

## UJI KERENTANAN BANGUNAN RUSUNAWA BERDASARKAN HVSR (*HORIZONTAL TO SPECTRAL RATIO*) DAN FSR (*FLOOR SPECTRAL RATIO*)

Nurrani Larasati<sup>1</sup>, Faizar Farid<sup>2</sup>, Juventa<sup>2</sup>

Teknik Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, 36361, Indonesia

e-mail : nuranilarasati1@gmail.com

**Abstrak.** Lokasi penelitian terletak di gedung Rusunawa (asrama mahasiswa) yang termasuk ke dalam wilayah administratif Universitas Jambi. Rusunawa terdiri dari 5 lantai dengan 96 kamar yang memiliki ketinggian 18 m dengan luas 1.620 m<sup>2</sup>. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai frekuensi alami ( $f_0$ ), nilai resonansi (%) dan nilai indeks kerentanan bangunan (K) berdasarkan HVSR (*Horizontal to Vertikal Spectral Ratio*) dan FSR (*Floor Spectral Ratio*). Secara geologi, gedung Rusunawa berada pada Formasi Muaraenim yang tersusun batupasir. Data penelitian diperoleh dari 36 titik perekaman data mikrotremor. Hasil nilai resonansi pada komponen *East – West* (EW) dengan rata-rata 330.296%, sedangkan komponen *North – South* (NS) dengan nilai rata-rata 249.305%. Nilai tersebut memiliki resonansi kurang lebih besar dari 25% dengan klasifikasi rendah berdasarkan klasifikasi kerentanan resonansi. Hasil nilai indeks kerentanan bangunan (K) gedung Rusunawa Universitas Jambi komponen *East – West* (EW) dengan rata-rata 32.86813 cm/s<sup>2</sup>, komponen *North – South* (NS) dengan rata-rata 59.59811 cm/s<sup>2</sup> memiliki nilai indeks kerentanan bangunan yang rendah. Nilai indeks kerentanan di bawah dari 1/100 gedung Rusunawa aman terhadap kerusakan.

**Kata Kunci:** *horizontal to vertical spectral ratio; floor spectral ratio; resonansi; indeks kerentanan; rusunawa*

**Abstract.** The research location is in the Rusunawa building (student dormitory) which is included in the administrative area of Jambi University. Rusunawa consists of 5 floors with 96 rooms which has a height of 18 m with an area of 1,620 m<sup>2</sup>. This study was conducted to determine the value of natural frequency ( $f_0$ ), resonance value (%) and the value of building vulnerability index (K) based on HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) and FSR (*Floor Spectral Ratio*). Geologically, the Rusunawa building is located in the Muaraenim Formation which is composed of sandstone. The research data were obtained from 36 microtremor data recording points. The results of the resonance value for the *East – West* (EW) component with an average of 330.296%, while the *North – South* (NS) component with an average value of 249.305%. This value has a resonance greater than 25% with a low classification based on the resonance susceptibility classification. The results of the building vulnerability index (K) of the Rusunawa building, Jambi University, *East – West* (EW) component with an average of 32.86813 cm/s<sup>2</sup>, the *North – South* (NS) component with an average of 59,59811 cm/s<sup>2</sup> has a low building vulnerability index value. The vulnerability index value is below 1/100 the Rusunawa building is safe against damage.

**Keywords:** *horizontal to vertical spectral ratio; floor spectral ratio; resonance; vulnerability index; rusunawa*

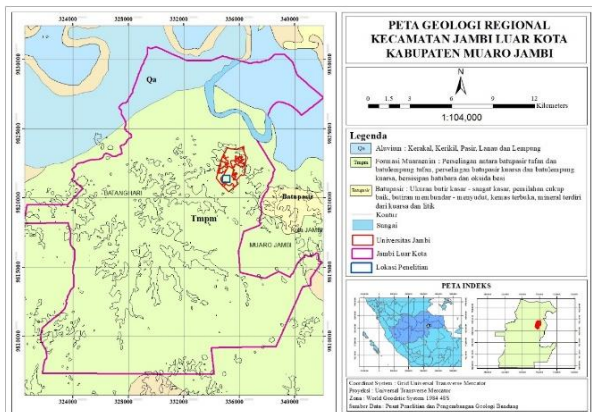
### PENDAHULUAN

Universitas Jambi merupakan salah satu perguruan tinggi negeri yang berdiri sejak 23 Maret 1963 di Provinsi Jambi. Universitas ini memiliki beberapa cabang kampus salah satunya di Kawasan Mendalo, tepatnya di Kecamatan Jambi Luar Kota. Universitas ini juga memiliki asrama yang berada didalam area kampus. Asrama mahasiswa (Rusunawa) terdiri dari 5 lantai dengan 96 kamar

yang memiliki ketinggian 18 m dengan luas 1.620 m<sup>2</sup> (Universitas Jambi, 2022).

Berdasarkan informasi geologi yang terdapat pada Gambar 1 daerah penelitian berada pada Formasi Muaraenim. Formasi ini termasuk kedalam batuan sedimen (TMPM) Tersier, Miosen, Pliosen Muaraenim didominasi oleh batupasir yang memiliki ketebalan lapisan 500 – 1000 m. Umur Formasi Muaraenim yaitu kala Miosen Akhir – Pliosen Awal. Kala ini merupakan kala pertama dan kedua pada

periode Neogen di era Kenozoikum (De Coster, 1974).



