

## Evaluasi kerentanan gedung sarjana terapan fakultas bisnis dan ekonomi universitas islam indonesia dengan metode Floor Spectral Ratio (FSR) dari data mikrotremor

Ramzy Izdihar Widiyanta<sup>1,\*</sup>, Anggit Mas Arifudin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

### Article Info

Available online

### Keywords:

Gempa bumi  
Mikrotremor  
Floor Spectral Ratio (FSR)  
Kerentanan

### Corresponding Author:

Ramzy Izdihar Widiyanta  
[ramzy.izdihar.w@gmail.com](mailto:ramzy.izdihar.w@gmail.com)

### Abstract

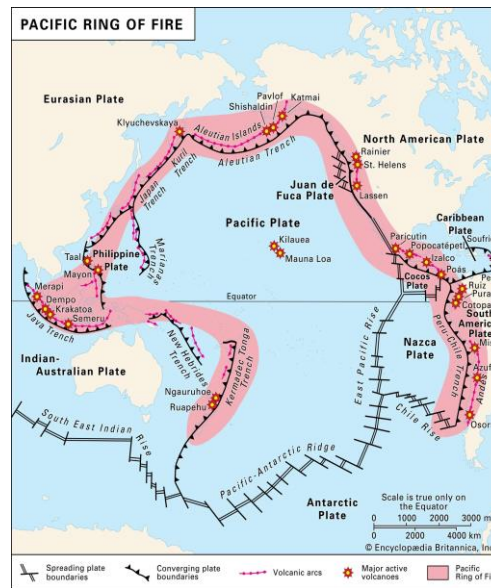
Indonesia's geographical location on the Pacific Ring of Fire means that the country is often hit by natural disasters such as earthquakes. For example, the earthquake in Yogyakarta in 2006 resulted in many victims and damage to buildings. Therefore, this research is used to calculate the level of building vulnerability using microtremor tools. The method used is the Floor Spectrum Ratio (FSR) method. The data obtained are the natural frequency value ( $f_0$ ), the building resonance index value ( $R$ ), and the building vulnerability index ( $K_b$ ). This research was conducted at the Applied Undergraduate Building, Faculty of Business and Economics, Universitas Islam Indonesia. The results obtained from this research are the average natural frequency value of 1.11 Hz, the building resonance value of 14.34% which is categorized as high, and the building vulnerability index of 16.14  $m/s^2$  which is categorized as safe. Based on these values, the FBE UII Applied Undergraduate Building is included in the safe category. Comparative data is used to determine the durability of building structures in the aspect of building age which shows that both buildings were built in 2002. The secondary data in this research is the UII Faculty of Industrial Technology Building. The comparison obtained shows that the FTI UII Building has a higher vulnerability value because the basement floor is categorized as unsafe with a building vulnerability value of 127.81  $m/s^2$ .

Copyright © 2025 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved

### Pendahuluan

Letak geografis Indonesia berada di wilayah *Pacific Ring of Fire* atau Cincin Api Pasifik atau Lingkaran Api yang merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik dunia: Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik (Hasan dkk., 2022). *Ring of Fire* merupakan daerah pertemuan lempeng – lempeng tektonik yang menjadikan wilayah yang terlewati sering mengalami gempa bumi. Lempeng – lempeng tersebut mengalami pergerakan karena adanya panas konveksi dari dalam bumi

(Sungkowo, 2016). lempeng Indo – Australia cenderung bergerak kearah utara terhadap pergerakan lempeng Eurasia, sedangkan lempeng Pasifik bergerak kearah barat terhadap lempeng Indo – Australia dan lempeng Pasifik. Jika salah satu lempeng tersebut bergerak, maka akan terjadi bencana alam seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi di Indonesia. Oleh karena itu, Indonesia termasuk dalam kategori negara yang rentan terhadap bencana alam gempa bumi. Peta *Ring of Fire* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Peta Ring of Fire

Dari peta *Ring of Fire* tersebut, tidak heran jika Indonesia banyak sekali dilanda bencana gempa bumi. Contohnya pada tahun 2006, gempa bumi dari Gunung Merapi yang terjadi di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan kekuatan 5,9 *Skala Richter* akibat pergeseran Sesar Opak. Total korban tewas akibat gempa sebanyak 6000 orang meninggal dunia, 50.000 orang luka – luka, 600.000 orang terlantar, dan lebih dari 127.000 rumah rusak (Hamid, 2020). Bencana gempa bumi ini termasuk kasus bencana yang dahsyat dalam sejarah.

Menurut (Sungkowo, 2016) pada penelitiannya di Daerah Kota Yogyakarta menyatakan bahwa nilai indeks kerentanan seismik tanah relatif tinggi berada didaerah bagian selatan Kota Yogyakarta, sedangkan indeks kerentanan seismik tanah relatif rendah berada didaerah bagian tengah hingga utara Kota Yogyakarta. Daerah wilayah selatan Kota Yogyakarta yang paling rentan kerusakan akibat gempa, yaitu Kecamatan Kotagede, Umbulharjo, Mergansan, dan Mantrijeron. Wilayah yang rentan umumnya terjadi pada daerah perbukitan karena nilai

amplikasinya rendah dan nilai frekuensi dominannya tinggi.

