

The Analysis of Peak Ground Acceleration at Bedrock and Surfaces in Brebes Regency

Izzuki Hamida¹, Bambang Sunardi², Sorja Koesuma^{1,3}

¹Program Studi Fisika Universitas Sebelas Maret, ²BMKG Stasiun Geofisika Kelas I Sleman, ³Pusat Studi Bencana Universitas Sebelas Maret
izzukihamida@student.uns.ac.id

Article History

accepted 02/10/2022

approved 21/10/2022

published 25/11/2022

Abstract

Brebes Regency has a considerable risk of earthquakes due to an active fault, the Baribis-Kendeng fault Brebes segment passing through this regency. This study aims to collecting data and mapping the peak ground acceleration value at bedrock (PGA) and surfaces (PGAM) to determine the distribution zone of earthquake-prone areas in Brebes Regency. The PGAM value is the adjustment of PGA value due to the influence of site classification that is determined based on the VS30 value which is obtained based on the United States Geological Survey (USGS) VS30 data. Peak ground acceleration data were collected using the RSA 2019 software. From this research, the PGA value in Brebes Regency is 0.2774 g to 0.5405 g, while the distribution area of PGAM value is almost the same as the distribution area of PGA with a range between 0.3082 g to 0.6274 g. Some areas in the southern part have lower PGAM values than PGA due to the influence of site class. From the hazard index map, it can be seen that the Brebes Regency is an earthquake-prone zone with a high index.

Keywords: Peak ground acceleration, VS30, Brebes Regency

Abstrak

Kabupaten Brebes memiliki resiko gempa bumi karena dilalui oleh sebuah sesar aktif, yaitu sesar Baribis-Kendeng segmen Brebes. Sehingga pada penelitian ini dilakukan pemetaan nilai percepatan tanah maksimum di batuan dasar (PGA) dan di permukaan (PGAM) untuk mengetahui zona persebaran daerah rawan bahaya gempa bumi di Kabupaten Brebes. Nilai PGAM merupakan nilai penyesuaian PGA akibat pengaruh klasifikasi situs yang ditentukan berdasarkan nilai VS30 berdasarkan data *United States Geological Survey (USGS) VS30*. Pengambilan data percepatan tanah maksimum dilakukan dengan *software* RSA 2019. Dari penelitian ini diperoleh PGA di Kabupaten Brebes adalah 0,2774 g hingga 0,5405 g. Sedangkan wilayah persebaran PGAM yang diperoleh hampir sama dengan persebaran nilai PGA dengan rentang antara 0,3082 g hingga 0,6274 g. Beberapa daerah di bagian selatan memiliki nilai PGAM lebih rendah dibanding PGA, disebabkan oleh pengaruh kelas situs. Berdasarkan peta indeks bahaya yang diperoleh diketahui bahwa wilayah Kabupaten Brebes merupakan zona rawan bahaya gempa dengan indeks tinggi.

Kata kunci: Percepatan Tanah Maksimum, VS30, Kabupaten Brebes

Social, Humanities, and Education Studies (SHEs): Conference Series p-ISSN 2620-9284
<https://jurnal.uns.ac.id/shes> e-ISSN 2620-9292



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Kabupaten Brebes merupakan kabupaten dengan jumlah penduduk terbanyak di Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan Sensus Penduduk tahun 2020, jumlah penduduk Kabupaten Brebes mencapai 1,98 juta jiwa (Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2020). Banyaknya jumlah penduduk tentunya menjadi pemicu pertumbuhan ekonomi dan pembangunan di daerah ini. Selain itu karena berada di jalur pantai utara dan berbatasan langsung dengan Provinsi Jawa Barat menjadikan Kabupaten Brebes sebagai kawasan strategis untuk pembangunan infrastruktur dan industri.

Kabupaten yang terletak antara $6^{\circ} 44'$ - $7^{\circ} 21'$ LS dan antara $108^{\circ} 41'$ - $109^{\circ} 11'$ BT ini dilalui oleh sebuah sesar aktif, yaitu sesar Baribis-Kendeng segmen Brebes. Sesar Baribis-Kendeng merupakan sesar naik yang masih aktif sampai sekarang. Berdasarkan pengamatan GPS sesar Baribis-Kendeng mengalami pergerakan 0,2 - 5 mm/tahun. Sedangkan sesar Baribis-Kendeng pada segmen Brebes setiap tahunnya mengalami pergerakan hingga 4,5 mm (Tanjung dkk., 2021b). Sesar inilah yang menyebabkan gempa bumi di Kabupaten Brebes pada 28 September 2021 lalu, dilansir dari detikNews gempa bumi tektonik yang terjadi mencapai kedalaman 11 km dan menimbulkan kerusakan terhadap 23 rumah warga (Hartono, 2021).