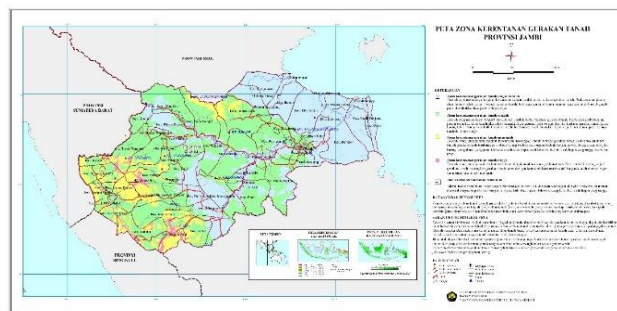
Gambar 1. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

Daerah penelitian terletak pada lembar peta geologi Kabupaten Muaro Jambi di mana termasuk kedalam sub-cekungan Jambi. Sub-cekungan Jambi memiliki dua pola struktur yaitu pola struktur berarah timur laut – barat daya (NE-SW) sebagai pengontrol pembentukan *graben* dan pengendapan. Struktur berarah barat laut – tenggara (NW-SE) yang berkaitan dengan tektonik kompresi yang menghasilkan sesar-sesar naik dan antiklin (Junanto, 2021).

Menurut Bemmelen (1949) pulau Sumatra secara fisiografi terbagi menjadi empat zona yaitu zona Pegunungan Barisan, Pegunungan Tigapuluh, zona Sesar Semangko dan dataran rendah & dataran bergelombang. Secara tektonik kampus Universitas Jambi termasuk kedalam zona Pegunungan Barisan.

Aktivitas tektonik dapat memicu terjadinya gempa bumi. Gedung Rusunawa memiliki jarak yang relatif dekat dengan pusat gempa bumi yaitu di Kabupaten Batanghari sekitar kurang lebih 83 km, Kabupaten Merangin kurang lebih 180 km dan kabupaten Kerinci sekitar kurang lebih 415,2 km. Besarnya kerusakan akibat gempa di suatu daerah juga dipengaruhi oleh kondisi geologi setempat (Hidayat, 2018).

Pakar Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana (PVMBG), mengemukakan kondisi tanah di wilayah Provinsi Jambi pada Kecamatan Jambi Luar Kota berada pada zona kerentanan gerakan tanah rendah Gambar 2 (PVMBG, 2022).



Gambar 2. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

Hal tersebut belum menentukan bahwa dengan kondisi pergerakan tanah yang rendah dapat mengetahui suatu bangunan dapat mengalami kerusakan. Ada banyak faktor lainnya yaitu efek lokal, pergerakan sesar, letusan gunung api, dan cuaca ekstrim seperti badai. Maka dari itu, perlu adanya pengembangan lebih lanjut untuk mengetahui daerah tersebut berpotensi terjadinya gempa bumi atau tidak.

Tanggal 01 November 2020 pukul 19.37 WIB Kabupaten Batanghari terjadi gempa bumi tektonik yang memiliki kekuatan  $M = 3.9$  SR dengan intensitas gempa II MMI. Episenter gempa bumi terletak pada koordinat  $1.86^{\circ}$  LS dan  $103.18^{\circ}$  BT tepatnya berlokasi di darat pada 20 km tenggara Batanghari, Jambi pada kedalaman 10 km (BMKG, 2020). Penyebab terjadinya gempa bumi tersebut dikarenakan pergerakan sesar dan efek patahan lokal. (Antara, 2020).

Gelombang seismik merupakan gelombang yang merambat baik di dalam maupun di permukaan bumi yang didapatkan dari metode mikrotremor. Gelombang seismik terbagi menjadi dua yaitu gelombang badan dan gelombang permukaan. Gelombang badan merupakan gelombang yang arah penjarannya berada di bagian dalam bumi. Gelombang tersebut terbagi atas gelombang P (Primer) dan gelombang S (Sekunder). Sedangkan gelombang permukaan merupakan gelombang yang arah penjarannya berada di bagian kerak bumi yang terdiri dari gelombang *Love* dan Gelombang *Rayleigh* (Widodo, 2012).

Rambatan gelombang tersebut berasal dari sumber seismik seperti dari sumber gempa, erupsi

gunung api, longsor, badai dan sebagainya. Frekuensi alami adalah frekuensi osilasi yang cenderung dimiliki suatu sistem saat sistem tersebut dibiarkan bergetar tanpa *damping* (peredam). Karakteristik periode yang sangat tinggi berpotensi terhadap bahaya getaran gelombang seismik waktu panjang yang dapat mengancam gedung-gedung bertingkat tinggi. Dengan mengetahui frekuensi alami diharapkan akan dapat mengurangi resiko bahaya gempa bumi yang mungkin terjadi pada masa yang akan datang (Setia dkk., 2019).

Batasan pengamatan frekuensi untuk mikrotremor secara umum antara 0.5-20 Hz dan untuk mikrotremor frekuensi kecil bisa mencapai 0.2 Hz. Karena bangunan biasanya memiliki frekuensi natural rata-rata lebih dari 1 Hz dan kurang dari 8 Hz, sedangkan frekuensi di bawah 1 Hz diabaikan. Dengan mengetahui frekuensi alami dan memanfaatkannya dalam merencanakan pembangunan diharapkan akan dapat mengurangi resiko bahaya gempa bumi yang akan mungkin terjadi pada masa yang akan datang (SESAME, 2004).

Nilai frekuensi alami suatu daerah dipengaruhi oleh ketebalan lapisan lapuk (h) dan kecepatan rata-rata bawah permukaan ( $v_s$ ). Untuk mendapatkan nilai frekuensi alami digunakan Persamaan 1 :

$$f = \frac{V_s}{4h} \quad (1)$$

Selain itu, dalam menentukan ketebalan sedimen suatu daerah ditentukan berdasarkan tabel 1.

Semakin renggang bantuan maka amplifikasi akan semakin besar karena apabila amplitudo gelombang yang menjalar di batuan yang tidak padat akan mempercepat pergerakan lapisan sedimen, Hal ini yang dapat menyebabkan tingkat potensi resiko bencana gempa bumi semakin besar (Nakamura, 2000).

**Tabel 2.** Nilai faktor amplifikasi (Setiawan, 2009)

Zona	Klasifikasi	Nilai faktor amplifikasi
1	Rendah	$A < 3$
2	Sedang	$3 \leq A < 6$
3	Tinggi	$6 \leq A < 9$
4	Sangat Tinggi	$A \geq 9$

**Tabel 1.** Klasifikasi nilai frekuensi alami tanah Oleh Kanai (Dikutip dari Buletin Meteorologi dan Geofisika No.4, 1998).