Pada penelitian ini dilakukan pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII yang merupakan salah satu bangunan berdiri sejak tahun 2002 (berumur 22 tahun). Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII terdiri dari 2 blok yang memiliki 4 lantai dan terdapat semi basement. Evaluasi terkait struktural dan non struktural dilakukan agar tidak terjadi korban jiwa jika terdampak akibat gempa.

Penelitian ini menggunakan metode yaitu *Floor Spectral Ratio* (FSR) yang akan memberikan informasi terkait tingkat kerentanan bangunan dari data mikrotremor. *Floor Spectral Ratio* (FSR) merupakan metode untuk menentukan frekuensi dan resonansi bangunan terhadap bencana gempa bumi. Kerentanan bangunan dapat diklasifikasikan apakah bangunan tersebut akan terdampak besar, rendah, ataupun kecil. Didukung oleh data yang didapatkan dari alat mikrotremor akan menentukan kerentanan suatu bangunan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai frekuensi natural ( $f_0$ ),

indeks resonansi bangunan (R), dan indeks kerentanan bangunan (Kb). Dengan mengetahui nilai tersebut, maka diketahui dimana letak tingkat kerentanan bangunan tertinggi untuk mempertimbangkan kelayakan struktur bangunan. Penelitian ini juga membandingkan indeks kerentanan bangunan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII dengan beberapa gedung UII lainnya.

### **Gempa bumi**

Menurut (Usman & Bernadhita, 2019) Gempa bumi merupakan fenomena alam yang tidak dapat diprediksi kapan dan dimana akan terjadi. Fenomena ini berupa guncangan atau getaran dari bumi yang di suatu daerah dengan selang waktu tertentu. Getaran tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan. Sumber gempa sangat memengaruhi terhadap dampak yang ditimbulkan terhadap bangunan. Bangunan yang dekat dengan sumber gempa relatif berdampak lebih besar daripada bangunan yang jauh dari sumber gempa. Dari jenis – jenis gempa bumi diatas, dapat disimpulkan terjadinya gempa bumi karena aktivitas di bawah permukaan bumi. Menurut (Nia Shohaya dkk., 2013) bebatuan yang terdeformasi dikarenakan adanya gaya yang berkerja berlawanan arah pada batuan kulit bumi.

### **Kerentanan gempa**

Menurut BMKG (2023) tingkat kerentanan gempa di Yogyakarta dapat dikatakan rawan terhadap gempa bumi. Pada kasus gempa bumi tahun 2006 di Kabupaten Bantul akibat pergeseran Kali Opak, Kepala BMKG menyampaikan bahwa Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) termasuk wilayah yang rawan mengalami gempa bumi. Bahkan diprediksi intensitas gempa berkisar skala VII hingga VIII MMI. Pada skala VII MMI, gempa dapat menyebabkan kerusakan bangunan yang sedang hingga

berat jika konstruksi bangunan kurang baik. Sedangkan pada skala VIII MMI menyebabkan kerusakan bangunan berat yang mengakibatkan dinding lepas dari rangka dan tembok rumah roboh.

Pada tahun 2021, Dinas Pertahanan dan Tata Ruang membuat suatu peta kerentanan gempa bumi di Kabupaten Sleman. Peta kerentanan gempa bumi Kabupaten Sleman pada tahun 2021 dapat disimpulkan bahwa wilayah kabupaten sleman sangat rentan terhadap gempa bumi. Khususnya pada wilayah mendekati Kota Yogyakarta cukup rentan terhadap gempa bumi.

### **Mikrotremor**

Menurut (Praja dkk., 2023) Mikrotremor atau yang biasa disebut *ambient noise* merupakan getaran alami yang terjadi terus menerus dalam periode waktu tertentu berasal dari tanah dengan amplitudo rendah. Pengukuran mikrotremor pada bangunan dilakukan setiap lantai bangunan dengan alat seismometer. Mikrotremor dapat menentukan karakteristik struktur tanah berdasarkan periode dominan dan amplifikasi. Menurut (Subakti dkk., 2022) Mikrotremor merupakan getaran alami tanah yang disebabkan oleh faktor alami atau faktor manusia.

### **Metode FSR**

Menurut (Prastowo & Prabowo, 2017) metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan frekuensi natural dan resonansi dalam pengujian kerentanan bangunan. Metode ini dapat mengubah data mikrotremor menjadi frekuensi dalam beberapa komponen, yaitu komponen NS (utara – selatan) dan WS (timur – barat) dengan pengujian beberapa titik. Selanjutnya frekuensi tersebut menimbulkan resonansi terhadap bangunan. Analisis FSR akan menghasilkan kurva hubungan antara frekuensi natural ( $f_0$ ) bangunan dengan amplitudo ( $A_0$ ).

**Frekuensi natural**

Menurut (Desmita dkk, 2022) frekuensi natural dapat memprediksi kerusakan bangunan akibat gempa. Nilai ini dapat digunakan sebagai pedoman struktur bangunan untuk mengetahui parameter resonansi. Frekuensi natural dapat digunakan untuk memprediksi potensi kerusakan bangunan dengan melakukan pengukuran resonansi antara frekuensi natural bangunan terhadap frekuensi natural tanah (Setia dkk., 2019). Menurut (Febrina, 2017) perhitungan dari frekuensi natural dapat dilihat pada Pers. (1) dan Pers. (2) berikut ini.

$$f_0(FSR) = \frac{f_bNS}{f_tNS} \tag{1}$$

$$f_0(FSR) = \frac{f_bEW}{f_tEW} \tag{2}$$

dengan  $f_0(FSR)$  adalah frekuensi natural satuan *hertz* (Hz),  $f_bNS$  adalah frekuensi natural bangunan komponen N – S satuan *hertz* (Hz),  $f_tNS$  adalah frekuensi natural tanah komponen N – S satuan *hertz* (Hz),  $f_bEW$  adalah frekuensi natural bangunan komponen E – W satuan *hertz* (Hz), dan  $f_tEW$  adalah frekuensi natural tanah komponen E – W satuan *hertz* (Hz).