Kerusakan yang timbul akibat gempa bumi tidak hanya dipengaruhi oleh besar kekuatan gempa bumi saja, namun kondisi geologi seperti kondisi litologi, struktur geologi serta sifat fisik tanah suatu wilayah juga mempengaruhi (Agung & Indrajaya, 2020). Kabupaten Brebes memiliki morfologi daerah bukit, pegunungan dan dataran rendah dengan tiga jenis batuan penyusun, yaitu batuan gamping, batuan lava dan aluvial. Jenis tanah yang mendominasi pada wilayah ini adalah Aluvial Kelabu (BPPD Kabupaten Brebes, 2011). Daerah dengan dataran aluvial mempunyai resiko dampak bahaya gempa bumi yang besar. Hal ini disebabkan wilayah dengan sifat batuan yang belum kompak sangat mudah terurai ketika terjadi gempa bumi, sehingga kerusakan yang timbul akan semakin besar (Tanjung dkk., 2021a). Karena kondisi geologis tersebut, perlu dilakukan pemetaan daerah rawan bencana gempa bumi di Kabupaten Brebes sebagai upaya mitigasi.

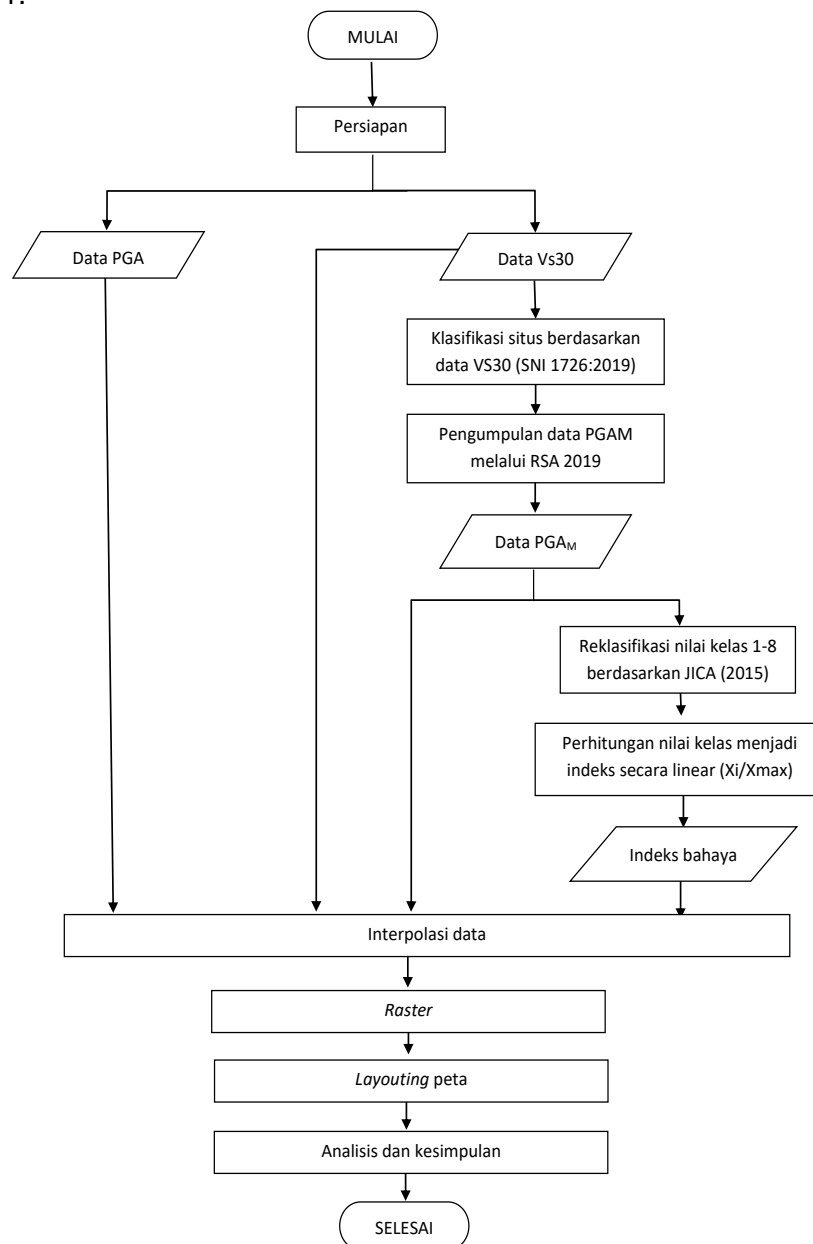
Salah satu informasi penting untuk meminimalisir dampak gempa bumi adalah nilai *Peak Ground Acceleration* atau percepatan tanah maksimum di batuan dasar (PGA). Nilai ini dapat memberikan informasi mengenai efek paling parah yang pernah dialami di suatu lokasi dimana semakin besar nilai PGA yang pernah terjadi di suatu tempat maka semakin besar bahaya dan resiko gempa bumi yang mungkin terjadi (Putri dkk., 2017). Selain PGA, nilai percepatan tanah maksimum di permukaan atau PGAM yang merupakan nilai penyesuaian PGA akibat pengaruh klasifikasi situs juga memiliki peran penting dalam memberikan informasi untuk meminimalisir dampak gempa bumi. Nilai klasifikasi situs ditentukan berdasarkan kecepatan gelombang geser hingga pada kedalaman 30 meter dari permukaan (VS30) yang dapat diperoleh berdasarkan data *United States Geological Survey* (USGS) VS30. Nilai VS30 dapat digunakan untuk menentukan standar bangunan tahan gempa dan juga pengklasifikasian batuan berdasarkan kekuatan getaran dari gempa bumi akibat efek lokal karena lapisan-lapisan batuan sampai kedalaman 30 meter mampu menentukan pembesaran gelombang gempa (Valeria dkk., 2019).

