. Data  $v_{s30}$  yang diperoleh kemudian diolah menggunakan *software excel* sehingga diperoleh nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ), faktor amplifikasi ( $A_0$ ), dan indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ). Proses penelitian digambarkan pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

**Kecepatan Gelombang Geser ( $v_{s30}$ )**

Kecepatan gelombang geser ( $v_{s30}$ ) merupakan nilai kecepatan gelombang geser atau *shear wave* pada kedalaman 30 meter yang dapat dimanfaatkan untuk menggambarkan litologi bawah permukaan bumi [13].  $v_{s30}$  juga digunakan dalam menganalisis bahaya gempa bumi, hal ini dikarenakan  $v_{s30}$  dapat membantu dalam memperkirakan besarnya amplitudo gelombang seismik yang mencapai permukaan tanah [14].

### Faktor Amplifikasi ( $A_0$ )

Faktor amplifikasi ( $A_0$ ) adalah penguatan suatu gelombang ketika melewati suatu media yang berbeda [15]. Faktor amplifikasi tersebut dipengaruhi oleh kontras impedansi antara lapisan lunak (sedimen) dengan batuan dasar (*bedrock*). Faktor amplifikasi gerakan tanah akibat kondisi geologi lokal (kondisi topografi dan resonansi gerakan tanah) berperan penting dalam memperluas kerusakan akibat gempa. Faktor amplifikasi tanah dipengaruhi oleh nilai  $v_{s30}$ , semakin kecil nilai  $v_{s30}$  maka nilai faktor amplifikasi akan semakin tinggi [16]. Fujimoto dan Midorikawa dalam Wibowo dan Huda (2020) [17] menyajikan persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan nilai faktor amplifikasi tanah, yaitu:

$$\text{Log}(ampv) = 2,367 - 0,852 \log(Vs30)$$

### Frekuensi Dominan ( $f_0$ )

Frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang sering muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan di wilayah tersebut [18]. Kondisi tanah atau geologi setempat mempengaruhi karakteristik perambatan gelombang seismik. Tanah lunak atau sedimen cenderung memperkuat gerakan tanah berfrekuensi rendah, sedangkan batuan keras cenderung tidak memperkuat gerakan tanah berfrekuensi tinggi. Jika terjadi gempa bumi atau gangguan berupa getaran yang frekuensinya sama dengan frekuensi dominan, maka akan terjadi resonansi yang mengakibatkan faktor amplifikasi gelombang seismik di daerah tersebut [19]. Nilai frekuensi dominan suatu wilayah didukung oleh beberapa faktor yaitu ketebalan lapisan pelapukan dan kecepatan rata-rata bawah permukaan ( $v_s$ ), yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$f_0 = \frac{v_s}{4H}$$

Dengan  $f_0$  adalah frekuensi dominan tanah,  $v_s$  adalah kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 m, dan  $H$  adalah ketebalan atau kedalaman sedimen (m)

### Indeks Kerentanan Seismik ( $K_g$ )

Indeks kerentanan seismik merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat kerentanan terhadap gempa bumi berdasarkan kondisi batuan pada daerah tertentu [20]. Salah satu faktor yang mempengaruhi indeks kerentanan seismik adalah rendahnya kepadatan sedimen. Nilai indeks kerentanan seismik diperoleh dari perbandingan nilai faktor amplifikasi dengan frekuensi dominan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$K_g = \frac{A_0^2}{f_0}$$

Berikut merupakan klasifikasi kelas situs berdasarkan nilai dari kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30meter dibawah permukaan tanah menurut Badan Standarisasi Nasional:

**Tabel 1.** Klasifikasi Kelas Situs Kecepatan Gelombang Geser Kedalaman 30 Meter ( $v_{s30}$ )

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2019) [21]

