



## ANALISIS KELAYAKAN BAWAH PERMUKAAN SEBAGAI PENYIMPANAN BIOGAS BAWAH TANAH BERDASARKAN *GROUND MOTION*, *GROUND SHEAR STRAIN*, *VS30*, *PEAK GROUND ACCELERATION*, DAN KERENTANAN SEISMIK PADA KECAMATAN CANGKRINGAN, KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

*Fauzan Abiyyu Pratama*<sup>1\*</sup>, *Maria Nurmalita Wismasanti*<sup>2</sup>, *Kesya Lutfiany Fatihah*<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jalan. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283 Indonesia

\*Korespondensi e-mail: [115210060@student.upnyk.ac.id](mailto:115210060@student.upnyk.ac.id)

### SARI

Daerah wisata Kaliurang yang berada pada lereng Gunung Api Merapi merupakan salah satu dari destinasi wisata alam yang populer di Provinsi D.I. Yogyakarta. Tingginya aktivitas wisatawan menyebabkan penumpukan sampah organik di Daerah Cangkringan, Sleman. Dengan kondisi sampah tersebut, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan khususnya biogas. Pembangunan instalasi biogas (biodigester) umumnya dipasang di bawah permukaan tanah, sehingga diperlukan analisis geofisika untuk mengetahui karakteristik dan risiko geologi bawah permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan daerah Kepuharjo & Glagaharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman menggunakan metode mikroseismik dengan alat seismometer *short period*. Pengolahan data dan analisis HVSR didapatkan hasil analisis kerentanan seismik terendah 0,13 dan tertinggi 5,8 dan nilai *peak ground acceleration* yang terendah 485 gal dan nilai tertinggi 1350 gal. Analisis nilai kecepatan gelombang geser rata – rata pada kedalaman 30 m (*Vs30*) dengan nilai terendah adalah 300 m/s dan nilai tertinggi 1.350 m/s dengan tipe batuan pada daerah penelitian dikategorikan sebagai tipe B, kekerasan menengah dan tipe batuan C, tanah yang keras. Analisis *ground shear strain* terendah sebesar  $4,86 \times 10^{-3}$  s<sup>2</sup>/cm dan tertinggi sebesar  $4 \times 10^{-5}$  s<sup>2</sup>/cm. Dari data yang didapat kemudian dilakukan mikrozonasi lokasi potensi untuk dibangun instalasi biodigester.

**Kata kunci:** Biogas, HVSR, biodigester, mikroseismik, cangkringan

### ABSTRACT

*The Kaliurang tourist area which is located near the Merapi Volcano is one of the popular natural tourist destinations in the Special Region of Yogyakarta. The high activity of tourists has caused an increase of organic waste in the Cangkringan Area, Sleman. Seeing the condition of the waste, further processing is needed such as utilization as a source of renewable energy, especially biogas. The construction of a biogas installation (biodigester) is generally installed below the subsurface, so a geophysical analysis is needed to determine the geological characteristics and risks below the surface. In this research, the aim was to determine the subsurface conditions in Kepuharjo & Glagaharjo Area, Cangkringan District, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta using the microseismic method with a short period seismometer. Through data processing and HVSR analysis, the results of the seismic*

*vulnerability analysis between 0,13 – 5,8 values and analysis of peak ground acceleration values between 485 – 1.350 gal which included the vulnerability category. Analysis of average shear wave velocity at depth of 30 m ( $V_{s30}$ ) between 300 m/s – 1.350 m/s with the rock type in the research area categorized type B as medium hardness and rock type C as hard soil. Analysis of the lowest ground shear strain was  $4.86 \times 10^{-3} \text{ s}^2/\text{cm}$  and the highest was  $4 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm}$ , so that from the above data microzonation of potential locations for biodigester installations can be carried out.*

**Keywords:** Biogas, HVSR, biodigester, microseismic, cangkringan

## PENDAHULUAN

Cangkringan merupakan salah satu wilayah yang rawan akan potensi akibat adanya aktivitas vulkanik dan tektonik. Daerah ini merupakan salah satu dari destinasi wisata alam yang populer di Provinsi D.I. Yogyakarta. Tingginya aktivitas wisatawan menyebabkan penumpukan sampah organik di daerah Cangkringan, Sleman. Dengan kondisi sampah tersebut, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan khususnya biogas. Pembangunan instalasi biogas (biodigester) umumnya dipasang di bawah permukaan tanah, sedangkan daerah penelitian mempunyai zona rawan amblesan yang tinggi karena dipengaruhi oleh aktivitas gunung api. Dengan kondisi tersebut, maka perlu diperhatikan penempatan instalasi biogas bawah tanah.

Analisis geofisika dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan risiko geologi bawah permukaan. Oleh karena itu diperlukan metode geofisika yang dapat mengantisipasi dan mitigasi dini dari dampak fenomena pergerakan tanah. Penelitian ini menggunakan metode mikroseismik sebagai survei awal untuk mengetahui wilayah yang paling potensial untuk dipasang instalasi biogas.

Mikroseismik merupakan salah satu metode seismik pasif yang memanfaatkan gelombang seismik pasif yang dihasilkan oleh gempa bumi jauh, angin, dan gelombang laut dengan frekuensi dibawah 1 Hz. Penggunaan metode mikroseismik ditujukan untuk memetakan zona-zona

yang bahaya dan rawan akan terjadinya gempa bumi di masa depan dengan tingkat kerusakan sebagai efek sampingnya dari gempa bumi pada zona tersebut (Wahyudi, 2008).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan daerah Kepuharjo & Glagaharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman menggunakan metode mikroseismik dengan alat seismometer *short period* untuk menempatkan biogas pada daerah penelitian. Dari penelitian ini akan menghasilkan output berupa peta frekuensi dominan, peta amplifikasi, peta kerentanan seismik, peta *peak ground acceleration* (PGA), dan peta  $V_{s30}$  yang berfungsi untuk mengetahui karakteristik geologi di suatu daerah yang akan terjadi gempa bumi, serta analisis *ground motion* berdasarkan pemetaan mikrozonasi dan korelasi data VES penelitian terdahulu. Sehingga dapat menghasilkan pembahasan penelitian yang dapat digunakan dalam pemetaan kawasan rawan bencana berdasarkan mikrozonasi pada daerah penelitian.

## TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan stratigrafi (Gambar 1), Gunung Merapi terbagi menjadi Gunung Api Merapi Tua, Gunung Api Merapi Muda, dan Endapan Permukaan.

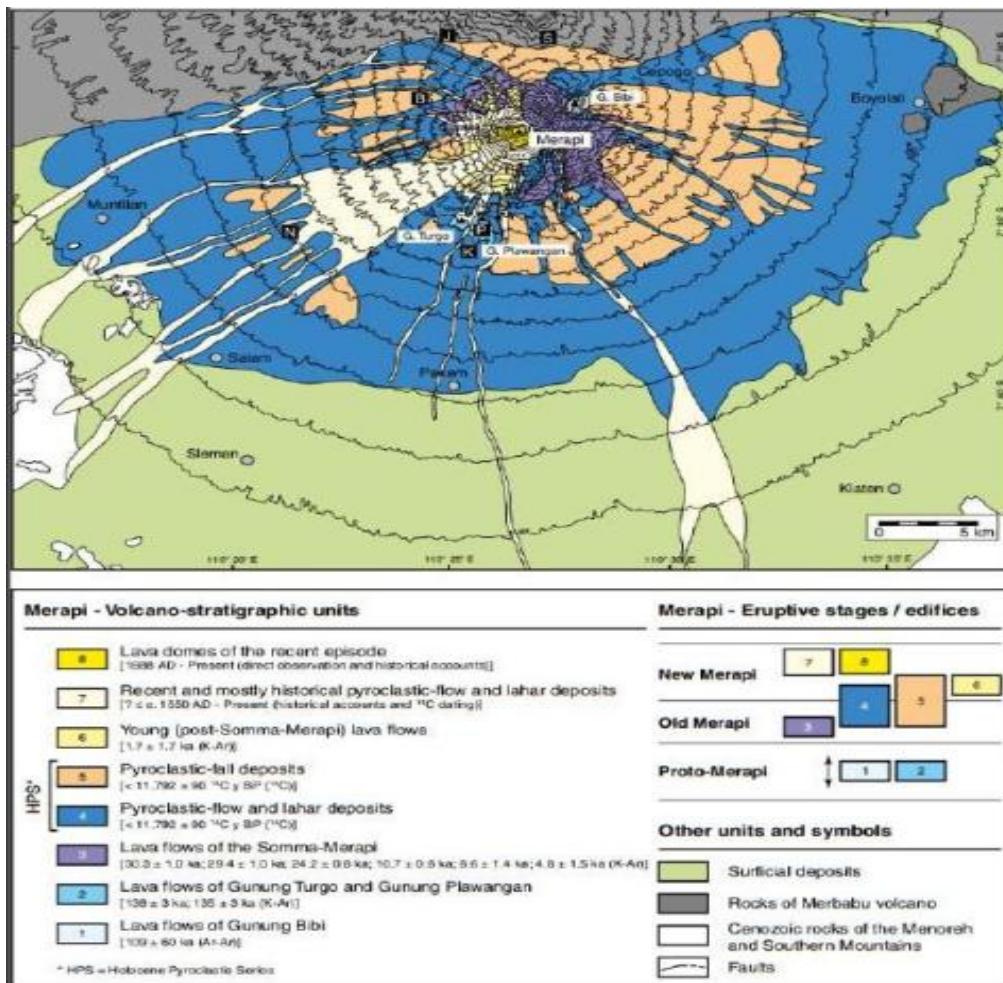
Gunung Api Merapi Tua terdiri dari Endapan Aliran Piroklastik Tua Merapi, Endapan Lahar Tua Merapi yang dimana kedua satuan batuan tersebut

teridentifikasi endapan berfragmen kerikil sampai bongkah andesit piroksen, Aliran Lava Andesit Piroksen Merapi dan Aliran Lava Andesit Piroksen Merapi.

Gunung Api Merapi Muda terdiri dari Aliran Lava Andesit Piroksen Merapi 4, Aliran Lava Andesit Piroksen Merapi 3 yang teridentifikasi batuan lava andesit abu-abu gelap yang kondisi masih segar. Endapan Jatuhan Piroklastik Merapi yang teridentifikasi abu, lapilli, batu apung,

skoria hingga andesit. Endapan Aliran Piroklastik Muda dan Guguran Merapi dan Endapan Lahar Muda Merapi yang teridentifikasi lempung, pasir serta kerikil dan bongkahan andesit.

Endapan Permukaan yang terdiri dari Aluvial (A) yang teridentifikasi batuan pasir dan kerikil serta Fluvial (F) yang hasil dari endapan Merapi Tua dan Muda berupa endapan tuff, pasir hingga breksi.



Gambar 1. Statigrafi daerah gunung api merapi (Gertisser et al, 2012)

## METODE PENELITIAN

Metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) digunakan untuk memperoleh frekuensi natural sedimen dan ketebalan sedimen (Mufida dkk, 2013; Syaifuddin et al, 2015). Teknik HVSR pada analisis data mikrotremor telah digunakan

secara luas untuk studi efek lokal dan mikrozonasi. Metode HVSR menghasilkan parameter amplifikasi (A0) dan frekuensi dominan (F0). Kemampuan teknik HVSR dapat memberikan informasi yang dapat digunakan dan diasosiasikan dengan efek lokal yang ditampilkan secara cepat serta dapat dikorelasikan dengan parameter