Maka dari itu tujuan penelitian ini adalah menentukan nilai PGA di batuan dasar dan permukaan (PGAM) di Kabupaten Brebes dengan nilai klasifikasi situs berdasarkan data VS30. Nilai PGAM ini nantinya digunakan untuk mengetahui zona persebaran daerah rawan bahaya gempa bumi di Kabupaten Brebes. Pada penelitian ini pengambilan data PGAM dilakukan dengan *software* RSA 2019. *Software* ini dikembangkan oleh Pusat Studi Gempa Nasional (PuSGeN) dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman (PUSKIM) untuk melakukan perhitungan beban gempa dengan merujuk pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun

2017 (PuSGeN 2017) dan SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

METODE

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan seperti yang ditunjukkan diagram alir penelitian pada Gambar 1. Tahap awal yang dilakukan yaitu persiapan dengan mengumpulkan dan mengolah data yang dibutuhkan seperti data Lintang dan Bujur daerah penelitian, data VS30 yang diperoleh dari USGS VS30 (<https://earthquake.usgs.gov/data/VS30/>) dan data PGA batuan dasar dari BMKG. Kemudian dilakukan pengklasifikasian situs berdasarkan data VS30. Berdasarkan pasal 5.3, SNI 1726:2019 (BSN, 2019), profil tanah di situs harus diklasifikasikan sesuai dengan Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Tabel Kelas Situs (BSN, 2019)

Kelas situs	Vs (m/detik)
SA (batuan keras)	>1500
SB (batuan)	750-1500
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350-750
SD (tanah sedang)	175-350
SE (tanah lunak)	<175

Setelah diklasifikasi dapat dilakukan pengumpulan nilai PGAM dan pencocokan nilai PGA batuan dasar menggunakan *software* aplikasi RSA 2019. Pengumpulan nilai PGAM ini disesuaikan dengan kelas situsnya karena PGAM merupakan penyesuaian PGA akibat pengaruh klasifikasi situs. Menurut pasal 6.7.3, SNI 1726:2019, PGAM dapat ditentukan dari persamaan:

$$PGAM = F_{PGA} \cdot PGA \quad (1)$$

Dimana F_{PGA} adalah koefisien situs dari Tabel berikut.

Tabel 2. Tabel Koefisien Situs F_{PGA} (BSN, 2019)

Kelas Situs	$PGA \leq 0,1$	$PGA = 0,2$	$PGA = 0,3$	$PGA = 0,3$	$PGA = 0,3$	$PGA \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
SE	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1
SF	SS					

Catatan: (a) SS = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik

Apabila telah diperoleh seluruh data PGAM dilakukan reklasifikasi data PGAM dengan nilai kelas 1-8 menurut JICA (2015) berdasarkan Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Tabel Kelas Nilai Intensitas Guncangan di

Kelas	Nilai	Indeks
<0,25	1	
0,25-0,30	2	
0,30-0,35	3	
0,35-0,40	4	
0,40-0,45	5	Nilai/Nilai Maks
0,45-0,50	6	
0,50-0,55	7	
>0,55	8	

