

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KERENTANAN GEDUNG SARJANA
TERAPAN FAKULTAS BISNIS DAN EKONOMI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA DENGAN
METODE *FLOOR SPECTRAL RATIO* (FSR) DARI
DATA MIKROTREMOR
(*VULNERABILITY EVALUATION OF APPLIED
BACHELOR BUILDING FACULTY OF BUSINESS AND
ECONOMICS ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA
USING FLOOR SPECTRAL RATIO (FSR) METHOD
FROM MICROTREMOR DATA*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Ramzy Izdiyar Widiyanta
20511003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025**

TUGAS AKHIR

EVALUASI KERENTANAN GEDUNG SARJANA TERAPAN FAKULTAS BISNIS DAN EKONOMI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA DENGAN METODE *FLOOR SPECTRAL RATIO* (FSR) DARI DATA MIKROTREMOR (*EVALUATION OF THE VULNERABILITY OF THE D3 ECONOMY BUILDING OF THE ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA USING THE FLOOR SPECTRAL RATIO (FSR) METHOD FROM MIKROTREMOR DATA*)

Disusun oleh:

Ramzy Izdiyar Widiyanta
20511003

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 25 Februari 2025

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.
NIK: 185111304

Penguji I

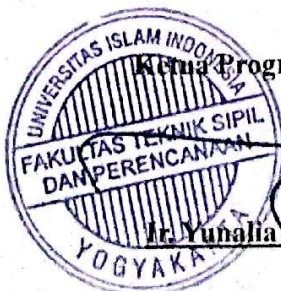
Jafar, S.T., MURP., M.T.
NIK: 185111305

Penguji II

Astria Hardawati, S.T., M.Eng.
NIK: 165111301

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil Program Sarjana


Ir. Yuhalla Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM.
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil jurnal orang lain telah dituliskannya secara jelas sesuai dengan kaidah, norma, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila ditemukan plagiasi dalam penyusunan laporan Tugas Akhir, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan perundangan yang berlaku.

Yogyakarta, 25 Februari 2025

Yang membuat pernyataan,



Ramzy Izdihar Widiyanta

(20511003)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahiim

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'aalaamiin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Kerentanan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia dengan Metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) dari Data Mikrotremor”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S.T.) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Sholawat serta salam tidak lupa penulis sampaikan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari kegelapan menuju keterangan. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir banyak hambatan serta rintangan yang dihadapi penulis. Namun berkat saran, kritik serta dorongan semangat dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih atas segala yang diberikan kepada:

1. Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberi arahan, bimbingan dan motivasi kepada penulis selama penyusunan tugas akhir,
3. Bapak Jafar, S.T., MURP., M.T. selaku penguji I
4. Ibu Astriana Hardawati, S.T., M.Eng. selaku penguji II
5. Ayah yang sangat saya cinta dan banggakan, Alm. Eka Widiyanta yang telah menjadi panutan dan motivasi saya dalam menyelesaikan perkuliahan ini dengan memberikan kasih sayang, bimbingan, serta pengorbanan yang sangat tidak ternilai,

6. Ibu saya tercinta, Lilies Sulistiawatie Rahardjo yang menjadi kekuatan terbesar dalam proses menyelesaikan perkuliahan ini atas do'a dan dukungan yang telah diberikan,
7. Kakak saya tercinta, Mirza Izdihar Widiyanta yang selalu menemani, mendukung, dan memberikan motivasi yang lebih,
8. Keluarga besar Rahardjo dan Hadi Sanjaya yang selalu memberikan dukungan dan do'a dalam menyelesaikan perkuliahan ini,
9. Dwi Adinda Arigya yang selalu menemani saya dalam menyelesaikan perkuliahan ini,
10. Rafi Abdurahman Fahmy, Frisma Bella dan Wishal Dinan Suleman sebagai rekan dalam penelitian mikrotremor yang banyak membantu penulis pada proses penelitian,
11. Muhammad Farrel Ghiffary, Rida Tirta Ayu Sewoko, dan Tria Yuliadi Putra yang telah memotivasi dan membantu saya dalam proses tugas akhir,
12. Adi Sulistio selaku operator alat seismograf yang telah berbagi ilmu kepada penulis serta membantu dalam melakukan penelitian,
13. Lembaga Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan periode 2021 – 2022 dan 2022 – 2023 yang telah memberikan banyak pengalaman dalam berorganisasi,
14. Rekan – rekan Teknik Sipil angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan pengalaman pada saat masa perkuliahan,
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, terimakasih atas do'a, masukan, dan nasihat.

Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 25 Februari 2025

Penulis,

Ramzy Izdihar Widiyanta

20511003

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum	6
2.1.1 Analisis Mikrotremor Untuk Mengevaluasi Kerentanan Gempabumi Ruangan Prodi Pend. Fisika UST	6
2.1.2 Analisis Mikrotremor Untuk Evaluasi Kerentanan Gempa Bumi Pada Gedung Perkuliahan ITS NU Pekalongan	8
2.1.3 Uji Kerentanan Bangunan Rusunawa Berdasarkan HVSR (<i>Horizontal to Spectral Ratio</i>) dan FSR (<i>Floor Spectral Ratio</i>)	10

2.1.4 Analisis Mikrotremor Untuk Uji Kerentanan Bangunan Berdasarkan FSR (<i>Floor Spectral Ratio</i>) dan RDM (<i>Random Decrement Ratio</i>) Studi Kasus Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi	12
2.1.5 Vulnerability Analysis of Rectorate Building of UIN Mataram against Earthquakes Based on Mikrotremor Data (Analisis Kerentanan Gedung Rektorat UIN Mataram Terhadap Gempa Bumi Berdasarkan Data Mikrotremor)	16
2.2 Penelitian Terdahulu	16
BAB III LANDASAN TEORI	21
3.1 Gempa Bumi	21
3.1.1 Pengertian Gempa Bumi	21
3.1.2 Parameter Gempa Bumi	22
3.2 Kerentanan Gempa	24
3.2.1 Kondisi Geografis Yogyakarta	24
3.2.2 Kerentanan Gempa di Yogyakarta	25
3.3 Mikrotremor	26
3.4 Metode <i>Floor Spectral Ratio</i> (FSR)	29
3.5 Metode <i>Horizontal to Vertical Spectral Ratio</i> (HVSr)	29
3.6 Frekuensi Natural Bangunan (f_b)	30
3.7 Frekuensi Natural Tanah FSR (f_{FSR})	30
3.8 Frekuensi Natural Tanah HVSr (f_{HVSr})	30
3.9 Frekuensi Natural (f_0)	31
3.10 Indeks Resonansi (R)	31
3.11 Indeks Kerentanan Bangunan (Kb)	32
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	33
4.1 Lokasi Penelitian	33
4.2 Peralatan	36
4.3 Teknik Pengumpulan Data	37
4.4 Diagram Alir Penelitian	47
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	48
5.1 Pengambilan Data di Lapangan	48

