

ANALISIS KERENTANAN TANAH FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS JAMBI DENGAN MENGUNAKAN DATA MIKROTREMOR

Ira Kusuma Dewi^{1*}, Ichy Lucia Resta¹, Sarwo Sucitra Amin², Nuklirullah³, Juventa⁴, Salomo Situmorang⁵, Amelia Fitri Ramadhani⁶

¹ Prodi Teknik Geofisika Universitas Jambi, Kabupaten Muaro Jambi
Jambi 36361, Indonesia

*email: 0017018703@unja.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk melakukan analisis kerentanan tanah pada di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi. Adanya pembangunan gedung di Fakultas Sains dan Teknologi, menyebabkan perlu analisis kerentanan tanah di sekitar gedung di Fakultas Sains dan Teknologi. Berdasarkan geologi regional pada daerah ini termasuk formasi Muara Enim (TMPM) terbentuk pada umur tersier dimana tersusun atas batuan dari perselingan antara batupasir tufaan dengan batulempung tufaan, perselingan batupasir kuarsa dengan batulempung kuarsa, bersisipan batubara dan oksida besi. Batuan yang terbentuk pada formasi ini termasuk jenis batuan sedimen. Untuk melakukan analisis kerentanan tanah maka diterapkan metode HVSR dalam pengukuran microtremor. Mikrotremor adalah salah satu metode geofisika dengan menerapkan getaran tanah yang sangat kecil dan terus-menerus. Metode HVSR ini merupakan metode seismik pasif dengan menggunakan tiga komponen yaitu 2 komponen horizontal dan 1 komponen vertical. Pengukuran microtremor pada tanah dilakukan sebanyak 6 titik di sekitar bangunan tersebut. Hasil yang diperoleh dari pengukuran microtremor dengan metode HVSR adalah nilai frekuensi natural (f_0), faktor amplifikasi (A_0) dan Indeks Kerentanan Seismik (K_g). Nilai frekuensi natural (f_0) berkisar antara 1,30-1,82 Hz, nilai faktor amplifikasi (A_0) berkisar antara 1,69 - 3,28 kali dan nilai indeks kerentanan seismic (k_g) berkisar antara 1,814167 sampai $5,948834 \times 10^6 \text{ s}^2/\text{cm}$. Berdasarkan klasifikasi Kanai, nilai frekuensi $< 2,5$ Hz termasuk jenis tanah IV dan tipe tanah II dengan litologi Batuan Alluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur. Dengan kedalaman lebih dari 30 meter. Pada wilayah ini memiliki ketebalan sedimen permukaannya sangat tebal, lebih dari 30 meter. Berdasarkan klasifikasi menurut Setiawan, maka faktor amplifikasi termasuk klasifikasi rendah ($A_0 < 3$) sampai sedang ($3 < A_0 < 6$). Faktor amplifikasi rendah sampai sedang menunjukkan batuan penyusun nya bersifat kompak/keras. Berdasarkan Klasifikasi Refrizon, nilai Indeks Kerentanan Seismik termasuk kategori rendah ($K_g < 3$) sampai sedang ($3 < K_g < 6$). Indeks kerentanan seismic rendah sampai sedang artinya tanah apabila terjadi guncangan tidak terjadi kerusakan karena nilai kerentanan sedang – rendah. Berdasarkan ketiga parameter tersebut, bahwa dapat disimpulkan tanah di sekitar gedung FST tergolong masih aman terhadap guncangan.