**Indeks resonansi**

Menurut (Mustika & Putra, 2023) Indeks Resonansi (R) digunakan untuk menentukan atau menilai resonansi dari suatu bangunan terhadap gempa. Semakin tinggi nilai resonansi, maka kerusakan bangunan akan semakin tinggi. Begitupun sebaliknya ketika nilai indeks resonansi rendah, maka kerusakan bangunan akan semakin rendah (cenderung aman). Untuk memperoleh nilai indeks resonansi, dapat dilihat dari Pers. (3) berikut ini.

$$R = \left| \frac{f_b - f_t}{f_t} \right| \times 100\% \tag{3}$$

dengan R adalah Rasio Resonansi Bangunan dengan satuan persen (%),  $f_b$  adalah frekuensi natural bangunan dengan satuan *hertz* (Hz), dan  $f_t$  adalah frekuensi natural tanah dengan satuan *hertz* (Hz).

Adapun terdapat klasifikasi dari Gosar, dkk (2010) dalam (Prastowo & Prabowo, 2017) yaitu resonansi diatas 25% ( $R > 25\%$ ) dinyatakan rendah, resonansi antara 15% hingga 25% ( $15\% < R < 25\%$ ) dinyatakan sedang, dan resonansi kurang dari 15% ( $R < 15\%$ ) dinyatakan tinggi.

**Indeks kerentanan gempa**

Indeks kerentanan gempa (K) menunjukkan tingkat kerentanan bangunan karena lapisan tanah mengalami resonansi. Indeks ini dapat mendeteksi daerah yang merupakan zona lemah atau rentan terhadap gempa bumi.

Menurut (Wahyuni, 2014) klasifikasi kerentanan dapat dibedakan menjadi 3, yaitu aman, rawan, dan bahaya. Dikatakan aman jika nilai frekuensi natural lebih tinggi daripada nilai frekuensi natural tanah. Jika nilai frekuensi natural sama dengan nilai nilai frekuensi natural tanah, maka dikatakan rawan terhadap gempa. Namun untuk frekuensi natural lebih kecil daripada nilai frekuensi natural tanah, maka dikatakan bangunan tersebut bahaya terhadap gempa. Untuk mengetahui nilai indeks kerentanan ditentukan dalam Pers. (4) berikut ini.

$$K_b = \frac{A}{(2\pi f) \times H} \times 10.000 \tag{4}$$

dengan  $K_b$  adalah indeks kerentanan bangunan dengan satuan  $m/s^2$ , A merupakan nilai Amplitudo dengan satuan meter (m), f merupakan frekuensi natural bangunan dengan satuan *hertz* (Hz), dan H merupakan ketinggian bangunan dengan satuan meter (m).

## Metodologi Penelitian

### Data penelitian

Subjek penelitian yang digunakan berupa evaluasi kerentanan gedung dengan metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) dari data mikrotremor, sedangkan objek penelitian berupa Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis Dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia.

### Tahapan penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menghitung frekuensi natural ( $f_0$ ), indeks resonansi bangunan ( $R$ ), dan indeks kerentanan bangunan ( $K_b$ ) menggunakan alat mikrotremor. Adapun tahap-tahap penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Mencari referensi dan studi kasus.
2. Mempersiapkan perangkat lunak dan perangkat keras seperti *software geopsy*, alat mikrotremor, laptop serta *handphone*.
3. Meletakkan alat mikrotremor pada titik penelitian yang sudah ditentukan.
4. Merekam data dari alat mikrotremor menggunakan website *lunitec* yang sudah dihubungkan dengan *software geopsy*.
5. Mengolah data menggunakan *Microsoft Excel*.
6. Menentukan frekuensi natural ( $f_0$ ), indeks resonansi bangunan ( $R$ ), dan indeks kerentanan bangunan ( $K_b$ ).
7. Membandingkan indeks kerentanan bangunan dengan data sekunder.

### Instrumen penelitian

Peralatan atau perangkat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua, yaitu perangkat lunak dan perangkat keras. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan meliputi *software geopsy*, aplikasi *Autocad*, *Microsoft Word*, dan *Microsoft Excel*.

*Software geopsy* digunakan untuk mengetahui nilai H/V, Komponen N – S, dan Komponen E – W serta meng-*export* menjadi kurva frekuensi natural. Aplikasi

*Autocad* untuk memodelkan 2 dimensi, *Microsoft Word* untuk pelaporan, dan *Microsoft Excel* untuk pengolahan data.

Adapun untuk perangkat keras yang digunakan meliputi *Lunitec Digital Portable Seismograph*, Laptop, dan *Handphone*. *Lunitec Digital Portable Seismograph* digunakan untuk merekam getaran yang terjadi pada setiap titik penelitian. Laptop digunakan untuk sarana penghubung dan menganalisis data. *Handphone* digunakan dalam dokumentasi kegiatan pada saat pengambilan data.

