

**ANALISIS MIKROTREMOR UNTUK UJI KERENTANAN
BANGUNAN BERDASARKAN FSR (*FLOOR SPECTRAL
RATIO*) DAN RDM (*RANDOM DECREMENT METHOD*)
STUDI KASUS GEDUNG B FAKULTAS SAINS DAN
TEKNOLOGI UNIVERSITAS JAMBI**

SKRIPSI



SALOMO SITUMORANG

F1D319012

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOFISIKA
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2023

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya berjudul "**ANALISIS MIKROTREMOR UNTUK UJI KERENTANAN BANGUNAN BERDASARKAN FLOOR SPECTRAL RATIO (FSR) DAN RANDOM DECREMENT METHOD (RDM) STUDI KASUS GEDUNG B FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS JAMBI**" benar-benar karya saya sendiri, berdasarkan hasil dari pemikiran, pemaparan dan penelitian yang telah dilakukan. Adapun jika terdapat karya orang lain, saya telah mencantumkan sumber yang jelas mengikuti aturan tata cara penulisan karya ilmiah.

Apabila dalam penulisan saya ini dikemudian hari terdapat ketidaksesuaian dalam pernyataan ini maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Jambi, Desember 2023

Yang Menyatakan,



Salomo Situmorang

F1D319012

RINGKASAN

Penelitian ini berjudul "Analisis mikrotremor untuk uji kerentanan bangunan berdasarkan floor spectral ratio (FSR) dan *Random decrement method* (RDM) dengan tujuan penelitian ini ialah sebagai salah satu bentuk dari penerapan metode geofisika dalam kehidupan sehari-hari terutama di bidang geoteknik. Salah satu metode geofisika yang digunakan untuk menganalisa kerentanan bangunan adalah metode mikrotremor, metode Mikrotremor memanfaatkan getaran harmonik yang sangat kecil yang terjadi secara terus menerus. Berdasarkan hasil pengolahan data pada software geopsy diperoleh hasil Analisis FSR hasil kurva *Spectrum* didapatkan frekuensi rata-rata komponen *East - West* (EW) adalah 4,522 Hz, sedangkan nilai frekuensi rata-rata komponen *North - south* (NS) adalah 4,615 Hz. Untuk nilai Amplitudo rata-rata komponen *East - West* (EW) adalah 12,67 dan amplitudo rata-rata komponen *North - south* (NS) adalah 9,021. Analisis dengan RDM hasil kurva *damping* didapatkan frekuensi komponen *East - West* (EW) dengan rata-rata 2,798 Hz komponen *North - South* (NS) dengan rata-rata 2,844 Hz, nilai rasio redam (ζ) bangunan pada komponen *East - West* (EW) dengan rata-rata 5,8452% dan komponen *North - South* (NS) dengan rata-rata 5,266%. Nilai resonansi gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi pada komponen *East - West* (EW) memiliki nilai rata-rata 165,2%, sedangkan komponen *North - South* (NS) memiliki nilai rata-rata 175,2%. Nilai tersebut memiliki nilai resonansi $>\pm 25\%$ dengan klasifikasi rendah berdasarkan klasifikasi kerentanan resonansi gosar (2007). Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi aman terhadap kerusakan Indeks kerentanan bangunan (K_b) gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dari 40 data komponen (EW dan NS) dengan kisaran antara 5,1999 m/s^2 - 43,0701 m/s^2 . Analisa indeks kerentanan menunjukkan bahwa bangunan gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi komponen *East - West* (EW) dengan rata-rata 11,43 m/s^2 , komponen *North - South* (NS) dengan rata-rata 8,734 m/s^2 . Dari nilai indeks kerentanan tersebut bahwa gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi aman terhadap guncangan atau getaran. Maka apabila terjadinya gempa bumi gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi memiliki nilai yang kecil dan aman terhadap kerusakan. Bangunan tersebut tidak akan roboh karena struktur tanah memiliki tingkat kekuatan yang tinggi dan potensi gempa yang rendah.

Kata kunci : Mikrotremor, resonansi, kerentanan bangunan.

SUMMARY

This research is entitled "Microtremor analysis for building vulnerability testing based on floor spectral ratio (FSR) and Random decrement method (RDM) with the aim of this research being a form of application of geophysical methods in daily life, especially in the geotechnical field. One of the geophysical methods used to analyze the vulnerability of buildings is the microtremor method. The microtremor method utilizes very small harmonic vibrations that occur continuously. Based on the results of data processing in Geopsy software, the FSR analysis results of the Spectrum curve showed that the average frequency of the East - West (EW) component was 4.522 Hz, while the average frequency value of the North - South (NS) component was 4.615 Hz. The average amplitude value of the East - West (EW) component is 12.67 and the average amplitude of the North - South (NS) component is 9.021. Analysis with RDM of the damping curve results shows that the frequency of the East - West (EW) component with an average of 2,798 Hz, the North - South (NS) component with an average of 2,844 Hz, the value of the damping ratio (ζ) of the building in the East - West (EW) component with an average of 5.8452% and the North - South (NS) component with an average of 5.266%. The resonance value of building B, Faculty of Science and Technology, Jambi University in the East - West (EW) component has an average value of 165.2%, while the North - South (NS) component has an average value of 175.2%. This value has a resonance value of $\geq \pm 25\%$ with a low classification based on the Gosar resonance susceptibility classification (2007). Building B, Faculty of Science and Technology, Jambi University is safe from damage. The building vulnerability index (K_b) of building B, Faculty of Science and Technology, Jambi University from 40 component data (EW and NS) ranges from 5.1999 m/s² - 43.0701 m/s². Analysis of the vulnerability index shows that building B, Faculty of Science and Technology, Jambi University, has an East - West (EW) component with an average of 11.43 m/s², a North - South (NS) component with an average of 8.734 m/s². From the vulnerability index value, building B, Faculty of Science and Technology, Jambi University is safe from shocks or vibrations. So if an earthquake occurs, building B, Faculty of Science and Technology, Jambi University has a small value and is safe from damage. The building will not collapse because the soil structure has a high level of strength and low earthquake potential.

Key words: Microtremor, resonance, building vulnerability

**ANALISIS MIKROTREMOR UNTUK UJI KERENTANAN
BANGUNAN BERDASARKAN FSR (*FLOOR SPECTRAL
RATIO*) DAN RDM (*RANDOM DECREMENT METHOD*)
STUDI KASUS GEDUNG B FAKULTAS SAINS DAN
TEKNOLOGI UNIVERSITAS JAMBI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada Program Studi Teknik Geofisika



**SALOMO SITUMORANG
F1D319012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOFISIKA
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

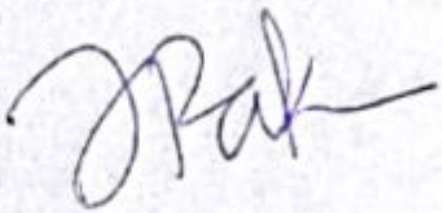
ANALISIS MIKROTREMOR UNTUK UJI KERENTANAN BANGUNAN BERDASARKAN FSR (FLOOR SPECTRAL RATIO) DAN RDM (RANDOM DECREMENT METHOD) STUDI KASUS GEDUNG B FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS JAMBI

Oleh:

SALOMO SITUMORANG
F1D319012

Disetujui :

Pembimbing Utama



Ira Kusuma Dewi, S.Si., M.T.
NIP. 198701172019032015

Pembimbing Pendamping



Ichy Lucya Resta S.Pd., M.Si.
NIP. 201509072034

Dekan

Fakultas Sains dan Teknologi



Drs. Jochy Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Ketua Jurusan

Teknik Kebumihan



Dr. Lenny Marlinda S.T., M.T.
NIP. 197907062008122002

RIWAYAT HIDUP



SALOMO SITUMORANG, dilahirkan di Panti, 1 Agustus 2001. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Erwin Parningotan Situmorang dan Ibu Jennita Br. Tarihoran, yang berdomisili di Panti, Kecamatan Panti, Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat. Penulis menyelesaikan pendidikan di sekolah dasar di SDN 13 Bahagia Panti lulus pada tahun 2013. Dilanjutkan dengan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama dan lulus pada tahun 2016 di SMPN 1 Padang Gelugur. Kemudian lanjut ke jenjang pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 Panti dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis diterima menjadi mahasiswa di Program Studi Teknik Geofisika (S1), Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Tahun 2021 penulis telah melakukan kegiatan kuliah lapangan di Kulonprogo, Yogyakarta, Jawa Tengah. Pada tahun 2022 juga penulis telah melakukan magang atau kerja praktek di ESDM Provinsi Jambi dengan pembahasan "Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger Untuk Pendugaan Keberadaan Lapisan Akuifer Di Desa Tantan Kecamatan Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi". Dan pada 2023 penulis melakukan penelitian tugas akhir secara mandiri dengan objek penelitian Gedung B fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.

PRAKATA

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan kasih sayangnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"ANALISIS MIKROTREMOR UNTUK UJI KERENTANAN BANGUNAN BERDASARKAN FSR (FLOOR SPECTRAL RATIO) DAN RDM (RANDOM DECREMENT METHOD) STUDI KASUS GEDUNG B FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS JAMBI"** dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak terkait yang telah membantu untuk menyelesaikan laporan magang ini, antara lain :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan semua yang dibutuhkan penulis dan untuk semua karunia yang sangat melimpah yang telah diberikan.
2. Kedua orangtua yang selalu mendoakan, memberikan yang terbaik, tidak pernah dibuat kekurangan dalam hal kasih sayang kepada penulis.
3. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
4. Ibu Dr. Lenny Marlinda S.T., M.T., selaku ketua jurusan Teknik Kebumihutan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
5. Ibu Ira Kusuma Dewi, S.Si., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geofisika Universitas Jambi, pembimbing Akademik, dan pembimbing utama Skripsi.
6. Ibu Ichy Lucia Resta S.pd., M.Si., selaku Pembimbing Pendamping Skripsi.
7. Bapak Ir. Yulia Morsa Said M.T., Bapak Ir. M. Nuklirulloh S.T., M.Eng., Bapak Sarwo Sucitra Amin S.T., M.T selaku dosen penguji yang senantiasa memberikan arahan kepada penulis.
8. Semua dosen dan staff kepegawaian di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi yang telah bekerja untuk kemajuan Universitas Jambi.
9. Teknik Geofisika Angkatan 2019, selaku Rumah kedua penulis tempat mendapat bantuan di bidang akademik dan non akademik.
10. Amelia Fitri Ramadhani, Johannes Kurni Bintang Awan Situmorang, Erlis Hutasoit selaku teman pengambilan data yang siap sedia dimintai bantuan saat pengambilan data.
11. M. Yuanda dan Johannes Kurni Bintang Awan Situmorang yang telah penulis anggap sebagai Keluarga sebagai sahabat yang selalu membantu dan menghibur penulis di setiap keraguan selama ini.

12. Farinda Karlina yang menjadi salah satu semangat penulis untuk dapat menyelesaikan studi di Universitas Jambi

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar laporan ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan tugas akhir ini dapat menambah ilmu pengetahuan kita semua.

Jambi, Desember 2023

Penulis

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'S' that loops around the name 'Salomo'.

Salomo Situmorang

F1D319012

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	2
2.1 Penelitian yang Relevan	2
2.2 Geologi Regional	6
Stratigrafi	6
Formasi Muaraenim (Tm _{pm})	6
2.3 Metode Mikrotremor	7
2.4 Frekuensi alami (f_0)	8
2.5 Amplifikasi (A_0)	9
2.6 Resonansi	11
2.8 Floor Spectral Ratio (FSR)	12
2.9 Indeks Kerentanan Bangunan (K_b)	12
2.10 Random Decrement Method (RDM)	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	5
3.1 Tempat dan Waktu	5
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3. Metode Penelitian	16
Diagram Alir Penelitian	16
3.4 Tahap Penelitian	18
Studi Literatur	18
Survey Awal	18
Desain Akuisisi	18
Akuisisi Data	23
Pengolahan Data	23
Interpretasi Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Pengolahan	22
4.2 Frekuensi Natural (f_0) dan Amplifikasi (A_0) Hasil Analisis HVSR	24
4.3 Analisis FSR (Floor Spectral Ratio)	25
4.4 Analisis RDM (Random Decrement Method)	30
4.4.1 Nilai Frekuensi bangunan (F_b) dan Rasio Redam (Z) Hasil Analisis RDM	30

4.5 Resonansi Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi	34
4.6 Indeks Kerentanan Bangunan (Kb) Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi	37
4.7 Korelasi Floor Spectral Ratio (FSR) dan Random Decrement Method (RDM).	41
4.8 Hubungan <i>Damping Rasio</i> (Z) dan Indeks Kerentanan Bangunan (K).....	43
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	23
5.1 Kesimpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (PT. Indonesia Geospasial Tech],	6
Gambar 2. Statigrafi Dacrah Penelitian (De Coster, 1974).....	7
Gambar 3. Ilustrasi Rekaman Mikrotremor	8
Gambar 4. Konsep Dasar Amplifikasi Gelombang Seismik (Cipta,2009)	10
Gambar 5. FSR Arah EW dan NS	12
Gambar 6. RDM Arah NS dan EW	13
Gambar 7. Peta Lokasi Penelitian Citra Satelit	5
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 9. Desain Akuisisi Lantai Basement.....	18
Gambar 10. Desain Akuisisi Lantai 1	19
Gambar 11. Desain Akuisisi Lantai 2.....	20
Gambar 12. Desain Akuisisi Lantai 3.....	21
Gambar 13. Desain Akuisisi Tanah.....	22
Gambar 14. Data Pengukuran Mikrotremor	22
Gambar 15. Picking Gelombang Pada Analisis HVSR.....	23
Gambar 16. Hasil Kurva H/V Data Perekaman Tanah Analisis HVSR	23
Gambar 17. Hasil Kurva Data Rekaman Bangunan Komponen EW dan NS Analisis FSR	24
Gambar 18. Hasil Kurva Damping Data Rekaman Bangunan Komponen EW dan NS Analisis RDM	24
Gambar 19. Grafik Hubungan Resonansi Komponen EW dan NS	37
Gambar 20. Grafik Hubungan FSR dan RDM Komponen EW	42
Gambar 21. Grafik Hubungan FSR dan RDM Komponen NS	42
Gambar 22. Grafik Hubungan Rasio Redam dan Kerentanan Bangunan (EW)	43
Gambar 23. Grafik Hubungan Rasio Redam dan Kerentanan Bangunan (NS)	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi nilai faktor amplifikasi (Setiawan, 2009)	10
Tabel 2. Nilai Resonansi Bangunan	11
Tabel 3. Tabel Rekomendasi Nilai Rasio Redam untuk Berbagai Tipe	14
Tabel 4. Waktu Pelaksanaan Penelitian	5
Tabel 5. Tabel alat dan bahan serta fungsinya.....	16
Tabel 6. Hasil titik Perekaman Tanah Analisis HVSR	25
Tabel 7. Nilai frekuensi dan amplitudo basement	26
Tabel 8. Nilai frekuensi dan amplitudo lantai 1.....	27
Tabel 9. Nilai frekuensi dan amplitudo lantai 2.....	28
Tabel 10. Nilai frekuensi dan Amplitudo lantai 3	29
Tabel 11. Nilai rata rata frekuensi natural pada setiap lantai.....	29
Tabel 12. . Nilai Random Decrement Method (RDM) Basement	31
Tabel 13. Nilai <i>Random decrement Method</i> (RDM) Lantai 1	31
Tabel 14. Nilai <i>Random Decrement Method</i> (RDM) Lantai 2.....	32
Tabel 15. Nilai <i>Random Decrement Method</i> (RDM) Lantai 3.....	33
Tabel 16. Nilai rata rata RDM pada setiap lantai.....	34
Tabel 17. Nilai Rata-rata resonansi.....	35
Tabel 18. Nilai Rata rata Resonansi pada setiap lantai.....	37
Tabel 19. Nilai indeks kerentanan bangunan lantai <i>Basement</i>	38
Tabel 20. Nilai kerentanan bangunan lantai 1	39
Tabel 21. Nilai kerentanan bangunan lantai 2	39
Tabel 22. Nilai kerentanan Bangunan Lantai 3.....	40
Tabel 23. Nilai rata rata kerentanan bangunan pada setiap lantai	41

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1. Titik Perekaman 1 (EW)	50
Gambar 2. Titik Perekaman Titik 1 (NS)	50
Gambar 3. Titik Perekaman Titik 1 (EW).....	50
Gambar 4. Hasil kurva H/V data perekaman tanah analisis HVSR.....	51
Gambar 5. perekaman L1.1 (EW) dan (NS).....	51
Gambar 6. Titik perekaman L1.1 (NS dan EW)	51
Gambar 7. Titik pengukuran L2. 1 (EW dan NS).....	52
Gambar 8. pengukuran L2. 1 (NS) dan (EW).....	52
Gambar 9. Titik pengukuran L3.1 (EW dan NS).....	52
Gambar 10. Titik pengukuran L3.1 (NS) dan (EW)	52
Gambar 11. Perhitungan RMSE di Excel.	53
Gambar 12. Grafik hubungan FSR dan RDM komponen	54
Gambar 13. Grafik hubungan FSR dan RDM Komponen NS.....	54
Gambar 14. Grafik hubungan rasio redam dan kerentanan bangunan (EW)	55
Gambar 15. Grafik hubungan rasio redam dan kerentanan bangunan (EW)	55
Gambar 16. Nilai resonansi Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi UNJA.	57
Gambar 17. Perangkat MAE A6000S	57
Gambar 19. Pengukuran lantai 2.	57
Gambar 20. Pengukuran basement.	57

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Geofisika adalah ilmu yang mempelajari tentang metode fisik dan logika geologi untuk mempelajari struktur bawah permukaan bumi. Penelitian geofisika dilakukan untuk mengetahui kondisi di bawah permukaan bumi melibatkan pengukuran di atas permukaan bumi dari parameter-parameter fisika yang dimiliki oleh batuan di dalam bumi. Dari pengukuran ini dapat ditafsirkan bagaimana sifat-sifat dan kondisi di bawah permukaan bumi baik itu secara vertikal maupun horizontal. Dalam skala yang berbeda, metode geofisika dapat diterapkan secara global yaitu untuk menentukan struktur bumi, secara lokal yaitu untuk eksplorasi mineral dan pertambangan termasuk minyak bumi dan dalam skala kecil yaitu untuk aplikasi geoteknik (Puradnaja, 2006).

Salah satu metode geofisika yang digunakan untuk menganalisa kerentanan bangunan adalah metode mikrotremor, metode Mikrotremor memanfaatkan getaran harmonik yang sangat kecil yang terjadi secara terus menerus, terjebak dilapisan sedimen permukaan, terpantulkan oleh adanya bidang batas lapisan dengan frekuensi yang tetap, disebabkan oleh getaran mikro di bawah permukaan tanah dan kegiatan lainnya (Wulandari dan Bahri, 2012). Getaran tersebut dapat ditimbulkan oleh peristiwa alam ataupun buatan. Peristiwa buatan seperti gerak dari mesin kendaraan, industri dan aktivitas manusia lainnya di permukaan bumi. Ada beberapa pengolahan yang digunakan dalam analisis mikrotremor diantaranya, *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HIVSR), *Floor Spectral Ratio* (FSR), dan *Random Decrement Method* (RDM).

Peneliti Melakukan Penelitian Untuk menerapkan ilmu geofisika dalam kehidupan sehari-hari, dan dapat digunakan untuk mitigasi bencana kedepannya, Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dipilih Karena Gedung Tersebut menjadi salah satu pusat pembelajaran Dengan Prodi Terbanyak kedua di Universitas Jambi, dimana gedung B Fakultas sains dan teknologi Universitas Jambi sendiri digunakan sebagai Gedung perkuliahan. Gedung B FST UNJA terdiri dari *basement* dan 3 lantai. Peneliti berharap hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan literatur dan Pengenalan salah satu aplikasi metode geofisika dalam bidang geoteknik dan mitigasi bencana.

Berdasarkan informasi geologi Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi berada pada Formasi Muaraenim yang tersusun oleh batupasir. Efek ukuran butir pada Formasi ini dapat menyebabkan terjadinya penguatan gelombang seismik. Formasi ini tersusun atas lapisan sedimen dengan tebal hingga 750 m yang meliputi batulempung, lempung pasir, pasir dan lapisan tebal batubara (Koesomadinata, 1980).