Kata Kunci: kerentanan tanah; Metode HVSR; Mikrotremor

ABSTRACT

[Titel: Soil Vulnerability Analysis Faculty Of Science And Technology Jambi University With Using Microtremor Data] Research has been carried out to carry out soil vulnerability analysis at the Faculty of Science and Technology, Jambi University. The construction of buildings at the Faculty of Science and Technology has necessitated an analysis of the vulnerability of the land around the buildings at the Faculty of Science and Technology. Based on the regional geology in this area, the Muara Enim formation (TMPM) is formed in the Tertiary age which is composed of rocks from interbedded tuffaced sandstones with tuffaced mudstones, interbedded quartz sandstones with quartz mudstones, interbedded with coal and iron oxide. The rocks formed in this formation are a type of sedimentary rock. To carry out soil vulnerability analysis, the HVSR method is applied to measure microtremors. Microtremors are a geophysical method that uses very small and continuous ground vibrations. This HVSR method is a passive seismic method using three components, namely 2 horizontal components and 1 vertical component. Microtremor measurements on the ground were carried out at 6 points around the building. The results obtained from microtremor measurements

using the HVSR method are the natural frequency (f_0), amplification factor (A_0) and Seismic Vulnerability Index (K_g). The natural frequency (f_0) value ranges from 1.30-1.82 Hz, the amplification factor (A_0) value ranges from 1.69 - 3.28 times and the seismic vulnerability index (k_g) value ranges from 1.814167 to $5.948834 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$. Based on the Kanai classification, a frequency value < 2.5 HZ includes soil type IV and soil type II with Alluvial Rock lithology formed from delta sedimentation, top soil, mud. With a depth of 30 meters or more. This area has a very thick surface sediment, more than 30 meters. Based on the classification according to Setiawan, the amplification factor is classified as low ($A_0 < 3$) to medium ($3 < A_0 < 6$). A low to moderate amplification factor indicates that the rock that makes it up is compact/hard. Based on the Refrizon Classification, the Seismic Vulnerability Index value is in the low ($k_g < 3$) to medium ($3 < k_g < 6$) category. The seismic vulnerability index is low to medium, meaning that if a shock occurs there will be no damage because the vulnerability value is medium - low. Based on these three parameters, it can be concluded that the land around the FST building is still classified as safe from shocks.

Keywords: soil vulnerability; HVSR method; Microtremor

PENDAHULUAN

Perkembangan pendidikan di Indonesia semakin meningkat dengan adanya universitas baru atau bertambahnya program studi dari suatu universitas. Salah satunya Universitas Jambi mengalami perkembangan pendidikan dari awal terbentuk tahun 1960 sampai sekarang, bertambahnya fakultas dan program studi baru. Fakultas Sains dan Teknologi merupakan fakultas yang mengalami perkembangan dengan bergabungnya Fakultas Teknik sehingga bertambah program studi yaitu menjadi 14 program studi. FST memiliki gedung sebagai tempat ruang belajar dan ruang dosen. Gedung tersebut otomatis menampung banyak mahasiswa dalam proses pembelajaran. Gedung tersebut harus memiliki ketahanan yang cukup besar. Hal ini didukung oleh tanah tempat gedung tersebut berdiri.

Berdasarkan geologi regional, FST termasuk dalam formasi Muara Enim (Tm_{pm}) terbentuk pada umur tersier dimana tersusun atas batuan dari perselingan antara batupasir tufaan dengan batulempung tufaan, perselingan batupasir kuarsa dengan batulempung kuarsa, bersisipan batubara dan oksida besi (De Coster, 1974). Batuan yang terbentuk pada formasi ini termasuk jenis batuan sedimen. Ketahanan tanah terhadap bangunan yang ada diatasnya dapat dianalisa dengan melakukan pengukuran. Metode HVSR diperkenalkan pertama kali oleh Nogoshi dan Igarashi (1971) dan selanjutnya dikembangkan oleh Nakamura pada tahun 1987. Metode HVSR ini merupakan metode seismic pasif dengan menggunakan tiga komponen yaitu 2 komponen horizontal dan 1 komponen vertical (Nakamura, 2008). Parameter yang akan digunakan dalam

analisis kerentanan tanah yaitu frekuensi natural (f_0), faktor amplifikasi (A_0) dan indeks kerentanan sedimen (k_g).

Frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang kerap muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di wilayah tersebut serta dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batumannya. Nilai frekuensi dominan dari pengolahan HVSR merupakan frekuensi alami yang terdapat di daerah tersebut. Amplifikasi tanah menunjukkan perbedaan sifat fisik antar batuan dasar (*bedrock*) dan sedimen di atasnya berdasarkan perbedaan densitas dan kecepatan rambat gelombang seismik. Nilai amplifikasi perambatan gelombang seismik akan semakin bertambah apabila perbedaan antara parameter tersebut semakin besar (Karyono dkk., 2016). Faktor amplifikasi dari komponen horizontal dan vertikal pada permukaan tanah yang bersentuhan langsung dengan batuan dasar dilambangkan dengan TH dan TV (Nakamura, 2000).

Indeks kerentanan seismik merupakan suatu parameter yang sangat berhubungan dengan tingkat kerawanan suatu wilayah dari ancaman risiko gempabumi. Indeks kerentanan seismik di suatu daerah dan tingkat risiko gempabumi terhadap kerusakan akibat gempabumi menunjukkan adanya hubungan yang linear. Jika suatu daerah memiliki indeks kerentanan seismik yang besar maka tingkat risiko gempabuminya juga akan tinggi. Dalam penentuan nilai indeks kerentanan seismik suatu daerah salah satu metode yang efektif dan efisien adalah metode yang memanfaatkan getaran mikrotremor (Saadudin, dkk., 2015).

Pengukuran mikrotremor memiliki banyak keunggulan dibandingkan pengukuran lain yaitu

sangat efektif, cepat, variabel, akurat dan memberikan hasil pengukuran yang stabil dalam menentukan fungsi transfer seperti frekuensi resonansi dan indeks kerentanan bangunan (Sungkono dkk., 2011)

Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk melakukan analisis kerentanan tanah di sekitar Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dengan menerapkan metode HVSR dalam pengukuran microtremor. Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan nalisa kerentanan tanah di sekitar gedung FST.

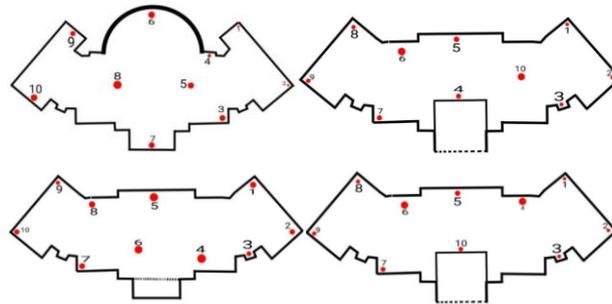
METODE

Penerapan metode mikrotremor pada gedung B di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi sebanyak 46 titik pengukuran dengan koordinat pengukuran adalah $1^{\circ}36'52''S$ $103^{\circ}31'12''E$ dengan jarak antar titik menyesuaikan kondisi gedung. Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alat Mikrotremor Seismograf MAE 6000, Seismometer, Kabel Penghubung, Aki 12 V, *Global Positioning System* (GPS).



Gambar 1. Seismograf MAE A6000S

Penelitian ini terdiri dari 3 tahap yaitu tahap survey awal, akuisisi data dan pengolahan serta interpretasi data. Untuk tahap survey awal, Survey awal dilakukan dengan meninjau lokasi yang akan dijadikan sebagai tempat pengambilan data. Tahap selanjutnya adalah proses pembuatan rancangan penelitian yang terdiri dari menentukan jumlah titik pengukuran.



Gambar 2. Desain Akuisisi Pengukuran

Tahap kedua adalah akuisisi data dalam penelitian ini dilakukan pengukuran mikrotremor pada tanah dan bangunan. Untuk pengambilan data mikrotremor di tanah dengan tujuan untuk menganalisis kerentanan tanah, sedangkan pengukuran mikrotremor di bangunan untuk menganalisa kerentanan bangunan. Pengambilan data di tanah dilakukan sebanyak 6 titik pengukuran di tanah, dimana letak titik pengukuran sesuai dengan desain akuisisi titik pengukuran yang sudah dibuat. Metode yang digunakan dalam pengambilan data mikrotremor pada tanah adalah metode HVSR.