Kemudian nilai kelas diubah menjadi nilai indeks bahaya gempa bumi menggunakan persamaan:

$$\text{Nilai Indeks} = \left(\frac{X_i}{X_{max}} \right) \text{ atau } \left(\frac{\text{Nilai}}{\text{Nilai max}} \right) \quad (2)$$

Selanjutnya data PGA, PGAM, VS30 dan Indeks Bahaya di interpolasi dengan interpolasi TIN (*Triangulated Irregular Network*). Dalam pemetaan, interpolasi adalah metode yang dilakukan untuk memprediksi nilai grid yang tidak diwakili oleh titik sampel (Susetyo dan Syetiawan, 2016). Dari hasil interpolasi tersebut kemudian dibuat raster dan dilakukan pengaturan simbologi untuk mengatur warna, juga simbolisasi dan layouting peta untuk mempermudah pembacaan informasi pada peta. Setelah itu dilakukan analisis dan penarikan kesimpulan.

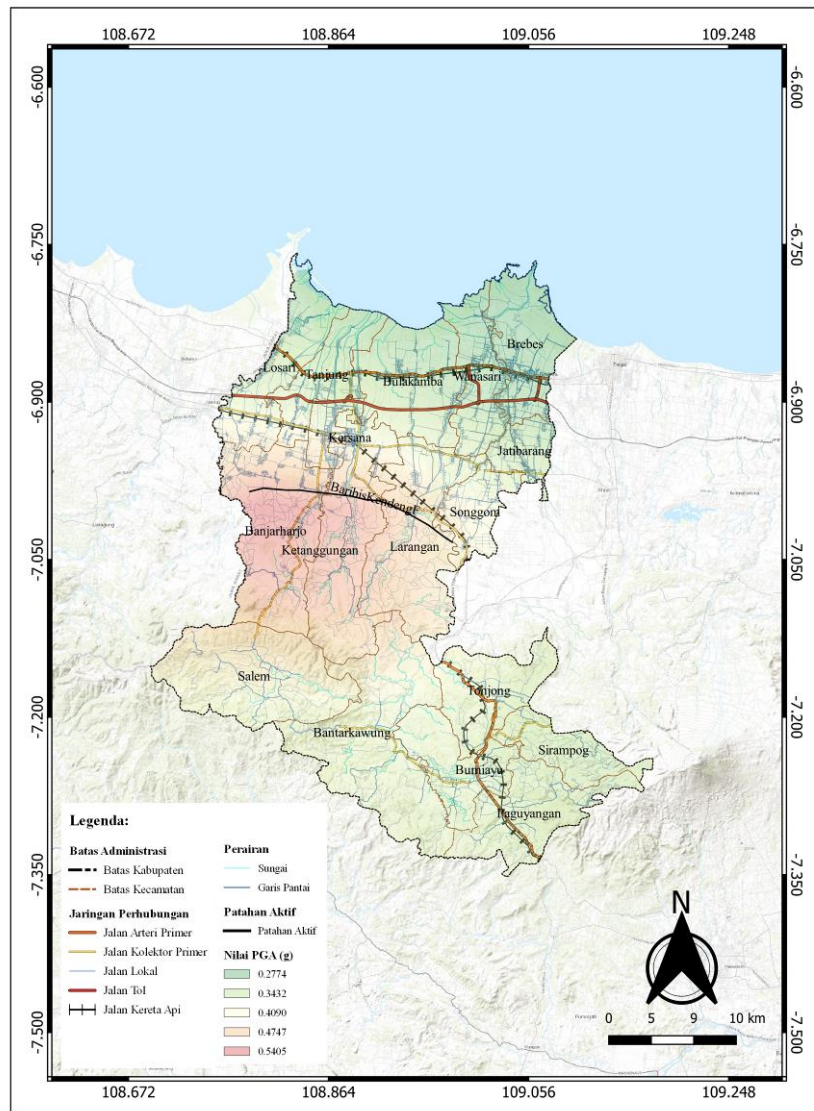
HASIL DAN PEMBAHASAN

Percepatan Tanah Maksimum (PGA) di Batuan Dasar

Percepatan getaran tanah merupakan gangguan yang dikaji untuk setiap gempa bumi. Nilai PGA di batuan dasar pada penelitian ini dipetakan supaya dapat memberikan informasi mengenai efek paling parah yang pernah dialami suatu lokasi. Berdasarkan Peta PGA di Batuan Dasar Kabupaten Brebes yang diperoleh (Gambar 2.) menunjukkan nilai PGA batuan dasar dalam rentang warna hijau-merah dimana warna hijau menunjukkan nilai rendah, sedangkan warna merah menunjukkan nilai tinggi. Nilai PGA di batuan dasar untuk wilayah Kabupaten Brebes memiliki nilai antara 0,2774 g hingga 0,5405 g. Daerah dengan nilai PGA paling rendah berada di bagian utara Kabupaten Brebes yaitu pada Kecamatan