Kelas Situs	$\bar{V}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
SA (batuan Keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut:		
	1. Indeks plastisitas, $PI > 20$		
	2. Kadar air, $w \geq 40\%$		
	3. Kuat geser niralir $\bar{S}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut:		
	- Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, empung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah		
	- Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3m$ )		

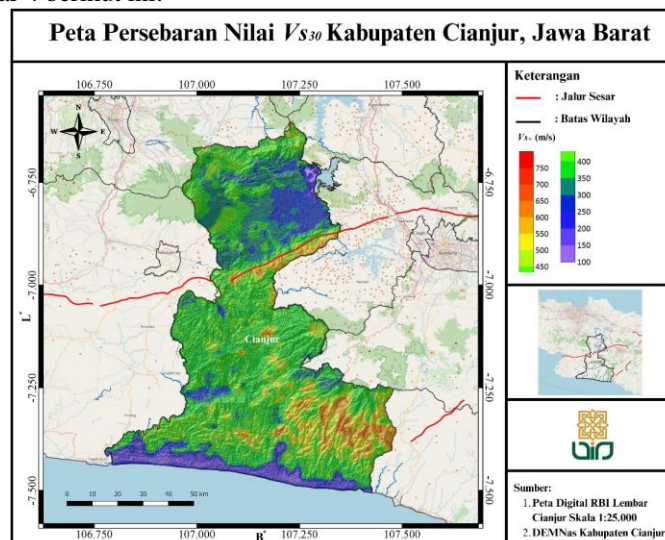
### III. HASIL DAN DISKUSI

Studi kerentanan seismik merupakan studi yang penting dilakukan untuk mengetahui respon tanah jika terjadi guncangan. Studi didasari pada parameter nilai Indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ), dimana nilai tersebut dapat dihasilkan dari persamaan empiris yang dapat diakses pada laman Badan Geologi dalam bentuk nilai kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter ( $v_{s30}$ ). Data ini didapatkan tanpa perlu melakukan kegiatan akuisisi data langsung pada wilayah penelitian. Dalam hal ini wilayah penelitian yang dilakukan berada pada Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Proses pengolahan data  $v_{s30}$  berdasarkan persamaan empiris yang ada menghasilkan nilai faktor amplifikasi ( $A_0$ ), frekuensi dominan ( $f_0$ ), serta nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ).

#### a. Kecepatan Gelombang Geser di Kedalaman 30 meter ( $v_{s30}$ )

Kecepatan gelombang geser ( $v_s$ ) merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik lapisan tanah dibawah permukaan. Dalam studi efek tapak lokal, parameter ini merupakan parameter penting untuk menentukan nilai  $v_{s30}$ . Dimana nilai  $v_{s30}$  atau nilai kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter dibawah permukaan ini merupakan indikator untuk mengetahui respon tanah akibat adanya guncangan atau juga dapat dimanfaatkan sebagai studi perencanaan bangunan tahan gempa.

Berdasarkan data dari Badan Geologi Indonesia, didapatkan distribusi nilai kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter ( $v_{s30}$ ) di wilayah Kabupaten Cianjur memiliki rentang nilai antara 100 m/s sampai dengan 750 m/s. Dari data tersebut serta mengacu pada klasifikasi kelas situs menurut Badan Standarisasi Nasional (2019), dapat diketahui bahwa wilayah Kabupaten Cianjur didominasi oleh rentang nilai  $v_{s30}$  antara 350 m/s hingga 750 m/s yang masuk dalam kategori tanah keras sampai batuan [21]. Wilayah dengan rentang nilai tersebut berada pada kawasan dataran tinggi. Selain itu, terdapat daerah yang memiliki nilai  $v_{s30}$  yang relatif rendah, nilai tersebut berkisar antara 100 m/s hingga 300 m/s yang terdapat di kawasan pesisir selatan dan kawasan Waduk Cirata. Nilai tersebut masuk kedalam klasifikasi tanah lunak hingga tanah sedang, dan berkorelasi dengan wilayah yang berada pada kawasan dataran rendah. Distribusi data  $v_{s30}$  berdasarkan survei Badan Geologi dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini:



