



Studi Kerentanan Tanah di Wilayah Telanaipura dan Kotabaru Kota Jambi terhadap Gelombang Seismik

Rizki Hidayat^{1,*}, Tri Kusmita²

¹⁾Universitas Jambi

Jl. Raya Jambi - Muara Bulian KM.15 Mendalo Indah, Muaro Jambi, Jambi, Indonesia

²⁾ Universitas Bangka Belitung

Kampus Terpadu Balunijuk, Merawang, Bangka, Provinsi Bangka Belitung, Indonesia

*rizkikiting@gmail.com

Info Artikel:

Dikirim:
18 November 2020

Revisi:
02 Desember 2020

Diterima:
28 Desember 2020

Kata Kunci:

Seismic
vulnerability;
microtremor; jambi
city;

Abstract

Geologically the city of Jambi lies in the formation of Air Benakat, Muara Enim, Kasai, and alluvium deposits. The rock units that make up this formation were all composed by fine sediment. Based on these geological conditions, the Jambi City region has a high level of seismic priority. This research was conducted to study seismic vulnerability in this region, using microtremor method with HVSR (Horizontal to vertical spectral ratio). Microtremor is a ground vibration that can be produced by natural resources. This natural resource consists of wind's noise and sea wave, and all the thing which have a long period of time or like noise from transportation and machin's activities. HVSR method was compared horizontal spectral to vertical spectral of the ambient noise recorded (microtremor signal). Results of this study obtained from the Kotabaru and Telanaipura regions have natural frequencies in the range 1.24 Hz - 4.35 Hz. The amplification factor was 1.13 - 3.34 and it was included in the low category. seismic vulnerability index in both regions was $0.50 - 8.58 \times 10^{-6} \text{ cm} / \text{s}^2$. seismic vulnerability index values were relatively high in Kelurahan Penyengat Rendah (Telanaipura). It was not recommended for skyscraper construction.

PENDAHULUAN

Secara geologi Kota Jambi berada pada formasi Air Benakat, Muara Enim, Kasai, dan endapan alluvium. Satuan batuan penyusun formasi tersebut secara keseluruhan didominasi oleh sedimen yang halus [1]. Penguatan gelombang seismik terjadi pada batuan ini dikarenakan Batuan sedimen memiliki ruang antar butir yang relatif lebih banyak[2]. Penguatan gelombang disebut sebagai faktor Amplifikasi. Salah satu metode untuk mengamati faktor amplifikasi adalah menggunakan metode mikrotremor. Metode mikrotremor merupakan suatu metode seismik yang mengamati getaran tanah selain gempa bumi yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun alam. Aktivitas manusia yang terekam diantaranya adalah getaran yang dihasilkan manusia ataupun mobil ketika berjalan, maupun aktivitas mesin pabrik. Aktivitas alami yang menjadi sumber mikrotremor diantaranya adalah getaran angin, gelombang laut atau getaran alamiah dari tanah itu sendiri. Mikrotremor memiliki frekuensi 10 Hz – 20 Hz dengan periode 0,05-2 S dan 5 S untuk periode panjang (amplitudo 0,1-2,0 μm) [3].

Kotabaru dan Telanaipura merupakan pusat pemerintahan kota dan pusat pemerintahan provinsi. Hal ini mengakibatkan aktivitas manusia dan kendaraan di daerah ini sangat tinggi. Hal ini menyebabkan kedua daerah ini memiliki tingkat seismisitas yang tinggi. Secara geologi daerah ini didominasi oleh batuan sedimen [1]. Batuan sedimen memiliki implikasi yang besar terhadap gelombang seismik. Berdasarkan hal di atas, maka daerah ini diprediksi memiliki indeks kerentanan tanah yang tinggi. Hal lainnya yang menjadi pertimbangan adalah wilayah Jambi berada pada jarak yang relatif dengan dengan pusat gempa bumi tektonik (Merangin dan Kerinci). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kerentanan tanah di daerah tersebut. Diharapkan indeks kerentanan tanah tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam kegiatan-kegiatan geoteknik maupun kebencanaan.