Brebes, Wanasari, Bulakamba, Tanjung, dan Losari. Sedangkan daerah selatan Kabupaten Brebes memiliki nilai PGA 0.3432 hingga 0.4090 g ditandai dengan warna hijau muda hingga kuning. Daerah Kecamatan Banjarharjo, Ketanggungan, dan Larangan memiliki nilai PGA yang tinggi, tampak dari warna merah yang ada di daerah tersebut. Ketiga kecamatan tersebut dilewati oleh patahan aktif, sesar Baribis-Kendeng segmen Brebes. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan patahan aktif memberikan dampak pada nilai PGA yang ada di suatu wilayah. Semakin dekat dengan daerah patahan, semakin tinggi nilai PGA yang diperoleh.

Percepatan Tanah Maksimum di Permukaan (PGAM)

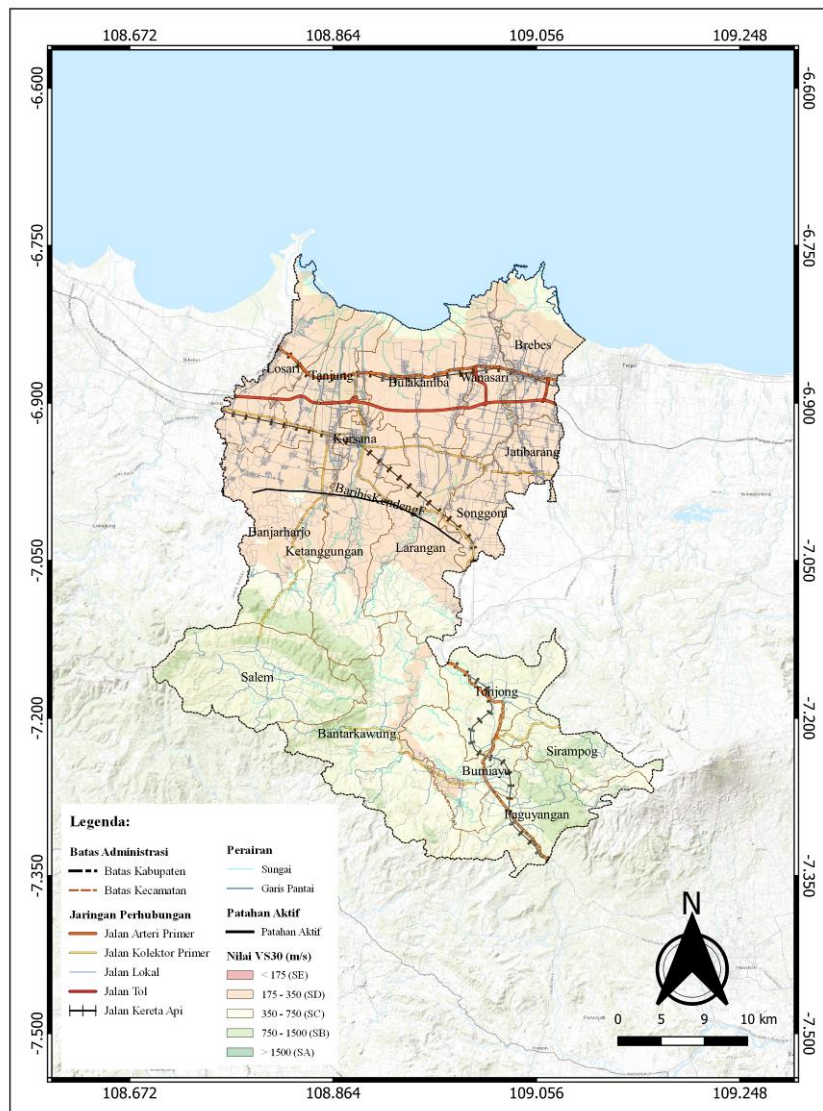
Sesuai dengan metodologi yang digunakan, diperlukan kelas situs atau jenis tanah untuk menentukan nilai PGAM yang dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Kelas situs atau klasifikasi jenis tanah di Kabupaten Brebes ini ditentukan berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 m dari permukaan atau VS30. Persebaran nilai VS30 di Kabupaten Brebes ditunjukkan oleh Gambar 3. Berdasarkan persebaran nilai VS30 diketahui bahwa terdapat 3 kelas situs yang ada pada Kabupaten Brebes, yaitu SD, SC, dan SB. Kelas situs SD (tanah sedang) dengan rentang nilai VS30 antara 175-350 m/s mendominasi wilayah ini ditandai dengan warna oranye. Terdapat 11 kecamatan dengan kelas situs SD yang letaknya ada pada daerah dataran rendah. Untuk kelas SC dan SB letaknya berada pada daerah dengan topografi dataran tinggi ditandai dengan warna kuning dan hijau.



