

JURNAL LINGKUNGAN DAN BENCANA GEOLOGI Journal of Environment and Geological Hazards

ISSN: 2086-7794, e-ISSN: 2502-8804 Akreditasi KEMENRISTEKDIKTI: 21/E/KPT/2018 Tanggal 9 Juli 2018 e-mail: perpustakaan.pag@esdm.go.id - http://jlbg.geologi.esdm.go.id/index.php/jlbg

# Kerentanan Goncangan Tanah pada Sedimen Permukaan Wilayah Kecamatan Tarogong Kaler, Tarogong Kidul, Garut Kota, dan Karang Pawitan, Kabupaten Garut berdasarkan Analisa Data Mikrotremor

Vulnerability of Land Shocks on Surface Sediment of Region of Tarogong Kaler, Tarogong Kidul, Garut Kota, and Karang Pawitan District, Garut Regency, Based on Microtremor Data Analysis

Rahmat Setyo Yuliatmoko, Telly Kurniawan, Thomas Hardy, dan Yusuf Hadi Perdana

Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Jalan Angkasa No. 2 Kemayoran, Jakarta 10720 Indonesia

*e-mail*: rahmat.yuliatmoko@gmail.com Naskah diterima 20 Juni 2019, selesai direvisi 06 April 2020, dan disetujui 29 April 2020

#### ABSTRAK

Gempa Tasikmalaya berkekuatan magnitudo 7,3 pada 2 September 2009 berdampak terhadap Kabupaten Garut, yang menelan korban jiwa tidak sedikit dan mengakibatkan rusaknya infrastruktur. Untuk mengantisipasi kejadian gempa bumi di masa yang akan datang, perlu adanya langkah mitigasi gempa bumi di kabupaten ini. Salah satu mitigasi yang dapat dilakukan adalah memetakan zona rawan bencana, berdasarkan nilai Frekuensi Dominan (f0), Indeks Kerentanan Seismik (Kg) dan Regangan Geser Permukaan Tanah (GSS). Pengumpulan data mikrotremor telah dilakukan untuk memperoleh spektrum gelombang yang mencerminkan karakteristik batuan di wilayah ini. Berdasarkan hasil analisis nilai f0, Kg dan GSS, Desa Suci, Karangmulya, Jatisari, Sindangpalay dan Sindanggalih mempunyai distribusi nilai f0 paling rendah dengan kisaran 1.1-1.3 Hz, nilai Kg dan nilai GSS cukup tinggi dengan kisaran 15-24, sehingga masuk dalam klasifikasi tanah lunak dan sedimen tebal yang mudah mengalami amplifikasi gelombang. Wilayah ini berpotensi besar mengalami kerusakan bangunan saat terjadi gempa besar. Diharapkan pembangunan di wilayah ini memenuhi syarat bangunan tahan gempa untuk meminimalkan kerusakan dan menghindari korban jiwa dari reruntuhan bangunan. Adapun Desa Kersamenak, Cibunar, Sukabakti, Sukakarya, Sukajaya, Jayawaras, Jayaraga, Jatisari bagian selatan, Tarogong Timur, Pataruman Timur, Sukagalih Timur dan Mekargalih bagian utara mempunyai nilai f0 tinggi dengan kisaran 4-5 Hz dan nilai Kg dengan nilai GSS rendah dengan kisaran 0-9, yang merupakan tanah keras sehingga akan lebih aman saat terjadinya gempa bumi.

Kata kunci: GSS, HVSR, Kerentanan

#### ABSTRACT

The Tasikmalaya earthquake with magnitude 7.3, on September 2, 2009, affected Garut Regency and caused many casualties and damages to infrastructure. To anticipate future earthquakes, earthquake mitigation need to be taken in this regency. One of mitigation that can be done is to map disaster-prone zones, based on the values of Dominant Frequency (f0), Seismic Vulnerability Index (Kg) and Ground Surface Shear Strains (GSS). Data collection of microtremor was carried out to get the the wave spectrum that reflect characteristic rock layers in this region. Based on result of analysis values: f0, Kg and GSS, villages of Suci, Karangmulya, Jatisari, Sindangpalay, and Sindanggalih have the lowest distribution of f0 values with a range of 1.1-1.3 Hz, Kg and GSS values are quite high with a range of 15-24, so they are included in the classification of soft soils and thick sediments that wave amplification occurs easily. This region has great potential of building cracks when huge earthquakes occur. It is hoped that development in this area meets earthquake-resistant building requirements to minimize damage and avoid casualties from building debris. While the villages of Kersamenak, Cibunar, Sukabakti, Sukakarya, Sukajaya, Jayawaras, Jayaraga, eastern