Tahap terakhir adalah proses pengolahan serta interpretasi data. Pengolahan data dari

pengukuran mikrotremor dengan data mikrotremor yang diperoleh menggambarkan kecepatan getaran bangunan yang dinyatakan dalam domain waktu. Data tersebut diolah dengan menggunakan analisis HVSR (*Horizontal to Spectral Ratio*). Pengolahan data mikrotremor di *Software Geopsy* menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) yang mengubah data dari domain waktu ke domain frekuensi.

Setelah dilakukan pengolahan data dan mendapatkan parameter yang dihasilkan dari setiap metode HVSR, FSR dan RDM. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dari parameter yang diperoleh dari setiap metode yang digunakan. Analisis yang dilakukan untuk

melihat kerentanan tanah dan kerentanan bangunan. Parameter dari metode HSVR yaitu f_0 , A_0 dan K_g dapat digunakan untuk menganalisis kerentanan tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengolahan data yang dihasilkan dari metode HVSR dapat diperoleh data frekuensi natural (f_0) dan amplifikasi (A_0). Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan

excell untuk mendapatkan nilai kerentanan seismik (k_g). berikut adalah nilai f_0 dan A_0 yang diperoleh dari hasil pengukuran (Tabel 1.). Berdasarkan Tabel 2, nilai frekuensi natural (f_0) berkisar antara 1,30-1,82 Hz dengan nilai rata-rata 1,52 Hz. Faktor amplifikasi berkisar antara 1,69 – 3,29 kali dengan rata-rata 2,18 kali. Indeks kerentanan tanah berkisar antara 1,81 – 5,95 dengan rata-rata 3,21.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Mikrotremor Pada Tanah

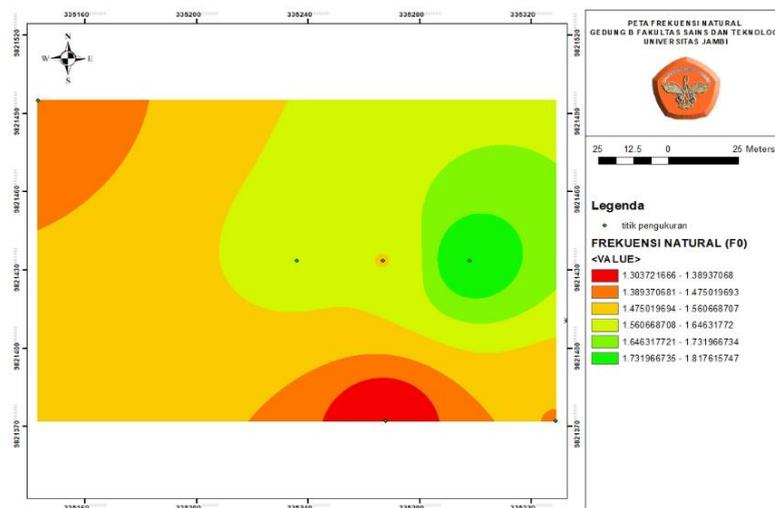
No	Titik	F0 (Hz)	A0 (kali)	$K_g 10^{-6} s^2/cm$
1	T1	1,56	2,00	2,57
2	T2	1,82	3,29	5,95
3	T3	1,47	2,29	3,55
4	T4	1,58	1,69	1,81
5	T5	1,30	2,07	3,28
6	T6	1,42	1,73	2,11

Frekuensi natural (f_0) menggambarkan karakteristik batuan berdasarkan ketebalan lapisan sedimen dan jenis batuan. Menurut Kanai, tanah diklasifikasikan berdasarkan

frekuensi natural. Berikut hasil klasifikasi tanah berdasarkan frekuensi natural dari data pengukuran mikrotremor (Tabel 2).