Pengolahan berdasarkan *Floor Spectral Ratio* (FSR) yang memanfaatkan frekuensi di tanah yang akan dibandingkan dengan frekuensi bangunan kemudian akan dilakukan konfirmasi data menggunakan *Random Decrement Method* (RDM) yang memanfaatkan rasio redam (z) pada bangunan. Berdasarkan faktor faktor yang telah dijelaskan diataslah peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **ANALISIS MIKROTREMOR UNTUK UJI KERENTANAN BANGUNAN BERDASARKAN FSR (FLOOR SPECTRAL RATIO) DAN RDM (RANDOM DECREMENT METHOD) STUDI KASUS GEDUNG B FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS JAMBI** yang kemudian informasi ini dapat dijadikan pertimbangan dalam Upaya pengembangan Pembangunan di Kawasan Universitas Jambi.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini akan ada beberapa masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

- Berapa nilai frekuensi alami bangunan (f_{0b}) dan amplitudo bangunan (A_0), resonansi pada komponen *East West* (EW) *North-South* (NS) Dengan menggunakan metode FSR (*Floor Spectral Ratio*)?
- Berapa nilai frekuensi alami bangunan (f_0) dan rasio redam (Z) pada komponen *East West* (EW) *North-South* (NS) Dengan menggunakan metode RDM (*Random Decrement Method*)?
- Berapa nilai resonansi berdasarkan hubungan frekuensi alami tanah (f_{0t}) dan frekuensi alami bangunan (f_{0b}) gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi ?
- Bagaimana hubungan antara nilai yang dihasilkan *Floor Spectral Ratio* (FSR) dan *Random Decrement Method* (RDM) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui nilai frekuensi alami bangunan (f_0) dan amplitudo bangunan (A_0), resonansi pada komponen *East West* (EW) *North-South* (NS) Dengan menggunakan metode FSR (*Floor Spectral Ratio*)
- Mengetahui nilai frekuensi alami bangunan (f_0) dan rasio redam (Z) pada komponen *East West* (EW) *North-South* (NS) Dengan menggunakan metode RDM (*Random Decrement Method*)
- Mengetahui nilai resonansi Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi berdasarkan frekuensi alami bangunan (f_{0b}) tersebut.
- Mengetahui hubungan antara nilai yang dihasilkan *Floor Spectral Ratio* (FSR) dan *Random Decrement Method* (RDM).

1.4 Manfaat Penelitian

Setelah kegiatan ini dilaksanakan, penelitian ini diharapkan:

1. Sebagai masukan dan bahan pertimbangan Universitas Jambi dalam membentuk perencanaan tata ruang dan infrastruktur pembangunan di Universitas Jambi di masa yang akan datang.
2. Dari sisi keilmuan kegiatan penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian selanjutnya, serta memberikan sumbangan perkembangan ilmu pengetahuan terutama dibidang geoteknik, lingkungan dan kebencanaan
3. Dapat memberikan kontribusi dalam pengumpulan hasil penelitian di bidang ilmu Geofisika khususnya dalam Prodi Teknik Geofisika Jurusan Teknik Kebumihan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
4. Sebagai kajian pustaka untuk penelitian - penelitian yang akan datang, baik pengembangan teori dan metode sebagai perbandingan seismik seismik atribut dan ilmu lainnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang Relevan

Aini et al [2012] Penelitian ini dilakukan di salah satu Gedung di kota Surabaya penelitian dilakukan pada 10 bangunan pemerintahan dan tempat umum di Kota Surabaya. akuisisi ini menggunakan alat *Portable Digital Seismograph* 3 komponen (2 komponen horizontal EW-NS dan 1 komponen vertical) dengan waktu perekaman 45 menit. Dengan hasil penelitian frekuensi natural bangunan komponen NS berkisar 1,14 – 2,8 Hz dan komponen EW berkisar 1,14 – 2,74 Hz dan frekuensi natural tanah berkisar antara 1,08 – 2,7 Hz. kedua frekuensi tersebut digunakan untuk mengetahui nilai resonansi. Taksiran resonansi tanah dan bangunan komponen NS antara 10,37 – 158,6% dan komponen EW antara 11,74 – 152,3% dari hasil resonansi tersebut tidak mengakibatkan terjadi kerusakan bangunan di wilayah Kota Surabaya.

Febrina (2017) kelurahan Bendan Duwur. Adapun hasil yang diperoleh adalah nilai frekuensi natural pada gedung F1 Sabang antara 1,03 - 4,31 Hz untuk komponen EW dan 1,03 - 4,51 Hz untuk komponen NS, pada gedung F2 Merauke antara 1,02 - 1,67 Hz untuk komponen EW dan 1,02 - 1,39 Hz untuk komponen NS, sedangkan pada gedung Justinus antara 0,93 - 5,27 Hz untuk komponen EW dan 0,85-5,14 Hz untuk komponen NS. Nilai resonansi bangunan pada gedung F1 Sabang antara 30% - 67% untuk komponen EW dan 44% - 67% untuk komponen NS, pada gedung F2 Merauke antara 47% - 68% untuk komponen EW dan 56% - 68% untuk komponen NS. Berdasarkan nilai indeks kerentanan bangunan pada gedung F1 Sabang, F2 Merauke, dan Justinus lantai 2 memiliki nilai indeks kerentanan bangunan paling tinggi, sehingga lantai 2 lebih rentan mengalami kerusakan.

Hadianfard et al., (2017) Benteng Karim Khan (Arg-e Karim Khan) adalah bangunan batu besar, yang dibangun pada abad ketujuh belas di Shiraz, Iran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi natural dan rasio redaman menara *Swerved* adalah 1,9 Hz dan 1,55%, sedangkan parameter dinamik menara lurus masing-masing adalah 2,12 Hz dan 3,86%. Selain itu, frekuensi menara sangat berbeda dengan frekuensi tapak (4.18 Hz) oleh karena itu, fenomena resonansi tidak mungkin terjadi di 55%. Indeks kerentanan bangunan *Swerved Tower* kerentanan 131.31 m/s² dan indeks kerentanan *Straight Tower* kerentanan 76.9 m/s². Dengan hasil indeks kerentanan tersebut bahwa *Swerved Tower* memiliki kerentanan yang tinggi dari *Straight Tower*.

Rizqi et al., (2017) Gedung rektorat STTNAS merupakan gedung berlantai yang terletak di Kota Yogyakarta yang merupakan daerah dengan intensitas kejadian gempa bumi yang tinggi. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan

klasifikasi yang ditetapkan pada SSI 2002 tentang tata cara perencanaan ketahanan bangunan gempa. Fekkuensi natural pada komponen barat - timur adalah 1,64 Hz dan pada komponen utara - selatan adalah 1,644 Hz sehingga sudah sesuai dengan SNI 2012. Indeks Resonansi gedung rektorat STTNAS berkisar antara 00081- 35,883% sehingga termasuk dalam kategori rendah mengalami resonansi Saat terjadi gempabumi.

Prastowo dan Prabowo (2017) Bangunan gedung rektorat STTNAS memiliki tingkat gedung 5 lantai, akuisisi data dilakukan menggunakan *Portable Digital Seismograph* TDL 303S dan kemudian dianalisis menggunakan metode *Floor Spectral Ratio* (FSR). Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang ditetapkan pada SNI 2002 tentang tata cara perencanaan ketahanan bangunan gempa. Hasil tersebut didapatkan nilai frekuensi natural pada komponen Barat Timur adalah 1,64 Hz dan pada komponen utaraselatan adalah 1,644 Hz sehingga sudah sesuai dengan SNI 2002. Indeks Resonansi gedung rektorat STTNAS termasuk dalam kategori rendah saat mengalami resonansi saat terjadi gempabumi.

Setia (2020) telah melakukan penelitian pada bangunan gedung evakuasi bencana desa Ulee Lheue dan desa Alue Deah Teungoh dengan menganalisis data rekaman mikrotremor. Menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) untuk data tanah, *Floor Spectral Ratio* (FSR) dan *Random Decrement Method* (RDM) untuk data bangunan. Penelitian ini menggunakan alat ukur *disto type* model D810 untuk mengukur ketinggian bangunan dan jumlah titik pengukuran 16 pada pengukuran gedung, 2 titik pada pengukuran tanah. Hasil Frekuensi natural tanah (f_0) gedung evakuasi desa Alue Deah Teungoh 4,571 Hz, dan tanah gedung evakuasi desa Ulee Lheue 5,022 Hz dan gedung evakuasi desa Ulee Lheue 1,430 – 4,168 Hz. Damping ratio gedung evakuasi desa Alue Deah Teungoh 2,000 – 4,496%, damping gedung evakuasi desa Ulee Lheue 2,973 – 4,831%. Kedua gedung tersebut aman terhadap periode getar.

Yasutake et al., (2020) mendeskripsikan karakteristik dinamik gedung R/C lima lantai berdasarkan pengukuran mikrotremor dan observasi gempa. Frekuensi alami bangunan selama gempabumi tersebar dari 3,9 hingga 4,9 Hz. Dari catatan mikrotremor didapatkan lendutan tanah. Rasio goyangan dan goyang terhadap perpindahan absolut bangunan dalam arah NS masing-masing adalah sekitar 36% dan 24% dan arah EW masing-masing adalah 52% dan 8%. Berdasarkan hasil di atas, didapatkan evaluasi parameter model analitik bangunan dan tanah. Dengan menggunakan model analitik ini dengan

mempertimbangkan kekakuan non-linier dan dapat memperkirakan perilaku dinamik bangunan pada saat gempa kuat (Yasutake et al., 2020).

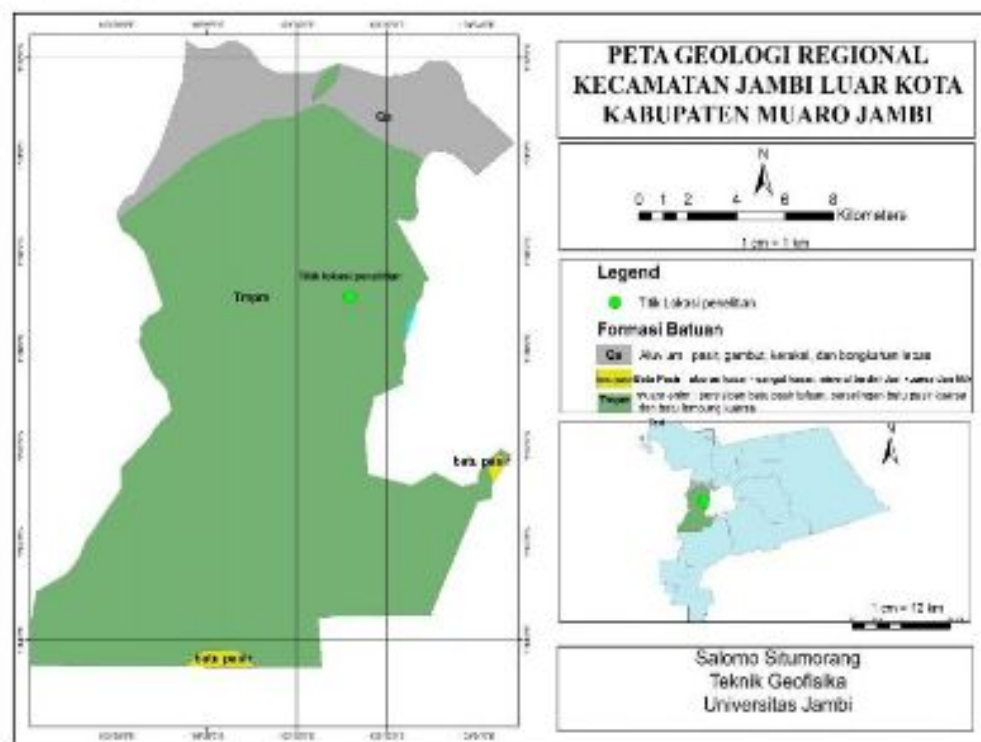
Hidayat (2020) menganalisis kerentanan bangunan pada desa Ulee Lheue dan desa Lembung. Pengolahan data menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) untuk data tanah, *Floor Spectral Ratio* (FSR) dan *Random Decrement Method* (RDM) untuk data bangunan. Hasil pada *escape building* Desa Ulee Lheue memiliki frekuensi natural bangunan (f_0) tanah 4,146 Hz, frekuensi natural (f_0) bangunan 1,593 – 2,663 Hz, damping ratio 2,229 – 3,606% dan tingkat resonansi rendah. *Escape building* Desa Ulee Lheue memiliki frekuensi natural (f_0) tanah 4,957 Hz, frekuensi natural (f_0) bangunan 1,796 – 4,123 Hz, damping ratio 2,196 – 3,686% dan tingkat resonansi rendah sampai sedang. Dari hasil tersebut kedua gedung aman terhadap periode getar.

Urip et al., (2020) gedung Prodi Pendidikan Fisika yang terletak di Kota Yogyakarta. Pengukuran dilakukan di dalam gedung (10 titik) dan satu titik di luar gedung (*open ground*) selama 45 menit pada tiap titik menggunakan *Portable Digital Seismograph* TDL 303S milik BMKG Yogyakarta yang memiliki frekuensi sampling 100. Hasil Frekuensi natural rata-rata ruangan prodi Pendidikan Fisika UST pada komponen barat-timur adalah 3,18 Hz dan pada komponen utaraselatan adalah 3,22 Hz sehingga sudah sesuai dengan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI (2002) yaitu lebih dari 2,78 Hz. Indeks Resonansi bangunan prodi Pendidikan Fisika UST berkisar antara 103,40136,05% sehingga termasuk dalam kategori rendah (Urip et al., 2020).

Larasati (2021) Lokasi penelitian terletak di Asrama Mahasiswa atau gedung Rusunawa yang termasuk ke dalam wilayah administratif Universitas Jambi. Secara geologi, gedung Rusunawa berada pada Formasi Muaraenim yang tersusun batupasir. Data penelitian diperoleh dari 36 titik perekaman data mikrotremor. Nilai resonansi gedung Rusunawa Universitas Jambi pada memiliki nilai rata-rata 163,8140097%, sedangkan komponen *North – South* (NS) memiliki nilai rata-rata 122,1231884%. Nilai indeks kerentanan bangunan (K) komponen *East – West* (EW) dengan rata-rata 8,41992124 m/s^2 dan komponen *North – South* (NS) dengan rata-rata 10,3620980 m/s^2 . Maka gedung Rusunawa Universitas Jambi aman terhadap pergerakan gelombang gempa bumi karena memiliki ketebalan sedimen yang sangat tebal dan struktur bangunan yang baik.

2.2 Geologi Regional

Universitas Jambi merupakan perguruan tinggi negeri yang berada di provinsi Jambi dan memiliki 6 kampus yang terletak tersebar di wilayah Kota Jambi dan Muaro Jambi Universitas Jambi Kampus Mendalo, Jalan Lintas Jambi-Muara Bulian Km 15. Berdasarkan peta geologi lembar Muaro Bungo, Sumatera yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi pada tahun 1993 bahwa Universitas Jambi Geologi regionalnya masuk kedalam formasi Muaraenim terdiri dari Batupasir tufan berbutir sedang, batulempung berfosil bersisipan lignit.



Gambar 1. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (PT. Indonesia Geospasial Tech).

Stratigrafi

Stratigrafi adalah studi mengenai sejarah, komposisi, umur relatif serta distribusi perlapisan tanah dan interpretasi lapisan-lapisan batuan untuk menjelaskan sejarah terbentuknya bumi. Tataunan stratigrafi pada dasarnya terdiri dari satu siklus besar sedimentasi dimulai dari *fase transgresi* pada awal siklus dan *fase regresi* pada akhir siklusnya. Siklus sedimentasi diendapkan selama fase regresi yaitu Formasi Muaraenim.

Formasi Muaraenim (Tpm)

Formasi Muaraenim terendapkan secara selaras di atas Formasi Air Benakat pada lingkungan laut dangkal. Formasi ini terdiri dari batupasir,

batulempung, batulanau, sisipan batubara dan oksida besi. Ketebalan formasi ini 500 – 1000 m. Pada formasi ini terdapat oksida besi berupa konkresi-konkresi dan *silicified wood* (fosil kayu). Sedangkan batubara umumnya berupa lignit (gambut) yang terendapkan dan terkompresi secara alami. Formasi ini berumur Miosen Akhir – Piosen Awal (De Coster, 1974).

Masa	Zaman		Kala	Batuan Sedimen	Endapan Permukaan
K E N O Z O I K U M	Kuarter		Holosen		
			Plistosen		
	T e r s i e r	Neo gen	Pliosen		
			Miosen		
		Pa leo gen	Oligosen		
			Eosen		
			Paleosen		

Gambar 2. Statigrafi Daerah Penelitian (De Coster, 1974)

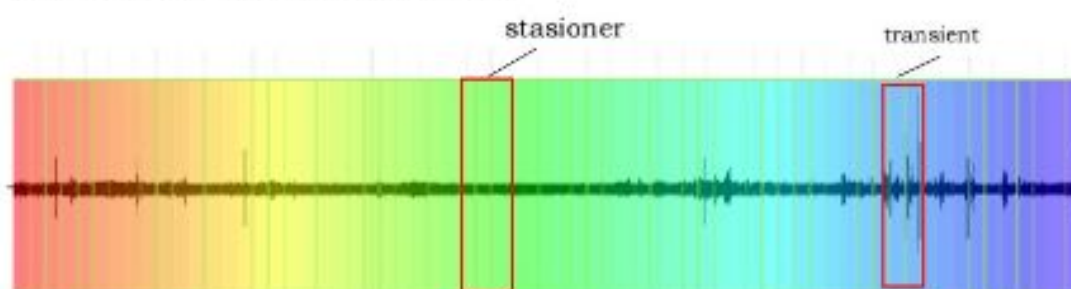
2.3 Metode Mikrotremor

Metode mikrotremor merupakan salah satu metode geofisika yang memanfaatkan gelombang seismik. Gelombang seismik merupakan gelombang yang merambat baik di dalam maupun di permukaan bumi. Dimana rambatan tersebut berasal dari sumber seismik seperti dari sumber gempa, erupsi gunung api, longsor, ledakan, badai dan sebagainya. Gelombang ini terekam pada seismogram dapat berupa gelombang badan (*body wave*) dan gelombang permukaan (*surface wave*). Gelombang merambatkan energi dari sumber ke seluruh bagian bumi dan membawa informasi baik tentang sumber seismik maupun medium yang dilewatinya (Afnimar, 2009).

Pengukuran mikrotremor pada bangunan dilakukan di setiap lantai bangunan dengan alat seismometer tiga komponen yaitu dua komponen horizontal arah NS (*North-South*) dan EW (*East-West*) serta satu komponen vertikal. Peralatan pengukuran dimungkinkan diletakkan di dekat pusat massa bangunan dan dekat dengan dinding bangunan tersebut. Jarak pengukuran bangunan dengan struktur tanah diusahakan dekat dan pada kondisi geologi yang sama. Selama ini belum ada referensi yang menyebutkan parameter jarak minimum pengukuran antara bangunan dan tanah (SESAME, 2004). Pengolahan data yang digunakan pada pengukuran bangunan menggunakan analisis FSR (*Floor Spectral Ratio*) yang direkomendasikan oleh Gosar, (2010). Mengidentifikasi kerusakan bangunan menggunakan indeks kerentanan untuk mengestimasi struktur dari parameter fungsi perpindahan, kemudian dilakukan pengolahan

lanjutan berdasarkan RDM (Random Decrement Method) digunakan sebagai data pembanding dan konfirmasi hasil yang telah diperoleh dari pengolahan FSR dengan memanfaatkan rasio redam (α).

Fungsi perpindahan yaitu komponen horizontal dan komponen vertical. Frekuensi dan rasio redaman bangunan sebelum gempa lebih kecil dari pada setelah gempa. Ini berarti menunjukkan bahwa parameter frekuensi dan rasio redaman berbanding lurus dengan kekuatan bangunan. Indeks kerentanan juga mampu menilai kerusakan bangunan pada saat gempa, yang menunjukkan bahwa kelemahan bangunan dari getaran gempa langsung sebanding dengan indeks kerentanan (Sato et al., 2008).



Gambar 3. Ilustrasi Rekaman Mikrotremor

Berdasarkan hasil dari rekaman mikrotremor (**Gambar 8**) terdapat dua getaran yang dihasilkan yaitu getaran *transient* dan getaran alami (*stasioner*). Getaran *transient* dapat terlihat lebih jelas dibandingkan getaran alami (*stasioner*). Getaran *transient* merupakan getaran sementara atau *noise* (langkah kaki manusia, kendaraan mobil lewat, hujan dll). Karena amplitudo getaran *transient* biasanya lebih besar dibandingkan getaran alami tanah (*stasioner*) (SESAME, 2004).

2.4 Frekuensi alami (f_0)

Frekuensi alami adalah frekuensi osilasi yang cenderung dimiliki suatu sistem saat sistem tersebut dibiarkan bergetar tanpa *damping* (peredam). Frekuensi alami bangunan dari pengolahan *Spectrum* menyatakan frekuensi alami yang terdapat di suatu bangunan. Hal ini menyatakan bahwa apabila terjadi gempa atau gangguan berupa getaran yang memiliki frekuensi yang sama dengan frekuensi natural, maka akan terjadi resonansi yang mengakibatkan amplifikasi gelombang seismik di area tersebut. Efek resonansi akan memperkuat getaran gempabumi sehingga menyebabkan bangunan akan roboh saat terjadi getaran gempabumi kuat. Sehingga setelah dilakukan survei mikrotremor, dianjurkan untuk membangun bangunan yang tidak sama dengan frekuensi resonansi tanah untuk menghindari terjadinya efek resonansi saat gempabumi terjadi.

Menurut Rahmatullah (2013) selain bahaya resonansi getaran seismik, karakteristik frekuensi alami sangat tinggi akan rentan terhadap bahaya getaran gelombang seismik periode panjang yang dapat mengancam gedung-gedung bertingkat tinggi. Dengan mengetahui frekuensi natural dan memanfaatkannya dalam merencanakan bangunan diharapkan akan dapat mengurangi resiko bahaya gempa bumi yang akan mungkin terjadi pada masa yang akan datang. Lama waktu pengukuran yaitu selama 10-15 menit atau lebih, karena biasanya bangunan memiliki frekuensi natural rata-rata lebih dari 1 Hz dan kurang dari 8 Hz, sedangkan frekuensi di bawah 1 Hz diabaikan (SESAME, 2004). Batasan pengamatan frekuensi untuk mikrotremor secara umum antara 0.5-20 Hz dan untuk mikrotremor frekuensi kecil bisa mencapai 0.2 Hz. Nilai frekuensi natural suatu daerah dipengaruhi oleh ketebalan lapisan lapuk (h) dan kecepatan rata-rata bawah permukaan (v_s)

2.5 Amplifikasi (A0)

Amplifikasi gempa bumi adalah perbandingan percepatan maksimum gempa bumi di permukaan tanah dengan batuan dasar. Frekuensi dan amplitudo gelombang gempa bumi yang menjalar dari batuan dasar ke permukaan bumi akan berubah saat melewati endapan tanah. Proses ini dapat menghasilkan percepatan yang besar terhadap struktur dan menimbulkan kerusakan yang parah (Bard, 1999).