Jatisari, southern Tarogong, eastern Pataruman, eastern Sukagalih, and the northern part of Mekargalih have high f0 values with a range of 4-5 Hz, low Kg and GSS values with a range of 0-9, which is hard soil, so it will be safer when an earthquake occurs.

Keywords: GSS, HVSR, Vulnerability

## PENDAHULUAN

Pemetaan zona rawan gempa bumi sebagai salah satu langkah mitigasi menjadi sangat penting, mengingat upaya prediksi gempa bumi masih belum memberikan hasil yang optimal. Berbagai usaha mitigasi terus dilakukan, agar ketika bencana gempa bumi terjadi pada lokasi yang berpotensi terdampak bencana, dapat dihindari jatuhnya korban dan meminimalisir kerusakan. Berdasarkan kedudukannya, wilayah Kabupaten Garut dekat dengan lajur sumber gempa bumi yang berpotensi mengalami goncangan tanah, sehingga menjadi titik fokus dari penelitian mitigasi bencana gempa bumi ini. Kabupaten ini didominasi oleh dataran tinggi dan dikelilingi oleh beberapa gunung api di antaranya: Karacak, Cikuray, Papandayan, dan Guntur.

Kondisi tektonik wilayah Garut dipengaruhi oleh zona subduksi lempeng Indo-Australia yang menunjam Eurasia dan keberadaan patahan lokal *Garsela Fault* segmen Rakutak dan Kencana, menyebabkan wilayah ini memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi dari bencana gempa bumi dan letusan gunung, maupun bencana lainnya seperti tanah longsor, banjir dan lain sebagainya.

Berdasarkan sensus penduduk tahun 2010, Kabupaten Garut memiliki jumlah penduduk yang cukup besar yaitu 2.402.450 jiwa, yang tersebar pada 42 kecamatan dengan distribusi populasi terbesar pada 5 (lima) kecamatan yaitu Malangbong, Karangpawitan, Garut Kota, Tarogong Kidul, dan Tarogong Kaler. Dengan kondisi demografi yang padat dan kerawanan bencana yang tinggi di Kabupaten Garut, mitigasi di area ini sangatlah penting.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan penentuan karakteristik dan pemetaan lokasi rawan bencana melalui pembagian zona tingkat kerawanan dengan menentukan nilai frekuensi dominan (f0), Indeks Kerentanan Seismik (*Kg*) dan *Ground Shear Strain* (*GSS*), kemudian nilai tersebut dipetakan dalam peta rawan bencana gempa bumi pada daerah penelitian. Penzonasian daerah rawan bencana ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dalam tata ruang wilayah dan rencana pembangunan rumah/gedung agar tahan terhadap bahaya gempa bumi.

Berdasarkan peta geologi wilayah Garut (Gambar 1), daerah ini ditempati oleh beberapa formasi batuan yaitu: Formasi Batuan Gunung Api Muda, Batuan Granit, Batuan Gunung Api Kuarter dan Batuan Breksi vulkanik serta Alluvial. Formasi Batuan Gunung Api Muda terdiri dari batuan gunung api dengan sejumlah kecil batuan sedimen, lava, breksi, dan breksi tufa. Dalam formasi ini termasuk batuan sedimen berumur Kuarter di sebelah selatan dan tebalnya mencapai 700 meter.

Batuan lain yang terdapat dalam peta geologi wilayah Garut adalah batuan granit. Batuan granit ini dinyatakan berumur Kuarter. Batuan breksi vulkanik terdiri dari breksi gunung api, lahar, breksi tufa dan tufa bersusunan basal sampai andesitan. Batuan aluvial merupakan hasil pelapukan dari batuan yang lebih tua dan endapan sungai, terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur (Sumaatmadja, 1999).