Gambar 2. Peta Percepatan Tanah Maksimum di Batuan Dasar Kabupaten Brebes

Kemudian peta percepatan tanah maksimum di permukaan (PGAM) yang telah disesuaikan dengan efek klasifikasi situs untuk wilayah Kabupaten Brebes ditunjukkan pada Gambar 4. Dari gambar peta tersebut dapat diketahui bahwa nilai PGAM untuk wilayah Kabupaten Brebes memiliki nilai antara 0,3082 g hingga 0,6274 g yang mana nilainya relatif lebih tinggi dari percepatan tanah di batuan dasar. Wilayah persebaran nilai percepatan PGAM hampir sama dengan persebaran nilai PGA di batuan dasar, daerah utara dan selatan memiliki nilai yang rendah dan daerah yang dekat dengan patahan memiliki nilai percepatan yang lebih besar dibandingkan daerah yang jauh dari patahan. Yang membedakan adalah beberapa daerah di bagian selatan seperti pada kecamatan Bantarkawung, Sirampog, dan Paguyangan yang memiliki nilai percepatan di permukaan lebih rendah dibanding nilai percepatan di batuan dasar ditunjukkan dari warna hijau yang ada pada peta. Daerah-daerah tersebut jika diamati topografinya menunjukkan daerah pegunungan atau dataran tinggi yang mana tersusun dari jenis tanah yang lebih keras dibanding jenis tanah pada dataran rendah. Hal ini juga sesuai dengan yang ada pada peta persebaran nilai VS30 yang menunjukkan daerah-daerah

tersebut memiliki jenis tanah batuan (SB). Artinya semakin besar nilai VS30 di suatu wilayah, semakin kecil kerusakan yang mungkin terjadi akibat gempa bumi, karena jenis tanah yang semakin keras semakin kecil guncangan yang dapat terjadi.