Menurut Nakamura (2000) nilai amplifikasi suatu tempat dapat diketahui dari tinggi puncak spektrum amplitudo HVSR hasil pengukuran mikrotremor di tempat tersebut. Beberapa peneliti telah menemukan adanya korelasi antara puncak spektrum dengan distribusi kerusakan struktur bangunan akibat gempa dan intensitas guncangan tanah selama gempa yang secara signifikan dipengaruhi oleh kondisi geologi dan kondisi tanah setempat. Batuan sedimen yang lunak dapat memperkuat gerakan tanah selama gempa dan karena itu rata-rata kerusakan yang diakibatkan lebih parah dari pada lapisan keras.

Terdapat dua sebab terjadinya amplifikasi gelombang gempa yang dapat mengakibatkan kerusakan bangunan. Pertama, adanya gelombang yang terjebak di lapisan Kedua, adanya kesamaan frekuensi natural antara geologi setempat dengan bangunan yang akan mengakibatkan resonansi antara bangunan dan tanah setempat. Akibatnya, getaran tanah pada bangunan lebih kuat. Berdasarkan pengertian tersebut, maka amplifikasi dapat dituliskan sebagai suatu fungsi perbandingan nilai kontras impedansi (Nakamura, 2000).

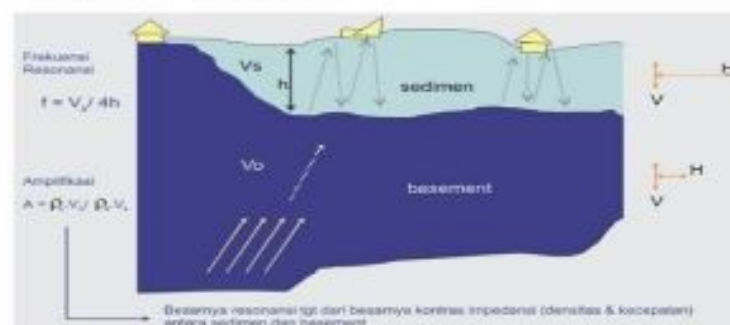
Nilai amplifikasi tinggi menunjukkan kontras impedansi yang tinggi, yang artinya densitas (ρ) antar lapisan sangat berbeda. Dalam analisa resiko gempa

bumi, kontras impedensi tinggi mengakibatkan risiko yang tinggi akan terjadi gempa bumi. Nilai amplifikasi dipengaruhi oleh kecepatan gelombang. Apabila kecepatan gelombang semakin kecil maka amplifikasi semakin besar, dimana menunjukkan bahwa amplifikasi berhubungan dengan tingkat kepadatan batuan. Hal ini yang dapat menyebabkan tingkat potensi resiko bencana gempa bumi semakin besar. Nilai amplifikasi menurun pada batuan yang kurang padat karena amplitudo gelombang yang menjalar di batuan padat relatif kecil (Nakamura, 2000). Amplifikasi diklasifikasikan menurut Satiawan, 2009 dibagi ke dalam 4 zona seperti yang disajikan pada (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi 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	SangatTinggi	$A \geq 9$

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. Nilai gelombang geser (v_s) dari batuan dasar ke permukaan akan mengecil. Nilai gelombang geser yang makin mengecil menyebabkan kecilnya nilai modulus geser (GS) dan faktor redaman, sehingga mempercepat gerakan tanah dan memperbesar nilai faktor amplifikasi. Semakin besar nilai faktor amplifikasi maka semakin besar pula percepatan gerakan tanah di permukaan. Percepatan faktor amplifikasi tersebut akan menyebabkan bangunan akan roboh (Partono et al., 2013).



Gambar 4. Konsep Dasar Amplifikasi Gelombang Seismik (Cipta,2009)

2.6 Resonansi

Salah satu faktor penting untuk memprediksi bahaya gempa bumi pada suatu bangunan adalah dilakukannya pengukuran mikrotremor yang menghasilkan frekuensi alami. Frekuensi tersebut digunakan untuk mengetahui nilai resonansi suatu bangunan yang didapatkan antara frekuensi alami bangunan dan frekuensi alami tanah. Jika frekuensi tersebut mempunyai nilai yang relatif sama, maka terjadi proses resonansi gelombang gempa. Akibat proses resonansi ini akan membuat resonansi dengan bangunan akan meningkatkan *stress* pada bangunan tersebut (Daristasari, 2018).

Apabila periode getaran bangunan sama dengan periode getaran seismik yang tiba di permukaan, maka akan terjadi resonansi dan meningkatkan intensitas kerusakan akibat getaran seismik tersebut. Berdasarkan hal tersebut maka dalam pembangunan gedung harus mempertimbangkan kemungkinan terjadinya resonansi. Hal ini sama dengan prinsip teori yang digunakan pada suatu sistem teredam yang digerakkan oleh suatu gaya eksternal yang berubah secara sinusoidal terhadap waktu, sistem berosilasi sesuai dengan frekuensi gaya paksa. Jika frekuensi gaya paksa (frekuensi getaran seismik) sama dengan atau mendekati frekuensi alam sistem (frekuensi alami pada bangunan), maka sistem akan berosilasi dengan amplitudo gaya paksa, fenomena ini disebut resonansi (Tipler, 1991).

$$R = \frac{|f_{0b} - f_{0t}|}{f_{0t}} \times 100\% \quad (1)$$

dengan R adalah resonansi, f_{0b} adalah frekuensi natural bangunan dan f_{0t} adalah frekuensi natural tanah. Sesuai yang direkomendasikan oleh Gosar (2007), tingkat kerentanan resonansi bangunan terhadap gempa bisa diklasifikasikan menjadi tiga kriteria, yakni :

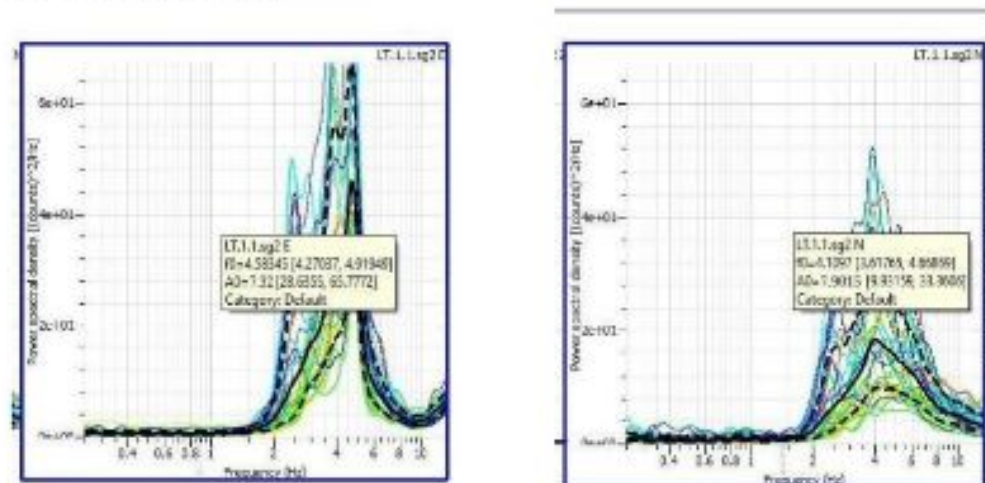
Tabel 2. Nilai Resonansi Bangunan

No.	Nilai Resonansi	Klasifikasi
1.	$>\pm 25\%$	Rendah
2.	15 - 25%	Sedang
3.	$<\pm 15\%$	Tinggi

2.8 Floor Spectral Ratio (FSR)

Menurut Gosar (2010), *Metode Floor Spectral Ratio (FSR)* merupakan metode untuk menentukan frekuensi alami bangunan dan resonansi yang menggambarkan karakteristik bangunan terhadap gempabumi. 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. Terdapat beberapa metode lain dalam pengolahan data mikrotremor untuk memperoleh karakteristik bangunan. Namun metode FSR memiliki beberapa keunggulan antara lain metode FSR merupakan metode yang lebih akurat dalam penentuan resonansi dibandingkan HVSR dan RDM (Aini et al., 2012).

Metode metode FSR ini merupakan metode fungsi transfer dari tiap lantai antara bangunan dan tanah. Dibawah ini merupakan contoh data spektrum komponen EW dan NS pada hasil analisis FSR. Dimana terdapat puncak frekuensi dan amplitudo.



Gambar 5. FSR Arah EW dan NS

2.9 Indeks Kerentanan Bangunan (K_b)

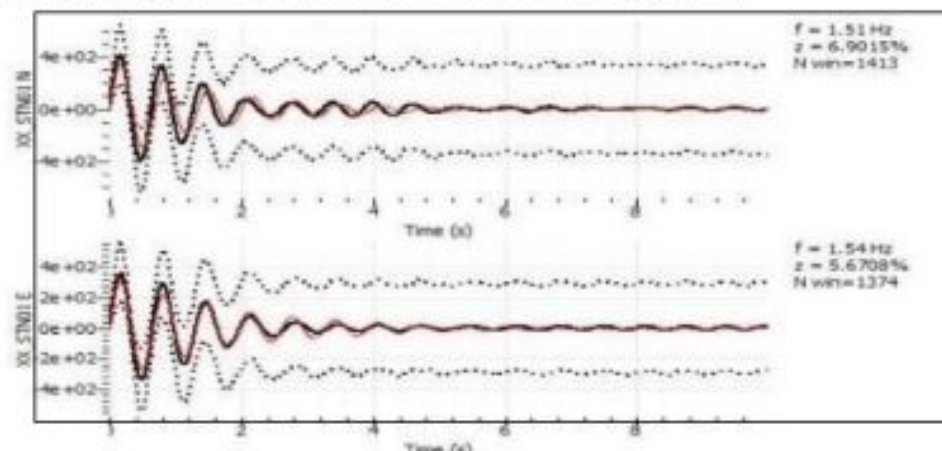
Indeks kerentanan bangunan dapat diperkirakan dari deformasi struktur yang berkaitan dengan pergerakan seismik dari permukaan tanah dan struktur. Untuk memperkirakan kemungkinan kerusakan akibat gempa bumi di masa depan, sangat penting mengetahui kondisi dari kekuatan tanah dan struktur. Nilai indeks kerentanan bangunan (K_b) ditentukan berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Sato et al., (2008) sebagai berikut:

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

dimana, k_e adalah nilai rata-rata struktur, A adalah amplitudo, F adalah frekuensi dominan, H adalah total ketinggian bangunan, 10^{-6} atau 10.000 adalah efek noise. Parameter fungsi perpindahan indeks kerentanan dapat mengetahui dari nilai kerusakan bangunan pada saat sebelum terjadinya gempa dan setelah terjadinya gempa. Hal tersebut digunakan untuk mengetahui kelemahan bangunan dari getaran gempa langsung yang menyatakan getaran gempa sebanding dengan indeks kerentanan bangunan. Umumnya, untuk memperkirakan kerentanan bangunan itu mulai runtuh pada nilai indeks kerentanan di atas $100 \text{ m/s}^2 - 200 \text{ m/s}^2$. Sehingga jika nilai indeks kerentanan dibawah 100 m/s^2 bangunan aman terhadap kerusakan (Hadianfard, dkk., 2016).

2.10 Random Decrement Method (RDM)

Random decrement Method (RDM) merupakan teknik yang paling populer dalam survei geoteknik dan geofisika digunakan untuk identifikasi karakteristik dinamik dan deteksi kerusakan suatu bangunan dari respon suatu gempa. *Random Decrement Method* (RDM) dikenal sebagai metode *transform* serangkaian waktu acak dalam pengurangan energi dari getaran bebas struktur bangunan. Konsep RDM (*Random Decrement Method*) adalah respon dinamis dari sebuah system untuk sebuah eksitasi acak yang tujuannya yaitu membatalkan komponen acak untuk mendapatkan kurva getaran bebas yang buruk dari perkiraan damping dan frekuensi natural. (**Gambar 10**) terdapat dua data kurva damping komponen EW dan NS yang mana terdapat nilai frekuensi dan rasio redam. Nilai komponen EW dan NS didapatkan dari gelombang alami dan gelombang *syntetic*. Gelombang tersebut harus memiliki kesamaan bentuk gelombang yang menggambarkan nilai frekuensi alami bangunan.



Gambar 6. RDM Arah NS dan EW

Redaman adalah proses dimana getaran bebas berkurang amplitudonya (Chopra, 1995). Energi dan sistem pada redaman akan melalui berbagai

mekanisme. Mekanisme yang terjadi pada suatu gedung dikarenakan gesekan pada sambungan baja, pembukan dan closing microcrack pada beton, gesekan antara struktur dengan komponen nonstructural pada dinding. Namun untuk mengidentifikasi secara matematis hampir tidak mungkin dilakukan maka perlu adanya keakuratan untuk mengetahui rasio redaman. Sehingga dalam menentukan rasio redaman, dengan melakukan estimasi nilai yang direkomendasikan oleh Newmark dan Hall (1982) dari berbagai tipe dan struktur yang ditunjukkan oleh (Tabel 3) dibawah ini.

Tabel 3. Tabel Rekomendasi Nilai Rasio Redam untuk Berbagai Tipe dan Jenis Struktur.

Tipe dan Kondisi Struktur	<i>Damping Rasio</i>
Baja dilas, beton prategang, beton bertulang baik (hanya sedikit retak)	2-3
Beban bertulang dengan retakan yang cukup besar	3-5
Dibaut atau baja dipaku, struktur kayu dengan sambungan dipaku atau dibaut	5-7
Baja dilas, beton prategang (tanpa kehilangan total pada prategang)	5-7
Beton prategang tidak ada prategang, beton bertulang	7-10
Dibaut atau baja dipaku, struktur kayu dipaku	10-15
Struktur kayu dengan sambungan dipaku	15-20

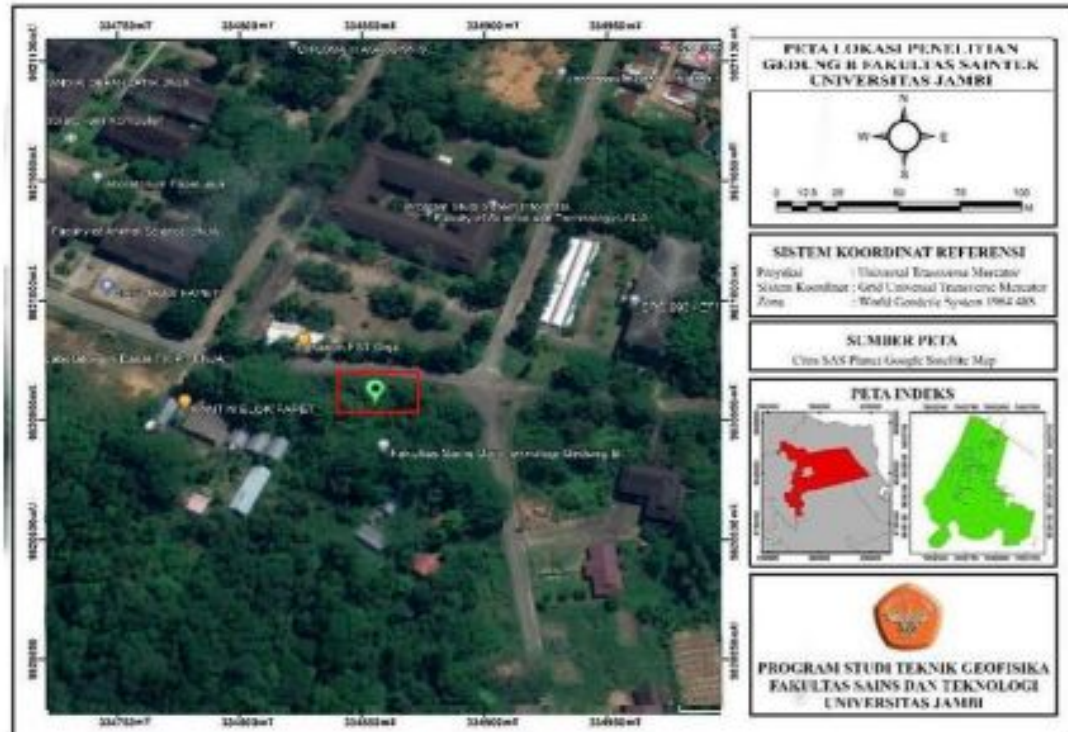
III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Jambi khususnya pada gedung B Fakultas Sains dan Teknologi. Adapun rincian dan waktu pelaksanaan penelitian ditampilkan pada (**Tabel 4**) dibawah ini.

Tabel 4. Waktu Pelaksanaan Penelitian

Agenda kegiatan	Juli	Juli-Agustus	Agustus	September-Desember
Studi Literatur & penyusunan proposal				
Akuisisi data				
Pengolahan data dan interpretasi				
Penyusunan skripsi				



Gambar 7. Peta Lokasi Penelitian Citra Satelit

3.2 Alat dan Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam mendapatkan data kerentanan Bangunan gedung Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi pada penelitian ini adalah bangunannya sendiri yang berupa tanah dan lantai dari basement hingga lantai 3 yang digunakan sebagai media untuk meletakkan alat pada saat penelitian dilakukan, sedangkan alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Tabel alat serta fungsinya.

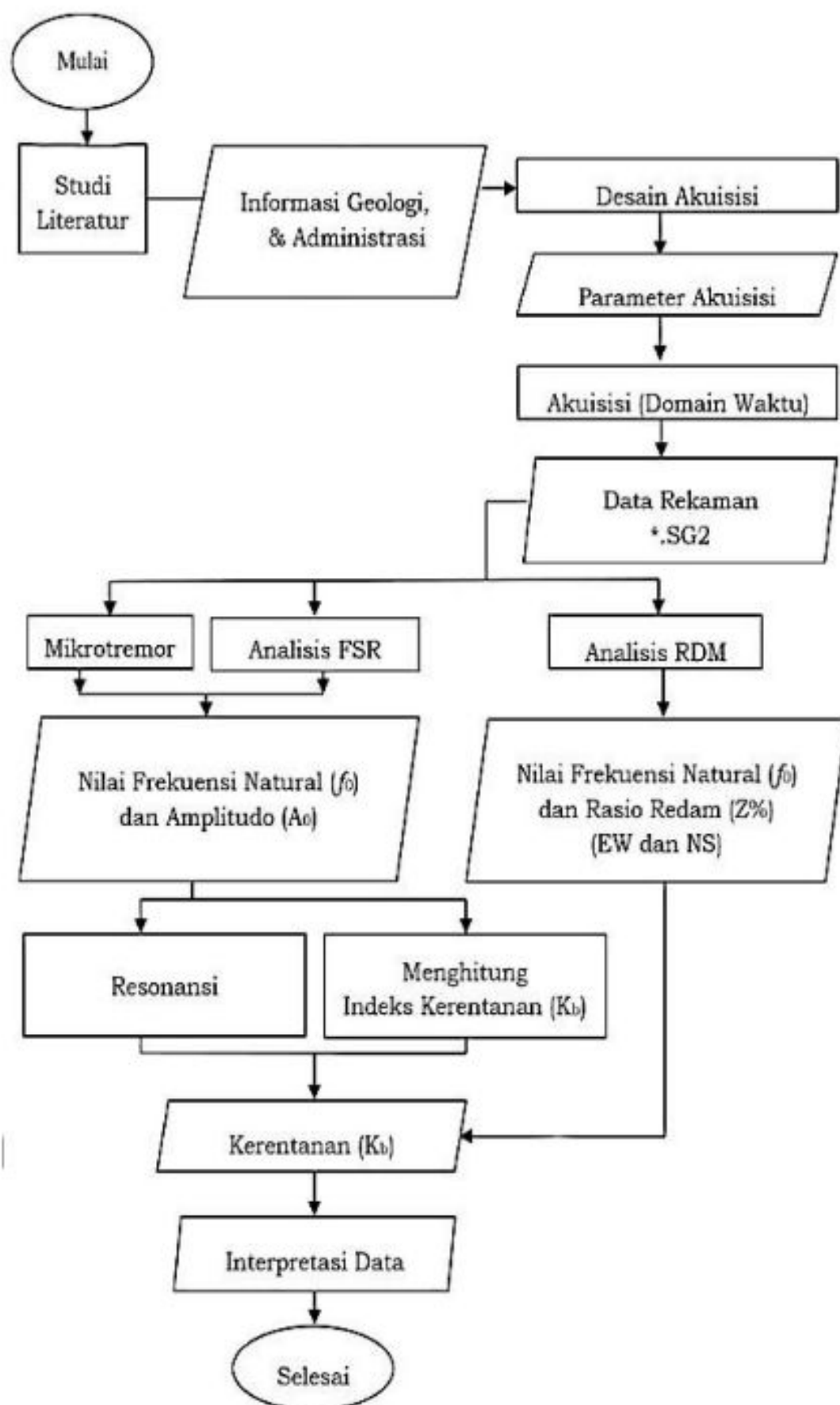
NO	Nama Alat	Fungsi
1	Seismograf MAE A6000S	sebagai penerima respon getaran pada titik pengukuran data.
2	Seismometer	sebagai penangkap respon getaran pada titik pengukuran data.
3	Kabel Penghubung	digunakan untuk menghubungkan antara seismograf dan seismometer.
4	Baterai/AKI	digunakan sebagai sumber daya untuk menyalakan seismograf dan seismometer.
5	Global Positioning system	digunakan untuk menentukan posisi atau koordinat pada setiap titik pengukuran.
6	Kompas Geologi	Digunakan untuk menentukan arah utara seismometer
7	Logbook	Digunakan untuk mencatat kejadian yang terjadi saat pengukuran dilakukan
8	Laptop	Digunakan untuk mengoperasikan Software untuk mengolah data hasil pengukuran di lapangan

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode observasi, Dimana akan dilakukan observasi dengan cara pengamatan langsung di lapangan mengenai kondisi daerah penelitian, di antara yang dilakukan observasi adalah mengetahui kondisi gedung dan kondisi tanah disekitar gedung.