Klasifikasi tanah		Frekuensi alami (Hz)	Klasifikasi Kanai	Deskripsi
Tipe	Jenis			
Tipe IV	Jenis I	6,667 – 20	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan <i>Hard sandy, gravel</i> , dll	Ketebalan sedimen permukaannya sangat tipis, didominasi oleh batuan keras.<5m.
	Jenis II	10 – 4	Batuan alluvial, dengan ketebalan 5m. Terdiri dari dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll.	Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori menengah 5 – 10 meter
Tipe III	Jenis III	2,5 – 4	Batuan alluvial, dengan ketebalan besar dari 5m. Terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll	Ketebalan sedimen permukaan masuk dalam kategori tebal, sekitar 10 – 30 meter
Tipe II	Jenis IV	< 2,5	Batuan alluvial, yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur, dll. Dengan kedalaman 30m atau lebih	Ketebalan Sedimen permukaannya sangatlah tebal>30m.
Tipe I				

Menurut Setiawan (2009), Faktor amplifikasi atau amplitudo memberikan gambaran tentang perubahan percepatan gerakan tanah dari batuan dasar ke permukaan. Pembesaran percepatan tanah dari batuan dasar ke permukaan disebabkan karena perbedaan kecepatan gerakan gelombang geser ( $v_s$ ) di batuan dasar dan pada lapisan sedimen.

Oleh karena itu, salah satu faktor penting untuk memperkirakan dampak lokal dari gempa bumi adalah seberapa besar energi yang dilemahkan ketika sebelum terjadi gangguan dan hubungan antara frekuensi alami suatu bangunan dengan frekuensi alami lapisan sedimen di mana bangunan tersebut dibangun. Berdasarkan hubungan parameter tersebut dapat diketahui kurva nilai resonansi bangunan dan kurva nilai indeks kerentanan bangunan yang kemudian dapat diperkirakan estimasi kerentanannya.

HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) merupakan metode membandingkan spektrum komponen horizontal terhadap komponen vertikal dari gelombang mikrotremor (Nakamura, 2000). FSR (*Floor Spectral Ratio*) merupakan metode untuk menentukan frekuensi alami bangunan dan resonansi yang menggambarkan karakteristik bangunan terhadap gempa bumi. Metode ini dilakukan dengan mengubah data rekaman mikrotremor dalam kawasan waktu menjadi data dalam kawasan frekuensi pada tiga komponen pengukuran mikrotremor yaitu EW, NS dan vertikal (Aini dkk., 2012).

Resonansi terjadi jika frekuensi bangunan dan frekuensi tanah (sedimen) mempunyai nilai yang relatif sama, maka akan terjadi proses resonansi gelombang gempa dan meningkatkan intensitas kerusakan akibat getaran seismik tersebut. Dalam menentukan nilai resonansi maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{f_{0b} - f_{0t}}{f_{0t}} \times 100\% \quad (2)$$

dengan R adalah resonansi,  $f_{0b}$  adalah frekuensi natural bangunan dan  $f_{0t}$  adalah frekuensi natural tanah.

Menurut Gosar (2010), tingkat kerentanan resonansi bangunan terhadap gempa bisa diklasifikasikan menjadi tiga kriteria yaitu nilai resonansi kurang lebih besar dari 25% diklasifikasikan rendah, nilai resonansi 15 – 25% diklasifikasikan sedang, dan nilai resonansi kurang lebih kecil dari 15% diklasifikasi tinggi.

Menurut Sato dkk., (2008), Indeks kerentanan dapat diperkirakan dari deformasi struktur yang berkaitan dengan pergerakan seismik dari permukaan tanah ke struktur. Mengetahui nilai indeks kerentanan ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:

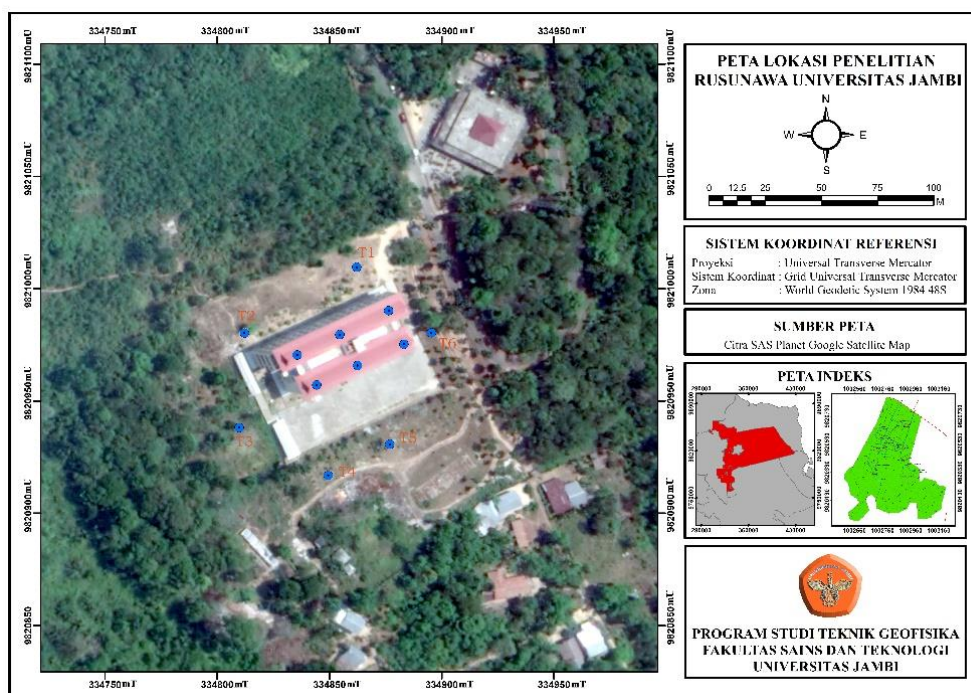
$$K_b = \frac{A}{(2\pi f)^2 \times H} \times 10.000 \quad (3)$$

dimana,  $K_b$  adalah nilai rata-rata struktur, A adalah amplitudo, f adalah frekuensi alami, H adalah ketinggian bangunan,  $10^{-6}$  atau 10.000 adalah efek noise. Umumnya, untuk memperkirakan kerentanan bangunan itu mengalami runtuh pada nilai indeks kerentanan di atas  $100 \text{ m/s}^2 - 200 \text{ m/s}^2$ . Sehingga jika nilai indeks kerentanan di bawah  $100 \text{ m/s}^2$  bangunan aman terhadap kerusakan (Hadianfard dkk., 2017).