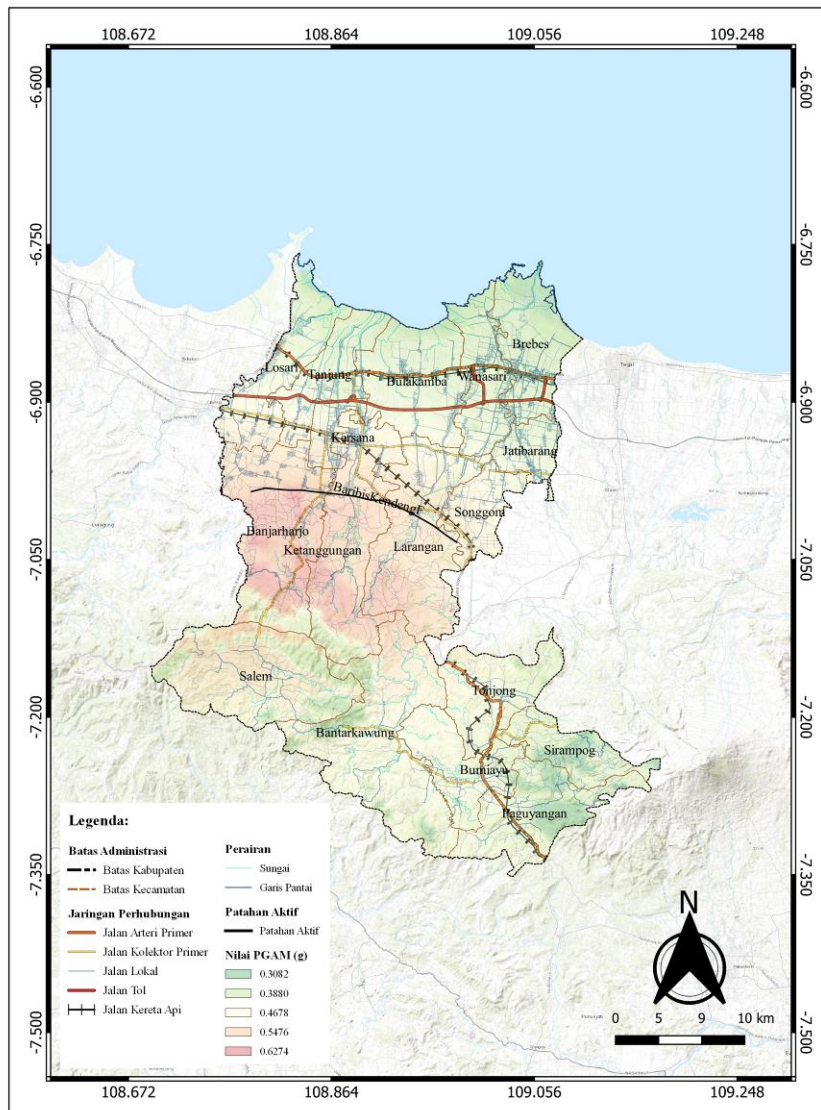


Gambar 3. Peta Persebaran Nilai VS30 Kabupaten Brebes

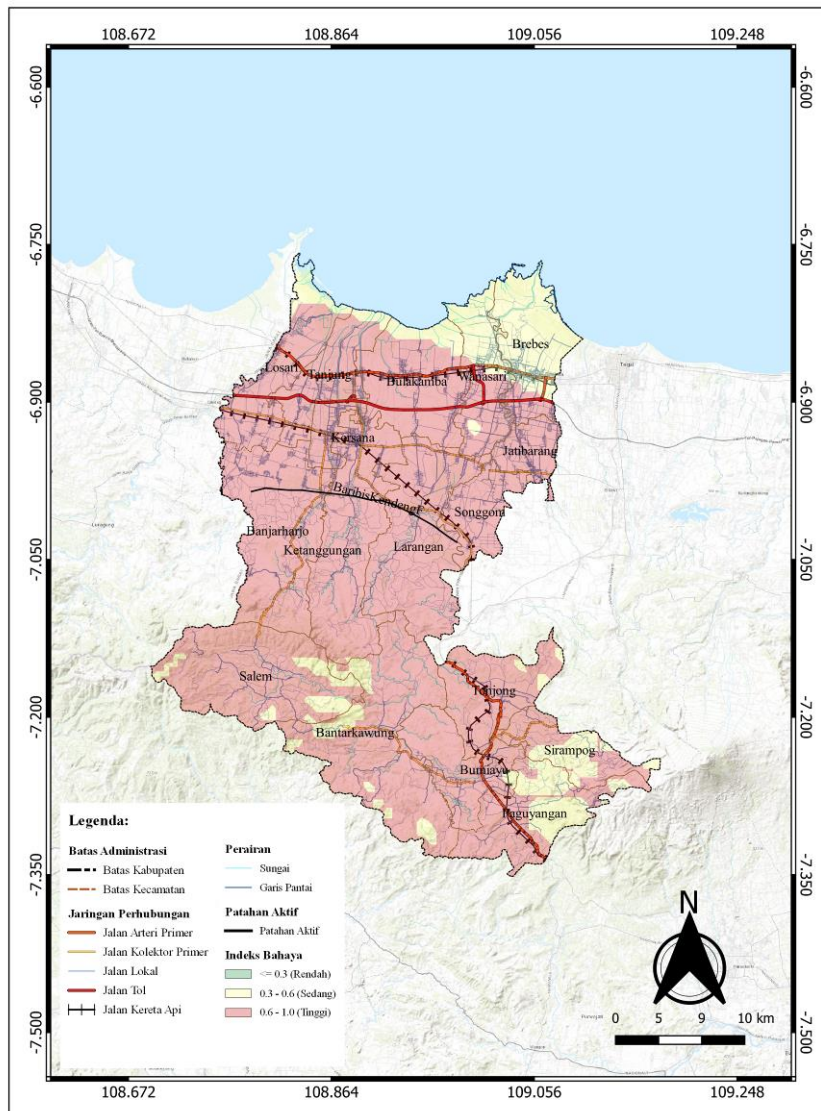
Indeks Bahaya Gempa Bumi

Dari nilai PGAM dapat dihitung nilai indeks bahaya gempa bumi dengan melakukan reklasifikasi nilai PGAM dengan nilai kelas 1-8 menurut JICA sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3. Setelah itu nilai kelas diubah menjadi nilai indeks bahaya gempa bumi dengan persamaan, Nilai Indeks = (X_i / X_{max}) atau (Nilai / Nilai Maks). Dari hasil klasifikasi nilai indeks bahaya ini diketahui bahwa Kabupaten Brebes memiliki tingkat indeks bahaya tinggi 0,6-1,0 ditunjukkan pada gambar peta indeks bahaya Gambar 5. Hampir seluruh wilayah Kabupaten Brebes berwarna merah, hanya beberapa daerah seperti pesisir di utara Kabupaten Brebes yang lokasinya jauh dari patahan Baribis Kendang yang berwarna kuning, menunjukkan tingkat bahaya sedang. Selain daerah pesisir, daerah yang memiliki nilai PGAM rendah, seperti daerah Sirampog dan Paguyangan, juga memiliki indeks bahaya gempa bumi yang sedang. Hal ini

menunjukkan bahwa jenis kelas situs juga mempengaruhi tingkat bahaya gempa bumi di suatu wilayah.