5.2	Analisis Frekuensi Natural	51
5.2.1	Frekuensi Natural Bangunan	51
5.2.2	Frekuensi Natural Tanah FSR (f_{FSR})	55
5.2.3	Analisis Frekuensi Natural Tanah HVSR (f_{HVSr})	57
5.2.4	Frekuensi Natural (f_0)	59
5.2.5	Nilai Frekuensi Natural Pada Setiap Blok	62
5.2.6	Nilai Frekuensi Natural Pada Setiap Lantai	66
5.3	Analisis Nilai Indeks Resonansi Bangunan (R)	66
5.3.1	Komponen N – S	66
5.3.2	Komponen E – W	68
5.3.3	Nilai Indeks Resonansi Bangunan Tiap Blok	70
5.3.4	Nilai Indeks Resonansi Bangunan Tiap Lantai	70
5.4	Analisis Nilai Indeks Kerentanan Bangunan (K)	71
5.4.1	Komponen N – S	71
5.4.2	Komponen E – W	72
5.4.3	Nilai Indeks Kerentanan Bangunan Tiap Blok	76
5.4.4	Nilai Indeks Kerentanan Bangunan Tiap Lantai	76
5.5	Analisis Kerentanan Bangunan Data Sekunder (K)	77
5.7.1	Kerentanan Bangunan Gedung Fakultas Teknologi Industri	77
5.6	Perbandingan Analisis Kerentanan Data Primer dan Data Sekunder	78
	BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	80
6.1	Kesimpulan	80
6.2	Saran	80
	DAFTAR PUSTAKA	82
	LAMPIRAN	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Ring of Fire	1
Gambar 2.1 Denah Titik Pengukuran Ruangan Prodi Pend. Fisika UST	7
Gambar 2.2 Spectrum Frekuensi Tempat Parkir Belakang (Open Ground)	8
Gambar 2.3 Spectrum Frekuensi Komponen Utara – Selatan dan Timur – Barat Pada Ruang LPPM	8
Gambar 2.4 Grafik Resonansi Gedung Rusunawa Universitas Jambi	11
Gambar 2.5 Grafik Indeks Kerentanan Bangunan Komponen (EW) Gedung Rusunawa Universitas Jambi	11
Gambar 2.6 Grafik Indeks Kerentanan Bangunan Komponen (NS) Gedung Rusunawa Universitas Jambi	11
Gambar 2.7 Hasil Kurva Data Rekaman Bangunan Komponen EW dan NS Analisis FSR	12
Gambar 2.8 Grafik Hubungan Resonansi Komponen EW dan NS	13
Gambar 3.1 Ilustrasi Proses Deformasi Batuan Yang Mengakibatkan Terjadinya Gempa Bumi	22
Gambar 3.2 Peta Geografis Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY)	25
Gambar 3.3 Peta Kerentanan Gempa Bumi Kabupaten Sleman Tahun 2021	26
Gambar 3.4 Data Mikrotremor	27
Gambar 3.5 Perangkat Alat Mikrotremor	27
Gambar 3.6 Program Aplikasi Geopsy	28
Gambar 3.7 Pengolahan Data Menggunakan Program Aplikasi Geopsy	28
Gambar 3.8 Contoh kurva FSR Pada Komponen NS dan EW	29
Gambar 3.9 Prinsip Metode Horizontal to Vertikal Spectral Ratio (HVSr)	30
Gambar 4.1 Denah Blok Plan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	33
Gambar 4.2 Denah Lantai Semi Basement Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	34

Gambar 4.3 Denah Lantai 1 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	34
Gambar 4.4 Denah Lantai 2 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	35
Gambar 4.5 Denah Lantai 3 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	35
Gambar 4.6 Denah Lantai 4 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	36
Gambar 4.7 Lunitek Digital Portable Seismograph	37
Gambar 4.8 Laptop dan <i>Handphone</i>	37
Gambar 4.9 Pengambilan data di dalam gedung	38
Gambar 4.10 Pengambilan data di tanah	38
Gambar 4.11 Letak Blok Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	41
Gambar 4.12 Titik Pengambilan Data Lantai Semi Basement Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	42
Gambar 4.13 Titik Pengambilan Data Lantai 1 dan Luar Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	42
Gambar 4.14 Titik Pengambilan Data Lantai 2 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	43
Gambar 4.15 Titik Pengambilan Data Lantai 3 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	43
Gambar 4.16 Titik Pengambilan Data Lantai 4 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia	44
Gambar 4.17 Titik Pengambilan Data Lantai Basement Fakultas Teknik Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia	44
Gambar 4.18 Titik Pengambilan Data Lantai 1 Fakultas Teknik Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia	45
Gambar 4.19 Titik Pengambilan Data Lantai 2 Fakultas Teknik Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia	45