Gempa dangkal banyak mendominasi kegempaan di Kabupaten Garut dengan kedalaman kurang dari 70 km yang ditunjukkan dengan lingkaran hitam pada Gambar 2. Sumber-sumber gempa ini berasal dari sesar di Jawa Barat. Sesar utama yang masih aktif di Jawa Barat antara lain Sesar Cimandiri. Sesar ini merupakan sesar paling tua, membentang mulai dari Teluk Palabuhan Ratu menerus ke timur dan diduga hingga Subang. Aktivitas sesar ini ditunjukkan dengan terjadinya gempa bumi yang cukup Kerentanan Goncangan Tanah pada Sedimen Permukaan Wilayah Kecamatan Tarogong Kaler, Tarogong Kidul, Garut Kota, dan Karang Pawitan, Kabupaten Garut berdasarkan Analisa Data Mikrotremor



Gambar 1. Peta geologi wilayah Garut.

(Pusat Pengelolaan dan Penyebarluasan Informasi Geospasial, Badan Informasi Geospasial, 2019).



Gambar 2. Gempa bumi yang terjadi di daratan wilayah Jawa bagian barat, mulai dari tahun 1973 hingga awal 2016 (Gabungan katalog BMKG dan USGS).

signifikan yaitu tahun 1844 di wilayah Cianjur, tahun 1910 di Padalarang dan tahun 1982 di Cianjur, Rajamandala. Sesar aktif lainnya yaitu Sesar Lembang yang terletak di utara Bandung. Sesar ini membentang sepanjang kurang lebih 25 km dengan arah barat-timur. Selain kedua sesar tersebut, ada Sesar Baribis yang letaknya di bagian utara Jawa Barat. Sesar aktif ini membentang mulai dari Purwakarta hingga ke daerah Baribis di Majalengka. Gempa bumi yang cukup signifikan yang bersumber dari sesar ini adalah gempa bumi tahun 1862 di Karawang. Sistem sesar lainnya adalah sesar yang berarah relatif barat laut-tenggara antara lain Sesar Walat, Sesar Cikalong, Sesar Saguling, dan Sesar Cirata (PUSGEN, 2017).

### **METODE PENELITIAN**

Lokasi penelitian ini adalah 4 (empat) kecamatan yaitu Tarogong Kaler, Tarogong Kidul, Garut Kota, dan Karang Pawitan. Gambaran lebih rinci titik lokasi pengukuran ditunjukkan pada Gambar 3.

*Horizontal to Vertical Spectrall Ratio* (HVSR) merupakan rasio nilai spektrum komponen horizontal terhadap komponen vertikal (H/V) dari gelombang mikrotremor terukur seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Periode yang bersesuaian dengan puncak spektrum HVSR merupakan frekuensi dominan di lokasi tersebut. Pada tahun 1989, Nakamura mencoba memisahkan efek sumber gelombang dengan efek geologi dengan menentukan spektrum komponen horizontal dengan vertikal pada titik ukur yang sama. Hasilnya menunjukkan bahwa rekaman pada stasiun yang berada pada batuan keras, nilai maksimum H/V mendekati nilai satu.

Teknik perbandingan nilai spektrum gelombang H/V dari *noise* gelombang seismik dapat digunakan untuk memperkirakan kedalaman *engineering bedrock* secara cepat. Hasil perhitungan HVSR, selain dapat menunjukkan nilai frekuensi dominan (*fo*), juga dapat menentukan nilai puncak HVSR (A0), yang mempresentasikan karakteristik dinamis lapisan sedimen. Nakamura merumuskan metode ini berdasarkan hipotesis utama, yaitu *ambient noise* ditimbulkan oleh refleksi dan refraksi gelombang geser



Gambar 3. Peta Titik pengukuran mikrotremor meliputi Kecamatan Tarogong Kaler, Tarogong Kidul, Garut Kota, dan Karang Pawitan Kabupaten Garut.



Gambar 4. Metode HVSR a. Spektrum gelombang mikro, b. spectrum amplitude, c. HVSR sebelum di filter, d. HVSR final.