Diagram Alir Penelitian

Pada tahapan pertama pada penelitian ini adalah melakukan studi literatur dimana sumber literasi dapat berupa jurnal, skripsi, media online, *text book*, dan sebagainya, setelah melakukan literasi peneliti sudah mendapatkan data berupa informasi geologi daerah penelitian, kemudian dari informasi yang telah diperoleh maka peneliti dapat melakukan desain akuisisi penelitian menggunakan parameter akuisisi yaitu berupa domain waktu,



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

3.4 Tahap Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan mengikuti tahapan penelitian sebagai berikut :

Studi Literatur

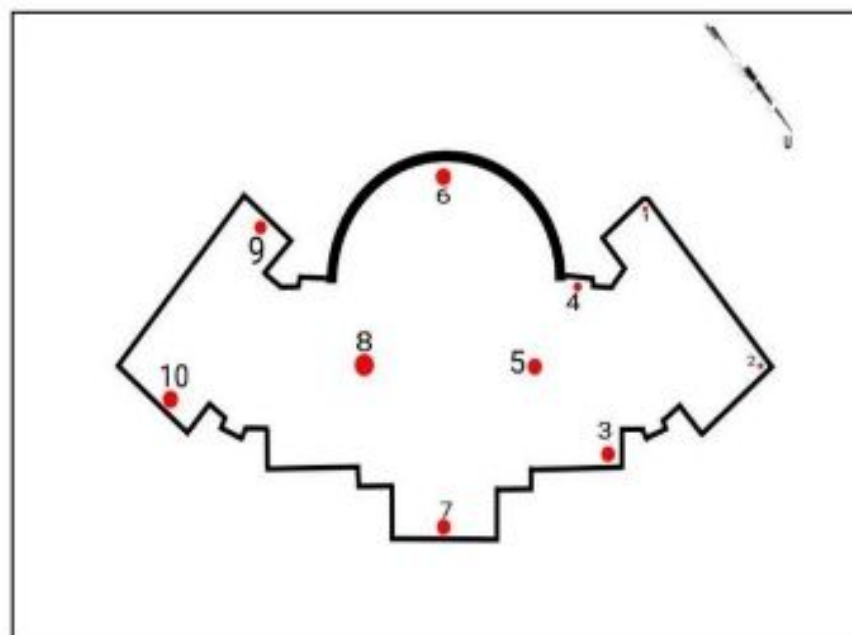
Studi literatur dilakukan dengan cara mencari referensi teori yang berhubungan dengan kasus atau permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian. Referensi ini bersumber dari jurnal, buku, atriKel, *thesis*, laporan penelitian dan situs-situs resmi internet.

Survey Awal

Survei awal merupakan kegiatan observasi lapangan dengan cara pengamatan langsung di lapangan mengenai kondisi daerah penelitian, di antara yang dilakukan observasi adalah mengetahui kondisi gedung dan kondisi tanah disekitar gedung.

Desain Akuisisi

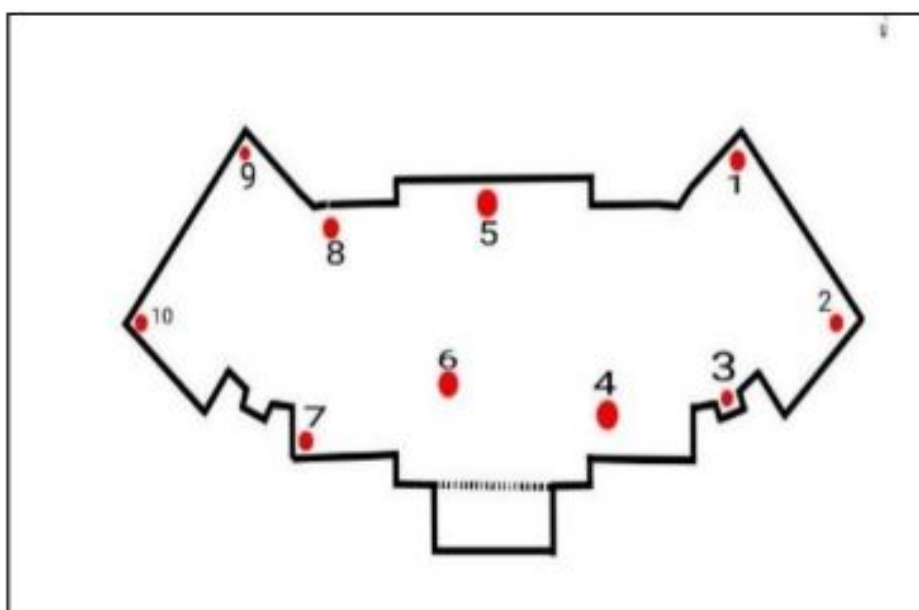
Sebelum melakukan akuisisi data terlebih dahulu membuat desain akuisisi yang meliputi penentuan jumlah titik pengukuran yang akan digunakan. Penentuan titik pengukuran dilakukan dengan menggunakan GPS dan kompas.



Gambar 9. Desain Akuisisi Lantai Basement

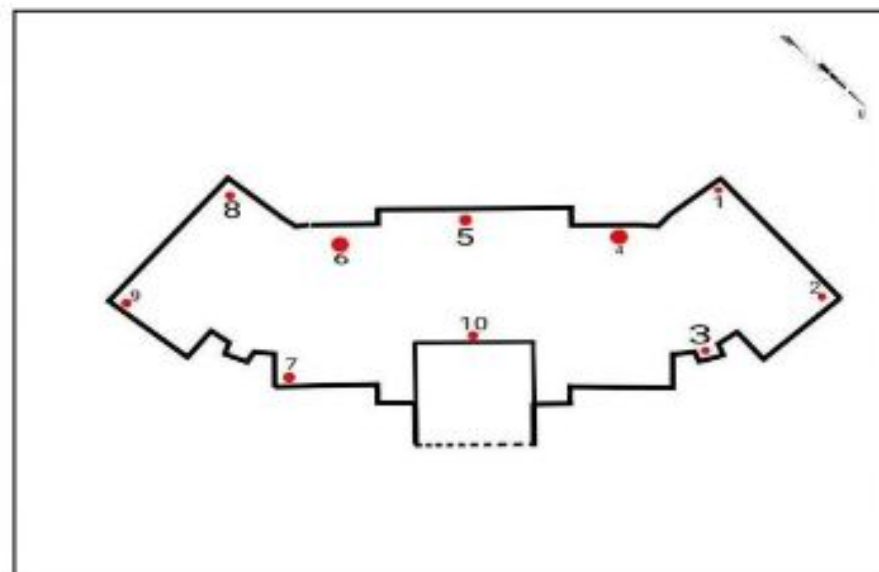
Tabel 6. Titik koordinat lantai Basement

Lantai	Koordinat
basement	T.1 0335314 9821369
	T.2 0335308 9821418
	T.3 0335360 9821391
	T.4 0335352 9821397
	T.5 0335349 9821418
	T.6 0335352 9821322
	T.7 0335352 9821347
	T.8 0335351 9821351
	T.9 0335349 9821433
	T.10 0335376 9821498

**Gambar 10.** Desain Akuisisi Lantai 1

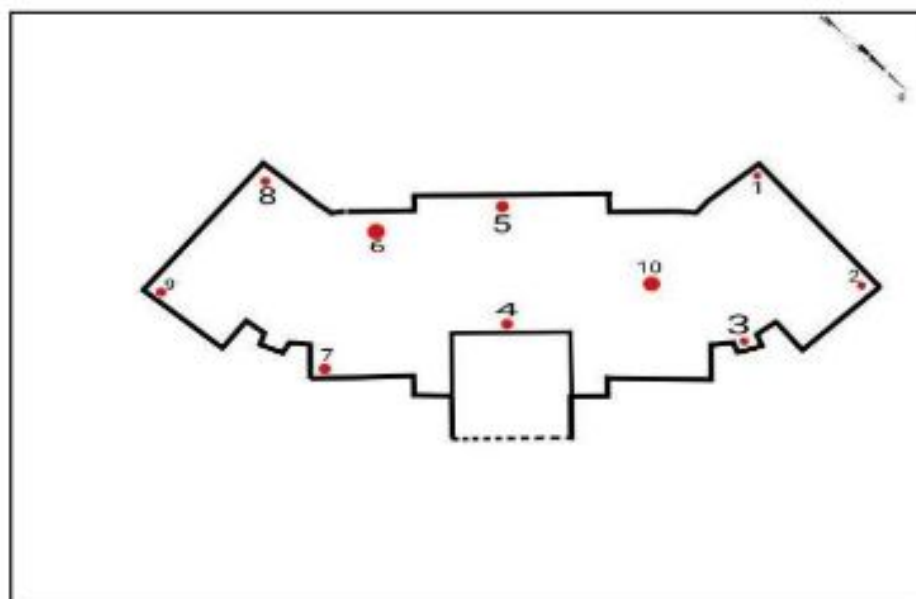
Tabel 7. Titik Koordinat lantai 1

Lantai	Koordinat
Lantai 1	T.1 03355354 9821331
	T.2 0335373 9821344
	T.3 0335360 9821391
	T.4 0335352 9821397
	T.5 0335357 9821390
	T.6 0335345 9821398
	T.7 0335332 9821400
	T.8 0335333 9821398
	T.9 0335335 9821420
	T.10 0335308 9821391

**Gambar 11.** Desain Akuisisi Lantai 2

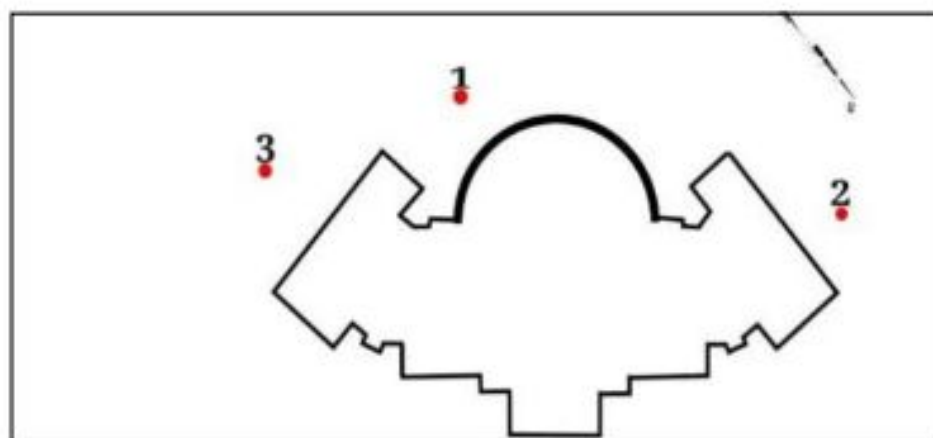
Tabel 8. Titik koordinat lantai 2

Lantai	Koordinat
Lantai 2	T.1 0335294 9821394
	T.2 0335369 9821360
	T.3 0335356 9821362
	T.4 0335338 9821391
	T.5 0335354 9821371
	T.6 0335357 9821377
	T.7 0335310 9821379
	T.8 0335329 9821382
	T.9 0335306 9821390

**Gambar 12.** Desain Akuisisi Lantai 3

Tabel 9. Titik koordinat lantai 3

Lantai	Koordinat
Lantai 3	T.1 0335363 9821347
	T.2 0335356 9821350
	T.3 0335367 9821369
	T.4 0335360 9821358
	T.5 0335354 9821380
	T.6 0335345 9821366
	T.7 0335342 9821367
	T.8 0335344 9821374
	T.9 0335344 9821374

**Gambar 13.** Desain Akuisisi Tanah

Akuisisi Data

Akuisisi data dilakukan menggunakan Seismograf 3 komponen MAE A6000S dengan durasi selama 1 Jam setiap titik pengukuran. Durasi ini dimaksud untuk meminimalisir *noise* pemasangan alat dan survey. Jumlah titik akuisisi sebanyak 40 titik di bangunan dan 3 titik di tanah. Langkah langkah akuisisi yang harus dilakukan dalam akuisisi data mikrotremor adalah sebagai berikut dan persyaratan teknis dalam survei mikrotremor menurut SESAME (2004).

1. Tentukan titik perckaman untuk menempatkan seismometer.
2. Letakkan *paving blok* didalam lubang sebagai alas untuk seismometer.
3. Letakkan seismometer dengan hati-hati pada titik pengukuran.
4. Letakkan seismometer mengarah ke utara
5. Hubungkan seismometer dengan seismograf MAE A6000S menggunakan kabel penghubung.
6. Lakukan penyamarataan gelembung nivo sehingga gelembung pada seismometer berada ditengah.
7. Setelah meletakkan sensor pada tempat, orientasi dan posisi yang sesuai, serta telah terhubung dengan kabel.
8. Hubungkan AKI dan seismograf MAE A6000S dengan kabel yang sesuai.
9. Berikan jarak antara seismometer dan seismograf MAE A6000S yang digunakan untuk melihat apakah peremakan telah selesai atau belum.

Pengolahan Data

Data mikrotremor yang diperoleh menggambarkan kecepatan getaran bangunan yang dinyatakan dalam domain waktu. Data tersebut diolah dengan menggunakan analisis FSR (*Floor Spectral Rasio*) dan analisis RDM (*Random Decrement Method*) menggunakan perangkat lunak Geopsy. Pada analisis FSR, dilakukan *windowing* (pemilihan sinyal), kemudian sinyal domain waktu diubah ke domain frekuensi dengan *Fast Fourier Transform* secara otomatis oleh Geopsy. Sedangkan untuk mendapatkan hasil yang optimal digunakan *filter smoothing Konno dan Ohmachi* dengan koefisien Bandwith sebesar 40 dan kemudian dilakukan pemilihan *windows* dengan memilih sinyal yang konstan. Proses ini setiap satu *windows* memuat 25 detik dengan jumlah minimal 20 *Windows* (SESAME, 2004)

Interpretasi Data

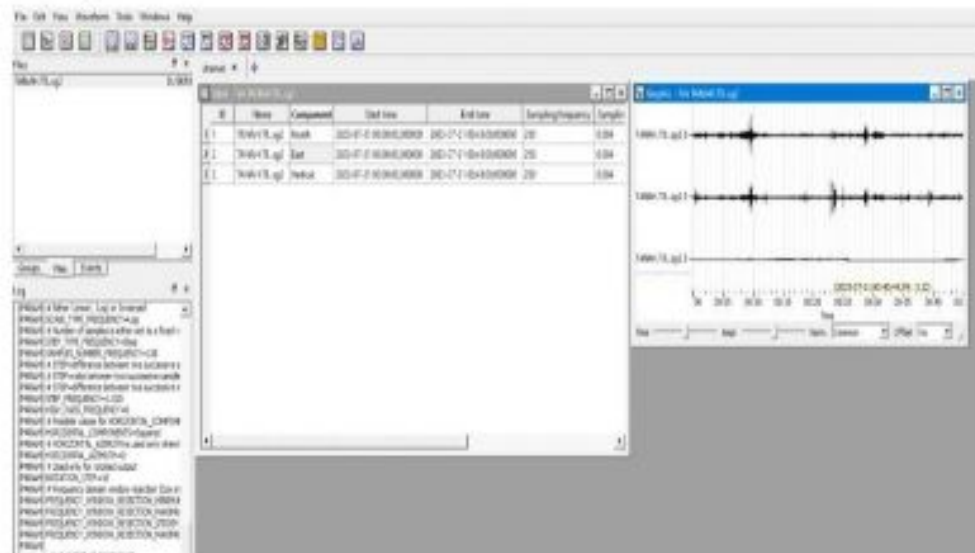
Interpretasi dalam identifikasi terbagi menjadi dua yaitu interpretasi secara kualitatif dan kuantitatif. interpretasi kualitatif adalah data mikroseismik menggunakan metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) dan *Random Decrement Method* (RDM). interpretasi kualitatif adalah data mikroscismik menggunakan metode

Floor Spectral Ratio (FSR) dan *Random Decrement Method (RDM)*. Interpretasi Kuantitatif, Interpretasi kuantitatif adalah yang dapat dilakukan berdasarkan nilai parameter mikrozonasi. Parameter tersebut yaitu amplifikasi (A_0), frekuensi alami (f_0). Dari kedua interpretasi tersebut akan dibandingkan dengan kerentanan gerakan tanah daerah penelitian untuk mendapatkan indeks kerentanan tanah dan nilai resonansi bangunan.

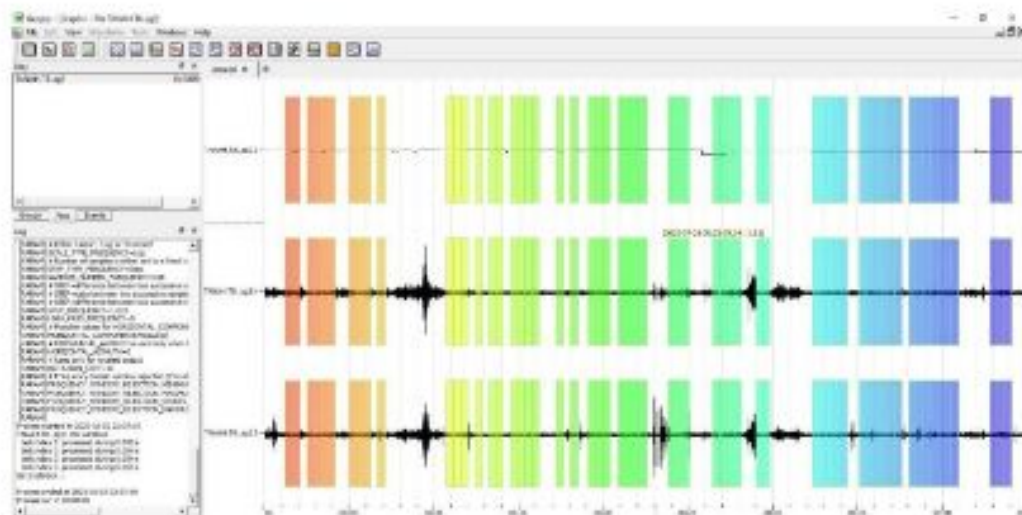
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengolahan

Penelitian ini dilakukan di Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi, dengan metode mikrotremor dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 40 titik yang tersebar pada 4 lantai (1 basement dan 3 lantai) dengan bentuk data Sg2. Dimana data ini diolah menggunakan *Geopsy* sehingga menghasilkan kurva Spektrum. Pada penelitian ini diperoleh hasil berupa sinyal dalam bentuk domain waktu, yang mana hasil ini diolah menggunakan analisis HVSR (*Horizontal to Spectral Ratio*), analisis FSR (*Floor Spectral Ratio*) dan analisis RDM (*Random Decrement Method*) dimana pengolahan data menggunakan *software Geopsy*. Data mikrotremor yang telah di dapat kemudia dilakukan pengolahan menggunakan perangkat lunak *Geopsy* menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) yang mengubah data dari domain waktu ke domain frekuensi. Selanjutnya menghaluskan hasil proses FFT digunakan filter *smoothing Konno* dan *Ohmachi* dengan koefisien *bandwith* sebesar 40 kemudian dilakukan pemilihan *windows* dengan memilih sinyal yang konstan dengan minimal *windows* yaitu 20.