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat mengetahui kekuatan dan kualitas bangunan gedung Rusunawa berdasarkan analisis HVSR (*Horizontal to Vertikal Spectral Ratio*) dan analisis FSR (*Floor Spectral Ratio*) yang mana informasi ini dapat dijadikan pertimbangan dalam upaya pengembangan pembangunan di kampus Universitas Jambi.

## METODOLOGI

Penelitian terletak di Kampus Universitas Jambi khususnya pada gedung Rusunawa (asrama mahasiswa) pada tanggal 18 Maret – 18 April 2021. Penelitian ini berfokus pada bangunan gedung rusunawa terutama pada struktur bangunan dan kondisi tanah disekitar gedung yang terdapat pada



Gambar 3. Desain Akuisisi

peta lokasi penelitian Gambar 3. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Seismograf MAE A6000S, seismometer, kabel penghubung, batrai atau aki 12 Volt, GPS, kompas geologi, buku tulis, kamera, dan laptop.

Tahapan pertama dimulai dari studi literatur, setelah studi literatur dilakukan selanjutnya mencari informasi geologi dan informasi topografi, kemudian membuat desain akuisisi yang meliputi penentuan jumlah titik pengukuran yang yang dilakukan, Penentuan titik pengukuran dilakukan dengan menggunakan GPS dan kompas. Tahapan berikutnya adalah akuisisi data menggunakan Seismograf 3 komponen MAE A6000S dengan durasi 45 menit pada setiap titik pengukuran. Jumlah titik akuisisi sebanyak 34 titik dengan jarak antar titik yaitu 16.7 m. Selain titik pengukuran yang diperlukan dalam akuisisi yaitu ketinggian gedung, dimana ketinggian gedung rusunawa yaitu 30 m dengan luas area 1.620 m<sup>2</sup> seperti pada Gambar 3.

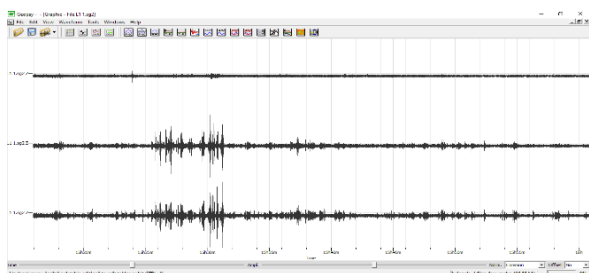
Data mikrotremor yang diperoleh menggambarkan kecepatan getaran bangunan yang dinyatakan dalam domain waktu. Data tersebut diolah dengan menggunakan perangkat lunak *Geopsy*. Kemudian dianalisis menggunakan HVSr (*Horizontal to Spectral Ratio*) dan FSR (*Floor Spectral*

*Rasio*). Pengolahan data mikrotremor di perangkat lunak *Geopsy* menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) yang mengubah data dari domain waktu ke domain frekuensi. Perubahan tersebut menggunakan *filter smoothing Konno* dan *Ohmachi* dengan koefisien *bandwith* sebesar 40 kemudian dilakukan pemilihan *window* dengan memilih sinyal yang konstan. Proses ini setiap satu *window* memuat 25 detik dengan jumlah minimal 20 *window* (SESAME, 2004).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

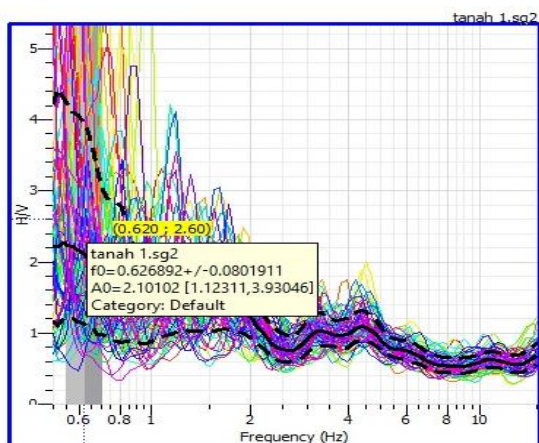
Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sinyal (gelombang) dalam bentuk domain waktu. Sinyal tersebut terdiri dari tiga komponen data yaitu komponen EW (*East-West*), komponen NS (*North-South*) dan komponen vertikal yang terlihat pada Gambar 4. Pada Gambar 4 dilihat hasil rekaman mikrotremor terdapat dua getaran yaitu getaran transien dan getaran stasioner. Gelombang transien memiliki amplitudo yang sangat tinggi pada 45 menit perekaman yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Proses pemisahan getaran stasioner dan transien menggunakan analisis HVSr (*Horizontal to vertical Ratio*) untuk perekaman tanah sedimen dan

analisis FSR (*Floor Spectral Ratio*) untuk perekaman bangunan gedung rusunawa Universitas Jambi.



Gambar 4. Tampilan Data Hasil Rekaman Seg.2

Pengolahan hasil pengukuran tanah menggunakan analisis HVSR didapatkan kurva H/V yang diperoleh dari proses *filter* FFT yang diubah kedalam domain frekuensi seperti terlihat pada Gambar 5. Hasil kurva terdiri dari dua parameter data yaitu nilai frekuensi alami tanah ( $f_{0t}$ ) dan nilai amplitudo tanah ( $A_{0t}$ ). Hasil yang baik dimana nilai *error* mendekati 0.