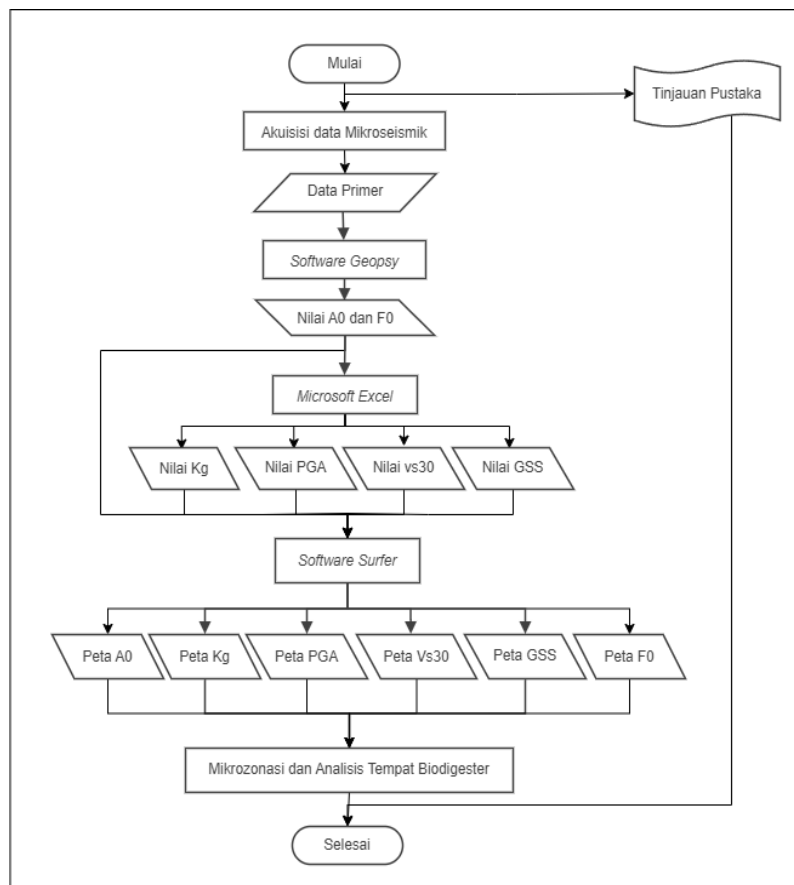
HVSR yang memiliki amplifikasi tinggi dan nilai frekuensi dominan rendah. Sehingga dinilai akurat dan stabil untuk estimasi frekuensi, redaman dan indeks kerentanan pada getaran bangunan dari eksitasi amplitudo kecil (Dunand et al, 2002).

Nilai A0 dan F0 selanjutnya diolah untuk mendapatkan parameter kerentanan seismik ( $K_g$ ), *Peak Ground Acceleration* (PGA), Vs30, dan *Ground Shear Strain* (GSS). Analisis *ground motion* dilakukan dengan mempertimbangkan daerah dengan kerentanan seismik terendah, serta koreksi

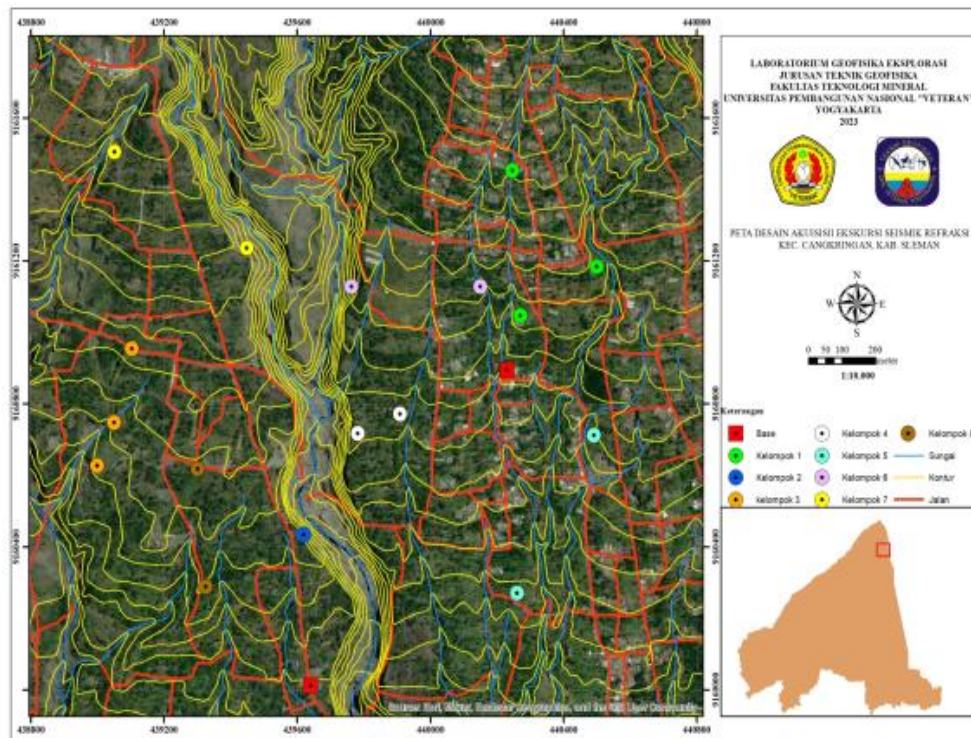
litologi dan ketebalan dilakukan dengan korelasi data VES penelitian terdahulu pada daerah penelitian.

Pola pengambilan data dilakukan melalui pendekatan metode *random sampling*, yaitu pengambilan data pada lokasi penelitian yang secara didapatkan acak dengan luas kavling 7 x 7 km<sup>2</sup>, dengan titik pengukuran sebanyak 17 titik tersebar di Kepuharjo dan Glagaharjo.

Tahapan metode penelitian dapat dijabarkan dengan bagan diagram alir di bawah ini (Gambar 2) dan desain survei daerah penelitian (Gambar 3).