METODE PENELITIAN

Mikrotremor merupakan sebagai getaran secara harmonik yang berasal dari tanah. Getaran ini terjebak pada lapisan sedimen, lalu dipantulkan oleh lapisan bidang batas tersebut dengan frekuensi yang sama. Mikrotremor dikenal juga dengan ambient noise. Getaran ini berasal dari getaran mikro di bawah permukaan dan juga aktivitas alam lainnya [12]. Aktivitas alam tersebut (angin, gelombang laut, aktivitas bangunan, mesin-mesin industri, serta aktivitas manusia). Noise seismik alami menghasilkan frekuensi rendah pada rentang < 1 Hz. Sumber alami dan kultural akan menghasilkan frekuensi menengah dengan kisaran frekuensi 1-5 Hz. Frekuensi tinggi biasanya berasal dari aktivitas manusia [4]. Salah satu metode yang digunakan dalam mikrotremor adalah HVSR (Horizontal to Vertical Spectra Ratio). Metode HVSR menggunakan perbandingan antara spektrum pada komponen horizontal terhadap spektrum pada komponen vertikal yang terekam pada gelombang mikrotremor. Berdasarkan metode ini, terdapat hubungan antara kurva elipsitas terhadap nilai perbandingan spektrum komponen horizontal dan vertikal yang terekam oleh sensor. Metode HVSR disempurnakan oleh Nakamura pada tahun 2000. Menurut Nakamura fungsi frekuensi dari perbandingan spektrum H/V gelombang Shear (S) berhubungan dengan fungsi transfer dari site [8]. Persamaan 1 berikut menunjukkan hubungan antara rasio spektrum komponen horizontal terhadap komponen vertikal pada spektrum mikrotremor :

$$HVSR = T_{site} = \frac{S_{HS}}{S_{VS}} \sqrt{\frac{S(N-S)^2 + S(W+E)^2}{S_{Vertikal}}} \dots\dots\dots(1)$$

Konsep dasar fenomena amplifikasi gelombang seismik adalah perbedaan densitas dan kecepatan pada batuan sedimen yang berada diatas basement. Kecepatan gelombang seismik pada lapisan basement biasanya lebih dominan dibandingkan dengan lapisan lainnya. Frekuensi resonansi dipengaruhi oleh karakteristik fisik dari lapisan sedimen tersebut [6]. Frekuensi natural dipengaruhi oleh ketebalan lapisan sedimen (h) dan kecepatan gelombang S yang melewatinya (vs) (persamaan 2) [7].

$$f = \frac{V_s}{4h} \dots\dots\dots(2)$$

Frekuensi dan amplitudo akan berubah saat gelombang seismik menjalar melewati lapisan lapuk menuju ke batuan dasar. Pada Proses ini percepatan yang dihasilkan akan besar. Apabila frekuensi gelombang seismik sama dengan atau lebih besar dari frekuensi bangunan, maka akan mengakibatkan kerusakan parah yang diakibatkan besarnya percepatan yang terjadi. Besar kecilnya nilai frekuensi alami pada suatu site dapat diketahui dari nilai puncak amplitudo spektrum HVSR yang dihasilkan, begitu juga dengan nilai amplifikasi [8]. Kedua nilai tersebut akan menentukan besar kecilnya indeks kerentanan Tanah. Indeks Kerentanan Tanah (Kg) merupakan suatu deformasi yang terjadi sebagai bentuk respon lapisan tanah pada suatu daerah terhadap penjaralan gelombang seismik. Nilai indeks kerentanan tanah pada suatu site diberikan oleh persamaan 3 [9]:

$$Kg = \frac{Am^2}{f} \dots\dots\dots(3)$$

dengan A_m merupakan faktor amplifikasi, f merupakan frekuensi. Pada lapisan batuan *soft sedimen* biasanya nilai kerentanan tanah akan besar. Nilai indeks kerentanan tanah diklasifikasikan menjadi beberapa klasifikasi seperti terlampir Tabel 1 [10].

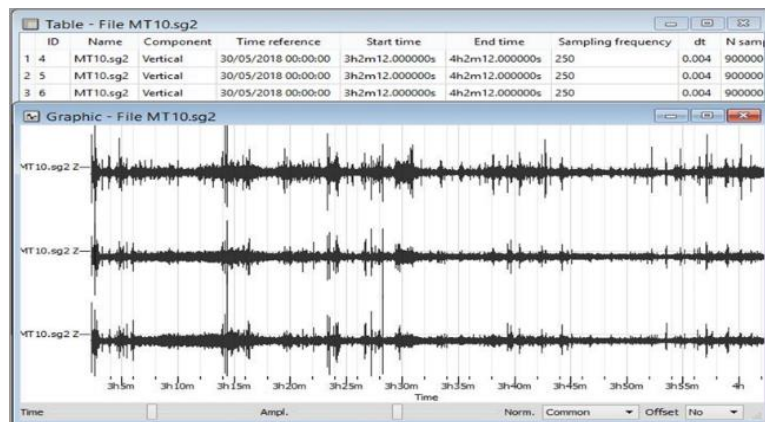
Tabel 1. Klasifikasi nilai indek kerentanan tanah Kg [10]