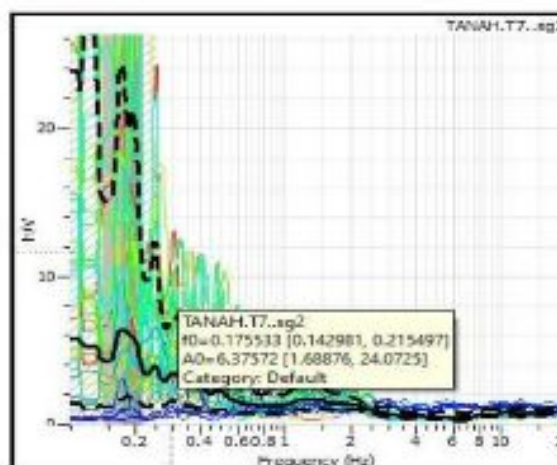
Gambar 14. Data Pengukuran Mikrotremor



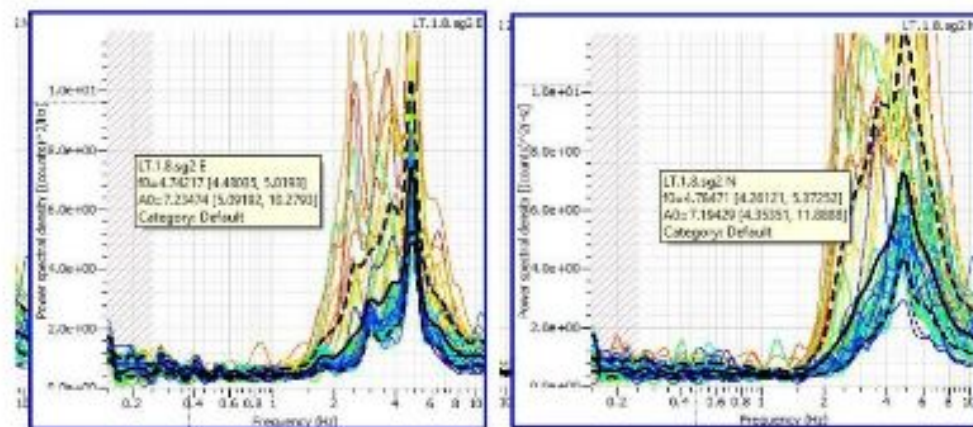
Gambar 15. Picking Gelombang Pada Analisis HVSR

Frekuensi natural tanah diperoleh menggunakan analisis IIVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) yang mencakup kesesuaian bentuk kurva H/V yang diperoleh terhadap bentuk kurva secara teoritis (SESAME 2004). Kurva tersebut menghasilkan frekuensi natural (f_0) atau frekuensi dominan, amplitudo (A_0) atau amplifikasi dan *error defiasi*. Hasil kurva H/V yang didapatkan dari hasil pengolahan data lapangan terlihat pada (Gambar 15).

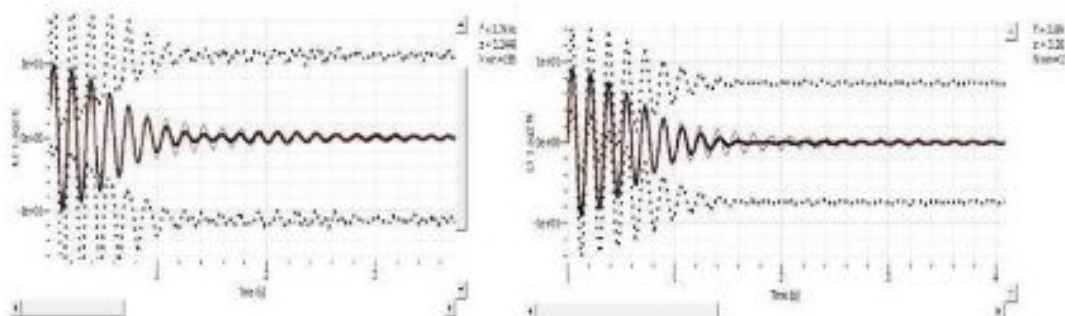
Hasil kurva pada *Floor Spectral Ratio* (FSR) menghasilkan frekuensi natural (f_0) bangunan dari komponen *East-West* (EW) dan komponen *North-South* (NS) serta amplitudo bangunan (A_0) (Gambar 16) dimana nilai amplitudo pada tiap lantai semakin tinggi nilai amplitudonya akan semakin besar juga karena lantai dan bangunan tidak bersentuhan langsung dengan batuan dasar. Sedangkan RDM (*Random Decrement Method*) menghasilkan frekuensi natural (f_0) dari dua komponen yaitu komponen *East-West* (EW) dan komponen *North-South* (NS) serta Rasio Redam dari dua komponen yaitu komponen *East-West* (EW) dan komponen *North-South* (NS) (Gambar 17).



Gambar 16. Hasil Kurva H/V Data Perekaman Tanah Analisis HVSR



Gambar 17. Hasil Kurva Data Rekaman Bangunan Komponen EW dan NS Analisis FSR



Gambar 18. Hasil Kurva Damping Data Rekaman Bangunan Komponen EW dan NS Analisis RDM

Karakteristik ketahanan bangunan terdapat tiga parameter yang dihasilkan yaitu frekuensi natural bangunan (f_0), rasio redam (Z) dan indeks nilai amplifikasi (A_0). Nilai frekuensi tanah dan bangunan dapat mengetahui resonansi bangunan apabila frekuensi tanah (f_t) sama atau lebih rendah dari frekuensi bangunan (f_b) akan mengalami resonansi atau kerusakan bangunan, sedangkan frekuensi tanah (f_t) yang lebih kecil daripada frekuensi bangunan (f_b) maka bangunan tersebut dinyatakan aman terhadap kerusakan.

4.2 Frekuensi Natural (f_0) dan Amplifikasi (A_0) Hasil Analisis HVSR

Hasil dari penelitian Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi pada pengukuran tanah, dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 3 titik menghasilkan kurva H/V yang diperoleh dari pengolahan menggunakan Geopsy. Nilai frekuensi alami (f_t) diklasifikasikan dengan menggunakan klasifikasi kanai. Berdasarkan hasil nilai frekuensi dan amplitudo pada hasil analisis HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) terdapat nilai frekuensi alami (f_0) dengan nilai 0,17 Hz, 1,64 Hz, 1,60 Hz. Sedangkan amplitudo atau amplifikasi (A_0) diklasifikasikan menurut Satiawan (2009) nilai amplifikasi tinggi menunjukkan kontras impedensi yang tinggi, yang artinya densitas (ρ) antar lapisan sangat

berbeda. Dalam analisa resiko gempa bumi, kontras impedensi tinggi mengakibatkan risiko yang tinggi akan terjadi gempa bumi. Nilai amplifikasi dipengaruhi oleh kecepatan gelombang. Apabila kecepatan gelombang semakin kecil maka amplifikasi semakin besar, dimana menunjukkan bahwa amplifikasi berhubungan dengan tingkat kepadatan batuan. amplitudo atau amplifikasi yang di dapat yaitu dengan nilai 2,37, 1,34 dan 2.17 yang mana dikasifikasikan sebagai amplifikasi rendah. Hasil tersebut digunakan untuk mengetahui kerentanan bangunan (resonansi) yang di akumulasi dengan data frekuensi bangunan (f_b).

Berdasarkan klasifikasi menurut kanai, (1998) nilai frekuensi dengan kisaran 0,17 Hz – 1,64 Hz berada pada frekuensi tipe I dan tipe II yang memiliki frekuensi natural (f_0) < 2,5 Hz, mempunyai ketebalan sedimen yang sangat tebal yaitu 30 m yang didominasi dengan batuan alluvium. Dari ketebalan tersebut menyatakan bahwa semakin besar nilai frekuensi natural maka semakin tipis sedimen, sedangkan semakin kecil nilai frekuensi natural maka semakin besar sedimen didaerah penelitian. Parolai, dkk (2001), mengatakan bahwa batuan dasar apabila semakin dalam maka nilai frekuensi alami semakin rendah dan sebaliknya semakin dangkal batuan dasar maka nilai frekuensi alami semakin tinggi. Amplitudo berada pada 1,34 – 2,37 memiliki nilai amplitudo yang rendah sesuai dengan klasifikasi nilai faktor amplifikasi menurut Setiawan (2009). Nilai amplifikasi tersebut berada pada amplifikasi rendah yang mana $A < 3$ dan. Dalam analisa resiko gempa bumi, jika kontras amplifikasi rendah maka memiliki resiko yang rendah pada saat terjadinya getaran. Hal tersebut menyatakan bahwa dari dua data nilai frekuensi dan nilai amplitudo memiliki ketebalan sedimen yang lumayan tebal. Sehingga apabila terjadi getaran tidak menyebabkan terjadinya kerusakan tanah atau bangunan yang signifikan.

Tabel 6. Hasil titik Perckaman Tanah Analisis HVSR

TITIK	f_0 (Hz)	A0
1	0,1755	2,37572
2	1,64	1,34562
3	1,608	2,17257

4.3 Analisis FSR (Floor Spectral Ratio)

Hasil dari penelitian pada Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi pada pengukuran bangunan dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 40 titik menghasilkan kurva spektrum yang diperoleh dari pengolahan menggunakan *Geopsy*. Dalam proses pengolahan FSR (*Floor Spectral Ratio*) dalam

kurva Spektrum didapatkan dari beberapa *channel* atau komponen *EastWest* (EW) dan *North-South* (NS) berupa frekuensi natural bangunan dan amplitudo bangunan. Frekuensi dan amplitudo tersebut dihasilkan dari kurva Spektrum yang diolah dengan menggunakan *software geopsy*. Untuk nilai frekuensi bangunan biasanya memiliki frekuensi natural rata-rata lebih dari 1 Hz hingga kurang dari 8 Hz, sedangkan dibawah 1 Hz diabaikan (SESAME, 2004). Jika nilai amplitudo yang didapatkan besar dari hasil kurva spektrum hal tersebut dikarenakan amplitudo tidak bersentuhan langsung dengan batuan dasar.

Hasil nilai frekuensi basement pada (Tabel 7) dengan titik perekaman sebanyak 10 titik yang memiliki dua komponen hasil yaitu komponen *East – West* (EW) dan *North - south* (NS). Dua komponen tersebut didapatkan dari pengolahan *spectrum* hasil pengolahan menggunakan analisis FSR (*Floor Spectral Ratio*). Berdasarkan (Tabel 7) nilai frekuensi pada komponen *East – West* (EW) memiliki nilai kisaran 3,86Hz – 4,67Hz, sedangkan pada komponen *North - south* (NS) dengan kisaran antara 3,61 Hz – 5,24 Hz. Frekuensi tersebut memiliki nilai yang lebih besar dari pada nilai frekuensi alami tanah (f_0). Perbandingan nilai tersebut menyatakan bahwa lantai 1 tidak mengalami kerusakan apabila terjadinya getaran.

Untuk nilai amplitudo komponen *East – West* (EW) memiliki kisaran nilai 6,1054 – 7,4829 dan komponen *North - south* (NS) memiliki kisaran nilai 5,8843– 8,3118. Nilai amplitudo yang besar pada komponen (EW dan NS) karena amplitudo bangunan tidak bersentuhan langsung dengan batuan dasar

Tabel 7. Nilai frekuensi dan amplitudo basement

TITIK	EW		NS	
	f_0 (Hz)	A0	f_0 (Hz)	A0
1	4,72	6,1054	4,57	6,98012
2	4,86	6,98122	4,67	7,2084
3	3,93	6,8912	4,34	5,8843
4	3,88	6,5911	4,28	7,01128
5	4,86	7,0016	4,81	6,10171
6	4,73	6,9883	5,24	6,4209
7	4,69	7,45519	5,08	5,9864
8	4,31	6,7802	4,54	8,1983
9	3,87	6,9984	3,61	8,3118
10	4,33	7,4829	4,39	6,7108

Hasil nilai frekuensi lantai 1 pada (**Tabel 8**) jumlah titik perekaman sebanyak 10 titik yang memiliki dua komponen hasil yaitu komponen *East – West* (EW) dan *North – south* (NS). Frekuensi pada komponen *East – West* (EW) memiliki nilai kisaran 3,52 Hz – 5,71 Hz, sedangkan pada komponen *North – south* (NS) berkisar antara 3,56 Hz – 5,32 Hz. Frekuensi tersebut memiliki nilai yang lebih besar dari pada nilai frekuensi alami tanah (f_0), yaitu 0,175 Hz – 1,64 Hz. Frekuensi tersebut memiliki nilai yang lebih besar dari pada nilai frekuensi alami tanah (f_i). Perbandingan nilai tersebut menyatakan bahwa lantai 1 tidak mengalami kerusakan apabila terjadinya getaran.

Untuk nilai amplitudo pada komponen *East – West* (EW) memiliki nilai kisaran dari 6,6675 – 8,7443. Hasil amplitudo pada komponen *North – south* (NS) dengan kisaran dari 6,86257 – 10,2922. Nilai amplitudo yang besar pada komponen (EW dan NS) karena amplitudo bangunan tidak bersentuhan langsung dengan batuan dasar.

Tabel 8. Nilai frekuensi dan amplitudo lantai 1

Titik	EW		NS	
	f_0 (Hz)	A0	f_0 (Hz)	A0
1	4,58	7,32	4,12	7,9015
2	4,73	8,4769	4,68	10,2922
3	5,71	8,7433	5,22	8,4229
4	5,05	6,7981	5,32	6,9081
5	4,74	7,0999	4,75	7,4941
6	3,89	7,647	3,56	6,8864
7	3,52	6,6675	3,85	6,91456
8	4,74	7,23474	4,78	7,19429
9	4,31	6,9812	4,16	7,2011
10	4,77	7,18243	4,71	6,86257

Hasil nilai frekuensi lantai 2 pada (**Tabel 9**) dengan titik perekaman sebanyak 10 titik. Frekuensi pada komponen *East – West* (EW) memiliki nilai kisaran 3,82 Hz – 4,75 Hz, sedangkan pada komponen *North – south* (NS) dengan kisaran antara 3,4 Hz – 5,43 Hz. Dua komponen tersebut didapatkan dari pengolahan *spectrum* FSR yang memiliki nilai yang lebih besar dari pada nilai frekuensi alami tanah (f_i). Frekuensi tersebut memiliki nilai yang lebih besar dari pada nilai frekuensi alami tanah (f_0). Perbandingan nilai tersebut menyatakan bahwa lantai 2 tidak mengalami kerusakan apabila terjadinya getaran.

Untuk hasil amplitudo komponen *East - West* (EW) memiliki nilai kisaran dari 7,59 - 14,0226 sedangkan amplitudo pada komponen *North - south* (NS) berkisar dari 6,33689 - 10,8774. Nilai amplitudo yang besar pada komponen (EW dan NS) karena amplitudo bangunan tidak bersentuhan langsung dengan batuan dasar.

Tabel 9. Nilai frekuensi dan amplitudo lantai 2

TTIK	EW		NS	
	f0 (Hz)	A0	f0 (Hz)	A0
1	4,04	9,36392	4,34	6,33689
2	4,75	7,59	4,64	7,22549
3	4,39	12,2407	5,43	8,41714
4	4,38	9,80013	5,37	6,69439
5	4,44	9,22102	4,29	10,8774
6	3,82	14,0226	3,4	9,4696
7	4,02	9,53558	4,33	6,41655
8	4,64	8,6311	4,79	9,70081
9	4,5	10,0881	4,32	10,3223
10	4,17	7,69451	4,23	6,51614

Hasil nilai frekuensi lantai 3 pada (**Tabel 10**) dengan titik pengukuran sebanyak 10 titik. Frekuensi komponen *East - West* (EW) memiliki nilai kisaran dari 4,63 Hz - 5,44 Hz, sedangkan komponen *North - south* (NS) dengan kisaran dari 4,3 Hz - 5,54 Hz. Dua komponen tersebut didapatkan dari pengolahan *spectrum* (FSR) *Floor Spectral Ratio*, memiliki nilai yang lebih besar dari pada nilai frekuensi alami tanah (f_0). Perbandingan nilai tersebut menyatakan bahwa lantai 4 tidak mengalami kerusakan apabila terjadinya gempa bumi.

Untuk nilai amplitudo komponen *East - West* (EW) dengan kisaran dari 7,46299 - 50,243. Nilai amplitudo komponen *North - south* (NS) yaitu dengan kisaran dari 7,39989 - 27,8366. Nilai amplitudo yang besar pada komponen (EW dan NS) karena amplitudo bangunan tidak bersentuhan langsung dengan batuan dasar.

Tabel 10. Nilai frekuensi dan Amplitudo lantai 3

TITIK	EW		NS	
	f0 (Hz)	A0	f0 (Hz)	A0
1	4,75	7,46299	4,78	7,39989
2	5,44	16,4216	5,29	27,8366
3	4,83	25,4212	4,93	18,1287
4	4,69	18,6288	4,57	8,65367
5	4,63	23,0169	4,69	11,385
6	4,74	32,9022	4,83	12,4287
7	4,76	37,4288	4,73	8,66133
8	4,65	25,0485	4,3	13,6895
9	4,77	50,243	5,13	9,0532
10	5,43	28,5402	5,54	16,7538

Dari hasil (**Tabel 11**) tersebut menyatakan bahwa semakin besar nilai frekuensi natural maka semakin tipis sedimen, sedangkan semakin kecil nilai frekuensi natural maka semakin besar sedimen didaerah penelitian. Parolai, dkk (2001), mengatakan bahwa batuan dasar apabila semakin dalam maka nilai frekuensi alami semakin rendah dan sebaliknya semakin dangkal batuan dasar maka nilai frekuensi alami semakin tinggi

Berdasarkan nilai rata rata frekuensi natural dijelaskan pada **Tabel 11** dimana terlihat perbedaan nilai pada lantai 2 karena saat melakukan akuisisi data dilantai 2 sedang dilakukan pemasangan wifi jadi kemungkinan terbesar kenapa nilai pada lantai 2 tidak mengikuti pola adalah karena banyaknya noise saat melakukan pengukuran di lantai 2.

Tabel 11. Nilai rata rata frekuensi natural pada setiap lantai.

Lantai	Frekuensi Natural (Hz)		Amplitudo	
	EW	NS	EW	NS
Basement	4,42	4,55	6,92	6,88
1	4,6	4,52	7,42	7,6
2	4,31	4,51	9,82	10,56
3	4,87	4,88	26,51	13,99

4.4 Analisis RDM (Random Decrement Method)

Prinsip dari *Random Decrement Method* (RDM) adalah mengetahui nilai Rasio Redaman pada bangunan dengan menggunakan *filtering bandpass filter*. Nilai *Random Decrement Method* (RDM) tahapannya adalah dengan menganalisis kembali frekuensi natural bangunan yang diperoleh dengan metode FSR yang didapat dari kurva damping toolbar pada *software geopsy*. Jarak frekuensi hasil kurva damping sama dengan jarak nilai frekuensi FSR (*Floor Spectral Ratio*) yaitu dari 1 sampai 8 Hz.

Prinsip dari RDM sama seperti prinsip dari FSR. Jika, nilai frekuensi bangunan lebih besar dari frekuensi tanah maka bangunannya akan kokoh atau kuat, sedangkan frekuensi bangunan sama dengan frekuensi tanah maka bangunan akan roboh atau mudah rusak apabila terjadinya getaran. Parameter RDM dan FSR digunakan untuk mengetahui akurasi validasi dari frekuensi natural bangunan. Nilai frekuensi tersebut digunakan untuk mengetahui korelasi hubungan antara RDM dan FSR.

Rasio Redam merupakan ukuran yang menggambarkan seberapa cepat osilasi meluruh atau merambat dari satu pantulan ke pantulan berikutnya. Osilasi yaitu variasi periode terhadap waktu dari suatu hasil pengukuran. Rasio redam digunakan untuk mengetahui sifat material struktur bangunan. Nilai rasio redam digunakan untuk mengetahui kerentanan bangunan yang dihubungkan dengan indeks kerentanan bangunan.

4.4.1 Nilai Frekuensi bangunan (F_b) dan Rasio Redam (Z) Hasil Analisis RDM (*Random Decrement Method*)

Hasil nilai *Random Decrement Method* (RDM) lantai basement pada (Tabel 12) hasil pengolahan kurva RDM terdapat dua parameter data yaitu komponen *East – West* (EW) menghasilkan nilai rasio redam dan frekuensi, kemudian komponen *North – South* (NS) menghasilkan nilai rasio redam (ζ) dan frekuensi (f). Nilai rasio redam komponen EW memiliki kisaran dari 2,05 % sampai 7% untuk nilai rata-rata adalah 4,616%. Sedangkan komponen NS nilai rasio redam yaitu kisaran 2,41% sampai 6,36% untuk nilai rata-rata adalah 4,269%. Hasil nilai frekuensi natural pada dua komponen yaitu komponen *East – West* (EW) dengan kisaran nilai 3,42 Hz sampai 4,98 Hz, sedangkan komponen (NS) dengan kisaran nilai 3,61 Hz sampai 5,24 Hz. Nilai rata-rata frekuensi komponen *East – West* (EW) adalah 3,722 Hz, sedangkan rata-rata frekuensi komponen *North – South* (NS) adalah 4,257 Hz.