Gambar 2. Metodologi penelitian



Gambar 3. Desain survei daerah penelitian

## HASIL

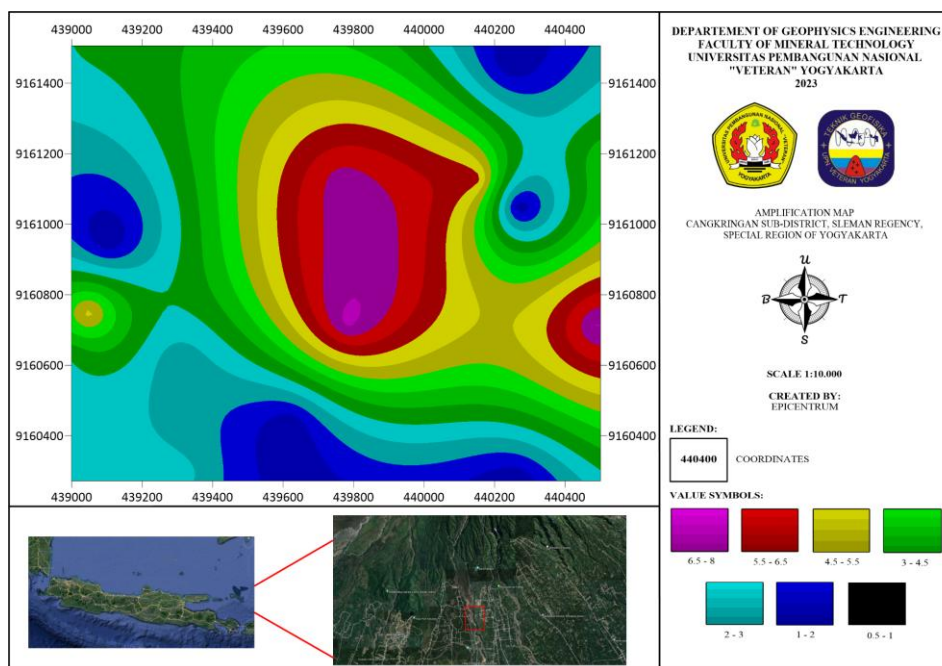
Klasifikasi sebaran zona frekuensi dominan dapat dilihat berdasarkan Kanai (1983) pada peta amplifikasi daerah penelitian (Gambar 4), sekitar 10% peta frekuensi dominan terutama di wilayah selatan dan sedikit barat laut cenderung memiliki nilai frekuensi dominan rendah dan dikategorikan sebagai wilayah dengan frekuensi dominan rendah. Jenis frekuensi (III) berkisar antara 1 – 4 Hz. Pada daerah dengan frekuensi rendah dengan mengkorelasikan dengan data geologi lokal, daerah ini didominasi oleh batuan aluvial yang terdiri dari pasir, kerikil, lempung berpasir keras, lempung, lempung dan lain sebagainya dengan ketebalan sedimen antara 10-30 meter sehingga daerah ini merupakan daerah yang rawan dalam mendirikan bangunan di atasnya mengingat lapisan bawah permukaannya terdiri dari batuan lunak. Pada wilayah utara hingga timur dan barat, sekitar 35% dari total wilayah penelitian cenderung memiliki nilai frekuensi dominan tinggi

dan dikategorikan sebagai wilayah dengan jenis frekuensi (I) berkisar antara 6,67 – 20 Hz. Pada kawasan ini dengan tingkat frekuensi dominan yang tinggi didominasi oleh batuan tersier atau tua seperti pasir berkerikil keras atau batuan keras lainnya dengan ketebalan kurang dari 5 meter sehingga potensi kerusakan pada kawasan ini cenderung relatif besar. Sedangkan sisanya sebesar 55% dari total wilayah penelitian mempunyai nilai frekuensi dominan sedang yang tersebar ke segala arah dan dikategorikan sebagai wilayah dengan tipe frekuensi (II) berkisar antara 4 – 10 Hz.

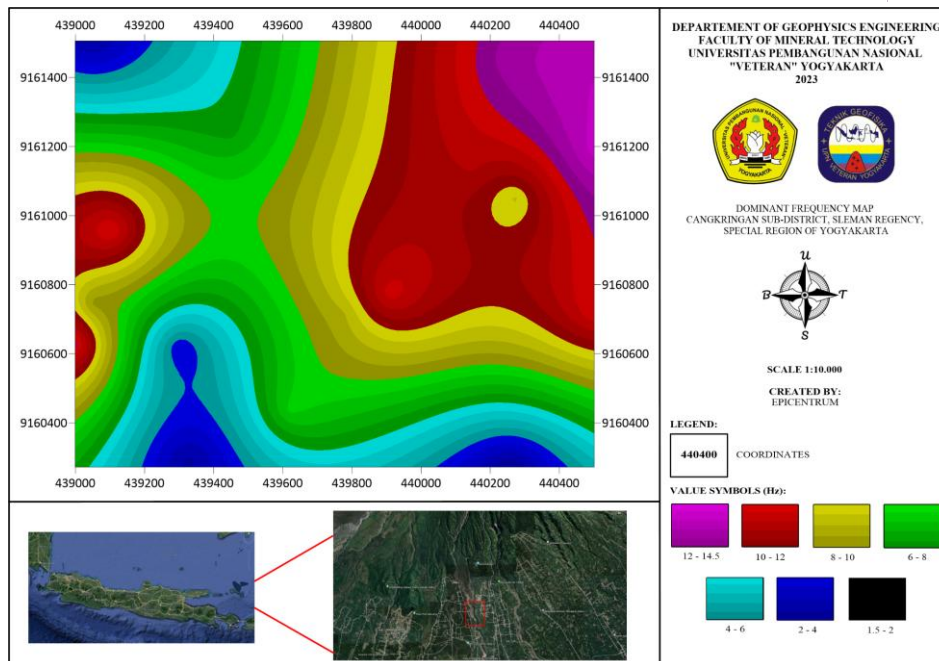
Pada peta amplifikasi (A0) (Gambar 5) terlihat terdapat indeks warna yang beragam, warna-warna tersebut mewakili nilai A0 mulai dari rendah, sedang hingga tinggi. Warna merah hingga ungu menunjukkan area yang memiliki amplifikasi tinggi dengan rentang nilai 6 hingga 8. Warna hijau hingga kuning menunjukkan area yang memiliki amplifikasi sedang dengan rentang nilai 3 hingga 6. Sedangkan warna hitam hingga

biru muda menunjukkan area yang memiliki amplifikasi rendah dengan rentang nilai 0,5 sampai dengan 3. Pada wilayah timur menuju utara, sekitar 15% dari total wilayah penelitian cenderung memiliki nilai amplifikasi yang tinggi dan dikategorikan sebagai wilayah dengan zona tingkat risiko tinggi ( $6 \leq A < 9$ ) berkisar antara 6 – 8. Daerah ini mempunyai nilai amplifikasi tertinggi dan dikategorikan sebagai daerah rentan karena nilai amplifikasi tersebut mewakili kepadatan

batuan yang sangat rendah. Hal ini bisa terjadi karena lapisan batuan tersebut sudah mengalami pelapukan sebagian atau seluruhnya sehingga akan sangat berbahaya untuk membangun bangunan di atasnya. Sedangkan sekitar 45% dari total wilayah penelitian didominasi oleh nilai amplifikasi sedang ( $3 \leq A < 6$ ) yang tersebar ke segala arah dan masih relatif aman untuk dibangun bangunan di atasnya.