Tabel 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai Frekuensi Natural Oleh Kanai

Klasifikasi Tanah		Frekuensi natural (Hz)	Klasifikasi kanai	Deskripsi	Lokasi
Tipe II	Jenis IV	<2,5	Batuan Alluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur. Dengan kedalaman 30 meter atau lebih	Ketebalan sedimen permukaannya sangat tebal, lebih dari 30 meter	T1, T2, T3, T4, T5 dan T6



Gambar 3. Peta Sebaran Nilai Frekuensi Natural

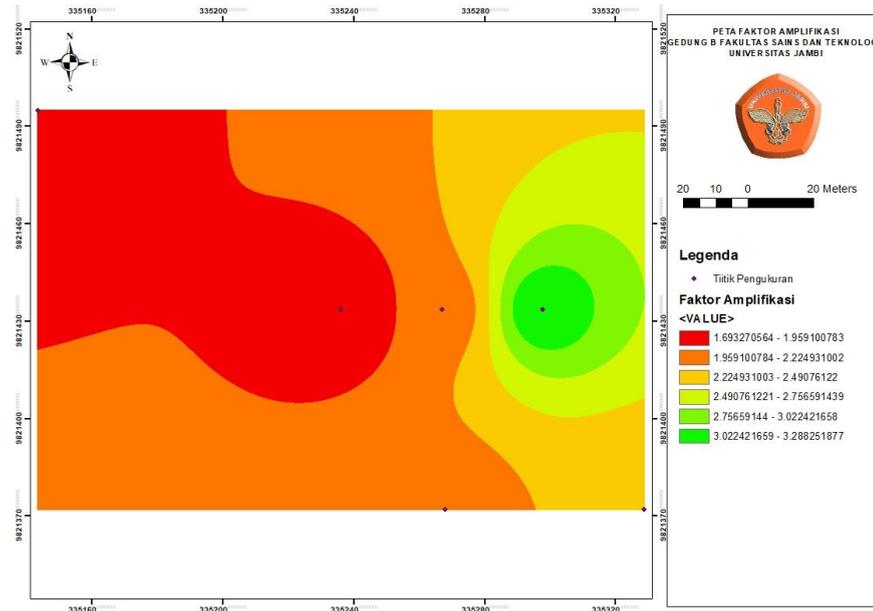
Berdasarkan hasil pengukuran daerah penelitian memiliki nilai frekuensi natural (f_0) berkisar antara 1,30 Hz sampai 1,82 Hz kecil dari 2,5 Hz (Gambar 3) Berdasarkan Tabel 2, daerah penelitian termasuk pada klasifikasi tanah tipe II dan jenis IV terdiri dari batuan Alluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur. Jenis tanah ini mengindikasikan ketebalan sedimen permukaan lebih dari 30 meter. Frekuensi natural di lokasi penelitian termasuk frekuensi rendah, sehingga semakin rendah frekuensi natural maka semakin tebal lapisan sedimen bawah permukaan. Hal ini sesuai

dengan kondisi geologi berdasarkan peta geologi regional daerah penelitian termasuk formasi Muaraenim (TMPM). Formasi ini terdiri lapisan sedimen yang memiliki ketebalan antara 500-1000 meter.

Faktor amplifikasi menggambarkan perbesaran gelombang seismic yang terjadi akibat adanya perbedaan densitas antar lapisan. Besar atau kecilnya faktor amplifikasi sangat bergantung pada lunak atau kerasnya lapisan batuan yang dilalui oleh gelombang. Berikut hasil faktor amplifikasi (A_0) dari data pengukuran microtremor berdasarkan Setiawan (Tabel 3).

Tabel 3. Klasifikasi Nilai Faktor Amplifikasi (Setiawan, 2009).