Tabel 12. . Nilai Random Decrement Method (RDM) Basement

TITIK	EW		NS	
	ζ (%)	f_0 (Hz)	ζ (%)	f_0 (Hz)
1	3,46	4,73	3,04	4,57
2	4,47	4,35	4,37	4,67
3	4,01	4,98	4,11	4,34
4	4,12	4,16	4,23	4,28
5	2,05	4,86	2,41	4,81
6	4,76	4,55	5,12	5,24
7	5,29	4,4	6,36	5,08
8	5,8	4,46	4,02	4,54
9	5,2	3,51	4,19	3,61
10	7	3,42	4,84	4,39

Hasil nilai *Random Decrement Method* (RDM) lantai 1 pada (**Tabel 13**) terdapat dua parameter data yaitu komponen *East – West* (EW) menghasilkan nilai rasio redam (ζ) dan frekuensi (f) komponen *North – South* (NS) menghasilkan nilai rasio redam dan frekuensi. Komponen (EW) nilai rasio redam yaitu 5,14% sampai 8,85% untuk nilai rata-rata adalah 6,385%, sedangkan nilai rasio redam komponen (NS) dengan kisaran 4,8% sampai 7,51% untuk nilai rata-rata adalah 5,64%. Hasil nilai frekuensi natural pada dua komponen (EW dan NS) yaitu komponen *East – West* (EW) berada pada kisaran nilai 3,32 Hz sampai 4,64 Hz, sedangkan komponen *North – South* (NS) berada pada kisaran nilai 3,85 Hz sampai 5,22 Hz. Nilai rata-rata frekuensi komponen EW adalah 3,602 Hz, sedangkan rata-rata frekuensi komponen NS adalah 4,52 Hz

Tabel 13. Nilai *Random decrement Method* (RDM) Lantai 1

TITIK	EW		NS	
	ζ (%)	f_0 (Hz)	ζ (%)	f_0 (Hz)
1	6,21	4,53	6,63	4,12
2	7,12	4,64	7,51	4,68
3	5,34	5,73	5,15	5,22

4	8,85	4,34	6,73	5,32
5	6,01	4,51	5,47	4,75
6	5,71	3,42	4,93	3,56
7	5,7	3,32	4,8	3,85
8	5,58	4,51	5,57	4,78
9	5,14	3,43	4,22	4,16
10	7,19	4,59	7,26	4,71

Hasil nilai *Random Decrement Method* (RDM) lantai 2 pada (**Tabel 14**) terdapat dua parameter data yaitu komponen *East – West* (EW) menghasilkan nilai rasio redam (ζ) dan frekuensi (f_0) komponen *North – South* (NS) menghasilkan nilai rasio redam dan frekuensi. Nilai rasio redam pada komponen (EW) yaitu 4,13% sampai 6,53% untuk nilai rata-rata adalah 6,205%, sedangkan nilai rasio redam pada komponen NS yaitu 4,11% sampai 6,35% untuk nilai rata-rata adalah 6,078%. Hasil nilai frekuensi natural pada dua komponen (EW dan NS) yaitu komponen *East – West* (EW) dengan kisaran nilai 3,42 Hz sampai 4,59 Hz, sedangkan komponen *North – South* (NS) dengan kisaran nilai 3,4 Hz sampai 5,43 Hz. Rata-rata frekuensi komponen EW adalah 3,955 Hz, sedangkan rata-rata frekuensi komponen NS adalah 4,394 Hz.

Tabel 14. Nilai *Random Decrement Method* (RDM) Lantai 2

TITIK	EW		NS	
	ζ (%)	f_0 (Hz)	ζ (%)	f_0 (Hz)
1	5,51	3,51	4,47	4,34
2	6,53	4,59	6,35	4,64
3	5,51	4,51	5,3	5,43
4	6,43	4,44	5,65	5,37
5	4,43	4,51	4,55	4,29
6	5,61	3,69	5,04	3,4
7	6,03	4,03	4,32	4,33
8	6,27	4,34	4,11	4,79

9	4,17	4,59	3,45	4,32
10	5,05	3,42	5,66	4,23

Hasil nilai *Random Decrement Method* (RDM) lantai 3 pada (**Tabel 15**) dengan dua parameter data yaitu komponen *East – West* (EW) menghasilkan nilai rasio redam (ζ) dan frekuensi (f). Pada komponen *North – South* (NS) menghasilkan nilai rasio redam dan frekuensi. Komponen *East – West* (EW) nilai rasio redam yaitu kisaran 4,69% sampai 9,93% untuk nilai rata-rata adalah 6,205%. Komponen (NS) nilai rasio redam yaitu kisaran 4,33% sampai 9,74% untuk nilai rata-rata adalah 6,078%. Hasil nilai frekuensi natural pada dua parameter yaitu komponen *East – West* (EW) dengan kisaran nilai 4,33 Hz sampai 5,32 Hz, sedangkan komponen (NS) dengan kisaran nilai 4,32 Hz sampai 5,34 Hz. Nilai rata-rata frekuensi komponen EW adalah 4,255 Hz, sedangkan rata-rata frekuensi komponen NS adalah 4,632 Hz.

Tabel 15. Nilai *Random Decrement Method* (RDM) Lantai 3

TITIK	EW		NS	
	ζ (%)	f_0 (Hz)	ζ (%)	f_0 (Hz)
1	5,37	4,52	6,01	4,49
2	8,83	5,32	5,95	5,22
3	6,82	4,38	4,33	4,54
4	7,92	4,39	7,26	4,44
5	7,01	4,34	9,74	4,32
6	4,69	4,33	5,78	4,33
7	5,63	4,34	4,84	4,43
8	6,3	4,34	5,24	4,41
9	5,76	4,34	5,02	4,42
10	9,93	5,25	6,61	5,34

berdasarkan analisis Tabel 16 nilai rasio redam akan semakin tinggi jika ketinggian Gedung semakin tinggi diikuti dengan nilai f_0 RDM akan semakin menurun diikuti nilai rasio redam yang naik, hal itu sesuai dengan yang dikemukakan oleh Hartini, dkk (2019) Rasio redaman ini juga berhubungan erat

dengan indeks kerentanan, di mana indeks kerentanan menurun jika rasio redaman kecil dan indeks kerentanan meningkat jika rasio redaman tambah besar.

Berdasarkan nilai rata rata RDM dijelaskan pada **Tabel 16** dimana terlihat perbedaan nilai pada lantai 2 karena saat melakukan akuisisi data dilantai 2 sedang dilakukan pemasangan wifi jadi kemungkinan terbesar kenapa nilai pada lantai 2 tidak mengikuti pola adalah karena banyaknya noise saat melakukan pengukuran di lantai 2.

Tabel 16. Nilai rata rata RDM pada setiap lantai.

Lantai	EW		NS	
	ζ (%)	f_0 (Hz)	ζ (%)	f_0 (Hz)
Basement	4,62	3,72	4,27	3,85
1	6,38	2,60	5,83	2,62
2	5,55	2,51	4,89	2,48
3	6,83	2,36	6,08	2,41

4.5 Resonansi Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi

Untuk mendapatkan nilai resonansi bangunan yaitu dari nilai frekuensi tanah (f_i) dan frekuensi bangunan (f_b). 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_0). Dari kedua parameter tersebut didapatkan dari metode mikrotremor. Hasil nilai frekuensi yang didapatkan dari kurva spektrum dan kurva HVSR digunakan untuk mengetahui resonansi pada suatu bangunan. Resonansi didapatkan dari (**Persamaan 1**) yaitu dari frekuensi bangunan dan frekuensi tanah.

Untuk mendapatkan nilai resonansi komponen EW dan NS diambil dari frekuensi bangunan dan untuk nilai frekuensi tanah diambil dari nilai 0.1755 Hz – 1.64 Hz. Nilai frekuensi tertinggi pada frekuensi tanah yaitu 1.64 Hz dengan nilai tersebut yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai resonansi yang diakumulasikan dengan frekuensi bangunan komponen EW dan NS. Karena frekuensi tanah masih berada pada frekuensi < 2.5 Hz berdasarkan klasifikasi kanai. Nantinya nilai tersebut didapatkan nilai resonansi yang mendekati 100%. Resonansi terjadi apabila frekuensi tanah sama dengan frekuensi bangunan maka bangunan akan mengalami kerusakan, sedangkan frekuensi tanah lebih kecil dari frekuensi bangunan maka bangunan akan kuat atau kokoh (Gosar, 2007). Berdasarkan klasifikasi resonansi (Gosar, 2007) bahwa nilai resonansi

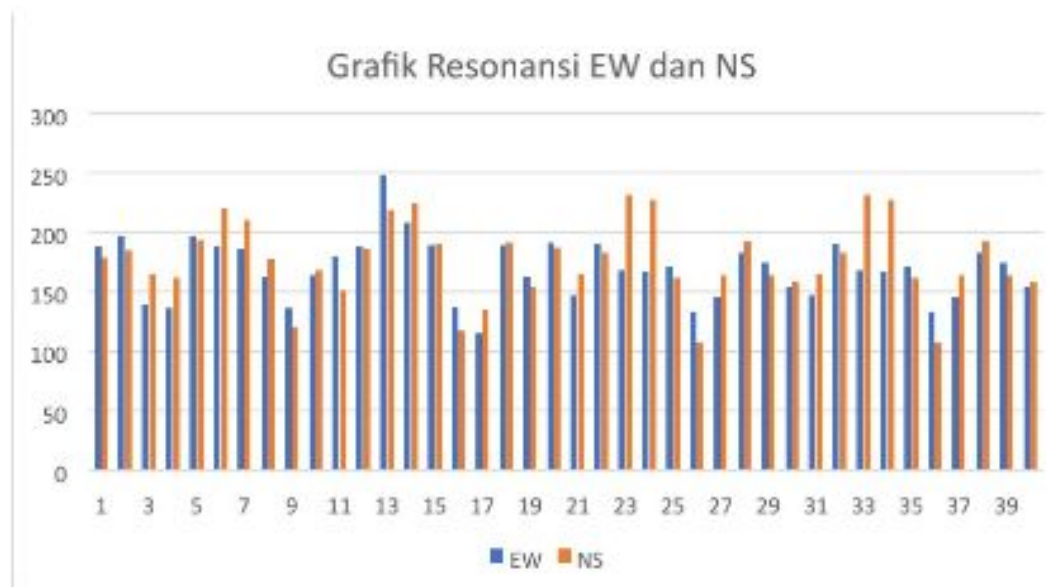
$>\pm 25\%$ diklasifikasikan rendah, Nilai resonansi 15-25% diklasifikasikan sedang, dan nilai resonansi $<\pm 15\%$ diklasifikasi tinggi.

Berdasarkan (Tabel 15) merupakan hasil pengolahan yang didapatkan dari perhitungan menggunakan (Persamaan 1). Titik perckaman sebanyak 40 titik yang menghasilkan nilai resonansi dari dua komponen data FSR (Floor Spectral Ratio) yaitu komponen *East-West* (EW) dan Komponen *North-South* (NS). Dari keseluruhan data nilai resonansi Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi pada komponen *EastWest* (EW) memiliki nilai rata-rata 165,181%, sedangkan komponen *North-South* (NS) memiliki nilai rata-rata 175,244%.

Tabel 17. Nilai Rata-rata resonansi

lantai	titik	frekuensi alami (Hz)		RESONANSI	
		EW	NS	EW	NS
basement	1	4,72	4,57	187,805	178,659
	2	4,86	4,67	196,341	184,756
	3	3,93	4,34	139,634	164,634
	4	3,88	4,28	136,585	160,976
	5	4,86	4,81	196,341	193,293
	6	4,73	5,24	188,415	219,512
	7	4,69	5,08	185,976	209,756
	8	4,31	4,54	162,805	176,829
	9	3,87	3,61	135,976	120,122
	10	4,33	4,39	164,024	167,683
lantai 1	1	4,58	4,12	179,268	151,22
	2	4,73	4,68	188,415	185,366
	3	5,71	5,22	248,171	218,293
	4	5,05	5,32	207,927	224,39
	5	4,74	4,75	189,024	189,634
	6	3,89	3,56	137,195	117,073
	7	3,52	3,85	114,634	134,756
	8	4,74	4,78	189,024	191,463
	9	4,31	4,16	162,805	153,659

	10	4,77	4,71	190,854	187,195
lantai 2	1	4,04	4,34	146,341	164,634
	2	4,75	4,64	189,634	182,927
	3	4,39	5,43	167,683	231,098
	4	4,38	5,37	167,073	227,439
	5	4,44	4,29	170,732	161,585
	6	3,82	3,4	132,927	107,317
	7	4,02	4,33	145,122	164,024
	8	4,64	4,79	182,927	192,073
	9	4,5	4,32	174,39	163,415
	10	4,17	4,23	154,268	157,927
lantai 3	1	4,75	4,78	146,341	164,634
	2	5,44	5,29	189,634	182,927
	3	4,83	4,93	167,683	231,098
	4	4,69	4,57	167,073	227,439
	5	4,63	4,69	170,732	161,585
	6	4,74	4,83	132,927	107,317
	7	4,76	4,73	145,122	164,024
	8	4,65	4,3	182,927	192,073
	9	4,77	5,13	174,39	163,415
	10	5,43	5,54	154,268	157,927
Rata-rata Resonansi				165,181	175,244



Gambar 19. Grafik Hubungan Resonansi Komponen EW dan NS

Berdasarkan nilai rata rata RDM dijelaskan pada **Tabel 18** dimana nilai dari rata rata resonansi akan semakin tinggi jika tingkat ketinggian lantai semakin tinggi, jadi semakin tinggi lantai akan semakin tinggi juga tingkat resonansi pada bangunan tersebut dan terlihat perbedaan nilai pada lantai 2 karena saat melakukan akuisisi data dilantai 2 sedang dilakukan pemasangan wifi jadi kemungkinan terbesar kenapa nilai pada lantai 2 tidak mengikuti pola adalah karena banyaknya noise saat melakukan pengukuran di lantai 2.

Tabel 18. Nilai Rata rata Resonansi pada setiap lantai

Lantai	Resonansi (%)		Rata-rata Resonansi (%)
	EW	NS	
Basement	142,75	150,16	146,46
1	152,97	148,08	150,52
2	137,089	148,021	142,557
3	167,527	168,077	167,805

4.6 Indeks Kerentanan Bangunan (Kb) Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.

Indeks kerentanan bangunan dapat diperkirakan dari pergerakan deformasi struktur yang berkaitan dengan pergerakan seismik. Indeks kerentanan bangunan ditentukan berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Sato et al., (2008) dalam (**Persamaan 2**). Dari estimasi berdasarkan hasil FSR (*Floor Spectral Ratio*) komponen (EW dan NS), amplitudo komponen *East – West* (EW) dan komponen *North – South* (NS), ketinggian bangunan dan efek noise pada saat perekaman.

Indeks kerentanan dapat mengetahui nilai kerusakan bangunan pada saat terjadinya gempa. Jika, bangunan yang memiliki indeks kerentanan yang tinggi maka bangunan tersebut mudah mengalami kerusakan atau lemah, sedangkan bangunan yang memiliki nilai indeks kerentanan yang rendah maka bangunan tersebut kuat (Nashir dan Bahri, 2013). Umumnya, untuk memperkirakan kerentanan bangunan itu mulai runtuh pada nilai indeks di atas $100 \text{ m/s}^2 - 200 \text{ m/s}^2$. Sehingga jika nilai indeks kerentanan dibawah 100 m/s^2 bangunan aman terhadap kerusakan (Hadianfard, dkk., 2016).

Lantai Basement memiliki nilai kerentanan (**Tabel 19**) hasil perhitungan didapatkan komponen *East - West* (EW) dengan kisaran $5,345243392 \text{ m/s}^2 - 9,11410844 \text{ m/s}^2$, sedangkan komponen *North - south* (NS) dengan kisaran $4,52455 \text{ m/s}^2 - 12,4399 \text{ m/s}^2$. Hasil perekaman sebanyak 10 titik lantai basement nilai kerentanan bangunan tersebut rendah karena memiliki nilai yang kecil dibawah 100 m/s^2 . Hal tersebut menyatakan bahwa lantai basement termasuk kedalam bangunan yang aman terhadap kerusakan karena memiliki nilai kerentanan yang rendah.

Tabel 19. Nilai indeks kerentanan bangunan lantai *Basement*

TITIK	EW		NS		KERENTANAN BANGUNAN	NS
	f0 (Hz)	A0	f0 (Hz)	A0	EW	
1	4,72	6,1054	4,57	6,98012	5,345243392	6,5188
2	4,86	6,98122	4,67	7,2084	5,764957977	6,44677
3	3,93	6,8912	4,34	5,8843	8,702561757	6,0933
4	3,88	6,5911	4,28	7,01128	8,539487553	7,4653
5	4,86	7,0016	4,81	6,10171	5,781787391	5,14397
6	4,73	6,9883	5,24	6,4209	6,092374886	4,56111
7	4,69	7,45519	5,08	5,9864	6,610744783	4,52455
8	4,31	6,7802	4,54	8,1983	7,11910379	7,75799
9	3,87	6,9984	3,61	8,3118	9,11410844	12,4399
10	4,33	7,4829	4,39	6,7108	7,784514088	6,79176

Lantai 1 memiliki nilai kerentanan (**Tabel 20**) didapatkan hasil komponen *East - West* (EW) dengan kisaran $5,199267386 \text{ m/s}^2 - 10,49578818 \text{ m/s}^2$, sedangkan komponen *North - South* (NS) dengan kisaran $4,76072 \text{ m/s}^2 - 10,5981 \text{ m/s}^2$. Hasil pengukuran 10 titik pada lantai 1 menghasilkan nilai kerentanan bangunan tersebut rendah karena memiliki nilai yang kecil dibawah 100 m/s^2 . Hal tersebut menyatakan bahwa lantai 1 termasuk kedalam bangunan yang aman terhadap kerusakan karena memiliki nilai kerentanan yang rendah.

Tabel 20. Nilai kerentanan bangunan lantai 1

TITIK	EW		NS		KERENTANAN BANGUNAN	
	f0 (Hz)	A0	f0 (Hz)	A0	EW	NS
1	4,58	7,32	4,12	7,9015	6,806400267	9,0793
2	4,73	8,4769	4,68	10,2922	7,39013103	9,16545
3	5,71	8,7433	5,22	8,4229	5,230467692	6,02918
4	5,05	6,7981	5,32	6,9081	5,199267386	4,76072
5	4,74	7,0999	4,75	7,4941	6,163578176	6,47843
6	3,89	7,647	3,56	6,8864	9,85664801	10,5981
7	3,52	6,6675	3,85	6,91456	10,49578818	9,09872
8	4,74	7,23474	4,78	7,19429	6,280635723	6,14143
9	4,31	6,9812	4,16	7,2011	7,330150642	8,11614
10	4,77	7,18243	4,71	6,86257	6,157040413	6,03368

Lantai 2 memiliki nilai kerentanan (**Tabel 21**) didapatkan hasil komponen *East – West* (EW) dengan kisaran $7,927518 \text{ m/s}^2 - 15,91301 \text{ m/s}^2$, sedangkan komponen *North – South* (NS) dengan kisaran $3,214910 \text{ m/s}^2 - 12,25783 \text{ m/s}^2$. Hasil pengukuran 10 titik pada lantai 2 menghasilkan nilai kerentanan bangunan tersebut rendah karena memiliki nilai yang kecil dibawah 100 m/s^2 . Hal tersebut menyatakan bahwa lantai 2 termasuk kedalam bangunan yang aman terhadap kerusakan karena memiliki nilai kerentanan yang rendah.

Tabel 21. Nilai kerentanan bangunan lantai 2

TITIK	EW		NS		KERENTANAN BANGUNAN	
	f0 (Hz)	A0	f0 (Hz)	A0	EW	NS
1	4,04	9,36392	4,34	6,33689	11,19005767	6,56197
2	4,75	7,59	4,64	7,22549	6,561330542	6,54589
3	4,39	12,2407	5,43	8,41714	12,38838158	5,56804
4	4,38	9,80013	5,37	6,69439	9,963707643	4,52793
5	4,44	9,22102	4,29	10,8774	9,123266978	11,5278
6	3,82	14,0226	3,4	9,4696	18,74300324	15,9776
7	4,02	9,53558	4,33	6,41655	11,50886162	6,67518
8	4,64	8,6311	4,79	9,70081	7,819294088	8,24659
9	4,5	10,0881	4,32	10,3223	9,716765265	10,7881
10	4,17	7,69451	4,23	6,51614	8,630703929	7,10309

Lantai 3 memiliki nilai kerentanan (**Tabel 22**) didapatkan hasil komponen *East - West* (EW) dengan kisaran $6,451534153 \text{ m/s}^2 - 43,07012828 \text{ m/s}^2$, sedangkan komponen *North - South* (NS) dengan kisaran $6,31694 \text{ m/s}^2 - 14,5482 \text{ m/s}^2$. Hasil pengukuran 10 titik pada lantai 3 menghasilkan nilai kerentanan bangunan tersebut rendah karena memiliki nilai yang kecil dibawah 100 m/s^2 . Hal tersebut menyatakan bahwa lantai 3 termasuk kedalam bangunan yang aman terhadap kerusakan karena memiliki nilai kerentanan yang rendah.

Tabel 22. Nilai kerentanan Bangunan Lantai 3.

TITIK	EW		NS		KERENTANAN BANGUNAN	
	f0 (Hz)	A0	f0 (Hz)	A0	EW	NS
1	4,75	7,46299	4,78	7,39989	6,451534153	6,31694
2	5,44	16,4216	5,29	27,8366	10,82318371	19,4018
3	4,83	25,4212	4,93	18,1287	21,25392512	14,5482
4	4,69	18,6288	4,57	8,65367	16,51872621	8,08175
5	4,63	23,0169	4,69	11,385	20,94219548	10,0954
6	4,74	32,9022	4,83	12,4287	28,56311805	10,3913
7	4,76	37,4288	4,73	8,66133	32,22028357	7,55092
8	4,65	25,0485	4,3	13,6895	22,59504331	14,4407
9	4,77	50,243	5,13	9,0532	43,07012828	6,70973
10	5,43	28,5402	5,54	16,7538	18,87968366	10,6471

Berdasarkan **tabel 23** dapat dianalisis bahwa semakin tinggi suatu Gedung maka nilai kerentanan bangunan akan semakin rentan Oleh karena itu, tinggi bangunan dapat memengaruhi indeks kerentanan bangunan, di mana bangunan yang lebih tinggi cenderung memiliki indeks kerentanan yang lebih tinggi, nilai frekuensi alami bangunan memiliki hubungan dengan indeks kerentanan bangunan, di mana frekuensi alami yang mendekati frekuensi tanah dapat meningkatkan kerentanan bangunan terhadap gempa bumi. Selain itu, nilai faktor amplifikasi yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan bangunan yang tinggi Oleh karena itu, amplifikasi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam mengevaluasi kekuatan bangunan terhadap gempa bumi nilai kerentanan bangunan di pengaruhi oleh nilai frekuensi alami bangunan, amplitude dan ketinggian bangunan (**Persamaan 2**).