(*shear wave*) dalam lapisan tanah dangkal serta gelombang permukaaan. Sumber *noise* lokal tidak mempengaruhi *ambient noise* pada bagian bawah struktur yang tidak terkonsolidasi. Lapisan tanah yang rapuh atau lunak tidak menguatkan komponen vertikal dari *ambient noise*. Parameter penting yang dihasilkan dari metode HVSR ialah frekuensi dominan dan amplifikasi. HVSR yang terukur pada lapisan batuan pada kedua parameter tersebut dapat memberikan informasi karakteristik geologi permukaan dangkal, sedangkan HVSR yang terukur pada bangunan berkaitan dengan kekuatan bangunan.

Frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang kerap muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di wilayah tersebut. Nilai frekuensi ini dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan. Lachet dan Brad (1994) melakukan uji simulasi dengan menggunakan empat model struktur geologi sederhana dengan kombinasi variasi kontras kecepatan gelombang geser dan ketebalan lapisan tanah. Hasil simulasi menunjukkan nilai puncak frekuensi berubah terhadap variasi kondisi geologi. Dari nilai frekuensi dominan yang terukur di permukaan dapat diketahui karakteristik batuan di bawahnya. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 tentang klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan mikrotremor. Pada tahun 1981, Kanai melakukan modifikasi pada pengklasifikasian tanah berdasarkan frekuensi dominan, hasil modifikasi tersebut ditunjukkan oleh Tabel 2.

Frekuensi dominan memiliki hubungan yang erat dengan ketebalan sedimen (Petermans drr., 2006). Seperti halnya yang dikemukakan juga oleh Parolai drr. (2001) dan Isicico (2004) bahwa semakin dalam engineering bedrock maka frekuensi dominannya semakin rendah. Sebaliknya kian dangkal engineering bedrock, frekuensi dominannya kian tinggi. Kondisi tanah muda dan lebih lunak akan mengalami amplifikasi gerakan yang lebih kuat dari tanah lebih tua dan lebih consolidated atau batuan dasar (Montalvo-Arrieta, drr, 2008). Nilai f0 ini lebih berkaitan dengan ketebalan sedimen permukaan 1/fo = 4h/Vs, di mana kian dalam engineering bedrock maka kian tebal sedimen. Bangunan menjadi berbahaya pada f0 rendah vaitu ketika frekuensi bangunan sama/mendekati frekuensi dominan tanah sehingga mudah mengalami resonansi ketika terjadi gempa bumi.

Indeks kerentanan seismik (Kg) merupakan parameter yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kerawanan suatu daerah terhadap ancaman risiko gempa bumi. Indeks kerentanan seismik terhadap kerusakan akibat gempa bumi menunjukkan hubungan yang linier. Nilai ini menggambarkan tingkat kerentanan lapisan tanah permukaan terhadap deformasi saat terjadi gempa bumi. Kian tinggi nilai Kg di suatu wilayah maka potensi untuk mengalami kerusakan lebih tinggi.

Klasifikasi Tanah		Frekuensi				
Tipe	Jenis	- Dominan (Hz)	Klasilikasi Kanal	Deskripsi		
Tipe IV	Jenis I	6,667-20	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan <i>hard sandy, gravel,</i> dan lainnya.	Ketebalan sedimen permukaannya sangat tipis, didominasi oleh batuan keras		
	Jenis II	4,0-10,0	Batuan aluvial, dengan ketebalan 5m. Terdiri dari sandy-gravel, sandy hard clay, loam, dan lainnya.	Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori menengah 5-10 meter.		
Tipe III	Jenis III	2,5-4,0	Batuan <i>aluvial</i> , dengan ketebalan lebih dari 5m. Terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dan lainnya	Jari 5m. <i>y. loam</i> , Ketebalan sedimen permukaannya masu dalam kategori tebal 10-30 meter.		
Tipe I-II	Jenis IV	Kurang dari 2,5	Batuan <i>aluvial</i> yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur dan lainnya, dengan kedalaman 30 m atau lebih	Ketebalan sedimen permukaannya sangatlah tebal lebih dari 30 meter.		