Zona	Klasifikasi	Nilai Faktor Amplifikasi	Titik Pengukuran
1	rendah	$A_0 < 3$	T1, T3, T4, T5, T6
2	Sedang	$3 < A_0 < 6$	T3



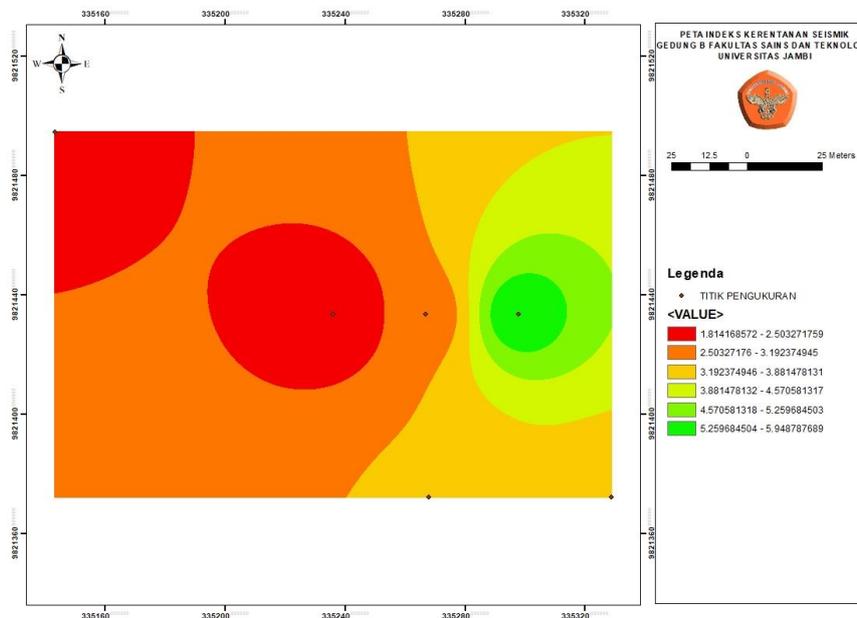
Gambar 4. Peta Sebaran Nilai Faktor Amplifikasi

Berdasarkan Tabel 3, nilai faktor amplifikasi daerah penelitian berkisar antara 1,69327 sampai 3,28827 kali (Gambar 4). Dari nilai tersebut, maka terdapat 2 zona yaitu zona 1 dengan nilai amplifikasi rendah yaitu antara 1,69327 sampai 2,28865 dan zona 2 dengan nilai amplifikasi sedang yaitu antara 2,28865 sampai 3,28827. Zona 1 mengindikasikan daerah tersebut tersusun atas batuan yang kompak dan zona 2 mengindikasikan daerah tersebut tersusun atas batuan yang lunak. Semakin rendah nilai faktor amplifikasi maka semakin keras

batuan yang dilalui, sedangkan semakin besar nilai faktor amplifikasi maka semakin lunak batuan yang dilalui. Kerentanan seismic (k_g) merupakan suatu parameter untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap gerakan tanah akibat getaran. Nilai kerentanan tanah menggambarkan wilayah berpotensi akan terjadi kerusakan akibat getaran yang terjadi. Berikut hasil indeks kerentanan seismic (k_g) dari data pengukuran microtremor berdasarkan Refrizon (Tabel 4)

Tabel 4. Klasifikasi Nilai Indeks Kerentanan Seismik (kg) (Refrizon, 2013).