Gambar 5. Grafik Frekuensi alami tanah T1 Terhadap amplitudo tanah T1 gedung Rusunawa

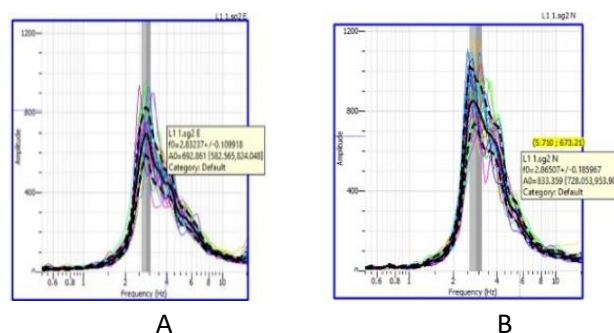
Berdasarkan hasil yang terdapat pada Tabel 3 dengan jumlah titik pengukuran tanah sebanyak 6 titik didapatkan frekuensi alami tanah ( $f_{0t}$ ) dan amplitudo tanah ( $A_{0t}$ ). Nilai frekuensi dikasifikasikan dengan menggunakan klasifikasi kanai pada Tabel 1. Nilai frekuensi dengan kisaran 0,62 Hz – 1,38 Hz berada pada frekuensi tipe I dan tipe II yang memiliki frekuensi natural ( $f_0$ ) kecil 2,5 Hz, mempunyai ketebalan sedimen yang sangat tebal yaitu 30 m yang didominasi oleh batuan alluvium

Nilai amplitudo tanah yang terdapat pada Tabel 3 berada pada kisaran dari 1,04 – 2,25 memiliki nilai amplitudo yang kecil. Nilai amplifikasi tersebut berada pada amplifikasi rendah di bawah A kecil dari 3. Dalam analisis resiko gempa bumi, jika kontras amplifikasi rendah tidak mengakibatkan risiko yang tinggi pada saat terjadinya gempa bumi. Hal tersebut menyatakan bahwa dari dua parameter data memiliki ketebalan sedimen yang sangat tebal dan potensi akan kerusakan lapisan bawah permukaan sangatlah kecil. Sehingga apabila terjadi gempa bumi tidak menyebabkan terjadinya kerusakan tanah atau bangunan.

Table 3. Nilai Frekuensi Alami Tanah

Titik	Frekuensi (Hz)	Amplitudo
T 1	0,62	2,1
T 2	1,32	1,9
T 3	0,62	2,4
T 4	1,24	1,82
T 5	1,38	2,25
T 6	0,66	1,04

Dalam proses pengolahan FSR (*Floor Spectral Ratio*) hasil kurva *spectrum* didapatkan dari beberapa *channel* atau komponen yaitu komponen *East – West* (EW), *North - South* (NS) dan Vertikal (Z). kedua Komponen memiliki parameter data yaitu nilai frekuensi dan nilai amplitudo. Analisis FSR (*Floor Spectral Ratio*) menghasilkan kurva *spectrum* hasil pengolahan menggunakan software *Geopsy*. Hasil kurva dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Frekuensi Alami Bangunan (fb) dan Amplitudo ( $A_0$ ), A. Komponen arah EW, B. Komponen arah NS

Pengukuran gedung dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 30 titik. Hasil kurva *spectrum* ditampilkan pada Gambar 5 yang terdapat dua komponen data yaitu komponen *East – West* (EW) dan *North – South* (NS) berupa frekuensi alami bangunan ( $f_{0b}$ ) dan amplitudo bangunan ( $A_{0b}$ ) yang terdapat dilantai 1 hingga lantai 5 dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini.

**Table 4.** Nilai Frekuensi dan Amplitudo FSR Lantai 1

Titik	Frekuensi		Amplitudo	
	EW	NS	EW	NS
L1 1	2,832	2,865	6,92681	8,33381
L1 2	2,836	2,803	6,58893	7,16942
L1 3	3,156	2,864	6,70133	6,10902
L1 4	2,783	2,745	5,19497	6,35472
L1 5	2,7027	2,77	8,07434	8,00148
L1 6	2,789	2,702	6,39388	4,65089

**Table 5.** Nilai Frekuensi dan Amplitudo FSR Lantai 2

Titik	Frekuensi		Amplitudo	
	EW	NS	EW	NS
L2 1	3,992	3,041	8,9623	6,0012
L2 2	3,389	2,726	12,9744	4,5452
L2 3	2,996	2,813	7,69576	5,5352
L2 4	4,092	4,687	12,2937	5,0136
L2 5	3,464	2,741	7,0911	4,5248
L2 6	4,233	2,791	12,4693	6,7783

**Table 6.** Nilai Frekuensi dan Amplitudo FSR Lantai 3

Titik	Frekuensi		Amplitudo	
	EW	NS	EW	NS
L3 1	3,926	2,754	9,15993	6,4025
L3 2	3,835	2,765	3,7496	5,1642
L3 3	4,283	2,91	6,3645	5,7131
L3 4	4,389	4,687	8,1058	5,1361
L3 5	2,923	2,752	4,1423	5,8784
L3 6	3,722	2,791	4,0809	7,7837