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah mencari nilai frekuensi dan amplitudo pada setiap komponen. Nilai frekuensi dan amplitudo ditentukan dari grafik yang didapatkan dengan menarik garis lurus ke kiri dan kebawah dari puncak grafik. Sisi kiri menunjukkan nilai amplitudo sedangkan sisi bawah menunjukkan nilai frekuensi.

Nilai frekuensi dan amplitudo yang didapatkan akan dihitung sehingga memperoleh nilai frekuensi natural, indeks resonansi bangunan, dan indeks kerentanan bangunan. Frekuensi natural diperoleh dari nilai frekuensi natural bangunan dan frekuensi natural tanah. Indeks resonansi diperoleh dari nilai frekuensi natural dan frekuensi natural tanah HVSr. Indeks kerentanan diperoleh dari nilai frekuensi natural bangunan, amplitudo, dan ketinggian gedung.

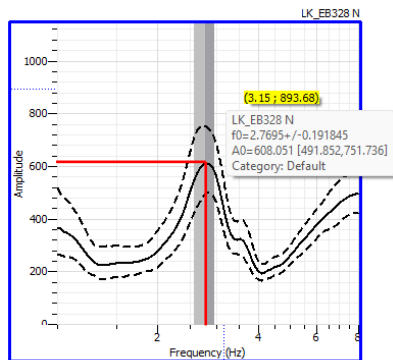
Nilai frekuensi natural bangunan jika lebih besar daripada frekuensi natural tanah dapat dikategorikan aman, begitu juga sebaliknya. Pada nilai indeks resonansi memiliki 3 kategori, yaitu jika resonansi diatas 25% ( $R > 25\%$ ) dinyatakan rendah, resonansi antara 15% hingga 25% ( $15\% < R < 25\%$ ) dinyatakan sedang, dan resonansi kurang dari 15% ( $R < 15\%$ ) dinyatakan tinggi. Lalu nilai indeks kerentanan dikategorikan aman

jika nilai kurang dari 100 m/s<sup>2</sup> (Hadianfard dkk, 2017).

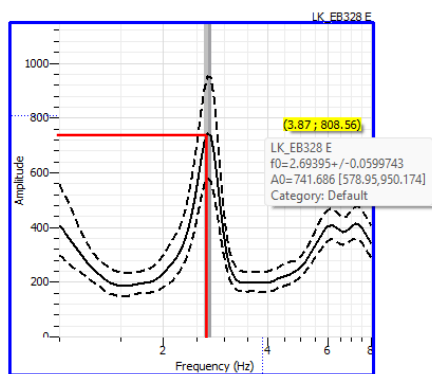
**Hasil dan Pembahasan**

**Analisis frekuensi natural bangunan**

Frekuensi natural bangunan didapatkan dari hasil perekaman *software geopsy*. Nilai frekuensi natural bangunan didapatkan berdasarkan masing – masing komponennya. Nilai frekuensi natural bangunan diperoleh dari grafik pengambilan data dilapangan menggunakan alat mikrotremor yang diolah melalui *software geopsy*. Contoh hasil dari perekaman pada titik LB.1A dapat dilihat pada Gambar 2 untuk komponen N – S dan Gambar 3 untuk komponen E – W berikut ini.



Gambar 2 Hasil Perekaman pada Titik LB.1A  
Komponen N – S



Gambar 3 Hasil Perekaman pada Titik LB.1A  
Komponen E – W

Dari grafik tersebut, didapatkan nilai frekuensi natural bangunan pada komponen N – S sebesar 2,77 Hz dan komponen E – W sebesar 2,69 Hz.

Berikut merupakan rekapitulasi frekuensi natural bangunan dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Rekapitulasi frekuensi natural bangunan komponen N – S blok A

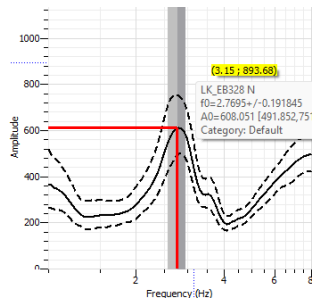
No	Kode	Keterangan	fb (Hz)
1	LB.1A	Markom	2,77
2	LB.2A	Himpunan Sarjana Terapan	2,83
3	L1.1A	R. Administrasi	3,11
4	L1.2A	R. Sidang	2,97
5	L2.1A	Galeri Investasi	3,53
6	L2.2A	Laboratorium Komputer 2	3,09
7	L3.1A	R. Kuliah A 3.2	3,35
8	L3.2A	Tax Center	3,11
9	L4.1A	Ruang Diskusi	3,37
10	L4.2A	Laboratory Digital	2,83
<b>RATA RATA</b>			<b>3,10</b>

Tabel 2 Rekapitulasi frekuensi natural bangunan komponen E – W blok A

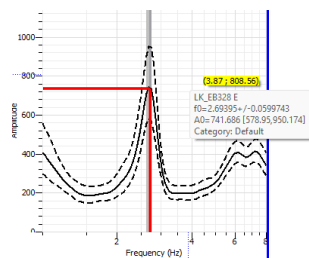
No	Kode	Keterangan	fb (Hz)
1	LB.1A	Markom	2,69
2	LB.2A	Himpunan Sarjana Terapan	2,68
3	L1.1A	R. Administrasi	2,74
4	L1.2A	R. Sidang	2,77
5	L2.1A	Galeri Investasi	2,82
6	L2.2A	Laboratorium Komputer 2	2,83
7	L3.1A	R. Kuliah A 3.2	2,85
8	L3.2A	Tax Center	2,85
9	L4.1A	Ruang Diskusi	2,81
10	L4.2A	Laboratory Digital	3,02
<b>RATA RATA</b>			<b>2,81</b>