Tabel 1. Klasifikasi	i Tanah Berdasaı	rkan Nilai Fre	ekuensi Do	minan Mikı	otremor Oleh	i Kanai
	(Arief Alihudien	dan Adhitya	Surya Mar	nggala, 2013	5)	

Tabel 2. Klasifikasi tanah oleh Kanai berdasarkan nilai frekuensi dominan mikrotremor modifikasi (Kanai, 1983)

1950	1981 (Revised)	Frekuensi	Kondisi Tanah	
Klasifikasi		Dominan		
Jenis I	Jenis I	lebih dari 5	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan hard sandy, gravel.	
Jenis 2	Jenis 2	1,33-5	Sebagian besar lapisan diluvium atau lapisan aluvium dengan perbandingan ketebalan lapisan gravel pada area yang luas Terdiri dari gravel, sandy hard clay dan loam	
Jenis 3			Sebagian besar sangat didominasi oleh lapisan <i>alluvium</i> . Terdiri dari <i>sand, sandy clay dan clay</i> .	
Jenis 4	Jenis 3	kurang dari 1,33	Tanah yang sangat lunak yang terbentuk pada rawa dan lumpur terutama lapisan aluvium.	

Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa nilai Kg tinggi berhubungan dengan fasies endapan sedimen tebal yang mempunyai lapisan tanah lunak, sedangkan nilai Kg rendah berhubungan dengan batuan dasar yang keras (Daryono, 2011).

Pendapat semacam ini juga pernah dikemukakan oleh Nakamura drr. (2000) dalam penelitiannya di Distrik Marina, San Francisco. Distrik Marina merupakan kawasan yang mengalami kerusakan parah saat terjadi gempa bumi Loma Prieta 1989. Daerah pantai yang merupakan endapan aluvium yang memiliki indeks kerentanan seismik tinggi, ternyata mengalami kerusakan parah saat terjadi gempa bumi. Nilai indeks kerentanan seismik berubah mengecil setelah memasuki daerah perbukitan berbatuan lebih keras yang tidak mengalami kerusakan saat gempa bumi.

Penelitian Nakamura (2008) menunjukkan bahwa indeks kerentanan seismik tinggi ada di daerah pesisir yang tersusun oleh material aluvium. Indeks kerentanan selanjutnya mengecil begitu memasuki kawasan perbukitan berbatuan lebih keras. Hal serupa juga dinyatakan Gurler drr. (2000) bahwa indeks kerentanan tinggi terdapat dekat jalur aliran sungai, kawasan reklamasi, dan bekas rawa. Indeks kerentanan seismik menurun setelah memasuki perbukitan berbatuan lebih keras.

Secara matematis, nilai Kg dapat dihitung dengan persamaan (1).

 $Kg = (A0)^2 / f0 \dots (1)$  (Ishihara, 1982).

Dengan: A0: nilai amplifikasi f0: frekuensi dominan

Nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*) didasarkan pada hasil analisis bahaya gempa dari nilai percepatan maksimum. Hasil analisis bahaya gempa yang berupa percepatan maksimum di batuan dasar ini menggunakan probabilitas terlampaui 2% dalam kurun waktu 50 tahun (periode ulang gempa 2.475 tahun) pada kondisi PGA (T= 0 detik), spektra percepatan pada periode pendek (T= 0,2 s), dan spektra percepatan pada periode panjang (T= 1 s) (Gambar 5). Hasil ini akan digunakan untuk menentukan nilai GSS.

Nilai *Ground Shear Strain* ( $\gamma$ ) pada lapisan tanah permukaan, menggambarkan kemampuan material lapisan tanah yang saling meregang atau bergeser saat terjadinya gempa bumi. Menurut Ishihara (1982) nilai  $\gamma$ =10<sup>-6</sup> maka tanah menunjukkan karakter nonlinear, dan jika nilai  $\gamma$  semakin besar mendekati 10<sup>-1</sup> tanah dapat mengalami deformasi dan likuifaksi, secara tabel lengkap ditunjukkan pada Tabel 3.

Menurut Nakamura (2008), GSS merupakan kemampuan material lapisan tanah untuk meregang dan bergeser saat terjadi gempa bumi. Daerah-daerah yang memiliki nilai GSS tinggi memiliki risiko tinggi terhadap gerakan tanah akibat gempa bumi, seperti penurunan tanah, getaran tanah, dan peregangan tanah.

Nilai *ground shear strain* (γ) merupakan hasil kali antara nilai Kg dan nilai PGA (Nakamura, 2008) seperti dinyatakan dalam persamaan (3) berikut:

$$\gamma = \mathrm{Kg} \times \alpha \ (10^{-6}) \ \dots \ (3)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data HVSR dilakukan dengan perangkat lunak Geopsy dengan menerapkan *band pass filter* pada rentang 0.5 Hz - 20 Hz (Gambar 6).