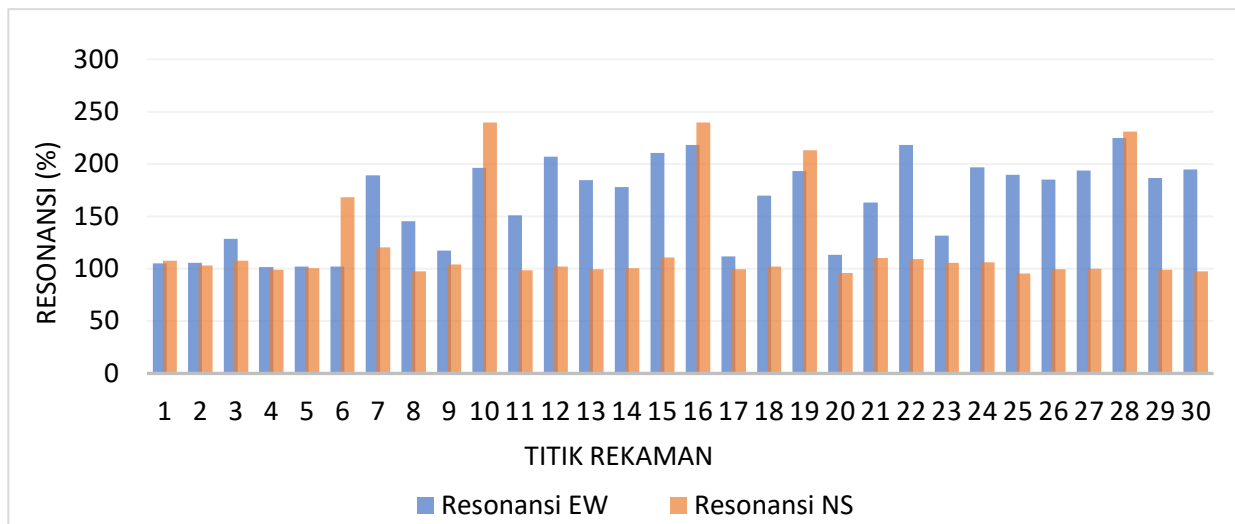
**Table 7.** Nilai Frekuensi dan Amplitudo FSR Lantai 4

Titik	Frekuensi (Hz)		Amplitudo	
	EW	NS	EW	NS
L4 1	4	2.734	7.7129	6.0939
L4 2	3.934	2.755	4.7216	4.3753
L4 3	4.055	2.758	9.9185	7.0262
L4 4	4.485	4.569	5.0545	6.1542
L4 5	3.957	2.747	5.9127	4.2341
L4 6	4.069	2.728	7.3555	6.78876

**Table 8.** Nilai Frekuensi dan Amplitudo FSR Lantai 5

Titik	Frekuensi		Amplitudo	
	EW	NS	EW	NS
L5 1	4	2.734	7.7129	6.0939
L5 2	3.934	2.755	4.7216	4.3753
L5 3	4.055	2.758	9.9185	7.0262
L5 4	4.485	4.569	5.0545	6.1542
L5 5	3.957	2.747	5.9127	4.2341
L5 6	4.069	2.728	7.3555	6.78876

Dengan hasil pengolahan kurva *spectrum* data frekuensi alami bangunan jumlah titik keseluruhan yaitu 30 titik dengan hasil sebanyak 60 data dari dua komponen (EW dan NS). Hasil nilai rata-rata lantai 1 sampai lantai 5 frekuensi rata-rata komponen *East – West* (EW) adalah 3,773 Hz, sedangkan nilai frekuensi rata-rata komponen *North – South* (NS) adalah 3,0193 Hz. Titik perekaman tertinggi berdasarkan nilai frekuensi yaitu pada perekaman L2 4, L3 4, dan L5 4. Berdasarkan nilai amplitudo bangunan rata-rata komponen *East – West* (EW) adalah 7,326024 dan amplitudo bangunan rata-rata komponen *North – South* (NS) adalah 6,188906. Berdasarkan nilai frekuensi alami dan amplitudo gedung rusunawa Universitas Jambi memiliki nilai yang lebih tinggi.