**Analisis frekuensi natural tanah FSR**

Frekuensi natural tanah FSR merupakan nilai frekuensi tanah untuk masing – masing komponennya. Komponen yang dimaksud yaitu komponen N – S dan komponen E – W. Nilai ini digunakan dalam perhitungan frekuensi natural bangunan. Hasil perekaman pada masing – masing komponen dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 4 Hasil Pererekaman Komponen N – S pada Titik T1



Gambar 5 Hasil Pererekaman Komponen E – W pada Titik T1

Frekuensi natural tanah FSR didapatkan dari *software geopsy* yang diolah dengan spectrum. Hasil dari pengolahan tersebut adalah frekuensi dan amplitudo pada setiap komponennya. Rekapitulasi frekuensi natural tanah FSR pada setiap komponen dapat dilihat Tabel 1 dan Tabel 2 seperti berikut.

Tabel 1 Frekuensi Natural Tanah FSR Komponen N – S

No	Kode	Keterangan	FFT (Hz)	A0 (m)
1	T1	Innercourt	2,72	0,58
2	T2	Outdoor	2,72	0,58
<b>Rata - Rata</b>			<b>2,72</b>	<b>0,58</b>

Dapat dilihat dari Tabel 1 diatas untuk frekuensi natural tanah FSR pada komponen N – S memiliki rata – rata sebesar 2,72 Hz. Nilai tersebut didapatkan dari pengambilan 2 titik di luar gedung yang telah diolah menggunakan *software geopsy*. Nilai tersebut akan digunakan dalam perhitungan frekuensi natural komponen N – S.

Tabel 2 Frekuensi Natural Tanah FSR Komponen E – W

No	Kode	Keterangan	FFT (Hz)	A0 (m)
1	T1	Innercourt	2,59	0,58
2	T2	Outdoor	2,61	0,58
<b>Rata – Rata</b>			<b>2,60</b>	<b>0,58</b>

Dilihat pada Tabel 2 rata – rata frekuensi natural tanah FSR yang didapatkan dari komponen E – W sebesar 2,60 Hz. Nilai tersebut digunakan dalam perhitungan frekuensi natural komponen E – W.

### Hubungan antara frekuensi natural bangunan dengan frekuensi natural tanah

Rata rata frekuensi natural bangunan dan frekuensi natural tanah dapat menilai potensi bangunan beresonansi yang dapat menimbulkan kerusakan . Bangunan dikatakan aman jika frekuensi natural tanah lebih kecil dibandingkan dengan frekuensi natural bangunan (Rahman dkk, 2024). Rekapitulasi perbandingan frekuensi natural bangunan dan frekuensi natural tanah setiap lantai dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3 Rekapitulasi Perbandingan Frekuensi Natural Bangunan dan Frekuensi Natural Lantai Setiap Lantai

Lantai	fb (Hz)	ft (Hz)	Kategori
Basement	2,79	2,66	Aman
Lt 1	2,87	2,66	Aman
Lt 2	3,03	2,66	Aman
Lt 3	3,05	2,66	Aman
Lt 4	3,02	2,66	Aman
<b>Rata - Rata</b>	<b>2,95</b>	<b>2,66</b>	<b>Aman</b>

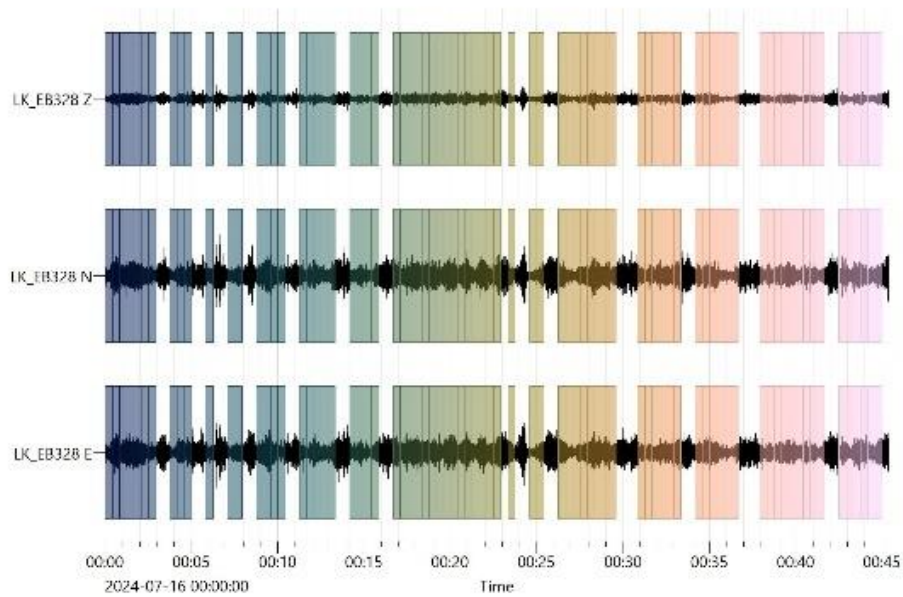
Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai rata – rata frekuensi natural bangunan sebesar 2,95 Hz dan frekuensi natural tanah sebesar 2,66 Hz. Nilai tersebut dikategorikan aman karena nilai frekuensi natural bangunan lebih besar daripada frekuensi natural tanah. Hal ini sesuai dengan penelitian (Rahman dkk, 2024) yang menyatakan bahwa jika frekuensi natural bangunan lebih besar

daripada frekuensi natural tanah maka dikategorikan aman.