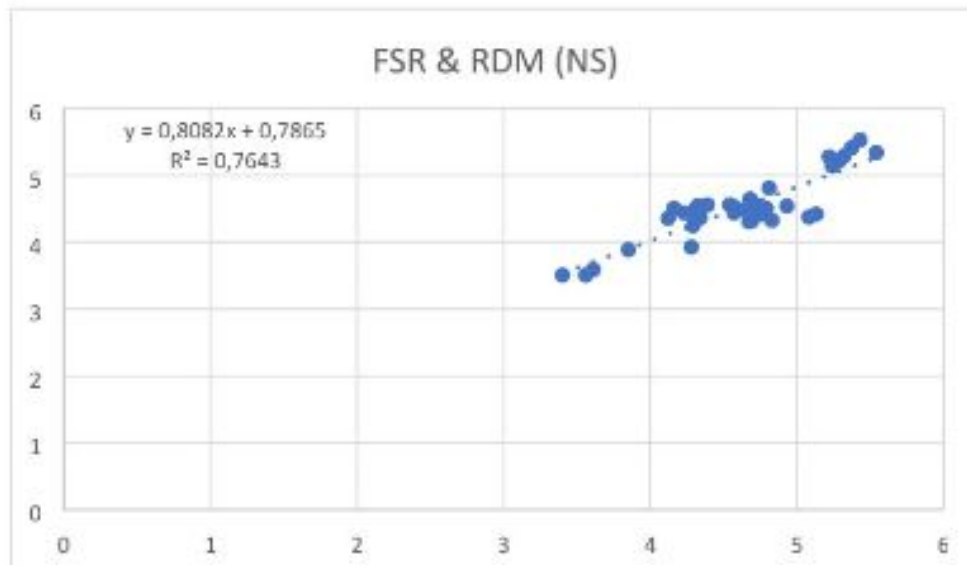
Tabel 23. Nilai rata rata kerentanan bangunan pada setiap lantai

Lantai	Kerentanan Bangunan (m/s^2)	
	EW	NS
Basement	6,92	6,92
1	7,09	7,28
2	10,57	8,36
3	22,13	10,82

4.7 Korelasi Floor Spectral Ratio (FSR) dan Random Decrement Method (RDM).

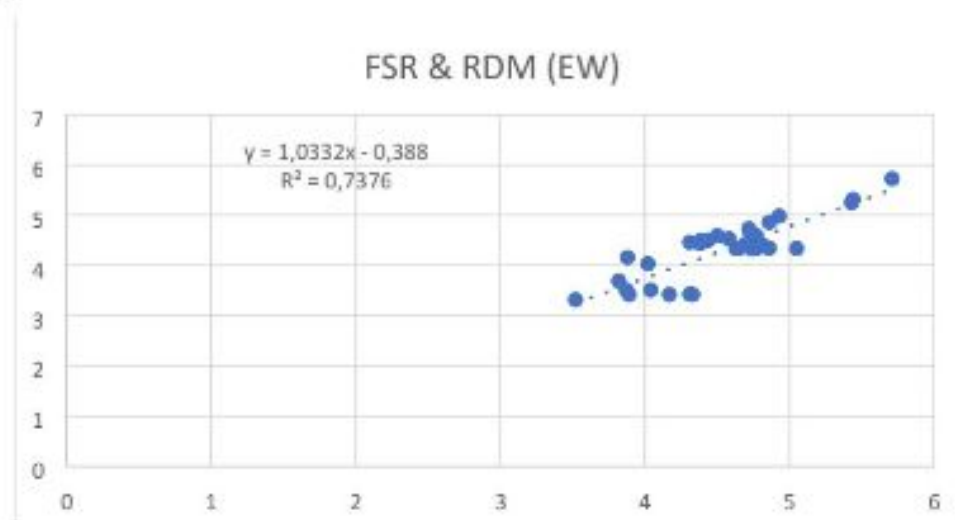
Floor Spectral Ratio (FSR) dan *Random Decrement Method* (RDM) adalah mengetahui hubungan data frekuensi apakah memiliki nilai yang sama atau mendekati. Hubungan data tersebut dilakukan dengan mengetahui nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *coefficient correlation* (R^2). RMSE merupakan hubungan nilai prediksi dan nilai yang sebenarnya. RMSE berfungsi untuk menggabungkan beberapa nilai menjadi satu bentuk menjadi model atau grafik. Nilai korelasi yang mendekati -1 atau 1 menunjukkan hubungan yang kuat antara dua data, sedangkan nilai error yang mendekati 0 atau mendekati 0 bahwa hubungan antara data tersebut lemah. Untuk nilai RMSE yang mendekati 0 maka hubungan data tersebut kuat.

Grafik hubungan antara FSR dan RDM komponen (EW) pada (**Gambar 20**) didapatkan data model $y = 0,8082x - 0,7865$. Untuk mendapatkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) di dapatkan dari data model komponen *East - West* (EW) dari lantai basement sampai lantai 3, hasil data grafik tersebut memiliki nilai yang hampir mendekati antara frekuensi FSR dan Frekuensi RDM yang ditunjukkan nilai prediksi hasil nilai R^2 adalah 0,7643 dan kesalahan pada *Root Mean Square Error* (RMSE) nilainya mencapai 0,264102 terdapat pada (**Lampiran 15**).



Gambar 20. Grafik Hubungan FSR dan RDM Komponen EW

Grafik hubungan antara FSR dan RDM komponen *North – South* (NS) pada (Gambar 20) didapatkan data model $y = 1,0332x$. Untuk mendapatkan nilai *Root Mean Square Error* [RMSE] komponen *North – South* (NS) di dapatkan dari data model lantai basement sampai lantai 3 hasil nilai data grafik tersebut memiliki nilai yang hampir mendekati antara frekuensi FSR dan Frekuensi RDM yang ditunjukkan nilai prediksi hasil nilai R^2 adalah 0,7376 dan kesalahan pada *Root Mean Square Error* [RMSE] nilainya mencapai 0,264102 terdapat pada (Lampiran 15).



Gambar 21. Grafik Hubungan FSR dan RDM Komponen NS

Berdasarkan nilai yang telah didapat dari grafik diatas terlihat kedua data yang telah dimasukkan mempunyai korelasi yang hampir sama, dilihat dari nilai

Analisa grafik yang mendekati 1 dan nilai RMSE yang mendekati 0 yang berarti korelasi antara dua data tersebut tergolong kuat.

4.8 Hubungan *Damping Rasio* (ζ) dan Indeks Kerentanan Bangunan (K_b)

Indeks kerentanan bangunan (K_b) adalah salah satu parameter yang penting dilakukan untuk mengetahui potensi kerusakan bangunan gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi. Indeks kerentanan diperoleh dari data mikrotremor komponen (EW dan NS). Sedangkan, rasio redam (ζ) digunakan untuk mengetahui sifat material struktur bangunan. Hubungan kedua parameter data tersebut digunakan untuk mengetahui material struktur bangunan. Dalam analisa data perlu mengetahui validitas kerentanan untuk mengevaluasi kekuatan bangunan pada saat terjadinya getaran.

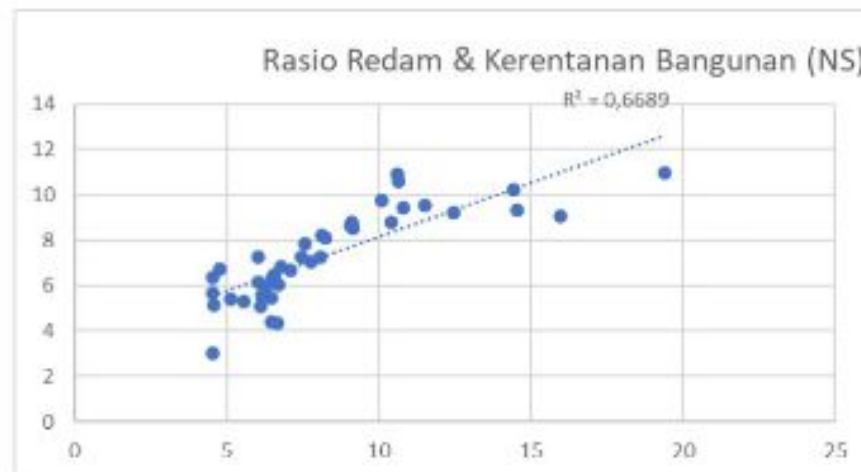
Hubungan antara indeks kerentanan dan rasio redam pada komponen *East – West* (EW) yang di dapatkan dari grafik dibawah ini yaitu grafik non linier. Hubungan indeks kerentanan dan rasio redam yang dibuat dari proses regresi menghasilkan nilai R^2 adalah 0,6017. Analisa indeks kerentanan menunjukkan bahwa bangunan gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi komponen *East – West* (EW) memiliki nilai indeks kerentanan bangunan yang rendah dengan rata-rata 11,4324 m/s². Dari nilai indeks kerentanan tersebut bahwa gedung B Fakultas sains dan Teknologi universitas jambi aman jika terjadi gempa atau getaran. Rasio redam komponen (EW) memiliki nilai rata-rata 5,844525%. Berdasarkan (**Gambar 22**) dari grafik linier (EW) gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi tersebut aman terhadap kerusakan.



Gambar 22. Grafik Hubungan Rasio Redam dan Kerentanan Bangunan (EW)

Hubungan antara indeks kerentanan dan rasio redam komponen *North – South* (NS) yang di dapatkan dari grafik dibawah ini yaitu grafik non linier. Hubungan indeks kerentanan dan rasio redam yang dibuat dengan proses regresi

menghasilkan nilai R^2 adalah 0,6689. Analisa indeks kerentanan menunjukkan bahwa bangunan gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi komponen *North - South* (NS) memiliki nilai indeks kerentanan bangunan yang rendah dengan rata-rata 8,37377 m/s². Dari nilai indeks kerentanan tersebut bahwa gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi aman jika terjadi gempa atau getaran. Rasio redam komponen (NS) memiliki nilai rata-rata 5,266%. Berdasarkan (**Gambar 23**) dari grafik linier (NS) gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi tersebut aman terhadap kerusakan.



Gambar 23. Grafik Hubungan Rasio Redam dan Kerentanan Bangunan (NS)

Dari hasil nilai (**Gambar 22 dan Gambar 23**) rasio redam komponen (EW) memiliki nilai rata-rata 5,844525% dan rasio redam komponen (NS) memiliki nilai rata-rata 5,266%. Dari nilai resio redam kedua komponen tersebut termasuk kedalam bangunan yang memiliki tipe bangunan dibaut atau baja dipaku dengan sambungan di paku atau di baut dengan nilai rasio redaman 57% yang terdapat pada (**Tabel 4**) direkomendasikan oleh Newmark dan Hall, (1982).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari uji kerentanan bangunan berdasarkan analisis FSR (*Floor Spectral Ratio*) dan RDM (*Random Decrement Method*) studi kasus gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Analisis FSR hasil kurva *Spectrum* didapatkan frekuensi rata-rata komponen *East - West* (EW) adalah 4,522 Hz, sedangkan nilai frekuensi rata-rata komponen *North - south* (NS) adalah 4,615 Hz. Untuk nilai Amplitudo rata-rata komponen *East - West* (EW) adalah 12,67 dan amplitudo rata-rata komponen *North - south* (NS) adalah 9,021.
2. Analisis dengan RDM hasil kurva *damping* didapatkan frekuensi komponen *East - West* (EW) dengan rata-rata 2,798 Hz komponen *North - South* (NS) dengan rata-rata 2,844 Hz, nilai rasio redam (ζ) bangunan pada komponen *East - West* (EW) dengan rata-rata 5,8452% dan komponen *North - South* (NS) dengan rata-rata 5,266%.
3. Nilai resonansi gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi pada komponen *East - West* (EW) memiliki nilai rata-rata 165,2%, sedangkan komponen *North - South* (NS) memiliki nilai rata-rata 175,2%. Nilai tersebut memiliki nilai resonansi $> \pm 25\%$ dengan klasifikasi rendah berdasarkan klasifikasi kerentanan resonansi gosar (2007). Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi aman terhadap kerusakan.
4. Indeks kerentanan bangunan (K_b) gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dari 40 data komponen (EW dan NS) dengan kisaran antara 5,1999 m/s^2 - 43,0701 m/s^2 . Analisa indeks kerentanan menunjukkan bahwa bangunan gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi komponen *East - West* (EW) dengan rata-rata 11,43 m/s^2 , komponen *North - South* (NS) dengan rata-rata 8,734 m/s^2 . Dari nilai indeks kerentanan tersebut bahwa gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi aman terhadap guncangan atau getaran. Maka apabila terjadinya gempa bumi gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi memiliki nilai yang kecil dan aman terhadap kerusakan. Bangunan tersebut tidak akan roboh karena struktur tanah memiliki tingkat kekuatan yang tinggi dan potensi gempa yang rendah.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya jika mengangkat judul atau menggunakan metode yang sama agar diharapkan saat pengambilan data sangat mempertimbangkan lokasi dan waktu yang bagus dan bebas terhadap noise.

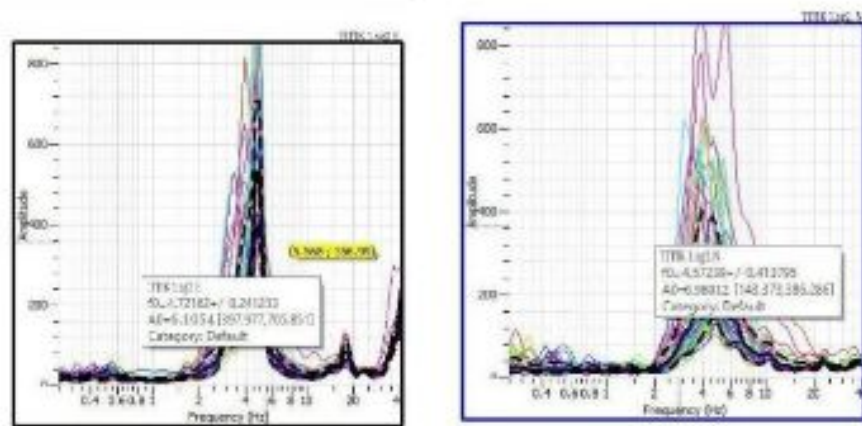
DAFTAR PUSTAKA

- Afinimar, (2009). *Seismologi*. Edisi Pertama. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Aini, D., Utama, W., & Bahri, A. (2012). Penaksiran Resonansi Tanah dan Bangunan Menggunakan Analisis Mikrotremor Wilayah Surabaya Jawa Timur. *Jurnal Teknik POMITS*, 1-5.
- Bard, (1999). *A structural and tectonic model of the coastal plains block, Central Sumatra Basin Pertamina Chevron dan Texaco PSC*. Pekanbaru. Riau.
- Cipta, A. (2009). *Laporan Penelitian Penyelidikan Amplifikasi Wilayah Seririt, Propinsi Bali*. Bandung: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- Chopra, Anil K. (1995). *Dynamic of Structure*. New Jersey: Prentice Hall.
- Chopra. (1982). Seismic Microzonation and Damage Assessment of Bam City, Southern Iran, *Journal of Earthquake Engineering*, 11:110-132, 2007.
- Daristasari, P. (2018). *Resonansi Bangunan Dengan Analisis Mikrotermor Di Dusun Patuk Kabupaten Gunung Kidul*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Febrina, C. (2002). Identifikasi Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kerentanan Tanah Menggunakan Metode Mikrotremor di Jalur Sesar Kendeng. Skripsi. Jurusan Teknik Geofisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- De Coster, G. L. (1974). *The geology of the central and south Sumatra basins*.
- 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.
- Hadianfard, A., Haryo S. & Kosuma, C.G. (2016). *Proceedings Indonesian Petroleum Association: Pre-Tertiary and Tertiary Fault Systems as a Framework of the South Sumatera Basin; a Study of SAR-Maps*. Proceedings Indonesian Petroleum Association, IPA 92-11.37, 339 – 360.
- Hartati, L. 2014. Pemetaan Tingkat Resiko Gempabumi Daerah Liwa dan Sekitarnya Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor. Thesis. Yogyakarta : UGM.
- Hidayat, R. G. (2020). Perhitungan Frekuensi Natural dan Damping Ratio pada Bencana Tsunami Desa Ulec Lheuc dan Desa Lambung. *Journal of The Civil Engineering Student*, 2(3), 267-273.
- Kanai, K. (1998). *Seismology in Engineering*. Japan : TokyoUniversity.
- Koesomadinata (2013). *Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Analisis Mikrotremor di Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul, Daerah Is timewa Yogyakarta*. Yogyakarta: UNY

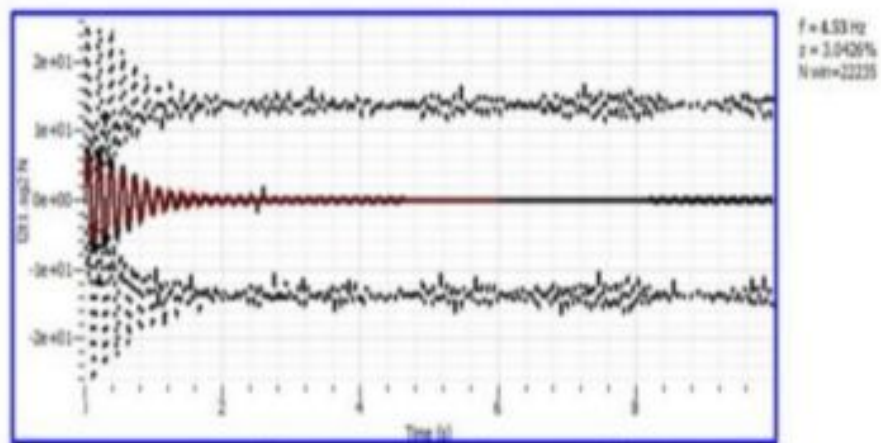
- Lobeck, S. (1989). *A structural and Tectonic Model of The Coastal Plain Block, Central Sumatera Basin, Indonesia*. Indonesian Petroleum Association, Proceeding 22th Annual Convention, Jakarta, 1, 285-316.
- Nakamura, Y. (2000). Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications. *Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering*, 24, 25-30.
- Newmark dan hall (1982). Application of microtremors to seismic microzoning procedure. *Journal of the Balkan Geophysical Society*, 6(3), 143-156.
- Partono.(2013). Identifikasi Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kerentanan Tanah Menggunakan Metode). Identifikasi Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kerentanan Tanah Menggunakan Metode
- 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.
- Putri, H. (2015). Asrama Mahasiswa Universitas Jambi (Kampus Mendalo Darat) [Universitas Diponegoro]. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <http://www.elsevier.com/locate/scp>.
- Puradmaja.(2006). Hidrologeologi Kawasan Gunungapi dan Karst di Indonesia, Balai Pertemian Ilmiah ITB.
- Rahmatullah, F. S. (2013). *Studi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Indeks Kerentanan Seismik dan Percepatan Tanah Maksimum Kota Makassar*. Tesis. Makassar. Universitas Hasanuddin.
- Rizqi.,Suliso, A., dan Sunaryo. (2017). *Kajian Mikrotremor dan Geolistrik Resistivitas di Sekitar Jalan Arteri Primer Trans Timur untuk Mitigasi Bencana*. Jurnal Natural B, 3 (1), 24 - 34.
- 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.
- Setiawan, J. H. (2009). *Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- SESAME, (2004). *Guedilines for The Implementation of The H/H Spectral Ratio Tecnique on Ambient Vibrations*. European Commission : Research General Directorate.
- Tipler, (1991). Slope movement types and processes. *Special Report*, 176, 11-33
- Urip, Soemitro, R. A., & Utama, W. 2011. *Application of Microtremor HVSR Method for Assessing Site Effect in Residual Soil Slope*. International Journal of Basic & Applied Sciences, 11 (4), 100 - 105.