Gambar 4.20 Titik Pengambilan Data Lantai 3 Fakultas Teknik Industri (FTI)	
Universitas Islam Indonesia	46
Gambar 4.21 Titik Pengambilan Data Lantai 4 Fakultas Teknik Industri (FTI)	
Universitas Islam Indonesia	46
Gambar 4.22 Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 5.1 Letak Blok Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi	
Universitas Islam Indonesia	48
Gambar 5.2 Titik Perekaman Lantai Basement	49
Gambar 5.3 Titik Perekaman Lantai 1 dan Luar Gedung	49
Gambar 5.4 Titik Perekaman Lantai 2	50
Gambar 5.5 Titik Perekaman Lantai 3	50
Gambar 5.6 Titik Perekaman Lantai 4	51
Gambar 5.7 Hasil Perekaman Data Frekuensi Natural Bangunan pada	
Titik LB.1A	52
Gambar 5.8 Perekaman Data Frekuensi FFT Dengan Menghilangkan Noise pada	
Titik LB.1A	52
Gambar 5.9 Windowing di Titik LB.1A	53
Gambar 5.10 Hasil Grafik Komponen Vertikal pada Titik LB.1A	53
Gambar 5.11 Hasil Grafik Komponen N – S pada Titik LB.1A	54
Gambar 5.12 Hasil Grafik Komponen E – W pada Titik LB.1A	54
Gambar 5.13 Grafik Perekaman Frekuensi Natural Tanah FSR pada	
Komponen N – S	55
Gambar 5.14 Grafik Perekaman Frekuensi Natural Tanah FSR pada	
Komponen E - W	56
Gambar 5.15 Grafik Frekuensi Natural Tanah HVSR Titik T1	58
Gambar 5.16 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai Basement	63
Gambar 5.17 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai 1	64
Gambar 5.18 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai 2	64
Gambar 5.19 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai 3	65
Gambar 5.20 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai 4	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengolahan Data Komponen Timur – Barat	9
Tabel 2.2 Hasil Pengolahan Data Komponen Utara – Selatan	9
Tabel 2.3 Nilai Indeks Kerentanan Bangunan Lantai Basement	13
Tabel 2.4 Nilai Kerentanan Bangunan Lantai 1	14
Tabel 2.5 Nilai Kerentanan Bangunan Lantai 2	15
Tabel 2.6 Nilai Kerentanan Bangunan Lantai 3	15
Tabel 2.7 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan Dilakukan	17
Tabel 3.1 Klasifikasi Intensitas Gempa Bumi	23
Tabel 4.1 Titik Pada Lantai Semi Basement	40
Tabel 4.2 Titik Pada Lantai 1	40
Tabel 4.3 Titik Pada Lantai 2	40
Tabel 4.4 Titik Pada Lantai 3	40
Tabel 4.5 Titik Pada Lantai 4	41
Tabel 5.1 Hasil Perekaman Frekuensi Natural Tanah Komponen N – S	56
Tabel 5.2 Hasil Perekaman Frekuensi Natural Tanah Komponen E – W	57
Tabel 5.3 Hasil Perekaman Frekuensi Natural Tanah HVSR	58
Tabel 5.4 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada Komponen N – S Pada Blok A	60
Tabel 5.5 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada Komponen N – S Pada Blok B	60
Tabel 5.6 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada Komponen E – W Pada Blok A	61
Tabel 5.7 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada Komponen E – W Pada Blok B	61
Tabel 5.8 Rekapitulasi Frekuensi Natural pada Blok A	62
Tabel 5.9 Rekapitulasi Frekuensi Natural pada Blok B	62
Tabel 5.10 Rekapitulasi Frekuensi Natural Setiap Lantai	66

Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan	
Komponen N – S Pada Blok A	67
Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan	
Komponen N – S Pada Blok B	68
Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan	
Komponen E – W Pada Blok A	69
Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan	
Komponen E – W Pada Blok B	69
Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan Blok A	70
Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan Blok B	70
Tabel 5.17 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan Tiap Lantai	71
Tabel 5.18 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan	
Komponen N – S Pada Blok A	73
Tabel 5.19 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan	
Komponen N – S Pada Blok B	73
Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan	
Komponen E – W Pada Blok A	74
Tabel 5.21 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan	
Komponen E – W Pada Blok B	75
Tabel 5.22 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Blok A	76
Tabel 5.23 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Blok B	76
Tabel 5.24 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Per Lantai	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Windowing Mikrotremor	86
Lampiran 2 Kurva Mikrotremor	89
Lampiran 3 Surat Izin Penelitian Gedung Sarjana Terapan FBE UII	95

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

f_0	: Frekuensi Natural Bangunan (Hz)
R	: Resonansi (%)
K	: Indeks Kerentanan Bangunan (m/s^2)
SR	: <i>Skala Richter</i>
MMI	: <i>Modified Mercally Intencity</i>
MASW	: <i>Multichannel Analysis Surface Wave</i>
UTC	: <i>Universal Time Coordinated.</i>
FSR	: <i>Floor Spectral Ratio</i>
HVSR	: <i>Horizontal to Vertical Spectral Ratio</i>
RDM	: <i>Random Decrement Ratio</i>
PFK	: Pengelola Fasilitas Kampus
FTI	: Fakultas Teknik Industri
FMIPA	: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
FTSP	: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
UII	: Universitas Islam Indonesia
H/V	: <i>Horizonal to Vertical</i>
EW	: <i>East – West</i> (Timur – Barat)
NS	: <i>North – South</i> (Utara – Selatan)
T	: Periode (s)
f_t	: Frekuensi Natural Tanah (Hz)
A	: Amplitudo
A_0	: Amplifikasi Tanah
H	: Ketinggian Bangunan (m)

ABSTRAK

Letak geografis Indonesia berada di wilayah *Ring of Fire* yang merupakan daerah pertemuan lempeng tektonik yang menjadikan wilayah yang terlewati sering mengalami gempa bumi. Pada tahun 2006 yang terjadi di Kabupaten Bantul, DIY menimbulkan berbagai kerusakan bangunan dan korban jiwa. Penelitian ini dilakukan pada Gedung Sarjana Terapan FBE UII yang berdiri sejak tahun 2002. Gedung ini terdiri dari 2 blok yang memiliki 4 lantai dan terdapat semi *basement*. Metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) akan memberikan informasi terkait tingkat kerentanan bangunan dari data mikrotremor. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai frekuensi natural bangunan (f_b), resonansi (%), indeks kerentanan bangunan (K), letak tingkat indeks kerentanan bangunan paling tinggi, dan perbandingan indeks kerentanan pada Gedung Sarjana Terapan FBE UII dengan data sekunder gedung FTI UII ditinjau dari usia bangunan.

Penelitian ini dilakukan pada 20 titik dalam gedung dan 2 titik diluar gedung dengan interval waktu ± 30 menit. Didapatkan grafik frekuensi dari alat mikrotremor dan diolah menggunakan *software geopsy* untuk mengetahui nilai frekuensi natural bangunan dan amplitudo. Pengolahan dilakukan dengan analisis dan perhitungan metode *Floor Spectral Ratio* (FSR).

Rata – rata nilai frekuensi natural bangunan sebesar 2,95 Hz, nilai indeks resonansi bangunan sebesar 14,34%, nilai indeks kerentanan bangunan sebesar 16,14 m/s^2 , Sehingga Gedung Sarjana Terapan FBE UII dikategorikan aman. Pada lantai 3 perlu diwaspadai karena memiliki nilai kerentanan lebih besar. Dari perbandingan data primer dan sekunder, kedua gedung untuk rata – rata kerentanan bangunan dikategorikan aman. Namun untuk perbandingan setiap lantai terdapat perbedaan dimana nilai kerentanan bangunan pada lantai basement Gedung FTI UII dikategorikan tidak aman.