**Analisis frekuensi natural tanah HVSR**

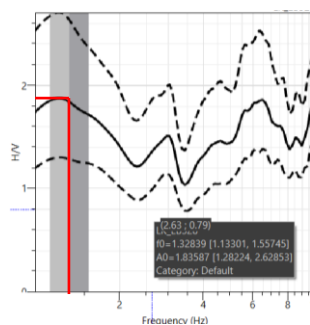
Frekuensi natural tanah HVSR mencerminkan kemampuan tanah untuk bergetar secara alami dan dapat mempengaruhi stabilitas struktur di atasnya. Umumnya metode HVSR

digunakan untuk mengetahui karakteristik tanah. Frekuensi natural tanah HVSR didapatkan dari pengambilan data dilapangan. Perekaman dilakukan pada 2 tempat luar gedung, yaitu *Innercourt* dan *Outdoor*. Perekaman titik HVSR dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6 *Windowing* Perekaman H/V Tanah T1

Setelah mendapatkan *windowing* perekaman, maka dilakukan penghalusan data menggunakan tipe *smoothing* Konno & Ohmachi, 1998. Output frekuensi sampling yaitu 0,2 – 15 Hz. Penghalusan data ini dilakukan untuk mendapatkan grafik yang akan menunjukkan nilai frekuensi dan amplitudo. Grafik perekaman dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7 Perekaman H/V Titik T1

Olah data dilakukan untuk mencari nilai H/V pada sinyal tersebut menggunakan *software geopsy*. Hasil perekaman frekuensi natural tanah HVSR dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Frekuensi Natural Tanah HVSR

No	Kode	Ket	FFT (Hz)	A0 (m)
1	T1	<i>Innercourt</i>	1,26	1,86
2	T2	<i>Outdoor</i>	1,33	1,84
<b>Rata - Rata</b>			<b>1,30</b>	<b>1,85</b>

Didapatkan frekuensi natural tanah HVSR pada *Innercourt* sebesar 1,26 Hz dengan amplitudo sebesar 1,86 m. Untuk frekuensi natural tanah HVSR pada *Outdoor* sebesar 1,33 Hz dengan amplitudo sebesar 1,85 m. Sehingga untuk mendapatkan nilai frekuensi

natural tanah HVSR di rata – rata dan mendapatkan hasil frekuensi sebesar 1,30 Hz serta amplitudo sebesar 1,85 m.

**Analisis frekuensi natural**

Perhitungan nilai frekuensi natural digunakan data frekuensi natural bangunan dan frekuensi natural tanah pada masing – masing komponennya. Bangunan dikatakan aman jika frekuensi natural lebih besar dibandingkan frekuensi natural tanah. Begitupun sebaliknya jika frekuensi natural lebih kecil dibandingkan frekuensi natural tanah, maka bangunan tersebut dikatakan bahaya. Hasil dari perhitungan frekuensi natural dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5 Rekapitulasi Frekuensi Natural

No	Lantai	Frek. Blok A (Hz)	Frek. Blok B (Hz)	Frek. Lantai (Hz)
1	Semi Basement	1,03	1,07	1,05
2	Lantai 1	1,09	1,07	1,08
3	Lantai 2	1,15	1,13	1,14
4	Lantai 3	1,14	1,15	1,15
5	Lantai 4	1,13	1,14	1,13
<b>Rata – Rata</b>		<b>1,11</b>	<b>1,11</b>	<b>1,11</b>

Dapat dilihat dari tabel diatas, nilai rata – rata frekuensi natural pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi sebesar 1,11 Hz.

**Analisis Nilai Indeks Resonansi Bangunan**

Data yang digunakan untuk menghitung resonansi bangunan yaitu perhitungan frekuensi natural tanah FSR pada setiap komponen dan frekuensi natural bangunan dari *software geopsy*. Perhitungan ini dilakukan menggunakan Pers. (3) dan klasifikasi berdasarkan Gosar, dkk (2010) dalam (Prastowo & Prabowo, 2017). Untuk rekapitulasi perhitungan indeks resonansi bangunan tiap lantai dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan Setiap Lantai

Lantai	f <sub>0FSR</sub> (Hz)	f <sub>0tHVSR</sub> (Hz)	R (%)	Ket
Semi Basement	20,39	17,55	18,97	Sedang
Lantai 1	15,90	17,69	16,80	Sedang
Lantai 2	11,18	12,90	12,04	Tinggi
Lantai 3	11,89	11,03	11,46	Tinggi
Lantai 4	12,75	12,07	12,41	Tinggi
Rata - Rata	14,42	14,25	14,34	Tinggi

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa rata – rata indeks resonansi bangunan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi sebesar 14,34%. Nilai tersebut berarti dikategorikan tinggi karena nilai resonansi berada diantara 15% < R < 25% Gosar, dkk (2010) dalam (Prastowo & Prabowo, 2017).