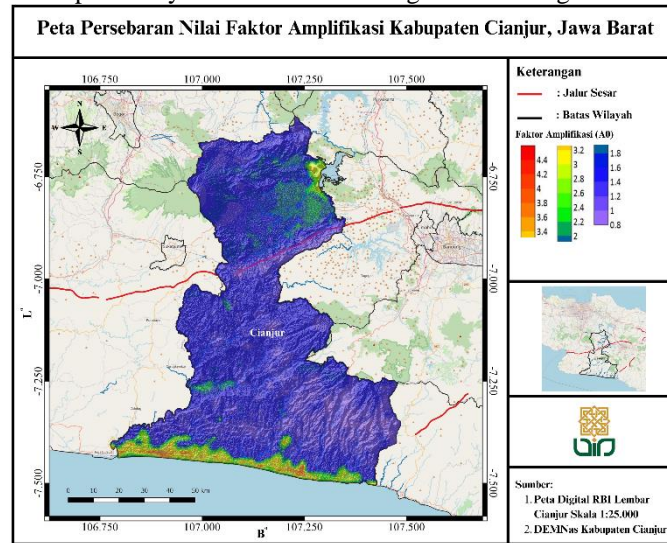
Gambar 4. Peta Persebaran Nilai  $v_{s30}$  Data Badan Geologi Kab. Cianjur

#### a. Faktor Amplifikasi ( $A_0$ )

Faktor amplifikasi menunjukkan perbesaran gelombang seismik karena perbedaan antar lapisan batuan. Nilai faktor amplifikasi akan meningkat apabila medium yang telah dilewati lebih lunak dibandingkan dengan medium awal. Peningkatan nilai faktor amplifikasi memiliki keterkaitan terhadap aktivitas batuan dimana nilai faktor amplifikasi akan meningkat apabila melewati batuan yang mengalami pelapukan, pergeseran, maupun pelipatan.

Nilai faktor amplifikasi yang ditunjukkan pada peta kontur hasil data Badan Geologi yang tersaji pada Gambar 5. memiliki rentang nilai antara 0.8 hingga 4.4. Wilayah terdampak gempa yang cukup signifikan memiliki variasi nilai faktor amplifikasi sekitar 0.8 hingga 1.8. Data faktor amplifikasi

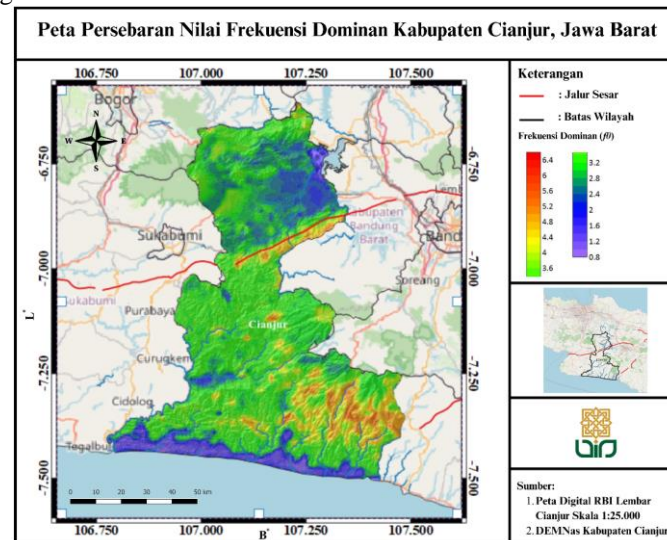
tertinggi didominasi pada wilayah selatan Kabupaten Cianjur. Wilayah ini merupakan wilayah dekat dengan pesisir selatan. Akan tetapi, nilai tersebut tidak didapati pada wilayah endapan bagian utara Kabupaten Cianjur meskipun wilayah tersebut dekat dengan aliran sungai dan Waduk Cirata.