Kata kunci: Gempa bumi, Mikrotremor, *Floor Spectral Ratio* (FSR), Kerentanan

ABSTRACT

Indonesia's geographical location is in the Ring of Fire area which is an area where tectonic plates meet which makes the area that passes through often experience earthquakes. In 2006 which occurred in Bantul Regency, DIY caused various building damage and casualties. This research was conducted at the Applied Undergraduate Building of FBE UII which was established in 2002. This building consists of 2 blocks that have 4 floors and there is a semi-basement. The Floor Spectral Ratio (FSR) method will provide information related to the level of vulnerability of buildings from microtremor data. The purpose of this study is to find out the value of the natural frequency of the building (f_b), resonance (%), the building vulnerability index (K), the location of the highest level of building vulnerability index, and the comparison of the vulnerability index in the Applied Undergraduate Building of FBE UII with the secondary data of the FTI UII building reviewed from the age of the building.

This research was conducted at 20 points inside the building and 2 points outside the building with a time interval of ± 30 minutes. A frequency graph was obtained from a microtremor device and processed using geopsy software to determine the natural frequency value of the building and amplitude. Processing was carried out by analysis and calculation of the Floor Spectral Ratio (FSR) method.

The average natural frequency value of the building is 2.95 Hz, the value of the building resonance index is 14.34%, the value of the building vulnerability index is 16.14 m/s², so that the Applied Undergraduate Building of FBE UII is categorized as safe. On the 3rd floor, it is necessary to be aware because it has a greater vulnerability value. From the comparison of primary and secondary data, the two buildings for average building vulnerability are categorized as safe. However, for the comparison of each floor, there is a difference where the vulnerability value of the building on the basement floor of the FTI UII Building is categorized as unsafe.

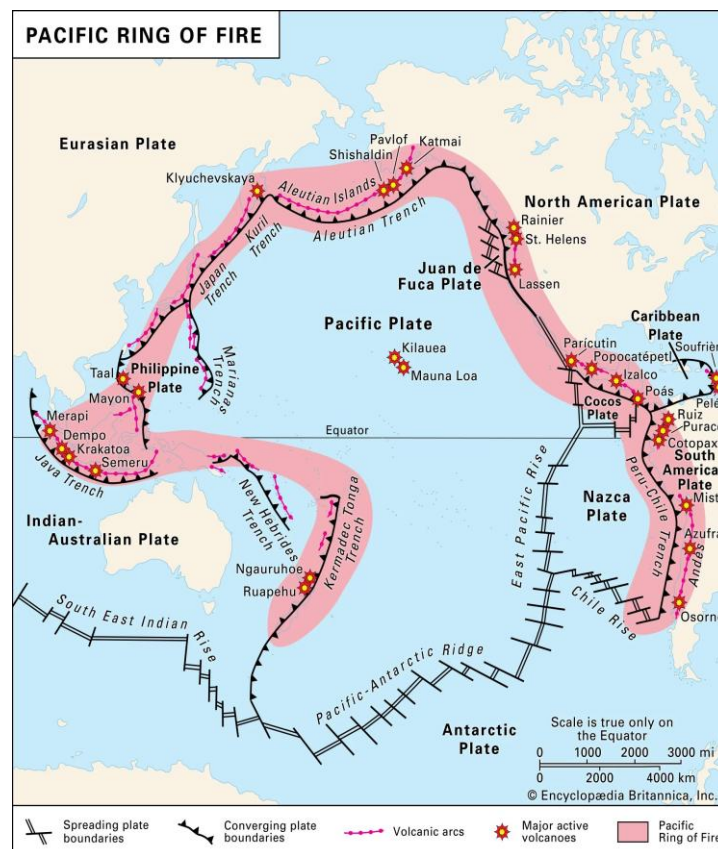
Keywords: *Earthquake, Microtremor, Floor Spectral Ratio (FSR), Vulnerability*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Letak geografis Indonesia berada di wilayah *Ring of Fire* atau Cincin Api Pasifik atau Lingkaran Api yang merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik dunia: Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. *Ring of Fire* merupakan daerah pertemuan lempeng – lempeng tektonik yang menjadikan wilayah yang terlewati sering mengalami gempa bumi. Oleh karena itu, Indonesia termasuk dalam kategori negara yang rentan terhadap bencana alam gempa bumi. Berikut merupakan yang gambar dari peta *Ring of Fire* pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Peta *Ring of Fire*

(Sumber: <https://news.detik.com>)

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

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

Pada penelitian ini dilakukan pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII yang merupakan salah satu bangunan berdiri sejak tahun 2002 (berumur 22 tahun). Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII terdiri dari 2 blok yang memiliki 4 lantai dan terdapat semi *basement*. Evaluasi terkait struktural dan non struktural dilakukan agar tidak terjadi korban jiwa jika terdampak akibat gempa. Penelitian ini menggunakan metode yaitu *Floor Spectral Ratio* (FSR) yang akan memberikan informasi terkait tingkat kerentanan bangunan dari data mikrotremor. *Floor Spectral Ratio* (FSR) merupakan metode untuk menentukan frekuensi dan resonansi bangunan terhadap bencana gempa bumi. Kerentanan bangunan dapat diklasifikasikan apakah bangunan tersebut akan terdampak besar, rendah, ataupun kecil. Didukung oleh data yang didapatkan dari alat mikrotremor akan menentukan kerentanan suatu bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah disebutkan di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana evaluasi kerentanan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII berdasarkan nilai frekuensi natural bangunan (f_b), resonansi (R), dan indeks kerentanan bangunan (K_b) dari data mikrotremor?
2. Dimana letak tingkat indeks kerentanan bangunan (K_b) paling tinggi?
3. Bagaimana perbandingan indeks kerentanan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII dengan data sekunder gedung FTI UII ditinjau dari usia bangunan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui nilai frekuensi natural bangunan (f_b), resonansi (%), dan indeks kerentanan bangunan (K_b) Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII dari data mikrotremor.
2. Untuk mengetahui letak tingkat indeks kerentanan bangunan (K_b) paling tinggi.
3. Untuk mengetahui perbandingan indeks kerentanan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII dengan data sekunder gedung FTI UII ditinjau dari usia bangunan.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian digunakan untuk memfokuskan penulis agar lebih fokus dan tidak ada hal yang keluar dari topik penelitian sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian dilakukan di Universitas Islam Indonesia lebih tepatnya pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII. Dengan data sekunder lainnya yaitu Gedung FTI untuk dijadikan perbandingan terkait kerentanan bangunan dari aspek usia bangunan.
2. Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII memiliki beberapa bagian – bagian gedung, yaitu semi *basement*, 4 lantai dan dibagi menjadi 2 blok, yaitu Blok A dan Blok B.
3. Pada Blok A terdiri dari beberapa ruangan, yaitu:

- a. *Semi Basement*, meliputi ruang panel, ruang genset, ruang markom, ruang himpunan mahasiswa, dapur, dan ruang satpam.
 - b. Lantai 1, meliputi gudang, ruang administrasi, ruang keuangan, ruang kendali mutu, dan ruang sidang.
 - c. Lantai 2, meliputi ruang panel, gudang, ruang galeri dan investasi, ruang kuliah A 2.2, dan ruang laboratorium 2.
 - d. Lantai 3, meliputi ruang panel, gudang, ruang tax center, dan ruang kuliah A 3.2.
 - e. Lantai 4, meliputi gudang, ruang diskusi, dan ruang laboratorium digital.
4. Pada Blok B terdiri dari beberapa ruangan, yaitu
 - a. *Semi Basement*, meliputi ruang loker, mushola, 3 ruang komputer A-C, dan ruang genset.
 - b. Lantai 1, meliputi 2 kamar mandi, ruang operator, ruang tamu, ruang PMB, hall, ruang pengelola, ruang sekretaris, ruang meeting kecil, ruang direktur, dan 2 ruang wakil direktur.
 - c. Lantai 2, meliputi 2 kamar mandi, ruang prodi analisis keuangan, ruang kuliah B 2.1, ruang auditorium komputer 1, ruang kuliah B 2.2, dan ruang kuliah B 2.3.
 - d. Lantai 3, meliputi 2 kamar mandi, ruang kuliah B 3.1, ruang kuliah B 3.2, ruang auditorium komputer 2, ruang kuliah B 3.3, dan ruang kuliah B 3.4.
 - e. Lantai 4, meliputi 2 kamar mandi, auditorium, dan ruang laboratorium komputer 4.
 5. Perbandingan data sekunder dengan Gedung FTI UII yang memiliki 5 blok dan 4 lantai dilakukan sebanyak 40 titik di dalam gedung dan 2 titik di tanah.
 6. Metode yang digunakan adalah *Floor Spectral Ratio* (FSR) dalam pengolahan data mikrotremor.
 7. Alat Mikrotremor yang digunakan adalah *Lunitek Digital Seismic Sensors*.

8. Analisis data diolah menggunakan *software Geopsy* yang akan digunakan untuk menentukan Frekuensi Natural Bangunan (f_b), Indeks Resonansi (%), dan Indeks Kerentanan Bangunan (K_b).

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian menggunakan metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) dari data mikrotremor akan memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan informasi terkait data bangunan yang akan menjadi pantauan karena faktor usia bangunan. Tidak hanya untuk keseluruhan bangunan, namun dapat diperhatikan kerentanan setiap ruangan agar tidak terciptanya korban jiwa ketika terjadi gempa bumi.
2. Memberikan gambaran terkait bangunan yang lebih tua memiliki tingkat kerentanan yang tinggi atau rendah.
3. Memberikan evaluasi terkait kerentanan bangunan supaya dijadikan media mitigasi dan penanggulangan bencana alam.
4. Hasil penelitian ini diharapkan menambah wawasan serta ilmu bagi peneliti mengenai penjelasan alat mikrotremor beserta hasil yang didapatkan dan dapat menjelaskan tentang tingkat kerentanan bangunan.
5. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan atau literatur yang bermanfaat dan sebagai bahan evaluasi pada penelitian selanjutnya.

BAB II

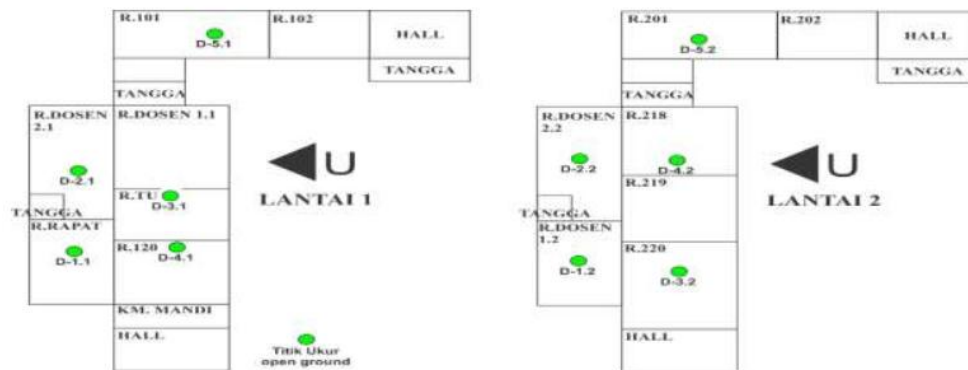
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Penelitian mengenai evaluasi kerentanan bangunan yang memiliki tingkat rawan bencana gempa bumi menggunakan metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) dari data mikrotremor telah dilakukan peneliti sebelumnya. Hal tersebut dapat digunakan untuk penulis sebagai referensi dalam penelitian yang sama. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi bagi penulis.