**Analisis Nilai Indeks Kerentanan Bangunan**

Data yang digunakan dalam perhitungan nilai indeks kerentanan bangunan adalah nilai frekuensi FFT, Amplitudo, dan tinggi setiap lantai bangunan. Dengan demikian dapat digunakan Pers. (4) untuk menghitung nilai indeks kerentanan bangunan. Rekapitulasi perhitungan indeks kerentanan bangunan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan

Lantai	K <sub>bA</sub> (m/s <sup>2</sup> )	K <sub>bB</sub> (m/s <sup>2</sup> )	K <sub>b</sub> (m/s <sup>2</sup> )	Ket
Semi Basem ent	6,52	12,09	9,31	Aman
Lt 1	7,00	5,60	6,30	Aman
Lt 2	18,35	18,03	18,19	Aman
Lt 3	28,56	22,10	25,33	Aman
Lt 4	20,63	22,51	21,57	Aman
Rata - Rata	16,21	16,07	16,14	Aman

Nilai indeks kerentanan bangunan pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi memiliki rata – rata sebesar

16,14 m/s<sup>2</sup>. Nilai ini termasuk klasifikasi aman karena nilai kerentanan kurang dari 100 m/s<sup>2</sup> (Hadianfard dkk, 2017).

**Analisis Kerentanan Bangunan Data Sekunder**

Pengambilan data sekunder dilakukan pada Gedung Fakultas Teknologi

Industri Universitas Islam Indonesia yang dilakukan oleh (Suleman, 2024). Pengambilan data dilakukan sebanyak 40 titik di dalam gedung dan 2 titik di luar gedung. Rekapitulasi kerentanan bangunan Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Rekapitulasi Kerentanan Bangunan Gedung Fakultas Teknologi Indsutri Universitas Islam Indonesia

Lantai	Kb <sub>A</sub> (m/s <sup>2</sup> )	Kb <sub>B</sub> (m/s <sup>2</sup> )	Kb <sub>C</sub> (m/s <sup>2</sup> )	Kb <sub>D</sub> (m/s <sup>2</sup> )	Kb <sub>E</sub> (m/s <sup>2</sup> )	ΣKb (m/s <sup>2</sup> )	Keterangan
Basement	232,93	169,10	0,00	0,00	237,01	127,81	Tidak Aman
Lt 1	6,86	6,42	9,63	8,56	9,39	8,17	Aman
Lt 2	7,80	7,70	7,33	7,17	4,43	6,89	Aman
Lt 3	18,33	11,15	8,40	10,53	0,00	9,68	Aman
Lt 4	0,00	9,50	8,44	8,94	0,00	5,38	Aman
Rata - Rata	53,18	40,78	6,76	7,04	50,17	31,59	Aman

(Sumber: Suleman, 2024)

Dari data yang dilakukan oleh (Suleman, 2024), dapat disimpulkan bahwa tingkat kerentanan pada Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia masih aman. Namun untuk nilai lantai basement sebesar 127,81 m/s<sup>2</sup>. Nilai tersebut berdasarkan klasifikasi termasuk kategori tidak aman karena berada diantara 100 m/s<sup>2</sup> – 200 m/s<sup>2</sup> (Hadianfard et al., 2017).

**Perbandingan Analisis Kerentanan Data Primer dan Data Sekunder**

Perbandingan analisis kerentanan dilakukan antara data primer dan data sekunder. Data primer tersebut merupakan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia. Untuk data sekunder yaitu Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Dengan perbandingan ini dapat diketahui bangunan mana yang lebih rentan terhadap gempa. Perbandingan ini dapat ditinjau dari aspek usia bangunan dan

kekuatan struktur bangunan. Hasil dari perbandingan kerentanan bangunan dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9 Hasil Perbandingan kerentanan bangunan Data Primer dan Data Sekunder

Gedung	ΣKb	Keterangan
FTI UII	31,59	Aman
Sarjana Terapan FBE UII	16,14	Aman

Namun dilihat dari nilai kerentanan bangunan setiap lantai, terdapat kategori tidak aman di Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia pada lantai basement. Nilai kerentanan bangunan lantai basement sebesar 127,81 m/s<sup>2</sup>. Nilai tersebut termasuk kategori tidak aman karena nilai kerentanan diantara 100 m/s<sup>2</sup> – 200 m/s<sup>2</sup>. Berikut merupakan hasil perbandingan indeks kerentanan bangunan setiap lantai pada Tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10 Hasil Perbandingan Indeks Kerentanan Bangunan Setiap Lantai Data Primer dan Data Sekunder

Lantai	FTI UII	Keterangan	Sarjana Terapan FBE UII	Keterangan
Basement	127,81	Tidak Aman	9,31	Aman
Lt 1	8,17	Aman	6,30	Aman
Lt 2	6,89	Aman	18,19	Aman
Lt 3	9,68	Aman	25,33	Aman
Lt 4	5,38	Aman	21,57	Aman
Rata - Rata	31,59	Aman	16,14	Aman

### Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi memiliki rata – rata nilai frekuensi natural sebesar 1,11 Hz, indeks resonansi bangunan sebesar 14,34%, dan indeks kerentanan bangunan sebesar 16,14 m/s<sup>2</sup>. Selanjutnya untuk nilai resonansi bangunan dikatakan tinggi karena kurang dari 15%. Namun pada indeks kerentanan bangunan dinyatakan aman karena nilai kurang dari 100 m/s<sup>2</sup>. Sehingga Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi dikategorikan aman.