- Van bemmelen (1949). *Numerical and Theoretical Investigation on The Possibilities and Limitations of Nakamura's Technique*. J. Phys. Earth, 42, 377 - 397.
- Wulandari, V., & Bahri, A. S. (2012). Analisis Mikrotremor untuk Evaluasi Kekuatan Bangunan Studi Kasus Gedung Perpustakaan ITS. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1(1), B55–B59.
- Yasutake, Y., Hattori, S., Tamura, N., Matsuda, K., Kohgo, S., Maeda, K., & Mitsuya, H. (2020). Structural features in common of HBV and HIV-1 resistance against chirallydistinct nucleoside analogues entecavir and lamivudine. *Scientific Reports*, 10(1), 1–13

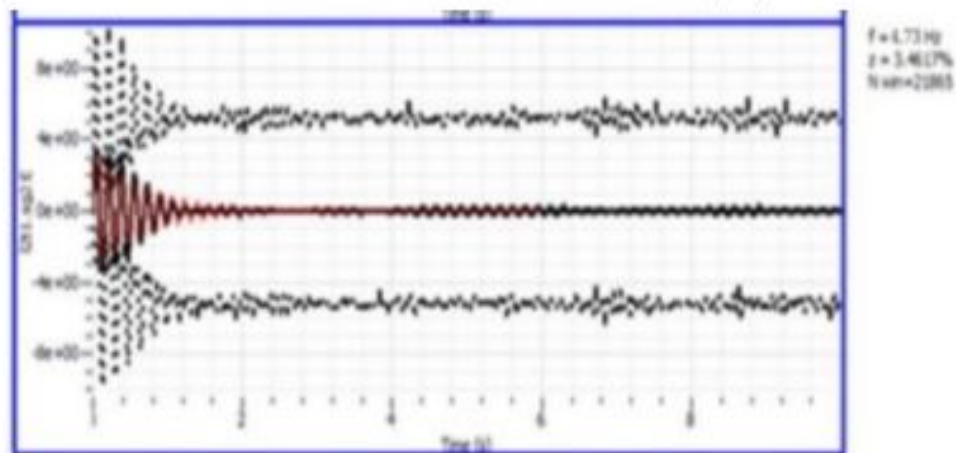
LAMPIRAN



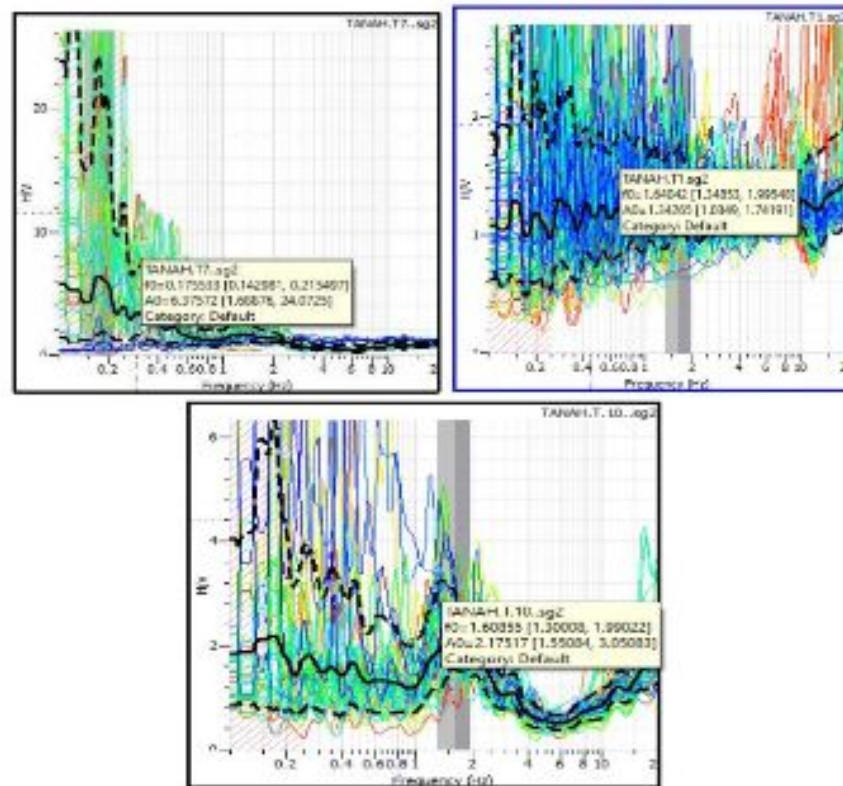
Gambar 1. Titik Perekaman 1 (EW) dan (NS)



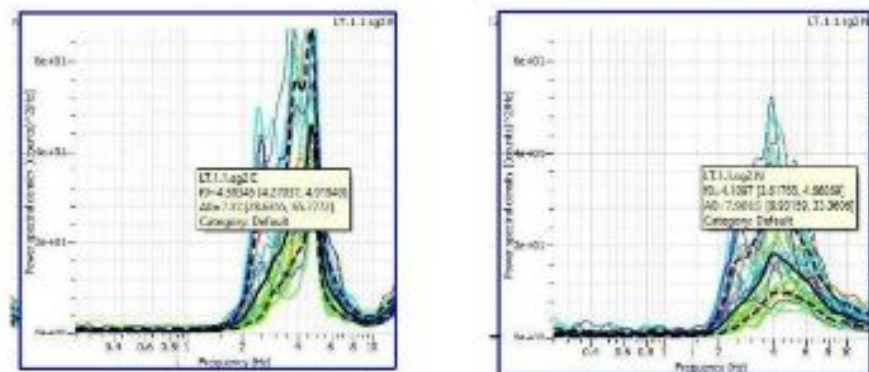
Gambar 2. Titik Perekaman Titik 1 (NS)



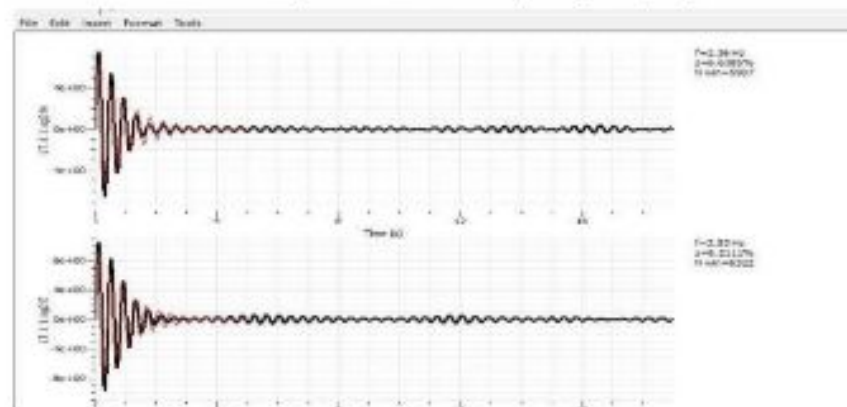
Gambar 3. Titik Perekaman Titik 1 (EW)



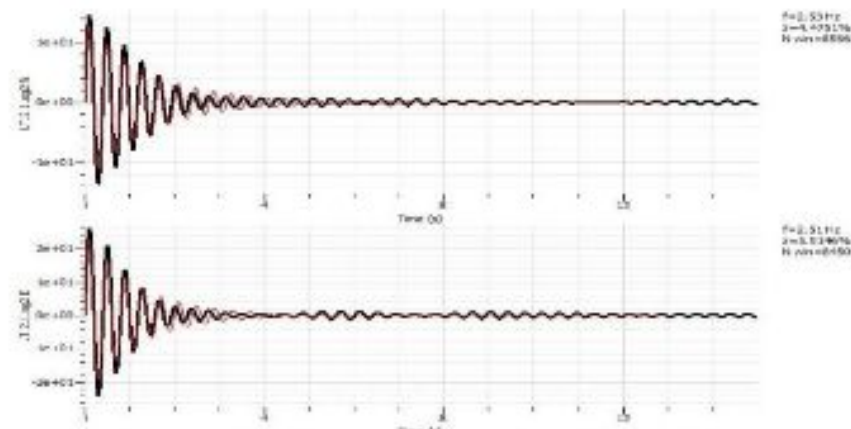
Gambar 4. Hasil kurva H/V data perekaman tanah analisis HVSR



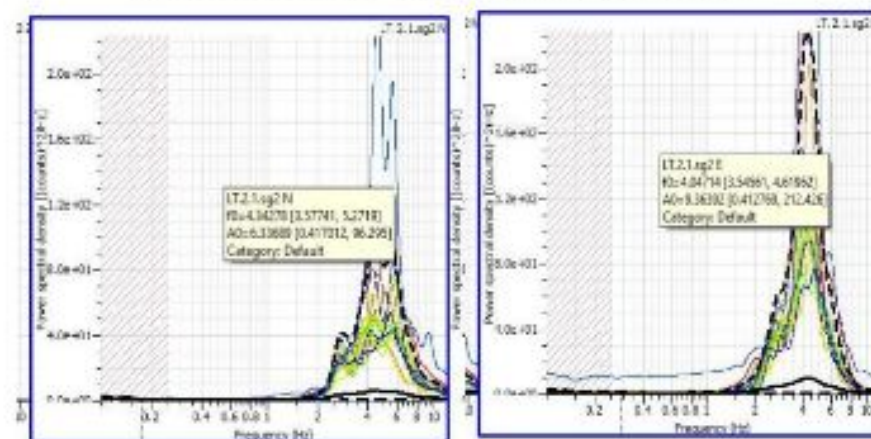
Gambar 5. perekaman L1.1 (EW) dan (NS)



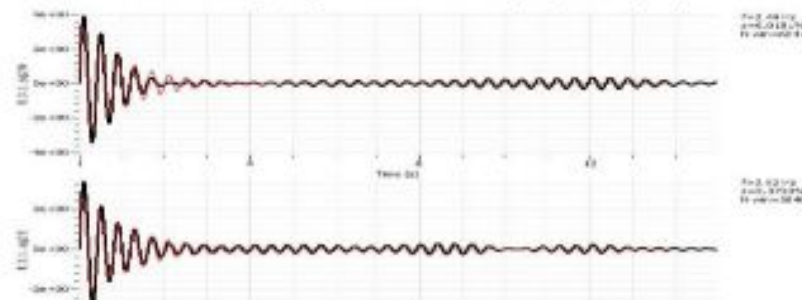
Gambar 6. Titik perekaman L1.1 (NS dan EW)



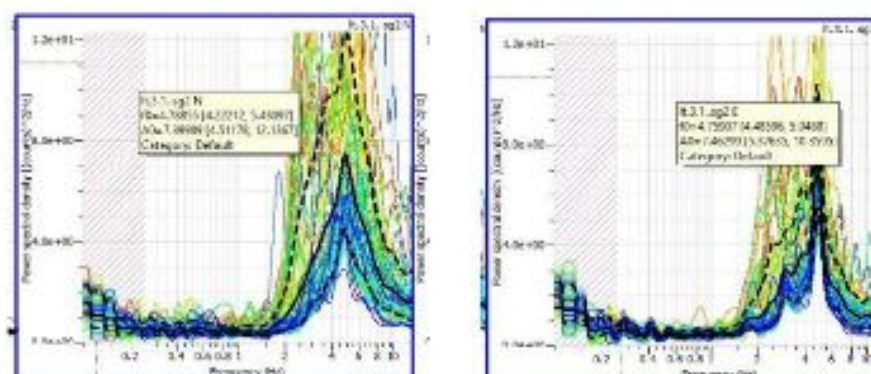
Gambar 7. Titik pengukuran L2. 1 (EW da NS)



Gambar 8. pengukuran L2. 1 (NS) dan (EW)



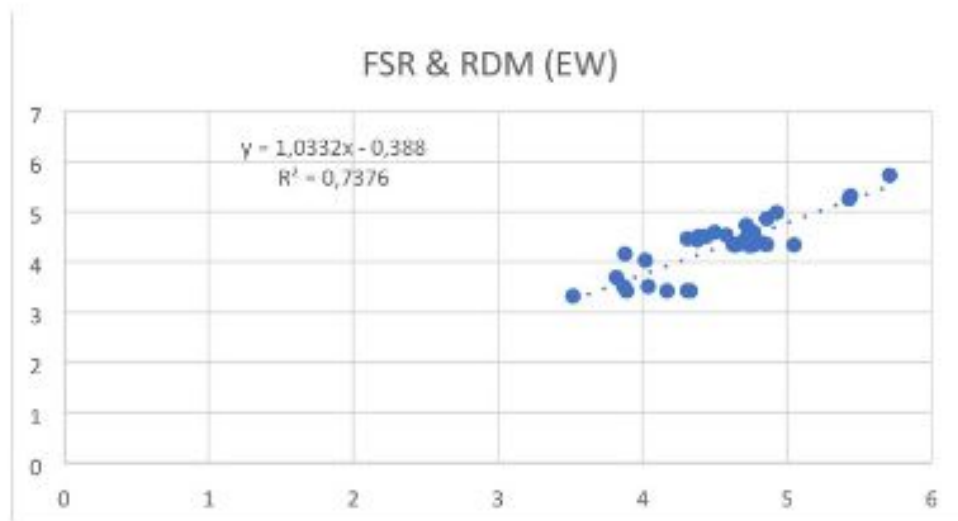
Gambar 9. Titik pengukuran L3.1 (EW dan NS)



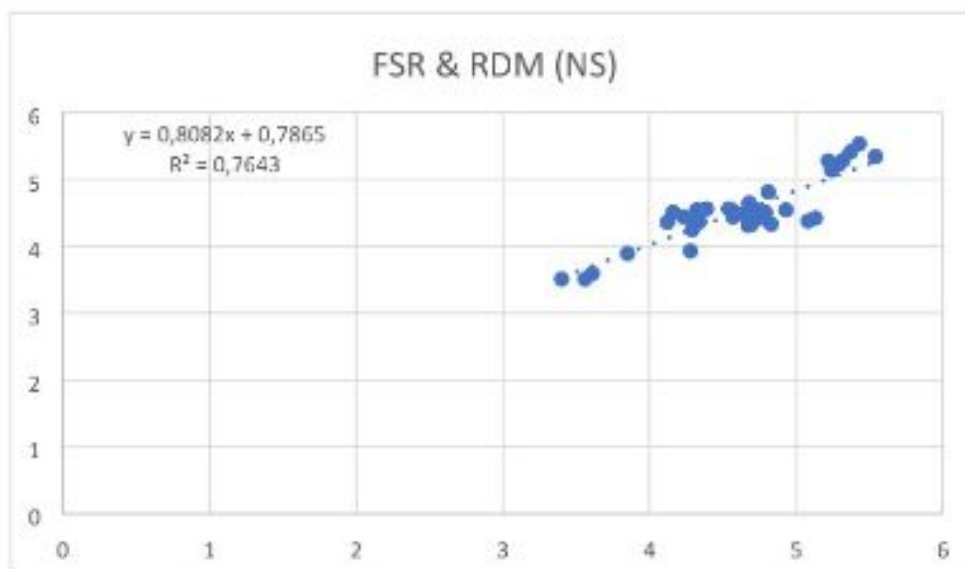
Gambar 10. Titik pengukuran L3.1 (NS) dan (EW)

EW FSR	EW RDM	MSE	NS FSR	NS RDM	MSE
4,72	4,73	0,0001	4,57	4,53	0,0016
4,86	4,35	0,2601	4,67	4,31	0,1296
4,93	4,98	0,0025	4,34	4,37	0,0009
3,88	4,16	0,0784	4,28	3,93	0,1225
4,86	4,86	0	4,81	4,81	0
4,73	4,55	0,0324	5,24	5,14	0,01
4,69	4,4	0,0841	5,08	4,38	0,49
4,31	4,46	0,0225	4,54	4,56	0,0004
3,87	3,51	0,1296	3,61	3,59	0,0004
4,33	3,42	0,8281	4,39	4,56	0,0289
4,58	4,53	0,0025	4,12	4,36	0,0576
4,73	4,64	0,0081	4,68	4,65	0,0009
5,71	5,73	0,0004	5,22	5,28	0,0036
5,05	4,34	0,5041	5,32	5,29	0,0009
4,74	4,51	0,0529	4,75	4,42	0,1089
3,89	3,42	0,2209	3,56	3,51	0,0025
3,52	3,32	0,04	3,85	3,89	0,0016
4,74	4,51	0,0529	4,78	4,42	0,1296
4,31	3,43	0,7744	4,16	4,51	0,1225
4,77	4,59	0,0324	4,71	4,57	0,0196
4,04	3,51	0,2809	4,34	4,53	0,0361
4,75	4,59	0,0256	4,64	4,49	0,0225
4,39	4,51	0,0144	5,43	5,53	0,01
4,38	4,44	0,0036	5,37	5,41	0,0016
4,44	4,51	0,0049	4,29	4,25	0,0016
3,82	3,69	0,0169	3,4	3,51	0,0121
4,02	4,03	0,0001	4,33	4,44	0,0121
4,64	4,34	0,09	4,79	4,51	0,0784
4,5	4,59	0,0081	4,32	4,54	0,0484
4,17	3,42	0,5625	4,23	4,44	0,0441
4,75	4,52	0,0529	4,78	4,49	0,0841
5,44	5,32	0,0144	5,29	5,22	0,0049
4,83	4,38	0,2025	4,93	4,54	0,1521
4,69	4,39	0,09	4,57	4,44	0,0169
4,63	4,34	0,0841	4,69	4,32	0,1369
4,74	4,33	0,1681	4,83	4,33	0,25
4,76	4,34	0,1764	4,73	4,43	0,09
4,65	4,34	0,0961	4,3	4,41	0,0121
4,77	4,34	0,1849	5,13	4,42	0,5041
5,43	5,25	0,0324	5,54	5,34	0,04
		0,13088			0,06975
RMSE		0,361773	RMSE		0,264102

Gambar 11. Perhitungan RMSE di Excel.



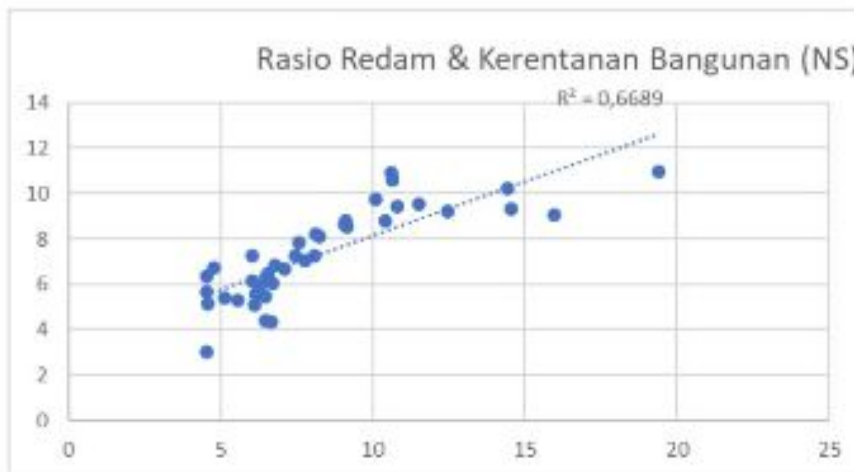
Gambar 12. Grafik hubungan FSR dan RDM komponen EW



Gambar 13. Grafik hubungan FSR dan RDM Komponen NS



Gambar 14. Grafik hubungan rasio redam dan kerentanan bangunan (EW)



Gambar 15. Grafik hubungan rasio redam dan kerentanan bangunan (EW)

lantai	titik	frekuensi alami (Hz)		RESONANSI	
basement		EW	NS	EW	NS
	1	4,72	4,57	187,805	178,659
	2	4,86	4,67	196,341	184,756
	3	3,93	4,34	139,634	164,634
	4	3,88	4,28	136,585	160,976
	5	4,86	4,81	196,341	193,293
	6	4,73	5,24	188,415	219,512
	7	4,69	5,08	185,976	209,756
	8	4,31	4,54	162,805	176,829

	9	3,87	3,61	135,976	120,122
	10	4,33	4,39	164,024	167,683
lantai 1	1	4,58	4,12	179,268	151,22
	2	4,73	4,68	188,415	185,366
	3	5,71	5,22	248,171	218,293
	4	5,05	5,32	207,927	224,39
	5	4,74	4,75	189,024	189,634
	6	3,89	3,56	137,195	117,073
	7	3,52	3,85	114,634	134,756
	8	4,74	4,78	189,024	191,463
	9	4,31	4,16	162,805	153,659
	10	4,77	4,71	190,854	187,195
lantai 2	1	4,04	4,34	146,341	164,634
	2	4,75	4,64	189,634	182,927
	3	4,39	5,43	167,683	231,098
	4	4,38	5,37	167,073	227,439
	5	4,44	4,29	170,732	161,585
	6	3,82	3,4	132,927	107,317
	7	4,02	4,33	145,122	164,024
	8	4,64	4,79	182,927	192,073
	9	4,5	4,32	174,39	163,415
	10	4,17	4,23	154,268	157,927
lantai 3	1	4,75	4,78	146,341	164,634
	2	5,44	5,29	189,634	182,927
	3	4,83	4,93	167,683	231,098
	4	4,69	4,57	167,073	227,439
	5	4,63	4,69	170,732	161,585
	6	4,74	4,83	132,927	107,317
	7	4,76	4,73	145,122	164,024
	8	4,65	4,3	182,927	192,073
	9	4,77	5,13	174,39	163,415
	10	5,43	5,54	154,268	157,927
Rata-rata Resonansi				165,181	175,244

Gambar 16. Nilai resonansi Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi UNJA.



Gambar 17. Perangkat MAE A6000S



Gambar 18. Pengukuran tanah



Gambar 19. Pengukuran lantai 2.



Gambar 20. Pengukuran lantai 1.



Gambar 21. Pengukuran basement.



Gambar 22. Pengukuran lantai 4.

LEMBAR PENGESAHAN

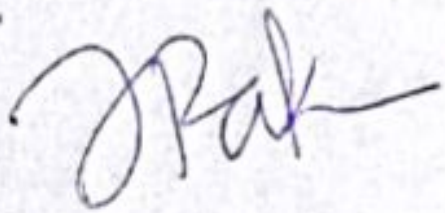
ANALISIS MIKROTREMOR UNTUK UJI KERENTANAN BANGUNAN BERDASARKAN FSR (FLOOR SPECTRAL RATIO) DAN RDM (RANDOM DECREMENT METHOD) STUDI KASUS GEDUNG B FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS JAMBI

Oleh:

SALOMO SITUMORANG
F1D319012

Disetujui :

Pembimbing Utama



Ira Kusuma Dewi, S.Si., M.T.
NIP. 198701172019032015

Pembimbing Pendamping



Ichy Lucy Rest S.Pd., M.Si.
NIP. 201509072034

Dekan

Fakultas Sains dan Teknologi



Drs. Jochy Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Ketua Jurusan

Teknik Kebumihan



Dr. Lenny Marlinda S.T., M.T.
NIP. 197907062008122002