2.1.1 Analisis Mikrotremor Untuk Mengevaluasi Kerentanan Gempabumi Ruang Prodi Pend. Fisika UST

Prabowo et al., (2020) telah melakukan penelitian mengenai kerentanan gempa bumi pada Gedung UST, lebih tepatnya pada ruang Prodi Pend. Fisika menggunakan mikrotremor. Ruang tersebut merupakan bagian gedung utama yang didirikan pertama di lingkungan FKIP UST. Gedung tersebut memiliki 2 lantai dan dibagi menjadi 2 bagian. Penelitian ini dilakukan 10 titik di dalam gedung dan satu titik di luar gedung dengan total sampling 100 berdurasi penelitian 45 menit di setiap titiknya. Dengan menggunakan metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) dapat menentukan nilai frekuensi natural, indeks resonansi, dan indeks kerentanan bangunan. Hasil yang akan diperoleh akan disesuaikan dengan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 2002). Denah titik pengukuran dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Denah Titik Pengukuran Ruang Prodi Pend. Fisika UST

(Sumber: Prabowo et al., 2020)

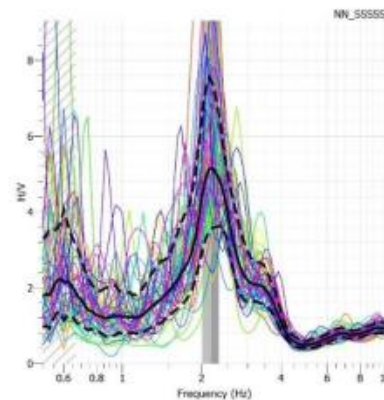
Hasil nilai frekuensi natural yang didapatkan pada komponen barat – timur lantai 1 berkisar antara 2,99 – 3,22 Hz dan lantai 2 adalah 3,34 Hz dengan rata – rata frekuensi seluruh bangunan 3,22 Hz. Sedangkan pada komponen utara – selatan lantai 1 berkisar antara 2,99 – 3,22 Hz dan lantai 2 adalah 3,34 Hz dengan rata – rata frekuensi untuk seluruh ruangan 3,22 Hz. Dari hasil tersebut, ruangan Prodi Pend. Fisika UST telah sesuai dengan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 2002) yaitu lebih dari 2,78 Hz.

Nilai indeks resonansi, pada komponen barat – timur lantai 1 berkisar antara 103,40 – 110,88 % dan lantai 2 berkisar antara 119,05 – 136,05 %. Sedangkan pada komponen utara – selatan lantai 1 berkisar antara 103,40 – 119,05 % dan lantai 2 adalah 127,21 %. Dari data diatas, nilai indeks resonansi ruangan Prodi Pend. Fisika UST termasuk kategori rendah karena memiliki nilai >25%.

Nilai Indeks kerentanan bangunan berkisar 4,24 – 18,79 pada lantai 2 dengan nilai terbesar pada ruangan dosen dan nilai terkecil pada ruangan kelas lantai 2 (R. 218). Sehingga ruangan yang rentan mengalami kerusakan adalah ruang kelas R.218. Nilai pada komponen barat – timur lebih kecil daripada komponen utara – selatan, maka komponen barat – timur akan rentan mengalami kerusakan. Semakin kecil nilai indeks kerentanan bangunan, semakin rentan mengalami kerusakan.

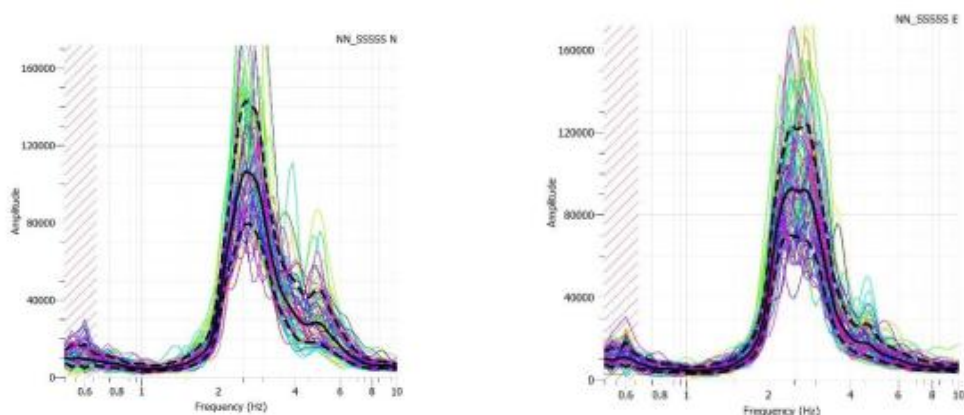
2.1.2 Analisis Mikrotremor Untuk Evaluasi Kerentanan Gempa Bumi Pada Gedung Perkuliahan ITS NU Pekalongan

Yuniarto & Kiswanto (2021) telah melakukan penelitian di Gedung Perkuliahan ITS NU Pekalongan yang bertujuan untuk mengetahui frekuensi natural pada bangunan dan tingkat resonansi terhadap gempa bumi. Gedung perkuliahan ini terdiri dari 3 lantai. Penelitian ini dibagi menjadi 3 komponen, yaitu komponen vertikal, komponen timur – barat, dan komponen utara – selatan. Berikut merupakan hasil *spectrum* frekuensi natural. Hasil spectrum frekuensi natural dapat dilihat pada **Gambar 2.2** dan **Gambar 2.3** sebagai berikut.



Gambar 2.2 Spectrum Frekuensi Tempat Parkir Belakang (Open Ground)

(Sumber: Yuniarto & Kiswanto, 2021)



Gambar 2.3 Spectrum Frekuensi Komponen Utara – Selatan dan Timur – Barat Pada Ruang LPPM

(Sumber: Yuniarto & Kiswanto, 2021)

Maka data tersebut akan diolah menjadi **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2** dibawah ini.

Tabel 2.1 Hasil Pengolahan Data Komponen Timur – Barat

Lantai	Ruangan	Komponen Timur - Barat		
		fo (Hz)	Ao	R (%)
Lantai 3	Lobby Tengah	2.69	79854.5	23.96
Lantai 3	R.3.6	2.47	71978.3	13.82
Lantai 3	Perpustakaan	2.49	74263.3	14.75
Lantai 3	R.3.1	2.43	65860.4	11.98
Lantai 3	R.3.2	2.53	73781.3	16.59
Lantai 2	Lobby Tengah	2.5	93360.4	15.21
Lantai 2	Lab Fisika	2.57	99851.9	18.43
Lantai 2	R.2.4	2.6	88342.6	19.82
Lantai 2	R22	2.64	101837	21.66
Lantai 2	R.2.6	2.48	100821	14.29
Lantai 1	R.1.11	2.47	74677.3	13.82
Lantai 1	Lobby Tengah	2.5	73484.1	15.21
Lantai 1	LPPM	2.56	91586.9	17.97
Lantai 1	Lab Industri	2.54	93143.8	17.05
Lantai 1	Fakultas	2.49	79952	14.75
Ground	Parkir Belakang	2.17	5.14	

(Sumber: Yuniarto & Kiswanto, 2021)