Indeks kerentanan bangunan pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi yaitu sebesar 16,14 m/s<sup>2</sup>. Nilai ini termasuk klasifikasi aman karena nilai kerentanan bangunan kurang dari 100 m/s<sup>2</sup>. Namun khususnya pada lantai 3 perlu diwaspadai karena memiliki nilai kerentanan yang lebih besar daripada lantai lainnya.

Dari perbandingan data primer dan sekunder, kedua gedung untuk rata – rata kerentanan bangunan dikategorikan aman. Namun untuk perbandingan setiap lantai terdapat perbedaan dimana nilai kerentanan bangunan pada lantai basement Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dikategorikan tidak aman.

### Daftar Pustaka

- Desmita, S. C., Umar, M., & Idris, Y. (2022). Kajian Respon Gempa Dan Kerentanan Bangunan Publik Berdasarkan Data Mikrotremor Di Aceh Utara. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 5(3), 236–246.  
<https://doi.org/10.24815/jarsp.v5i3.26137>
- Febrina, H. S. (2017). Analisis Kerentanan Bangunan dengan Pengujian Mikrotremor Studi Kasus Di Daerah Rawan Pergerakan Tanah. 2017.
- 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*, 15(2), 175–183.  
<https://doi.org/10.1007/s40999-016-0086-2>
- Hasan, E. S., Hasria, H., Masri, M., Haraty, S. R., Okto, A., & Hamimu, L. (2022). Pengurangan Risiko Bencana Bagi Masyarakat Desa Tumbu-tumbu Jaya, Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Abdidas*, 3(5), 838–847.  
<https://doi.org/10.31004/abdidas.v3i5.656>
- Mustika, R., & Putra, R. R. (2023). *Evaluasi Resonansi Bangunan Berdasarkan Analisis Mikrotremor\_ Studi Kasus Beberapa Bangunan Di Sumatera Barat.pdf*.
- Nia Shohaya, J., Chasanah, U., Mutiarani, A., Wahyuni P, L., & Madlazim, M. (2013). Survey Dan Analisis Seismisitas Wilayah Jawa Timur Berdasarkan Data Gempa Bumi Periode 1999-2013 Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Gempa Bumi. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(2), 18.  
<https://doi.org/10.26740/jpfa.v3n2.p18-27>
- Praja, N. K., Sitti Lasmi Mangininsih, Nia Kurnia Praja, Hasria, & Azhar. (2023). Pemetaan Lapisan Tanah Menggunakan Data Mikrotremor HVSR dan Dampaknya Terhadap Daya Dukung Tanah di Kawasan Kota Kendari. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 24(1), 51–58.  
<https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v24i1.724>
- Prastowo, R., & Prabowo, U. N. (2017). Evaluasi Kerentanan Gedung Rektorat Sttnas Terhadap Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Mikrotremor. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 9(1), 83.  
<https://doi.org/10.28989/angkasa.v9i1.113>
- Rahman, A. S., Faisal, M. D., & Efendi, H. A.

- (2024). Analisis Mikrotremor untuk Bangunan X, Y dan Z di Wilayah Jakarta dan Sekitarnya dengan Menggunakan Metode Floor Spectral Ratio (FSR) dan Random Decrement Method (RDM). *Buletin GAW Bariri*, 5(1), 32–46. <https://doi.org/10.31172/bgb.v5i1.119>
- Setia, T. N., Afifuddin, M., & Idris, Y. (2019). Identifikasi Frekuensi Natural dan Damping Ratio Dengan Menggunakan Mikrotremor Pada Gedung Evakuasi Bencana Desa Ulee Lheue dan Desa Alue Deah Teungoh. *Journal of The Civil Engineering Student*, 1(3), 162–168.
- Subakti, H., Aprillian Haurissa, dan, Studi Geofisika, P., Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, S., & Artikel, S. (2022). Studi Mikrotremor Di Wilayah Kerusakan Akibat Gempa Bumi Ambon 26 September 2019 Menggunakan Metode HVSR. *Jurnal Geofisika*, 1(1), 28–48. <https://jurnal.stmkg.ac.id/index.php/pjg>
- Suleman, W. D. (2024). *Evaluasi Kerentanan Gedung Bertingkat Berdasarkan Analisis Metode Floor Spectral Ratio (Fsr) Dengan Data Mikrotremor Studi Kasus Gedung Fti Uii (Vulnerability Evaluation Of Multi Storey Building Based On Floor Spectral Ratio (Fsr) Method Analysis With Mic.*
- Sungkowo, A. (2016). *Studi Kerentanan Seismik Dan Karakteristik Dinamik Tanah Di Kota Yogyakarta Dari Data Mikrotremor.*
- Usman, B., & Bernadhita, H. S. . (2019). Rancang Bangun Alat Pengukur Gempa Berbasis Internet Of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Darmajaya*, 1, 264–270. <https://jurnal.darmajaya.ac.id/index.php/PSND/article/view/1725>
- Wahyuni, A. (2014). Pengukuran Frekuensi Natural pada Gedung Bertingkat Menggunakan Accelerometer GPL-6A3P. *Jft*, 1(1), 12–17. [www.google.com](http://www.google.com),