No	Zona	Nilai Kg
1	Rendah	< 3
2	Sedang	3 – 6
3	Tinggi	>6

Penelitian dilakukan dengan survei ke lapangan secara langsung. Akuisisi data dilakukan menggunakan sensor mikrotremor Seismograf 3 komponen MAE 6000. Pada setiap titik pengukuran dilakukan perekaman selama 60 menit sebanyak 24 titik dengan spasi yaitu 2,8 Km. Desain survey pengukuran berbentuk grid tidak kaku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh merupakan data gelombang seismik dalam domain waktu (Gambar 1). Data tersebut kemudian dikonversikan ke dalam domain frekuensi pada software Geopsy menggunakan metode HVSR. Metode HVSR akan mendapatkan frekuensi natural dan faktor amplifikasi. Kedua parameter tersebut menjadi parameter untuk mendapatkan nilai kerentanan tanah.

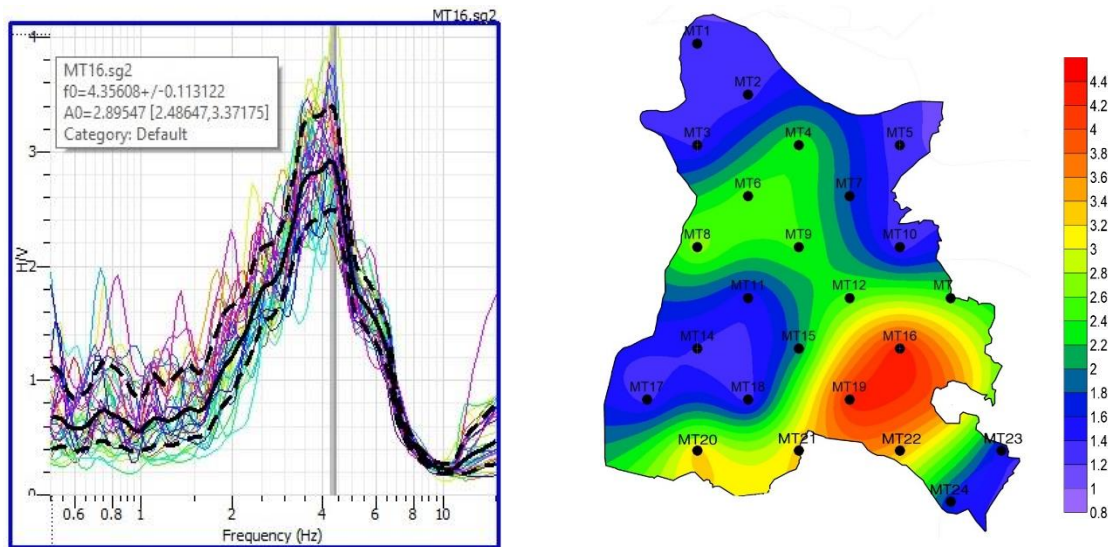


Gambar 1. Data Domain Waktu titik 10.

Gambar 2(a) berikut merupakan grafik hasil tranformasi Fourier yang menampilkan nilai Nilai frekuensi alami (f_0), faktor amplifikasi (A_0). Berdasarkan hasil analisis kurva HVSR [13], Sebaran nilai frekuensi alami Kecamatan Telanaipura dan Kotabaru bervariasi dalam kisaran antara 1,24 Hz - 4,35 Hz. Nilai frekuensi alami diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi kanai [3]. Daerah Kecamatan Telanaipura dan Kotabaru didominasi oleh frekuensi alami dengan frekuensi kecil dari 2,5 Hz. Frekuensi ini merupakan frekuensi tipe 2 jenis 1. Frekuensi 2,5 Hz- 4 Hz yang termasuk frekuensi tipe 3 jenis 1. Frekuensi 10-4 Hz dengan tipe 4 jenis . Sebaran nilai frekuensi alami tersebut dituangkan pada gambar 2(b).