Tabel 2.2 Hasil Pengolahan Data Komponen Utara – Selatan

Lantai	Ruangan	Komponen Utara - Selatan		
		fo (Hz)	Ao	R (%)
Lantai 3	Lobby Tengah	2.62	82308.6	20.74
Lantai 3	R.3.6	2.69	74715.1	23.96
Lantai 3	Perpustakaan	2.63	101329	21.20
Lantai 3	R.3.1	2.56	79970	17.97
Lantai 3	R.3.2	2.54	82759.2	17.05
Lantai 2	Lobby Tengah	2.56	109501	17.97
Lantai 2	Lab Fisika	2.62	106693	20.74
Lantai 2	R.2.4	2.65	87151.1	22.12
Lantai 2	R22	2.62	112595	20.74
Lantai 2	R.2.6	2.57	122979	18.43
Lantai 1	R.1.11	2.53	93368.7	16.59
Lantai 1	Lobby Tengah	2.63	92284.4	21.20
Lantai 1	LPPM	2.66	105609	22.58

Lanjutan Tabel 2.2 Hasil Pengolahan Data Komponen Utara – Selatan

Lantai	Ruangan	Komponen Utara - Selatan		
		f_0 (Hz)	A_0	R (%)
Lantai 1	Lab Industri	2.59	123427	19.35
Lantai 1	Fakultas	2.59	104258	19.35
Ground	Parkir Belakang	2.17	5.14	

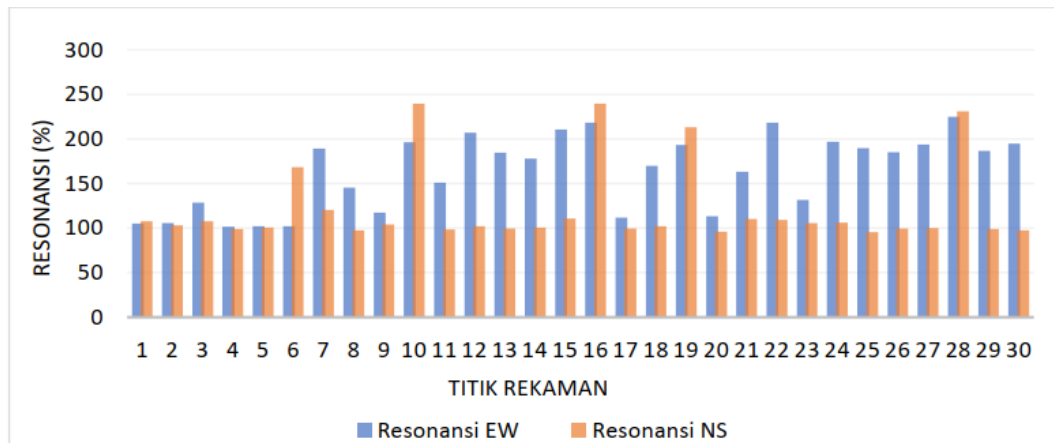
(Sumber: Yuniarto & Kiswanto, 2021)

Sehingga dapat disimpulkan bahwa Frekuensi Natural untuk komponen timur – barat sebesar 2,53 Hz sedangkan pada komponen utara – selatan sebesar 2,60 Hz. Frekuensi Natural Tanah didapatkan nilai 2,17 Hz, sehingga gedung dalam kondisi baik. Indeks Resonansi pada komponen timur – barat sebesar 16,62% sedangkan komponen utara – selatan sebesar 20%, sehingga dikategorikan sedang.

2.1.3 Uji Kerentanan Bangunan Rusunawa Berdasarkan HVSR (*Horizontal to Spectral Ratio*) dan FSR (*Floor Spectral Ratio*)

Larasati (2022) telah melakukan penelitian di Gedung Rusunawa (asmara mahasiswa) yang termasuk wilayah administratif Universitas Jambi. Rusunawa ini terdiri dari 5 lantai dengan 96 kamar yang memiliki ketinggian 18 m dengan luas 1.620 m² dengan jumlah titik sebanyak 34 titik dengan jarak antar titik yaitu 16,7 m. Gedung Rusunawa memiliki jarak yang relatif dekat dengan pusat gempa bumi yaitu di Kabupaten Batanghari sekitar kurang lebih 83 km, Kabupaten Merangin kurang lebih 180 km dan kabupaten Kerinci sekitar kurang lebih 415,2 km.

Dalam pengolahan data metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) terdapat beberapa komponen yaitu komponen *East – West* (EW), *North – South* (NS), dan Vertikal (Z). Metode ini akan mendapatkan nilai frekuensi natural (f_0), resonansi (%), dan indeks kerentanan bangunan (K_b). Berikut merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan.



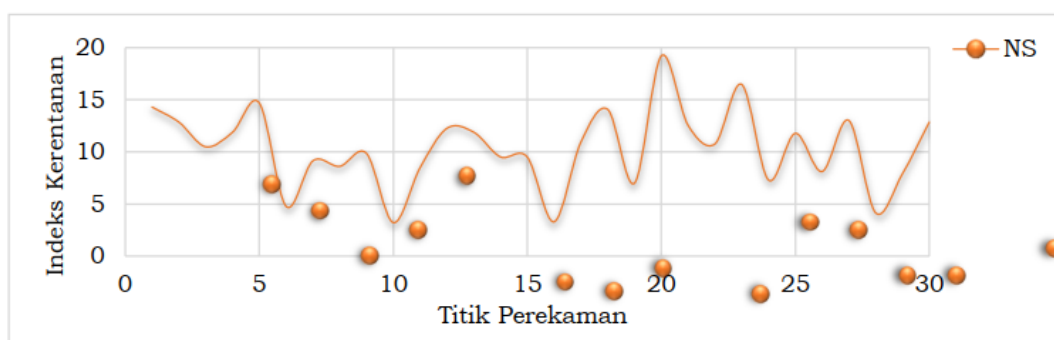
Gambar 2.4 Grafik Resonansi Gedung Rusunawa Universitas Jambi

(Sumber: Larasati, 2022)



Gambar 2.5 Grafik Indeks Kerentanan Bangunan Komponen (EW) Gedung Rusunawa Universitas Jambi

(Sumber: Larasati, 2022)