Gambar 4. Peta amplifikasi Daerah Cangkringan



Gambar 5. Peta frekuensi dominan Daerah Cangkringan

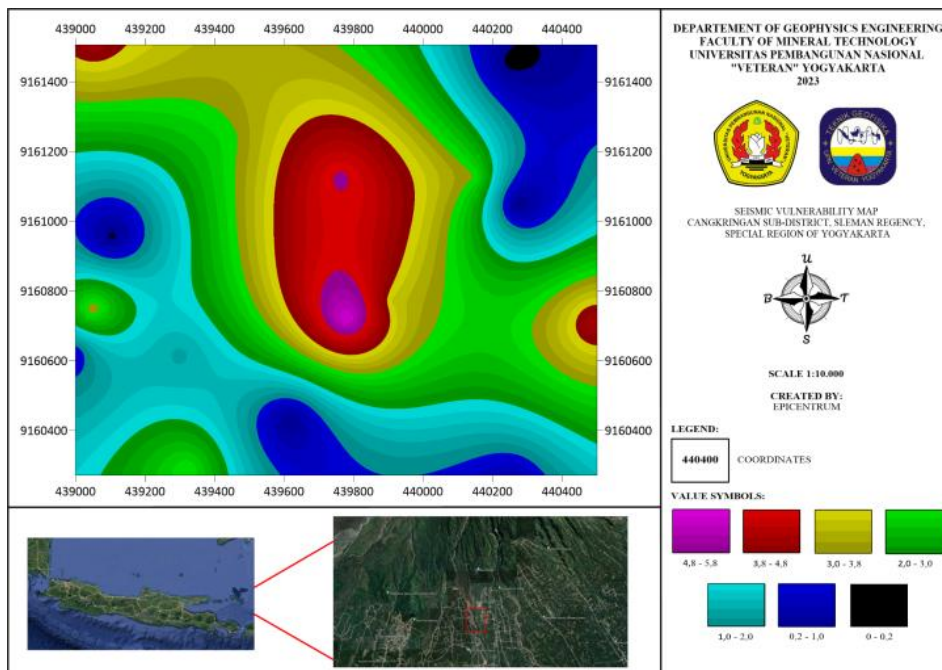
Pada peta kerentanan seismik (KS) (Gambar 6) terlihat berbagai indeks warna, warna-warna tersebut mewakili nilai  $K_g$  mulai dari rendah, sedang hingga tinggi. Warna merah hingga ungu menunjukkan daerah dengan kerentanan tinggi dengan nilai berkisar antara  $3,8 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  hingga  $5,8 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ . Warna hijau hingga kuning menunjukkan daerah mempunyai kerentanan sedang dengan nilai berkisar antara  $2 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  hingga  $3,8 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ . Sedangkan warna hitam hingga biru muda menunjukkan daerah memiliki kerentanan rendah dengan nilai berkisar antara  $0,2 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  hingga  $2 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ . Klasifikasi sebaran zona kerentanan gempa bumi dapat dilihat berdasarkan Daryono et al. (2009), terlihat bahwa total luas wilayah penelitian cenderung memiliki nilai kerentanan rendah dan dikategorikan sebagai wilayah dengan nilai kerentanan seismik rendah. ( $< 10 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ ) yang berkisar antara  $0,2 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  sampai dengan  $5,8 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  sehingga daerah penelitian relatif aman dari faktor deformasi saat terjadi gempa. Kerusakan tersebut kemungkinan besar hanya terjadi pada bangunan dan non bangunan di permukaan dan cenderung tidak memicu

terjadinya subsiden atau dampak deformasi lainnya yang dapat memperparah korban jiwa.

Pada peta *peak ground acceleration* (PGA) (Gambar 7) terlihat terdapat indeks warna yang beragam, warna-warna tersebut mewakili nilai PGA mulai dari rendah, sedang hingga tinggi. Warna merah hingga ungu menunjukkan daerah yang mempunyai percepatan getaran tinggi dengan nilai berkisar antara 1050 gal hingga 1350 gal. Warna hijau hingga kuning menunjukkan wilayah yang mempunyai kerentanan sedang dengan nilai berkisar antara 750 gal hingga 1050 gal. Sedangkan warna ungu hingga biru menunjukkan daerah yang mempunyai kerentanan rendah dengan nilai berkisar antara 450 gal hingga 750 gal. Secara umum sebaran zona percepatan getaran tanah dapat dilihat berdasarkan USGS (2016), hampir wilayah timur laut hingga timur mempunyai nilai percepatan getaran tanah tingkat rendah dibandingkan dengan nilai percepatan getaran tanah lainnya pada penelitian ini dan dikategorikan sebagai wilayah dengan kategori intensitas PGA tinggi (IX – X) berkisar antara 250 – 1000 gal sehingga

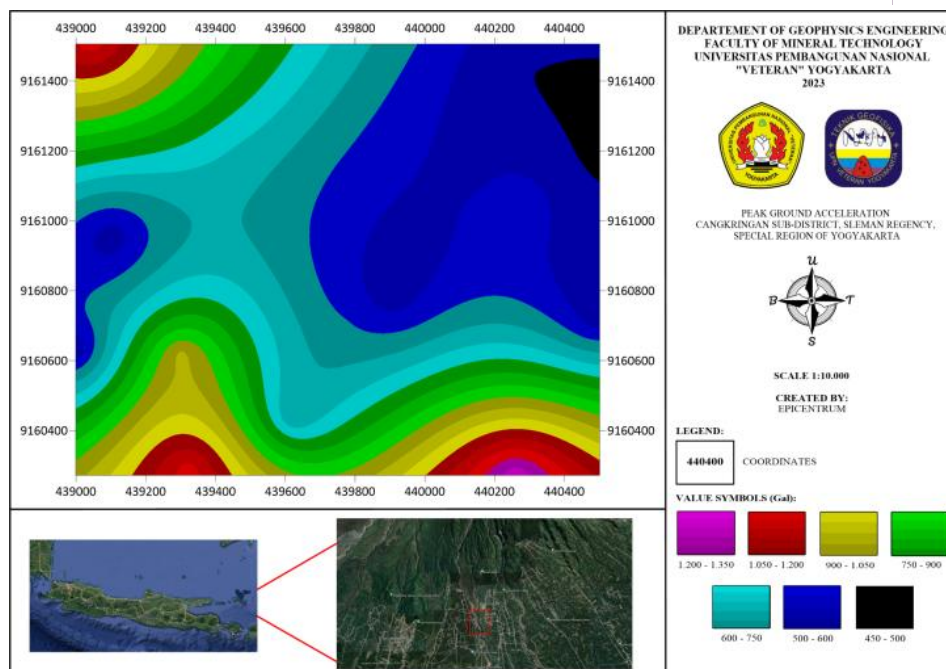
intensitas getaran tanah dapat dirasakan secara langsung dan menimbulkan kepanikan di ruang publik, menimbulkan korban jiwa, dapat meruntuhkan bangunan yang struktur pondasinya lemah, dan menimbulkan kerusakan pada bangunan kokoh. Wilayah penelitian lainnya di sebelah utara, barat dan selatan akan mempunyai nilai percepatan getaran tanah yang lebih tinggi dibandingkan wilayah timur. Sehingga wilayah ini