Nilai f0 dari semua titik ukur yang diperoleh dari spektrum HVSR selanjutnya diinterpolasi untuk memperoleh gambaran sebarannya (Gambar 7).



Gambar 5. PGA di batuan dasar untuk kabupaten Garut (Sunardi, B drr, 2018).

Jenis Ukuran Regangan	10-6	10-5	10-4	10-3	10-2	10-1
Fenomena	Gelombang, Getaran		Retakan		Longsoran, Kompaksi tanah, Liquifaksi	
Bronorti Dinamia	Elastisitas		Elasto-Plasticity -		Runtuhan	
Froperti Dinamis					Efek Perulangan, Speed-Effect of Loading	

Tabel 3. Nilai Strain dan Dinamika Tanah (Ishihara, 1982)

Pada Gambar 7, wilayah Desa Suci, Karangmulya, Jatisari, Sindangpalay, dan Sindanggalih mempunyai distribusi nilai f0 paling rendah dengan kisaran 1.1-1.3 Hz, sedangkan Desa Kersamenak, Cibunar, Sukabakti, Sukakarya, Sukajaya, Jayawaras, Jayaraga, Jati bagian selatan,Tarogong Timur, Pataruman Timur, Sukagalih Timur dan Mekargalih bagian utara mempunyai nilai f0 tinggi dengan kisaran 4-5 Hz.

Sebaran nilai frekuensi dominan ini memiliki kesesuaian dengan kondisi fisiografi dan morfologi daerah penelitian, wilayah dengan nilai f0 tinggi merupakan dataran tinggi sedangkan wilayah dengan nilai f0 rendah terletak di kaki Gunung Galunggung yang batuan dasarnya



Gambar 6. Spektrum H/V.

Kerentanan Goncangan Tanah pada Sedimen Permukaan Wilayah Kecamatan Tarogong Kaler, Tarogong Kidul, Garut Kota, dan Karang Pawitan, Kabupaten Garut berdasarkan Analisa Data Mikrotremor



Gambar 7. Peta sebaran frekuensi dominan Kecamatan Taragong Kaler, Taragong Kidul, Garut Kota dan Karang Pawitan.

cukup dalam, karena sedimennya yang tebal. Wilayah yang memiliki nilai f0 rendah dengan sedimen yang tebal inilah merupakan lokasi yang rawan dari ancaman gempa bumi.

Hasil perhitungan dan interpolasi nilai Kg pada daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 8. Nilai Kg yang paling kecil berada pada kisaran 0-9 yang terletak di Desa Kersamenak, Cibunar, Sukabakti, Sukakarya, Sukajaya, Jayawaras, Jayaraga, Jati bagian selatan, Tarogong Timur, Pataruman Timur, Sukagalih Timur dan Mekargalih bagian utara.

Nilai Kg yang paling besar terletak di Desa Godog, tetapi hasil interpolasi untuk Desa Godog meskipun nilai Kg tinggi dengan kisaran 30-45 belum dapat diinterpretasikan dengan akurat karena data pengukuran di desa tersebut kurang rapat yang ditunjukkan pada Gambar 9, sehingga hasil interpolasi belum merepresentasikan hasil sebenarnya. Desa lain yang mempunyai kategori nilai Kg tinggi dengan kisaran 15-24 adalah desadesa yang berada di antara Desa Godog dan desa yang mempunyai nilai Kg terendah dan data hasil interpolasinya cukup rapat, di antaranya Desa Suci, Karangmulya, Jatisari, Sindangpalay, dan Sindanggalih.

Nilai Kg kecil bersesuaian dengan kondisi geologi daerah sekitar yang merupakan tanah keras. Di mana gelombang seismik tidak terlalu mengalami amplifikasi ketika terjadi gempa bumi, sehingga getaran yang dirasakan saat gempa bumi tidak terlalu besar. Adapun wilayah dengan nilai Kg tinggi yang dengan lapisan tanah lunak, maka gelombang seismik akan mudah mengalami amplifikasi, sehingga getaran yang dirasakan saat gempa bumi akan besar.