Gambar 4. Peta Percepatan Tanah Maksimum di Permukaan Kabupaten Brebes



Gambar 5. Peta Indeks Bahaya Gempa Bumi Kabupaten Brebes

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai PGA batuan dasar di Kabupaten Brebes adalah 0,2774 g hingga 0,5405 g. Daerah dengan nilai PGA paling rendah berada di bagian utara Kabupaten Brebes sedangkan daerah dengan nilai PGA yang tinggi berada pada yang dilewati sesar Baribis Kendeng, yaitu Kecamatan Banjarharjo, Ketanggungan, dan Larangan. Semakin dekat dengan patahan atau sesar aktif semakin besar nilai PGA yang ada di wilayah tersebut.

Berdasarkan persebaran nilai VS30 pada Kabupaten Brebes diketahui bahwa kelas situs SD mendominasi kelas situs yang ada di wilayah tersebut. Nilai PGA permukaan atau PGAM di Kabupaten Brebes memiliki nilai antara 0,3082 g hingga 0,6274 g. Wilayah persebaran nilai percepatan PGAM hampir sama dengan persebaran nilai PGA di batuan dasar. Namun, beberapa daerah di bagian selatan seperti pada kecamatan Bantarkawung, Sirampog, dan Paguyangan yang memiliki nilai percepatan di permukaan lebih rendah dibanding nilai percepatan di batuan dasar. Besar nilai PGA

permukaan dipengaruhi oleh kelas situs, sehingga nilai PGAM cenderung kecil di daerah yang dekat dengan sesar namun memiliki jenis tanah yang keras. Berdasarkan nilai PGAM diperoleh juga peta indeks bahaya dimana sebagian besar wilayah Kabupaten Brebes merupakan zona rawan bahaya gempa dengan indeks tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, R., & Indrajaya, A. (2020). Penentuan Nilai Percepatan Tanah Maksimum Terhadap Mitigasi Gempabumi Kabupaten Pidie Jaya, Provinsi Aceh. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 17(1), 23–26.
- BPPD Kabupaten Brebes. (2011). 'Bab II. Gambaran Umum Kondisi dan Potensi Wilayah Kab. Brebes', dalam Laporan Pendahuluan Kegiatan Penyusunan Review RPIJM Bidang PU/ Cipta Karya Kabupaten Brebes.
- BSN. (2019). SNI 1726:2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. BSN.
- Hartono, U. (2021, September 28). Gempa Darat Guncang Brebes, Ini Penjelasan dan Rekomendasi BMKG. detiknews. <https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-5743531/gempa-darat-guncang-brebes-ini-penjelasan-dan-rekomendasi-bmkg>
- Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. (2020, Januari 22). SP2020, Penduduk Brebes Terbanyak di Jateng. [jatengprov.go.id. https://jatengprov.go.id/beritadaerah/sp2020-penduduk-brebes-terbanyak-di-jateng/](https://jatengprov.go.id/beritadaerah/sp2020-penduduk-brebes-terbanyak-di-jateng/)
- Putri, A., Purwanto, M. S., & Widodo, A. (2017). Identifikasi Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kerentanan Tanah Menggunakan Metode Mikrotremor Jalur Sesar Kendeng. *Jurnal Geosaintek*, 3(2), 107–114.
- Tanjung, N. A. F., Permatasari, I., & Yuniarto, A. H. P. (2021a). Analisis Peak Ground Acceleration (PGA) Kota Tegal Menggunakan Metode HVSR (Horizontal to Vertical Spectra Ratio). *Jurnal Geosaintek*, 7(1), 9–16.
- Tanjung, N. A. F., Permatasari, I., & Yuniarto, A. H. P. (2021b). Mapping of Weathered Layer Thickness and Seismic Vulnerability in Tegal using HVSR method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1951(1), 012053.
- Valeria, R., Rustadi, R., & Zaenudin, A. (2019). Karakteristik Tanah Di Daerah Cekungan Bandung Berdasarkan Kecepatan Gelombang Geser (Vs30) dengan Metode MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave). *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 3(1), 57–70.