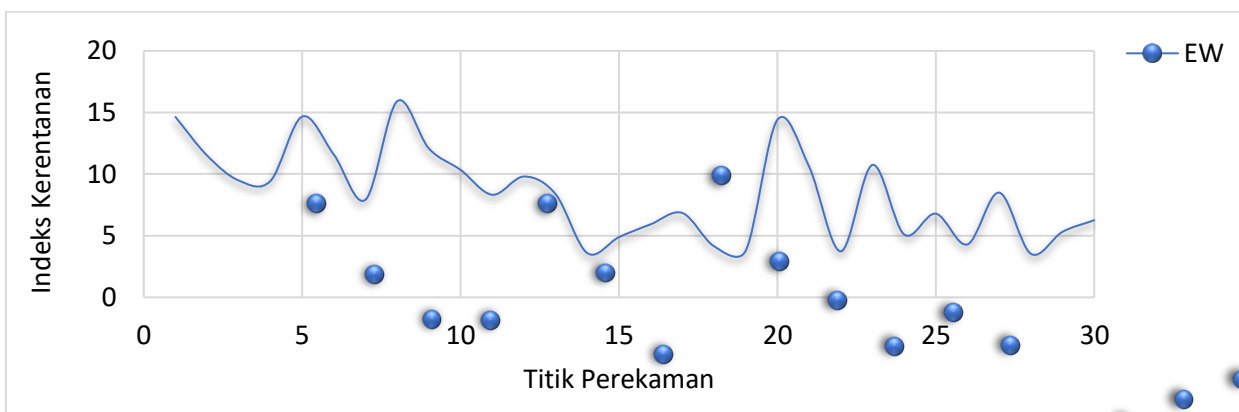


Gambar 7. Grafik Resonansi Gedung Rusunawa Universitas Jambi

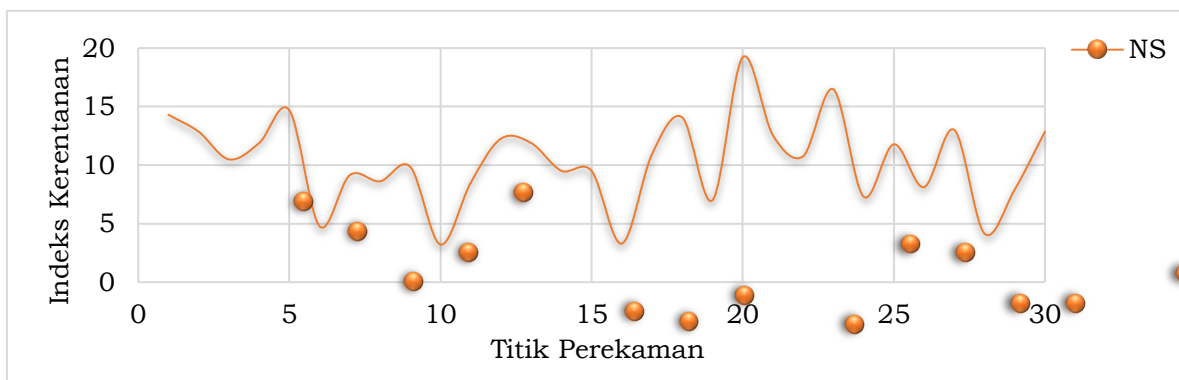
Hasil dari kurva *spectrum* FSR (*Floor Spectral Ratio*) berupa frekuensi bangunan ( $f_b$ ) komponen horizontal yaitu komponen *East – West* (EW) dan komponen *North – South* (NS) sedangkan kurva H/V dari analisis HVSR (*Horizontal to Spectral Ratio*) menghasilkan frekuensi tanah ( $f_{0t}$ ). Dari kedua parameter tersebut didapatkan dari metode mikrotremor. Nilai hasil kedua paramter tersebut

diakumulasikan untuk mendapatkan nilai dan grafik resonansi bangunan.

Resonansi didapatkan dari hubungan antara frekuensi alami tanah ( $f_{0t}$ ) dan frekuensi alami bangunan ( $f_{0b}$ ). Resonansi terjadi apabila periode bangunan sama dengan periode getaran seismik yang sampai dipermukaan, maka bangunan akan mengalami resonansi. Hal ini sama seperti pendapat



Gambar 8. Grafik Indeks Kerentanan Bangunan Komponen (EW) Gedung Rusunawa Universitas Jambi



Gambar 9. Grafik Indeks Kerentanan Bangunan Komponen (EW) Gedung Rusunawa Universitas Jambi



(Gosar, 2010). jika frekuensi alami tanah ( $f_{0t}$ ) sama dengan frekuensi alami bangunan ( $f_{0b}$ ) bangunan akan mengalami resonansi atau kerusakan, sedangkan frekuensi alami tanah ( $f_{0t}$ ) lebih kecil dari frekuensi alami bangunan ( $f_{0b}$ ) maka bangunan akan kokoh.

Berdasarkan hasil pengolahan yang didapatkan dari perhitungan menggunakan Persamaan 2. Grafik Resonansi pada Gambar 6 warna biru menunjukkan nilai resonansi (EW), sedangkan berwarna kuning menunjukkan nilai resonansi (NS). Nilai resonansi tertinggi terdapat di titik perekaman 10 dan titik 16 (L2 4 dan L3 4) dengan nilai 239,6376812% dan nilai terendah pada titik perekaman 25 (L5 1) dengan nilai 95,65217391% berwarna merah pada komponen (NS).

Nilai resonansi tertinggi terdapat di titik perekaman 25 (L5 4) dengan nilai 225% dan nilai terendah pada titik perekaman 4 (L1 4) dengan nilai 101,666666% berwarna biru pada resonansi (EW). Nilai tersebut memiliki nilai resonansi kurang lebih besar dari 25% dengan klasifikasi rendah berdasarkan klasifikasi kerentanan resonansi menurut (Gosar, 2010).

Grafik indeks kerentanan bangunan yang didapat dari persamaan 3 yaitu hasil FSR (*Floor Spectral Ratio*) komponen (EW dan NS), amplitudo komponen (EW dan NS), ketinggian bangunan dan efek *noise* pada saat perekaman Gambar 7 dan Gambar 8. Perekaman data lantai 1 sampai lantai 5 dibagi menjadi dua grafik hasil indeks kerentanan bangunan. Nilai tersebut didapatkan dari hasil pengolahan analisa kurva *spectrum* komponen *East – West* (EW), komponen *North – South* (NS), ketinggian bangunan dan efek *noise* Persamaan 3. Di mana nilai data-data indeks kerentanan terdapat pada grafik di bawah ini.

Berdasarkan grafik indeks kerentanan bangunan komponen (EW dan NS) nilai kerentanan keseluruhan lantai 1, lantai 2, lantai 3, lantai 4, lantai 5 dengan jumlah 60 data yang terdiri dari komponen (EW) dan komponen (NS). Titik perekaman nilai tertinggi lantai 4 pada titik perekaman L4 2. L4 2 tersebut berada pada nilai 19.20723 m/s<sup>2</sup>. Titik L4 2 masih berada di bawah 100 m/s<sup>2</sup> yang menyatakan

bahwa titik perekaman L4 2 pada lantai 4 masih aman terhadap kerusakan bangunan apabila terjadinya gempa bumi.

## **PENUTUP**

### **Simpulan dan Saran**

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil penelitian dari uji kerentanan bangunan berdasarkan analisis FSR (*Floor Spectral Ratio*) studi kasus gedung rusunawa Universitas Jambi, bahwa daerah penelitian didominasi oleh batupasir dengan ketebalan sedimen 30 m yang didominasi oleh batuan alluvium serta amplitudo di bawah kecil dari 3. Secara hasil resonansi memiliki nilai resonansi kurang lebih besar dari 25% dengan klasifikasi rendah yang menyatakan bahwa maka bangunan akan kokoh, sedangkan hasil yang didapatkan dari nilai indeks kerentanan bangunan titik perekaman nilai tertinggi lantai 4 pada titik perekaman L4 2 dengan nilai 19.20723 m/s<sup>2</sup>. Dari nilai tersebut gedung rusunawa Universitas Jambi aman terhadap kerusakan bangunan yang dapat disebabkan oleh efek lokal maupun gempa bumi.