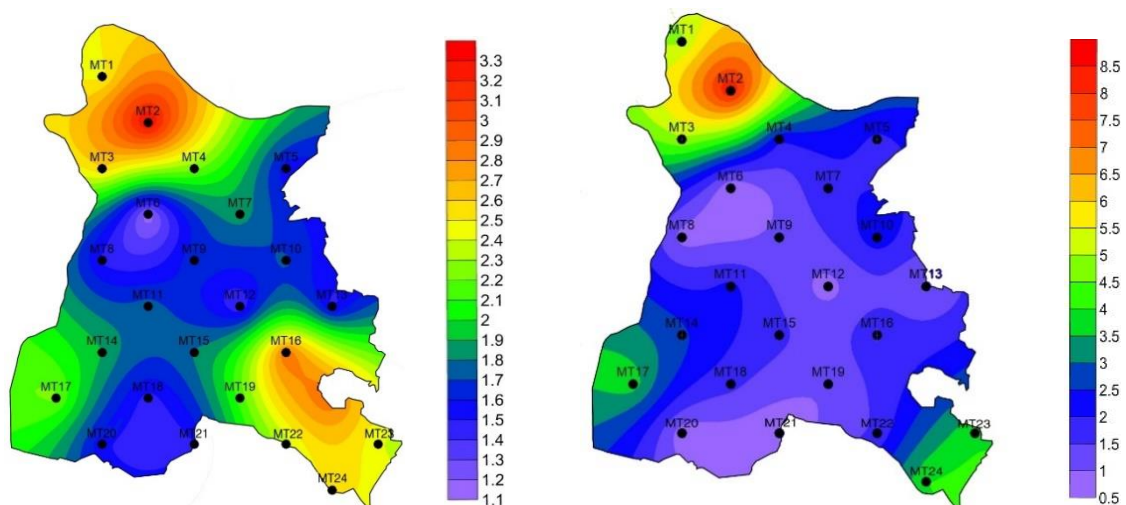
Berdasarkan peta sebaran nilai frekuensi alami, daerah dengan nilai frekuensi alami yang tinggi adalah wilayah Kota Baru yaitu pada Kelurahan Kenali Asam Bawah. Nilai ini sangat bergantung pada ketebalan lapisan lapuk (H) yang dilewati gelombang dan kecepatan gelombang S yang menjalarinya (V_s) [15]. Semakin dalam batuan dasar, artinya semakin tebal lapisan lapuk

(batuan sedimen). Hal ini menyebabkan semakin rendahnya nilai frekuensi alami dan sebaliknya semakin dangkal batuan dasar maka semakin tinggi nilai frekuensi alami.



**Gambar 2. a. Data Domain Frekuensi titik 16 dengan nilai $f_0 = 4,36$ Hz dan $A_0 = 2,89$.
b. Alami Kecamatan Telanaipura dan Kotabaru beserta Skala Nilai Frekuensi Alami (Hz)**

Nilai faktor amplifikasi (A_0) wilayah Kotabaru dan telanaipura berada pada rentang 1.13 - 3.34 (Gambar 3). Nilai ini termasuk dalam kategori rendah hingga Sedang. Wilayah kotabaru merupakan daerah dengan kategori faktor amplifikasi rendah (nilai amplifikasi < 3). Kategori ini mengindikasikan daerah dengan batuan padat. Daerah Penyengat Rendah, Telanaipura termasuk daerah dengan Kategori faktor amplifikasi sedang (nilai amplifikasi $\leq 3 < 6$) mengindikasikan batuan di daerah yang kurang padat. Nilai amplifikasi tersebut dipengaruhi oleh geologi yang menjadi karakteristik fisis tiap lapisan batuan di daerah tersebut[14]. Gambar 2b menunjukkan bahwa daerah Kota Baru yaitu kelurahan Kenali Asam Bawah dan daerah Telanaipura di Kelurahan Penyengat Rendah memiliki nilai faktor amplifikasi yang tinggi. Nilai ini selaras dengan satuan batuan pada daerah tersebut yang merupakan sedimen halus dan batuan pasir.