**Gambar 5.** Peta Persebaran Nilai Faktor Amplifikasi ( $A_0$ ) Data Badan Geologi Kab. Cianjur

**b. Frekuensi Dominan ( $f_0$ )**

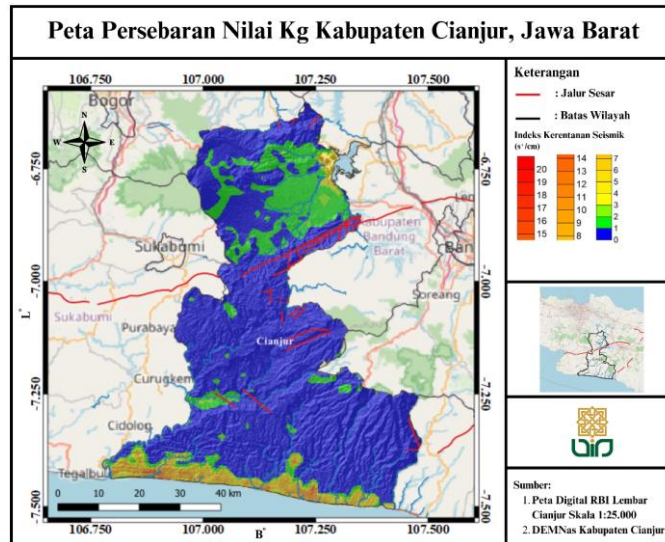
Nilai frekuensi dominan saling berkaitan dengan besar kecilnya nilai kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter ( $v_{s,30}$ ) dan juga nilai ke dalam sedimen ( $h$ ), sehingga nilai frekuensi dominan juga dipengaruhi oleh keras lunaknya lapisan bawah permukaan. Berdasarkan data dari Badan Geologi Indonesia, didapatkan sebaran data nilai frekuensi dominan yang berkisar pada rentang 0.8 Hz hingga 6.4 Hz. Peta sebaran nilai frekuensi dominan tersebut dapat diamati pada Gambar 6. Nilai frekuensi yang tinggi cenderung berada pada wilayah dataran tinggi serta berada pada kawasan yang dilewati jalur sesar, dengan nilai frekuensi dominan sekitar 3.2 Hz hingga 6.4 Hz. Sementara daerah dataran rendah dan daerah pesisir selatan memiliki nilai frekuensi dominan sekitar 0.8 Hz hingga 2.8 Hz. Kawasan di Kabupaten Cianjur yang terdampak gempa tahun 2022 memiliki nilai frekuensi dominan antara 1.6 Hz hingga 3.6 Hz.



**Gambar 6.** Peta Persebaran Nilai Frekuensi Dominan ( $f_0$ ) Data Badan Geologi Kab. Cianjur

**c. Indeks Kerentanan Seismik ( $K_g$ )**

Indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) menunjukkan tingkat kerentanan lapisan tanah terhadap guncangan gempa bumi. Semakin besar  $K_g$  pada suatu wilayah, maka wilayah tersebut akan semakin rentan terhadap adanya gelombang gempa. Nilai indeks kerentanan seismik diperoleh dari perbandingan antara kuadrat faktor amplifikasi ( $A_0$ ) dengan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ).