dikategorikan sebagai wilayah dengan kategori PGA (X) intensitas sangat tinggi berkisar antara 750 hingga >1000 dengan kerusakan parah pada berbagai bangunan dan infrastruktur sehingga menimbulkan korban jiwa dan diikuti kemungkinan terjadinya potensi bencana lainnya. semakin tinggi nilai percepatan tanah puncak maka kerusakan yang terjadi akan semakin parah.



Gambar 6. Peta kerentanan seismik Daerah Cangkringan





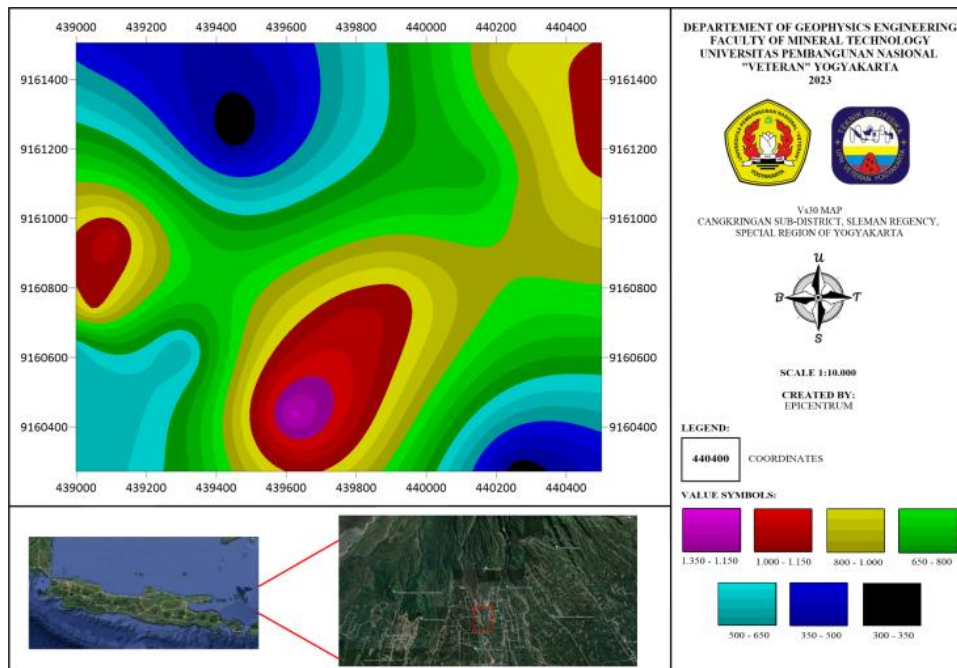
Gambar 7. Peta *peak ground acceleration* Daerah Cangkringan

Pada peta kecepatan gelombang geser ( $V_{s30}$ ) (Gambar 8) terlihat berbagai indeks warna, warna-warna tersebut mewakili nilai kecepatan gelombang geser mulai dari rendah, sedang hingga tinggi. Warna merah hingga ungu menunjukkan daerah yang memiliki kecepatan gelombang geser dengan nilai berkisar antara 1000 m/s hingga 1350 m/s. Warna hijau hingga kuning menunjukkan wilayah yang memiliki kerentanan sedang dengan rentang nilai 650 m/s hingga 1000 m/s. Sedangkan warna ungu hingga biru menunjukkan wilayah yang memiliki kerentanan rendah dengan rentang nilai 300 m/s hingga 650 m/s. Sebaran zona  $V_{s30}$  dapat dilihat berdasarkan NHERP (1997), daerah penelitian bagian barat laut, barat daya, dan tenggara cenderung memiliki rata-rata nilai kecepatan gelombang geser tingkat rendah dibandingkan dengan rata-rata kecepatan gelombang geser lainnya dan dikategorikan kedalam tipe batuan (C) yang terdiri dari batuan lunak dan batuan keras. Tanah dengan nilai kecepatan gelombang geser berkisar antara 300 sampai 650 m/s. Wilayah timur, barat, dan timur laut akan memiliki kecepatan rata-rata gelombang