Gambar 3 (a) Sebaran Nilai Faktor Amplifikasi Kecamatan Telanaipura dan Kotabaru beserta Faktor Amplifikasi (b) Sebaran Nilai Indeks Kerentanan Seismik Kecamatan Telanaipura dan Kotabaru serta Skala Indeks Kerentanan Seismik ($\times 10^{-6} \text{ cm/s}^2$)

Indeks kerentanan tanah (Kg) diperoleh menggunakan persamaan (3). Nilai tersebut digunakan untuk mengklasifikasi daerah dengan *Unconsolidated Sediment*. Daerah ini umumnya berpotensi mengalami kerusakan tanah dan bangunan seperti rekahan ketika penjalaran gelombang seismik [11]. Rentang nilai indeks kerentanan seismik (Kg) Wilayah Telanaipura dan Kotabaru sebesar $0,50 - 8,58 \times 10^{-6} \text{ cm/s}^2$ seperti disajikan pada gambar 3(b). Nilai indeks kerentanan seismik yang tinggi berada di Telanaipura yaitu di Kelurahan Penyengat Rendah. Hal ini berkaitan dengan lokasi daerah penyengat indah yang paling dekat dengan daerah Kerinci dan Merangin yang merupakan sumber gempa tektonik. Nilai ini merupakan bagian yang lebih rentan akibat pergerakan tanah akibat gempabumi dibandingkan dengan daerah lainnya. Oleh karena itu, Daerah Kelurahan Penyengat Rendah tidak direkomendasikan untuk mendirikan konstruksi bertingkat karena berpotensi mengalami kerusakan dibandingkan daerah lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh daerah Kotabaru dan Telanaipura memiliki frekuensi natural pada range 1.24 Hz - 4.35 Hz. Faktor amplifikasi adalah 1,13 - 3,34 dan termasuk dalam kategori rendah. Indeks kerentanan seismik di kedua wilayah tersebut adalah $0,50 - 8,58 \times 10^{-6} \text{ cm / s}^2$. Nilai indeks kerentanan seismik relatif tinggi di Kelurahan Penyengat Bawah (Telanaipura). Itu tidak direkomendasikan untuk konstruksi gedung pencakar langit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Mahasiswa Teknik Geofisika Universitas Jambi Angkatan 2014 yang telah membantu dalam proses akuisisi data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S.A. Mangga, S. Santosa, & B. Hermanto, (1993), *Peta Geologi Lembar Jambi Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Jawa Barat.
- [2] L. Hartati, 2014, *Pemetaan Tingkat Resiko Gempabumi Daerah Liwa dan Sekitarnya Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor*, Thesis, Yogyakarta: UGM.
- [3] K. Kanai, K., 1983, *Seismology in Engineering*, Tokyo University: Japan
- [4] B. Gutenberg, 1958, *Journal of Geophysical Research* volume 63.
- [5] M. Nogoshi & T. Igarashi, 1971, On the Amplitude Characteristics of Microtremor, *Zisin* (Journal of the Seismological Society of Japan, 2nd Ser, Volume 24.
- [6] Cipta, dan Athanasius, 2009, *Penyelidikan Amplifikasi Wilayah Selirit, Provinsi Bali*, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung.
- [7] M. Mucciarelli, M. Herak, J. Cassidy, 2009, *Increasing Seismic Safety by Combining Engineering Technologies and Seismological Data*, NATO Science for Peace and Security Series C, Environmental Security, Springer Science+Business Media B.V
- [8] Y. Nakamura, 2000, *Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application*. Tokyo University. Japan.
- [9] Y. Nakamura, 1989, *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Mikrotremor on the Ground Surface*. Japan: Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI) Vol.30, No.1
- [10] R. Refrizon, A. Hadi, dan K. Lestari, 2013, *Analisis Percepatan Tanah Maksimum dan Tingkat Kerentanan Seismik Daerah Ratu Agung Kota Bengkulu, Lampung*, Prosiding Semirata FMIPA UNILA.
- [11] P. Winoto, 2010, *Analisis Mikrotremor Kawasan Universitas Brawijaya Berdasarkan Metode HVSr*, Thesis, Malang: Universitas Brawijaya.

- [12] M. Mirzaoglu, dan U. Dykmen, 2003, Application of Microtremor to Seismic Microzoning Procedure, Journal of The Balkan Geophysical Society, Vol.6 No.3.
- [13] SESAME, 2004. Guidelines for The Implementation of the H/V Spectra Ratio Technique on Ambient Vibrations. Europe: SESAME European research project.
- [14] C. S. Oliveira, A. Roca, dan X. Goula, 2006, Assessing And Managing earthquake Risk. Springer, Netherland.