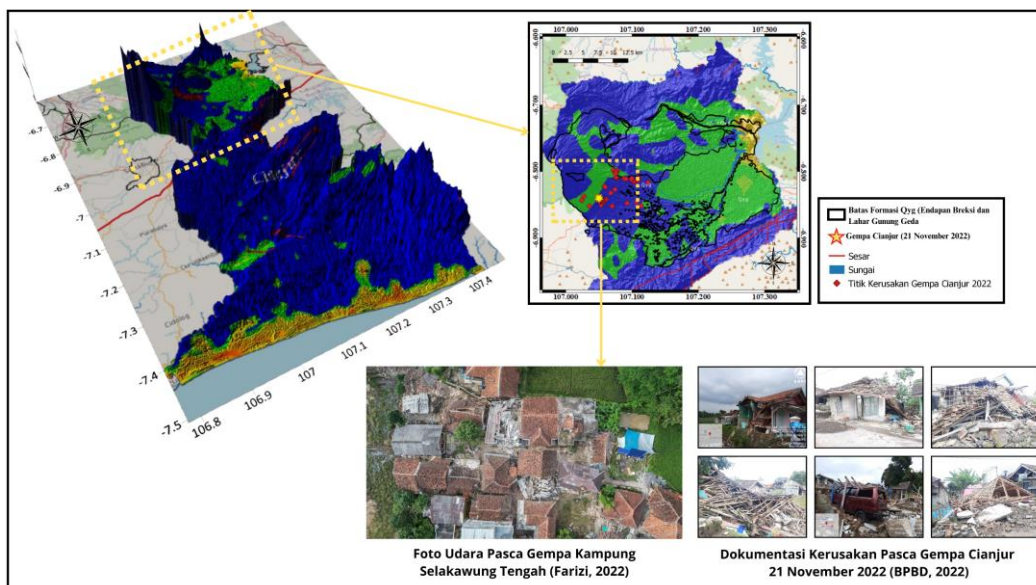
**Gambar 7.** Peta Persebaran Nilai Indeks Kerentanan Seismik Data Badan Geologi Kab. Cianjur

Dari peta persebaran nilai  $K_g$  pada Gambar 7, diperoleh nilai  $K_g$  data Badan Geologi di daerah penelitian dengan nilai antara 0.11 hingga 22.26. Dimana nilai  $K_g$  tertinggi terletak di pesisir selatan dan juga dekat dengan Waduk Cirata yang memiliki distribusi nilai berkisar 12 hingga 22. Akan tetapi wilayah yang secara signifikan terdampak gempa Cianjur memiliki nilai  $K_g$  sekitar 0.1 hingga 2. Mengacu pada Gambar 5, daerah yang paling rentan merupakan daerah yang berada di sekitar Waduk Cirata, dimana wilayah tersebut merupakan wilayah endapan. Pada peta persebaran nilai faktor amplifikasi ( $A_0$ ) data Badan Geologi (Gambar 5) dan peta nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) data Badan Geologi (Gambar 7), terlihat bahwa kedua faktor tersebut saling berbanding lurus serta memiliki pola sebaran nilai yang hampir sama. Wilayah Kabupaten Cianjur didominasi dengan nilai  $K_g$  yang relatif rendah yakni berkisar pada 0.11 hingga 7.

#### d. Studi Kasus Gempa Cianjur (21 November 2022)

Gempa bumi Cianjur pada tanggal 21 November 2022. Menurut *ShakeMap* BMKG, gempa bumi dengan  $M_w$  5.6 ini memiliki tingkat guncangan antara II hingga V MMI yang menyebar di sekitar pusat gempa [22]. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Mulyana, dkk pada tahun 2023, wilayah yang memiliki kerusakan paling besar berada pada Kecamatan Warungkondang, Gekbrong, dan Cianjur, serta Kecamatan Cugenang [23]. Selain itu, beberapa wilayah di Kecamatan Cugenang terjadi fenomena gerakan tanah pasca gempa. Kerusakan akibat gempa juga dapat dilihat pada dokumentasi udara yang berada di Kampung Selakawung Tengah yang mengalami banyak kerusakan bangunan.

Studi mengenai respon permukaan tanah terhadap kejadian gempa bumi dapat diketahui melalui nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) yang sering disebut juga sebagai indeks kerentanan gempa. Berikut merupakan gambar 3D peta  $K_g$  serta dokumentasi kerusakan akibat gempa di Kabupaten Cianjur dapat memberikan informasi lebih lanjut mengenai studi tersebut.