Nilai *Ground Shear Strain* (GSS) hasil perhitungan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 10. Nilai GSS mempunyai hubungan linier dengan nilai Kg. Nilai GSS yang paling kecil berada pada kisaran 0-9 yang terletak di Desa Kersamenak, Cibunar, Sukabakti, Sukakarya, Sukajaya, Jayawaras, Jayaraga, Jati bagian selatan,Tarogong Timur, Pataruman Timur, Sukagalih Timur dan Mekargalih bagian utara.



Gambar 8. Peta Indeks Kerentanan Seismik Kecamatan Taragong Kaler, Taragong Kidul, Garut Kota dan Karang Pawitan.



Gambar 9. Kurang rapatnya data Indeks Kerentanan Seismik pada Kecamatan Taragong Kaler dan Karang Pawitan.

Kerentanan Goncangan Tanah pada Sedimen Permukaan Wilayah Kecamatan Tarogong Kaler, Tarogong Kidul, Garut Kota, dan Karang Pawitan, Kabupaten Garut berdasarkan Analisa Data Mikrotremor



Gambar 10. Peta GSS Kecamatan Taragong Kaler, Taragong Kidul, Garut Kota dan Karang Pawitan.

Nilai GSS dengan warna hijau merupakan daerah yang relatif aman, karena regangan dan pergeseran yang kecil ketika terjadi gempa bumi, Sehingga berpotensi rendah terhadap kerusakan bangunan.Nilai GSS yang paling besar terletak di Desa Godog, tetapi hasil interpolasi untuk Desa Godog memiliki interpretasi yang sama dengan nilai Kg, yaitu meskipun nilai GSS tinggi dengan kisaran 30-45 belum dapat diinterpretasikan dengan akurat karena data pengukuran di desa tersebut kurang rapat,sehingga hasil interpolasi belum merepresentasikan hasil sebenarnya.

Desa lain yang mempunyai kategori nilai GSS tinggi dengan kisaran 15-24 adalah Desa Suci, Karangmulya, Jatisari, Sindangpalay, dan Sindanggalih. Daerah-daerah ini berpotensi terjadinya retakan bangunan saat terjadi gempa bumi dengan intensitas besar.

### KESIMPULAN

Dengan melihat penyebaran spasial nilai-nilai *f0*, Kg dan GSS dapat disimpulkan bahwa wilayah di Desa Kersamenak, Cibunar, Sukabakti, Sukakarya, Sukajaya, Jayawaras, Jayaraga, Jati bagian selatan, Tarogong Timur, Pataruman Timur, Sukagalih Timur dan Mekargalih bagian utara, merupakan daerah yang relatif aman ketika terjadi gempa bumi besar. Sedangkan Desa Suci, Karangmulya, Jatisari, Sindangpalay, dan Sindanggalih merupakan daerah yang memilki potensi rawan saat terjadi gempa bumi, sehingga diharapkan bangunan di wilayah ini memenuhi syarat sebagai bangunan tahan gempa untuk meminimalkan kerusakan dan kerugian.

Mitigasi yang dapat dilakukan pada wilayah yang berpotensi rawan adalah dengan cara menyesuaikan tata ruang wilayah dengan mengembangkan daerah ini sebagai daerah pengembangan pertanian, perkebunan dan bangunan pemukiman sederhana tahan gempa, tidak disarankan untuk bangunan bertingkat tinggi. Sementara itu, baik masyarakat maupun pemerintah daerah harus menyadari sepenuhnya bahwa sebagian desa di Kabupaten Garut merupakan daerah yang berpotensi rawan bencana ketika terjadi gempa bumi besar, sehingga harus selalu waspada dan siap siaga.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Puslitbang BMKG yang telah memberikan kesempatan untuk dapat melaksanakan penelitian ini dan kepada tim survei yang telah besusah payah untuk mendapatkan data hasil penelitian. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk pemerintah setempat dan masyarakat agar kita mengetahui secara mendalam daerah tempat tinggal kita, dan selalu membangun kesiapsiagaan di daerah yang punya potensi rawan bencana. setiap kontributor berkontribusi sama dalam penulisan, diskusi hasil dan implikasinya serta mengomentari naskah ini pada setiap tahapan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Baker, J.W., 2008. An introduction to probabilistic seismic hazard (PSHA). (https:// web.stanford.edu/~bakerjw/Publications/ Baker (2008) Intro to PSHA).
- Daryono, 2011. Indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor pada setiap satuan bentuk lahan di zona Graben Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Disertasi, Fakultas Geografi: Universitas Gadjah Mada.
- Gurler, E.D., Nakamura, Y., Saita, J., dan Sato,
  T., 2000. Local site effect of Mexico City
  Based on Microtremor Measurement.
  6th International Conference on Seismic
  Zonation, Palm Spring Riviera Resort,
  California, USA.
- Ishihara, K., 1982. Introduction to Dynamic Soil Mechanism. University of Tokyo press, Tokyo, Japan.
- Isicico, E., 2004. *Individual training course*. Report.Institte of Geophysics and Geology Moldavian Academy of Sciences.
- Irsyam, M., Sengara, W., Aldiamar, F., Widiyantoro, S., Triyoso, W., Hilman, D.,