Zona	Nilai Kg	Titik Pengukuran
Rendah	$kg < 3$	T1, T4, T6
Sedang	$3 < kg < 6$	T2, T3, T5



Gambar 5. Peta Sebaran Nilai Indeks Kerentanan Seismik

Berdasarkan Tabel 4, nilai indeks kerentanan seismic (kg) yang diperoleh dari 1,814167 sampai $5,948834 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ (Gambar 5) Pada daerah penelitian dibagi menjadi 2 zona yaitu zona rendah dengan nilai indeks kerentanan seismic (kg) < 3 , zona sedang dengan nilai nilai indeks kerentanan seismic $3 < kg < 6$. Untuk zona rendah berada pada titik pengukuran T1, T4 dan T6, zona rendah berada pada titik pengukuran T2, T3, dan T5. Semakin rendah nilai indeks kerentanan seismic maka wilayah tersebut tidak rentan terhadap guncangan sehingga wilayah ini diindikasikan aman terhadap guncangan. Semakin tinggi nilai indeks kerentanan seismic maka wilayah tersebut semakin rentan terhadap guncangan sehingga wilayah ini berpotensi akan mengalami kerusakan.

Berdasarkan dari nilai frekuensi natural (f_0) kecil di bawah 2,5 Hz, $A(0)$ 1,69 sampai 3,28 kali dan indeks kerentanan seismic (kg) 1,814167 sampai $5,948834 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$, maka daerah penelitian memiliki termasuk jenis batuan sedimen yang berasal dari formasi Muara enim (Tm_{pm}) dengan ketebalan batuan sedimen lebih dari 30 meter. Berdasarkan nilai faktor amplifikasi, batuan penyusun daerah penelitian adalah batuan keras,

dikarenakan pada formasi Muara Enim (Tm_{pm}) tersusun oleh batuan sedimen yang terbentuk pada umur tersier. Berdasarkan nilai indeks kerentanan seismic, maka daerah penelitian termasuk wilayah yang rendah sampai sedang kernetanan terhadap guncangan. Dengan batuan sedimen tebal yang terbentuk dibawah permukaan dengan karakteristik kuat, jika terjadi guncangan, maka gelombang yang dihasilkan pada guncangan akan merambat dengan kecepatan gelombat yang kecil sehingga memiliki kerentanan yang rendah Sehingga dapat disimpulkan kerentanan tanah di sekitar gedung FST aman terhadap guncangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa daerah penelitian memiliki frekuensi natural (f_0) kecil di bawah 2,5 Hz, $A(0)$ 1,69 sampai 3,28 kali dan indeks kerentanan seismic (kg) 1,814167 sampai $5,948834 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$. Hasil tersebut menunjukkan wilayah tersebut tersusun oleh batuan sedimen dengan ketebalan lebih dari 30 meter dan sifat batuan sedimen keras. Sehingga nilai indeks kerentanan rendah. Analisis kerentanan tanah daerah penelitian dianggap aman terhadap guncangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnimar, (2009). *Seismologi*. Edisi Pertama. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Ayi, V. W., dan Bahri, S. (2012). Analisis Mikrotremor untuk Evaluasi Kekuatan bangunan Studi Kasus Gedung Perpustakaan ITS. *Jurnal Sains dan Seni ITS* Vol. 1, No.1. Hal B 52- B 56.
- De Coster, G. L. (1974). *The geology of the central and south Sumatra basins*. Gosar, A. (2007). Microtremor HVSR Study for Assessing Site Effects in the Bovec Basin (NW Slovenia) Related to 1998 Mw 5.6 and 2004 Mw 5.2 Earthquake. *ELSEIVER Engineering Geology*, 91(3) 178-193.
- Gosar, A. (2010). Site effects and soil-structure resonance study in the Kobarid basin (NW Slovenia) using microtremors. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(4), 761–772.
- Mangga, S. A., Santoso, S., dan Herman, B. (1993). *Peta Geologi Lembar Jambi Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Bandung, Jawa Barat.
- Nakamura, Y. (2000). Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications. *Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering*, 24, 25–30.
- Satria. A., N. Larasati., W. Lestari., I. K. Dewi. 2020. *Analisis Mikrotremor Berdasarkan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio Untuk Mengetahui Indeks Kerentanan Seismik Kota Jambi*. Universitas Jambi. Jambi.
- SESAME, (2004). *Guidelines for The Implementation of The H/H Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*. European Commission : Research General Directorate.