**Gambar 8.** Peta Kg 3 Dimensi dan Dokumentasi Kerusakan Akibat Gempa Cianjur [24] [25]

Nilai  $K_g$  yang diolah berdasarkan nilai  $v_{s30}$  pada Gambar 7, wilayah-wilayah dengan historis kejadian gempa bumi berada pada rentang nilai  $K_g$  antara 0.1 hingga 3.0 yang ditandai dengan warna biru dan hijau. Pengolahan data juga dapat diketahui bahwa nilai indeks kerentanan gempa sangat dipengaruhi oleh faktor amplifikasi dan frekuensi dominan. Hal ini dikarenakan pada kawasan dengan nilai faktor amplifikasi yang tinggi dan nilai frekuensi dominan yang relatif rendah, maka indeks kerentanan gempa akan semakin besar. Sebaliknya, apabila faktor amplifikasi bernilai rendah dan nilai frekuensi dominan yang dihasilkan tinggi, maka indeks kerentanan gempa akan semakin kecil.

Hasil yang dapat diamati pada Gambar 8, distribusi kerusakan akibat gempa bumi berada pada Formasi Endapan Breksi dan Lahar Gunung Gede (Qyg). Menurut Peta Geologi Lembar Cianjur, formasi tersebut diduga tersusun atas Batupasir Tufan, Serpih Tufan, Breksi Tufan, dan Aglomerat Tufan dan sebagian besar berada pada wilayah endapan [26]. Apabila ditinjau dari kejadian gempa bumi Kabupaten Cianjur pada tahun 2022, beberapa wilayah dengan indeks kerentanan seismik yang relatif rendah memberikan respon kerusakan yang cukup signifikan. Jika terjadi gempa dengan kekuatan yang sama ( $M_w$  5.6) di wilayah Kabupaten Cianjur dengan nilai indeks kerentanan seismik yang lebih tinggi ( $K_g > 3$ ) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7, diduga akan memiliki potensi kerusakan yang sama atau bahkan lebih parah.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil dari nilai kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter ( $v_{s30}$ ) yang diperoleh dari Badan Geologi, wilayah Kabupaten Cianjur memiliki data faktor amplifikasi ( $A_0$ ) dengan rentang nilai antara 0.8-4.4, frekuensi dominan ( $f_0$ ) dengan rentang nilai antara 0.8-6.4 Hz, dan indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) dengan rentang antara 1.1-22. Kawasan yang terdampak gempa Cianjur memiliki nilai faktor amplifikasi ( $A_0$ ) antara 0.8-1.8, frekuensi dominan ( $f_0$ ) dengan nilai antara 1.6-3.6 Hz, serta nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) antara 0.1-2. Besar kecilnya indeks kerentanan seismik dipengaruhi oleh besar kecilnya nilai faktor amplifikasi dan frekuensi dominan. Nilai  $K_g$  yang tinggi berada di kawasan pesisir selatan dan juga di kawasan Waduk Cirata yang merupakan daerah endapan. Kerusakan yang signifikan akibat Gempa Cianjur tahun 2022 ini berada pada rentang nilai  $K_g$  yang relatif rendah dibandingkan dengan wilayah di Kabupaten Cianjur yang lain. Apabila terjadi gempa yang sama pada kawasan yang memiliki nilai  $K_g$  tinggi, maka wilayah tersebut akan berpotensi mengalami kerusakan yang sama atau lebih signifikan. Hal ini dapat didukung dengan kondisi geologi seperti berada pada wilayah endapan, alur sungai, dan daerah pesisir.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis menyampaikan terima kasih kepada Badan Geologi atas ketersediaan data kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter ( $v_{s30}$ ) yang kami gunakan dalam penelitian ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Khoirunnisa, N. B. Wibowo, H. Rosyida, I. Khaerunnisa, D. Jannah, F. E. C. dan I. M. S. A., "Analisis Keberadaan Manifestasi Panas Bumi Menggunakan Fault Fracture Density (Ffd) Di Kecamatan Tempuran, Kabupaten Magelang," *Kurvatek*, vol. 9, no. 1, pp. 63-72, 2024.