Saran untuk penelitian yang akan datang disarankan untuk melakukan indentifikasi batuan daerah penelitian guna dijadikan pertimbangan dalam penempatan pondasi bangunan agar apabila terjadinya gempa bumi tidak mengalami kerusakan yang cukup parah.

### **Ucapan Terima Kasih**

Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik berkat bantuan dari beberapa pihak, terima kasih kepada Universitas Jambi, Rektor, ibu dan bapak asrama yang telah memberikan izin penelitian serta kerja sama yang baik dalam satu bulan penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Aini, D., Utama, W., & Bahri, A. (2012). Penaksiran Resonansi Tanah dan Bangunan Menggunakan Analisis Mikrotremor Wilayah Surabaya Jawa Timur. *Jurnal Teknik POMITS*, Vol. 1, No. 1, hal. 1-5. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-23807-1108100052-Paper>.
- Antara. 2020, BMKG Sebut Gempa Batanghari Tidak Lazim, Diakses. Diambil 05 April 2022, dari

<https://tekno.tempo.co/read/1401793/bmkg-sebut-gempa-batanghari-tak-lazim>.

- Bemmelen, V. (1949). *The Geology of Indonesia*. Martinus Nyhoff. The Hague: Netherland. [https://kupdf.net/download/rw-van-bemmelen-geology-of-indonesia-vol-ia-generalpdf\\_5aa6740be2b6f5772b7b7c58](https://kupdf.net/download/rw-van-bemmelen-geology-of-indonesia-vol-ia-generalpdf_5aa6740be2b6f5772b7b7c58).
- BMKG. (2020). *Info Gempa. Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika Padang Panjang*. diambil 05 April 2022. dari <https://www.facebook.com/bmkgpadangpanjang/photos/info-gempa-mag38-15-jun-21-182012-wib-lok186-ls10318-bt-20-km-tenggara-batanghar/1589097771280241/>.
- De Coster, G. L. (1974). The geology of the central and south Sumatra basins. *Proceeding Indonesian Petroleum Association 3rd Annual Conversion, June 1974, Jakarta*. pp. 77-110. <https://pdfcoffee.com/de-coster-the-geology-of-central-and-south-sumatera-basin-pdf-free>.
- Gosar, A. (2010). Site effects and soil-structure resonance study in the Kobarid basin (NW Slovenia) using microtremors. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 10, No. 4, Hal. 761-772. <https://nhess.copernicus.org/articles/10/761/2010/nhess-10-761-2010>.
- Hadianfard, M. A., Rabiee, R., & Sarshad, A. (2017), Assessment of Vulnerability and Dynamic Characteristics of a Historical Building Using Microtremor Measurements. *International Journal of Civil Engineering*, Vol. 15, No. 2, Hal 175-183. <https://doi.org/10.1007/s40999-016-0086-2>.
- Hidayat, R. (2018), *Mikrozonasi Kota Jambi Berdasarkan Respon Mikrotremor Menggunakan Metode HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)*, Studi Kasus Kecamatan Telanaipura dan Kota Baru. Teknik Geofisika. Jambi. [http://www.library.unja.ac.id/index.php?p=show\\_detail&id=159765&keywords=](http://www.library.unja.ac.id/index.php?p=show_detail&id=159765&keywords=).
- Junanto, A. (2021), Regional Sub Cekungan Jambi, Teknik Geologi Sekolah Tinggi Teknologi Nasional, Yogyakarta. <https://id.scribd.com/document/534576239/regional-sub-cekungan-jambi>.
- Kanai, K. (1998), *Seismology in Engineering*, Japan : Tokyo University.
- Nakamura, Y. (2000). *Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications*. In *Proceedings of the 12th world conference on earthquake engineering*. Vol. 2656, pp. 18. [https://www.researchgate.net/publication/228603691\\_Clear\\_identification\\_of\\_fundamental\\_idea\\_of\\_Nakamura's\\_technique\\_and\\_its\\_applications](https://www.researchgate.net/publication/228603691_Clear_identification_of_fundamental_idea_of_Nakamura's_technique_and_its_applications).
- PVMBG, 2022. *Galeri Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi*. diambil 06 Maret 2022. dari <https://vsi.esdm.go.id/gallery/picture.php?/220>.
- Sato, T., Nakamura, Y., & Saita, J. (2008). The change of the dynamic characteristics using microtremor. *The 14 Th World Conference on Earthquake Engineering*, 12-17. [https://www.sdr.co.jp/papers/14wcee/14wcee\\_microtremor](https://www.sdr.co.jp/papers/14wcee/14wcee_microtremor).
- Setia, T. N., Afifudin, M., & Idris, Y. (2019). Identifikasi Frekuensi Natural dan Damping Ratio dengan Menggunakan Mikrotremor Gedung Evakuasi Bencana Desa Ulee Lheue dan Desa Lambung. *Journal of The Civil Engineering Student*, 1(3), 162-168. [http://etd.unsyiah.ac.id/index.php?p=show\\_detail&id=51099](http://etd.unsyiah.ac.id/index.php?p=show_detail&id=51099).
- Setiawan, J. H. (2009). Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya. *Institut Teknologi Bandung, Bandung*. <https://docplayer.info/63817049-Mikrozonasi-seismisitas-daerah-yogyakarta-dan-sekitarnya-tesis-jb-januar-herry-setiawan-nim.html>
- SESAME. (2004). *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements, processing and interpretations. WP12 European commission - Research general directorate project no. EVG1-CT-2000-0026 SESAME*. pp. 62. [https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/250698/1/HV\\_User\\_Guidelines](https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/250698/1/HV_User_Guidelines).
- Universitas Jambi. (2022). *Fasilitas. Asrama Mahasiswa / Rusunawa*. Fakultas Hukum. Muaro Jambi. <https://law.unja.ac.id/fasilitas/>.
- Widodo, P. (2012), *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta. <https://sirherdiansyah.wordpress.com/2013/04/30/e-book-sismologi-teknik-rekayasa-kegempaan/>.
-