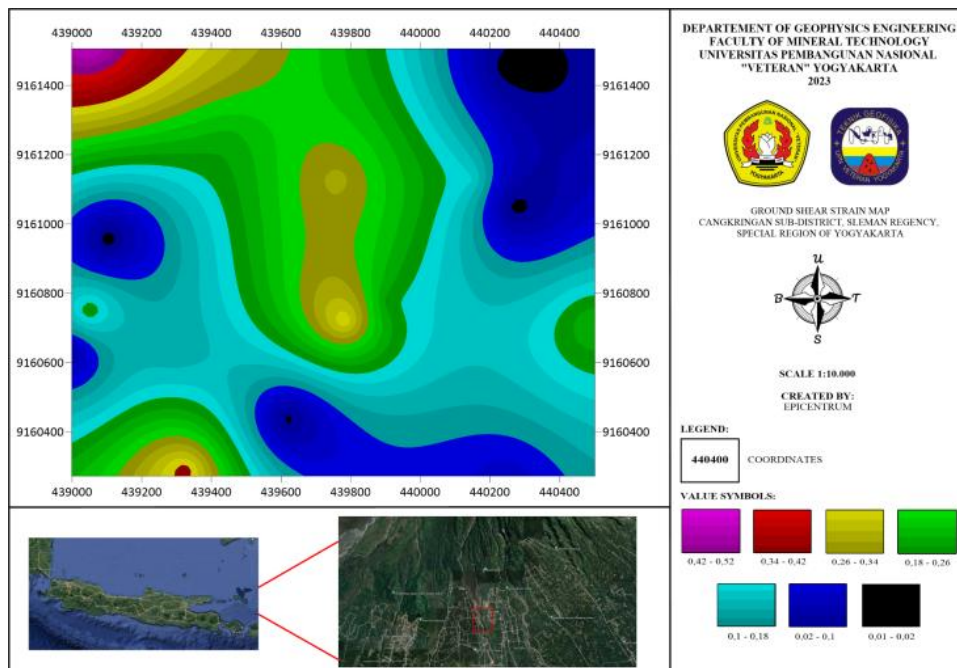
geser yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lain. Daerah ini dikategorikan sebagai daerah dengan intensitas  $V_{s30}$  untuk kategori tipe batuan (B dan C) yang terdiri dari batuan dengan kekerasan sedang dan tanah keras dengan nilai kecepatan gelombang geser berkisar antara 650 sampai dengan 1500 m/s.

Tingginya nilai regangan geser tanah berbanding lurus dengan tingginya tingkat kerusakan bangunan akibat gempa bumi yang menunjukkan bahwa nilai GSS bergantung pada indeks kerentanan seismik dan PGA di wilayah penelitian. Jika indeks kerentanan gempa dan percepatan tanah pada suatu daerah tinggi maka nilai GSS juga akan besar. Berdasarkan peta sebaran nilai GSS (Gambar 9), sebagian besar nilai regangan geser berkisar antara  $10^{-5}$  hingga  $10^{-3}$  s<sup>2</sup>/cm yang berarti peta lokasi ini masih tergolong aman, namun berpotensi untuk getaran yang kuat serta penurunan tanah dan keretakan perlu diperhatikan.

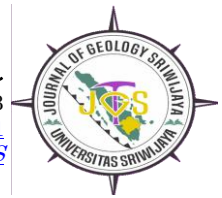
Analisa klasifikasi litofasies daerah penelitian berdasarkan evaluasi sedimen pada lingkungan pengendapan *braided river* menurut Miall (1977) (Tabel 1).



Gambar 8. Peta Vs30 Daerah Cangkringan



Gambar 9. Peta *ground shear strain* Daerah Cangkringan



Tabel 1. Klasifikasi litofasies *braided river* menurut Miall (1977)

Titik	Depth (m)	Thickness (m)	Vs (m/s)	Jenis Batuan	Vs30 (m/s)
1	0	0.6	686.33	Batupasir tidak	1040.9075
	6.24	1.55	665.47	tersaturasi	
	24.43	4.86	1562.53	Breksi pasiran (Batupasir tersaturasi)	
	30.15	27.59	1249.3	Batupasir tersaturasi	
2	0	1.2	425.56	Batupasir tidak	866.2675
	5.8	1.54	665.47	tersaturasi	
	28.83	8.26	1187.02	Batupasir tersaturasi	
3	0.5	0.48	216.94	<i>Soil</i>	968.0025
	1.6	0.94	498.58	Batupasir tidak	
	3.27	5.44	1687.7	tersaturasi	
	19.43	21.21	1468.79	Breksi pasiran (Batupasir tersaturasi)	
4	0.79	0.93	488.15	Batupasir tidak	1273.11
	2.55	0.21	404.7	tersaturasi	
	2.82	4.41	2021.63	Breksi pasiran	
	24.43	10.83	2177.96	(Batupasir tersaturasi)	
5	0	0.3	425.56	Batupasir tidak	1077.585
	2.2	0.12	1114	tersaturasi	
	4.04	2.96	1416.87	Batupasir tersaturasi	
	22.1	19.46	1353.91	Breksi pasiran (Batupasir tersaturasi)	
6	0	0.32	206.51	<i>Soil</i>	1030.77
	1.49	1.14	1260.04	Batupasir tersaturasi	
	3.87	5.69	1739.86	Breksi pasiran (Batupasir tersaturasi)	
	24.27	26.37	916.67	Batupasir tidak tersaturasi	
7	0	0.76	572.98	Batupasir tidak	583.2075
	0.44	0.94	358.45		
	4.22	9.74	767.08		
	23.38	25.1	634.32		
8	0	1.02	415.13	Batupasir tidak	1066.955
	1.25	2.27	1114	tersaturasi	
	3.78	4.91	1385.21	Batupasir tersaturasi	
	24.35	22.66	1353.48	Breksi pasiran (Batupasir tersaturasi)	
9	0	0.9	237.8	Batupasir tidak	1035.7675
	1.25	0.78	1239.17	tersaturasi	
	3.78	5.03	1750.29	Breksi pasiran (Batupasir tersaturasi)	
	24.35	19.02	915.81	Batupasir tidak tersaturasi	
10	0	0.49	306.86	Batupasir tidak	799.535
	0.4	1.85	399.64	tersaturasi	
	5.24	5.74	1204.24	Batupasir tersaturasi	
	22.83	31.49	1287.4		
11	0	0.2	185.51	<i>Soil</i>	299.855
	2.1	0.54	341.43	Batupasir tidak	
	11.89	3.54	268.67	tersaturasi	