- [2] F. F. Susanta, C. Pratama, T. Aditya, A. f. Khomaini dan H. W. K. Abdillah, "Geovisual Analytics of Spatio-Temporal Earthquake Data in Indonesia," *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 185-194, 2019.
- [3] P. Danre, L. De Barros dan F. Cappa, "A common model to explain similarities between injection-induced and natural earthquake swarms," dalam *EGU General Assembly Conference Abstracts, EGU21-1085.*, 2021.
- [4] T. M. Fentahun, M. Bagyaraj, M. A. Melesse dan T. korme, "Seismic hazard sensitivity assessment in the Ethiopian Rift, using an integrated approach of AHP and DInSAR methods," *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, vol. 24, pp. 735-744, 2024.
- [5] R. R. Eudave, T. M. Ferreira dan R. Vicente, "Parameter-based seismic vulnerability assessment of Mexican historical buildings: Insights, suitability, and uncertainty treatment," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 74, 2022.
- [6] A. Mardalena, Y. I. Astuty dan A. Wibowo, "Analisis Spasial Temporal Lahan Terbangun Terhadap Rawan Bencana Gempa Bumi Di Kabupaten Cianjur," *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, vol. 7, no. 1, pp. 86-95, 2023.
- [7] Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Alam Mineral, Bumi Cianjur Berguncang: Geologi Menyelidiki dan Memitigasi, Bandung: Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Alam Mineral, 2023.
- [8] S. Mokodenseho, Hasrullah, M. Mokodompit, J. Salinsehe dan N. Papatungan, "Analisis Geologis Gempa di Cianjur : Karakteristik Seismik, Zona Patahan, dan Peran Geologi dalam Penilaian Risiko Gempa," *Jurnal Geosains West Science*, vol. 1, no. 2, pp. 96-104, 2023.
- [9] Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Penanganan Gempa Cianjur 2022, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022.
- [10] D. Yusri, A. Setiawan, R. Adwiyah dan H. Mulyati, "Studi Identifikasi Relokasi Atau Rekonstruksi Tempat Tinggal Sebagai Sebuah Pilihan Penanganan Pasca Gempa Cianjur 2022 Berbasis Perspektif Masyarakat," *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*, vol. 10, no. 2, pp. 75-87, 2023.
- [11] V. M. Zakhra, Y. Styawan, E. I. Fattah dan A. Farduwin, "Analisis Gempa Cianjur 2022 Dengan Pendekatan Spasial Temporal a-Value dan b-Value," *JGE(Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, vol. 9, no. 3, pp. 217-230, 2023.
- [12] L. Fauziah dan A. F. Pohan, "Identifikasi Potensi Longsor di Kota Sawahlunto dengan Menggunakan Parameter Frekuensi Dominan, Amplifikasi, dan Kecepatan Gelombang Geser," *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, vol. 12, no. 3, pp. 342-348, 2023.
- [13] I. Rahma dan D. S. Nurhaci, "Identifikasi Daerah Rawan Longsor Berdasarkan Kecepatan Gelombang Geser (Vs30) Di Desa Salamkanci, Kecamatan Bandongan," *Jurnal Stasiun Geofisika Sleman (JSGS)*, vol. 1, no. 1, pp. 09-14, 2023.
- [14] Sutiyono, A. S. Rahman, Rendinis dan M. J. M. Agatha, "Pemodelan Amblasan Tanah Di Wilayah Dki Jakarta Berdasarkan Kecepatan Gelombang Geser Rata-Rata Hingga Kedalaman 30 Meter (Vs30) USGS," *Buletin Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*, vol. 5, no. 1, pp. 20-27, 2024.
- [15] A. Pratama dan Supriyadi, "Analisis Indeks Kerentanan Lapisan Permukaan Tanah Berdasarkan Data Mikrotremor Di Kelurahan Kauman, Kota Semarang," *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, vol. 35, pp. 79-90, 2023.
- [16] A. A. Bustari dan N. B. Wibowo, "Pemetaan Sebaran Nilai Vs30, Faktor Amplifikasi Tanah, Dan Peak Ground Acceleration Wilayah Bantul Timur," *Cakrawala Jurnal Ilmiah Bidang Sains*, vol. 1, pp. 73-80, 2023.