Kertapati, E., Meilano, I., Suhardjono, Asrurifak, M., dan Ridwan, M., 2010. Development of Seismic Hazard Maps of Indonesia for Revision of Seismic Hazard Map in SNI 93-1726-2002. Bandung.

- Kanai, K., 1983. *Engineering Seismology*. University of Tokyo press, Tokyo, Japan.
- Lachet, C., dan Brad, P. Y. 1994. Numerical and Theoretical Investigation on The Possibilities and Limitations of Nakamura's Technique. J. Phys. Earth, 42, 377-397.
- Montalvo-Arrieta, J. C., Cavazos-Tovar, P., de León, I. N., Alva-Niño, E., dan Medina-Barrera, F., 2008. Mapping Seismic Site Classes in Monterrey Metropolitan Area, northeast Mexico. *Boletin de la Sociedad Geologica Mexicana*, January 2008. DOI: 10.18268/BSGM2008v60n2a1.
- Nakamura, Y., 1989. A Method for Dynamic Characteristic Estimation of Subsurface Using Microtremor on the Ground Surface. *Q.R. of R.T.I.* 30-1, h.25-33.
- Nakamura, Y., Sato, T., dan Nishinaga, M., 2000. Local Site Effect of Kobe Based on Microtremor Measurement. *Proceeding of the Sixth International Conference on Seismic Zonation EERI*, Palm Springs California.
- Nakamura, Y., 2008. On The H/V Spectrum. The 14World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.
- Parolai, S., Bormann, P., dan Milkereit, C., 2001. Assessment of the Natural Frequency of the Sedimentary Cover in the Cologne Area (Germany) Using Noise Measurement. *Journal of Earthquake Engineering*, 5, 541564.
- Petermans, T., Delveeschouwer, X, Pouriel F, Rosset P., 2006. Mapping the Local Seismic Hazard in the Urban Area of Brussels, Belgium. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> IAEG congress*, Nottingham. Rošer, J. dan Gosar, A., 2010. Determination of Vs30 for seismic ground classifications in the Ljubljana area. Slovenia. *Acta Geotechnica Slovenia*.

Kerentanan Goncangan Tanah pada Sedimen Permukaan Wilayah Kecamatan Tarogong Kaler, Tarogong Kidul, Garut Kota, dan Karang Pawitan, Kabupaten Garut berdasarkan Analisa Data Mikrotremor

- Pusat Studi Gempa Nasional, 2017. Peta Sumber dan Bahaya Gempabumi Indonesia Tahun 2017, Puslitbang PUPR.
- Pusat Pengelolaan dan Penyebarluasan Informasi Geospasial, Badan Informasi Geospasial (BIG). Website: https://tanahair. indonesia.go.id/portal-web (diakses tanggal 12 Januari 2019).
- Sumaatmadja, E. R., 1999. Eksplorasi Endapan Batubara di Daerah Painan Kabupaten

Painan Propinsi Sumatera Barat. Subdit. Eksplorasi Batubara dan Gambut. DSM.

Sunardi, B., Khoiroh, M, Sulastri, S., dan Latuconsina, N., 2018. Analisis Bahaya Kegempaan di Kabupaten Garut Dengan Percepatan Tanah Maksimum Menggunakan Metode Probabilistik. Seminar nasional kebumian ke11, At Yogyakarta.