	13.47	21.29	403.81		
12	0	0	154.21	<i>Soil</i>	
	2.19	0.3	637.72	Batupasir tidak tersaturasi	
	10.32	3.06	1326.98	Breksi pasiran (Batupasir tersaturasi)	725.1625
	18.45	24.85	781.74	Batupasir tidak tersaturasi	
13	0	0.9	347.54	Batupasir tidak tersaturasi	
	1.4	0.72	418.8	Batupasir tidak tersaturasi	
	4.02	4.91	754.77	Batupasir tidak tersaturasi	640.2325
	17.23	23.17	1039.82	Batupasir tersaturasi	
14	0	0	202.1	<i>Soil</i>	
	1.56	1.72	189.73	Batupasir tidak tersaturasi	296.015
	5.64	4.4	638.79	Batupasir tidak tersaturasi	
	16.53	22.95	153.44	Batupasir tidak tersaturasi	
15	0	0.58	174.15	<i>Soil</i>	
	2.01	1.93	375.65	Batupasir tidak tersaturasi	
	9.27	11.01	1020.45	Batupasir tersaturasi	443.6575
	17.14	27.24	204.38	Batupasir tidak tersaturasi	
16	0	0.86	320.39	Batupasir tidak tersaturasi	
	2.29	0.43	172.77	Batupasir tidak tersaturasi	
	2.68	4.62	907.48	Breksi pasiran (Batupasir tersaturasi)	701.7425
	26.24	18.35	1406.33	Breksi pasiran (Batupasir tersaturasi)	
17	0	0.2	224.54	<i>Soil</i>	
	0.75	0.61	207.74	<i>Soil</i>	
	3.27	4.6	530.79	Batupasir tidak tersaturasi	546.5375
	26.24	21.61	1223.08	Batupasir tersaturasi	

## PEMBAHASAN

Berdasarkan data data VS30 terlihat ada beberapa wilayah yang berpotensi dijadikan lahan biodigester bawah tanah. Terdapat 4 lapisan batuan yang mendominasi daerah penelitian, mulai dari batupasir tak jenuh, batupasir jenuh, dan batupasir breksi pada kedalaman 0 – 30 m. Batuan penyusunnya tergolong batuan sedang dan tanah keras. Hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai kecepatan gelombang geser yang menurun dan nilai amplifikasi yang tinggi menunjukkan kemungkinan terjadinya pelapukan di beberapa daerah penelitian.

Berdasarkan nilai PGA yang dihasilkan daerah penelitian masuk dalam kategori IX. Namun berdasarkan peta lain seperti peta F0 dan kerentanan seismik, data yang dihasilkan menunjukkan bahwa batuan penyusun daerah penelitian cenderung cukup kompak sehingga masih dianggap aman untuk konstruksi bangunan. Berdasarkan peta sebaran nilai GSS, sebagian besar nilai regangan geser berkisar antara  $10^{-5}$  hingga  $10^{-3}$  S<sup>2</sup>/cm yang berarti peta lokasi ini masih tergolong aman dan tidak ada kemungkinan pencairan. Pemilihan model biodigester bawah tanah mempertimbangkan hal-hal tersebut karena berdasarkan pertimbangan dan penelitian sebelumnya.



Model bawah tanah merupakan model yang paling layak dari segi keamanan sebagai model selain yang diusulkan. Penggunaan model bawah tanah pada lahan yang relatif sempit dengan topografi yang berubah-ubah dapat meminimalkan potensi kerusakan pada serangkaian sistem sehingga sangat cocok untuk diterapkan. Selain itu, pengaturan suhu dan pH lebih mudah dipertahankan dan dikendalikan dibandingkan jika dibangun di permukaan. Hal ini dikarenakan daerah penelitian tergolong dataran tinggi sehingga suhu yang dingin akan mempengaruhi lamanya proses fermentasi.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh setelah dilakukannya analisis *ground motion* menggunakan kerentanan seismik, *peak ground acceleration*, dan  $V_s30$ , yaitu :

- Berdasarkan analisis peta kerentanan seismik, puncak percepatan tanah,  $V_s30$  dan regangan geser tanah, wilayah penelitian masih relatif aman untuk pendirian instalasi biodigester.
- Peneliti mengusulkan untuk menggunakan model bawah tanah karena berdasarkan pertimbangan dan penelitian sebelumnya, model bawah tanah paling layak dari segi keamanan sebagai model biodigester.
- Penggunaan model bawah tanah pada lahan yang relatif sempit dengan topografi yang berubah-ubah dapat meminimalkan potensi kerusakan pada serangkaian sistem sehingga sangat cocok untuk diterapkan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu utamanya kepada Jurusan Teknik Geofisika UPN "Veteran"

Yogyakarta dan rekan – rekan peneliti sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daryono, S., Sartohadi, J. & Brotopuspito, K.S., 2009, Study of Local Site Effects in The Bantul Graben Using Seismic Susceptibility Index Based on Microtremor Measurements, *Indonesian Journal of Disaster*, Vol.2, No.2, p. 456–467.
- Dunand, F., Bard, P.Y., Chatelain, J.L., Gueguen, Ph., Vassail, T. & Farsi, M.N., 2002, Damping Frequency from Randomdec Method Applied to in Situ Measurements of Ambient Vibrations, Evidence for Effective Soil Structure Interaction, *Proceeding of the 12. European Conference on Earthquake Engineering*, Paper No. 869.
- Gertisser, R., Charbonnier, S.J., Keller, J. & Quidelleur, X., 2012, The geological evolution of Merapi volcano, Central Java, Indonesia, *Bull Volcanol* 74, 1213–1233
- Kanai, K., 1983, *Seismology in Engineering*, Tokyo University, Japan.
- Miall, A.D., 1977, *Lithofacies Types and Vertical Profile Models in Braided River Deposits*, A Summary, Fluvial Sedimentology, Geological Survey of Canada, Calgary, 597-604.
- Mufida, A., Santosa, B.J., & Warnana, D.D., 2013, Inversi Mikrotremor Spektrum H/V untuk Profiling Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ ) Lapisan Bawah Permukaan dan Mikrozonasi Wilayah Surabaya. *Teknik POMITS*, 1-8
- Syaifuddin, F., BahrI, A.S, Lestari, W. & Pandu, J., 2015, Microtremor study of Gunung Anyar mud volcano, Surabaya, East Java, *AIP Conference Proceedings*, 5th International Symposium on Earth Hazard and Disaster Mitigation, Bandung-Indonesia.
- USGS, 2016, Significant Earthquakes.,

Earthquake Hazard Program, diakses  
<http://www.usgs.gov/>

Wahyudi, 2008, Aplikasi Mikroseismik  
untuk Memindai dan  
Mengidentifikasi Keberadaan  
Hidrokarbon, Karya Ilmiah FMIPA,  
Yogyakarta, Vol. 18 (2).