- [17] N. B. Wibowo dan I. Huda, "Analisis Amplifikasi, Indeks Kerentanan Seismik Dan Klasifikasi Tanah Berdasarkan Distribusi Vs30 D.I Yogyakarta," *Buletin Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*, vol. 1, no. 2, pp. 21-31, 2020.
- [18] A. Ningsih, L. Hamimu, A. Manan dan C. Puspitafuri, "Analisis Pergerakan Tanah Akibat Gempabumi Di Daratan Pesisir Kecamatan Wangi-Wangi Selatan Berdasarkan Nilai Ground Shear Strain," *Jurnal Rekayasa Geofisika Indoensia*, vol. 3, no. 3, pp. 106-114, 2021.
- [19] A. S. Rahman, H. Nugroho, D. Permana, O. Sativa, A. Riyanto dan R. K. Sirait, "Analisis Nilai Periode Dominan Tanah Danamplifikasi Akibat Gempabumi Tarutung M5.8 01oktober 2022 Terhadap Kerusakaninfrastruktur Berdasarkan Metode Hvsr," *Buletin Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*, vol. 4, no. 2, pp. 28-33, 2023.
- [20] N. F. Mentari, D. B. Susanti dan Andi, "Analisis Indeks Kerentanan Seismik di Desa Kalongan, Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang Menggunakan Metode HVSR," *Jurnal Stasiun Geofisika Sleman*, vol. 1, no. 2, pp. 06-11, 2023.
- [21] B. S. Nasional, "Klasifikasi kelas situs," 2019. [Online].
- [22] P. Supendi, Priyobudi, J. Jatnika, D. Sianipar, Y. H. Al, N. Heryandoko, Daryono, S. P. Adi, D. Karnawati, S. D. Anugerah, I. Fatchurochman dan A. Sudrajat, "Analisis Gempabumi Cianjur (Jawa Barat) Mw 5.6 Tanggal 21 November 2022," Kelompok Kerja Sesar Aktif dan Katalog Gempabumi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Jakarta 10720, Indonesia, 2022.
- [23] B. Mulyana, R. A. Pamungkas dan Abdurrasyid, "Desa Tanggap Darurat Melalui Pemeriksaan Kesehatan dan Edukasi Penatalaksanaan Kegawatdaruratan Bencanadi CihelangPacet Cianjur Jawa Barat," *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMSI)*, vol. 3, no. 2, pp. 563-570, 2023.
- [24] R. A. Farisi, Artist, *Foto udara rumah yang roboh akibat gempa kampung Selakawung Tengah, Kabupaten Cianjur, Jwa Barat*. [Art]. ANTARA FOTO, 2022.
- [25] BPBD, Artist, *Dokumentasi Kerusakan Pasca Gempa Cianjur 21 November 2022*. [Art]. 2022.
- [26] Sudjatmiko, "Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa," 2003. [Online].
- [27] H. Rosyida, N. B. Wibowo, I. Khaerunnisa, I. M. S. A., D. M. Jannah, F. E. C. dan S. Khoirunnisa, "Analisis kolerasi dan determinasi antara fault fracture density (FFD) dengan bencana tanah longsor kabupaten Simalungun, Sumatera Utara," *Jurnal Teras Fisika*, vol. 6, no. 2, pp. 39-43, 2023.



©2024. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).