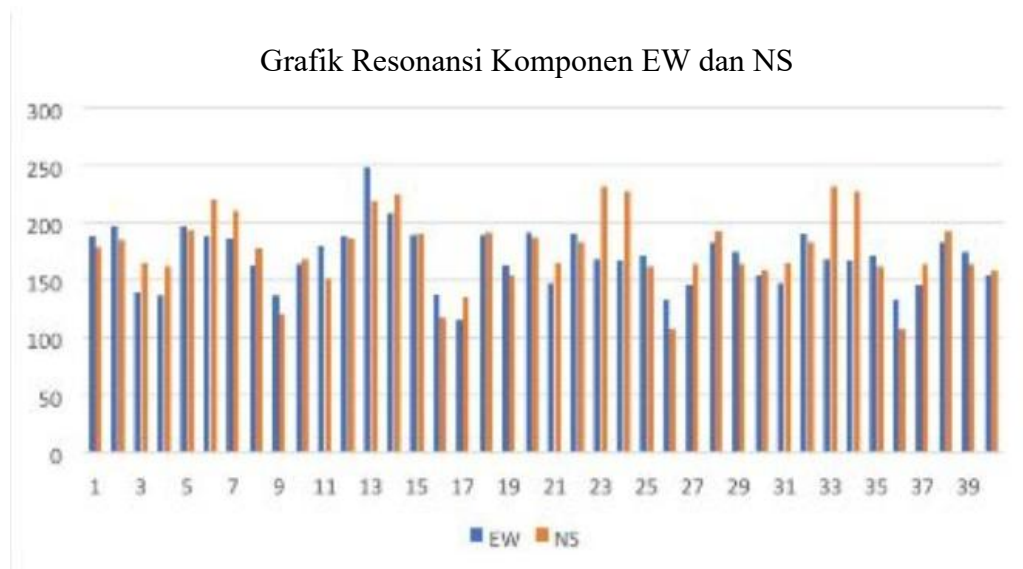


Gambar 2.6 Grafik Indeks Kerentanan Bangunan Komponen (NS) Gedung Rusunawa Universitas Jambi

(Sumber: Larasati, 2022)

(Sumber: Situmorang, 2023)

Pengukuran penelitian ini menggunakan 40 titik pengukuran yang menghasilkan kurva spektrum yang diperoleh dari penolahan menggunakan Geopsy. Hasil dari resonansi komponen EW dan NS dapat dilihat pada **Gambar 2.8** berikut ini.



Gambar 2.8 Grafik Hubungan Resonansi Komponen EW dan NS

(Sumber: Situmorang, 2023)

Dilihat dari grafik tersebut, nilai resonansi akan semakin tinggi jika tingkat ketinggian lantai semakin tinggi.

Untuk indeks kerentanan bangunan akan dikategorikan runtuh jika memiliki nilai diatas 100 m/s² – 200 m/s². Sehingga dibawah 100 m/s² bangunan dikategorikan aman terhadap kerusakan. Penelitian ini menggunakan 10 titik yang dilakukan pada objek penelitian, yaitu *basement*, Lantai 1, Lantai 2, dan Lantai 3.

Tabel 2.3 Nilai Indeks Kerentanan Bangunan Lantai *Basement*

Titik	EW		NS		Kerentanan Bangunan	
	f_0 (Hz)	A_0	f_0 (Hz)	A_0	EW	NS
1	4,72	6,1054	4,57	6,9801	5,3452	6,5188
2	4,86	6,9812	4,67	7,2084	5,7649	6,4468
3	3,93	6,8912	4,34	5,8843	8,7025	6,0933
4	3,88	6,5911	4,28	7,0113	8,5394	7,4653
5	4,86	7,0016	4,81	6,1017	5,7817	5,1439

Lanjutan Tabel 2.3 Nilai Indeks Kerentanan Bangunan Lantai *Basement*

Titik	EW		NS		Kerentanan Bangunan	
	f_0 (Hz)	A_0	f_0 (Hz)	A_0	EW	NS
6	4,73	6,9883	5,24	6,4209	6,0923	4,5611
7	4,69	7,4552	5,08	5,9864	6,6107	4,5245
8	4,31	6,7802	4,54	8,1983	7,1191	7,7579
9	3,87	6,9984	3,61	8,3118	9,1141	12,439
10	4,33	7,4829	4,39	6,7108	7,7845	6,7917

(Sumber: Situmorang, 2023)

Dari Gambar 2.11 Lantai *Basement* dengan perekaman 10 titik didapatkan hasil perhitungan komponen EW kisaran 5,35 – 9,11 m/s² dan NS kisaran 4,53 – 12,44 m/s². Nilai ini dapat dikategorikan kerentanan bangunan tersebut rendah karena memiliki nilai yang kecil dibawah 100 m/s². Sehingga Lantai *Basement* termasuk kedalam bangunan yang aman terhadap kerusakan.

Tabel 2.4 Nilai Kerentanan Bangunan Lantai 1

Titik	EW		NS		Kerentanan Bangunan	
	f_0 (Hz)	A_0	f_0 (Hz)	A_0	EW	NS
1	4.58	7,3200	4,12	7,9015	6,8064	9,0793
2	4,73	8,4769	4,68	10,2922	7,3901	9,1654
3	5,71	8,7433	5,22	8,4229	5,2304	6,0291
4	5,05	6,7981	5,32	6,9081	5,1992	4,7607
5	4,74	7,0999	4,75	7,4941	6,1635	6,4784
6	3,89	7,6470	3,56	6,8864	9,8566	10,5981
7	3,52	6,6675	3,85	6,9145	10,4957	9,0987
8	4,74	7,2347	4,78	7,1942	6,2806	6,1414
9	4,31	6,9812	4,16	7,2011	7,3301	8,1161
10	4,77	7,1824	4,71	6,8625	6,1570	6,0336

(Sumber: Situmorang, 2023)

Dari Gambar 2.12 Lantai 1 dengan perekaman 10 titik didapatkan hasil perhitungan komponen EW kisaran 5,20 – 10,50 m/s² dan NS kisaran 4,76 – 10,60 m/s². Nilai ini dapat dikategorikan kerentanan bangunan tersebut rendah karena memiliki nilai yang kecil dibawah 100 m/s². Sehingga Lantai 1 termasuk kedalam bangunan yang aman terhadap kerusakan.

Tabel 2.5 Nilai Kerentanan Bangunan Lantai 2

Titik	EW		NS		Kerentanan Bangunan	
	f_0 (Hz)	A_0	f_0 (Hz)	A_0	EW	NS
1	4,04	9,3639	4,34	6,3368	11,1900	4,04
2	4,75	7,5900	4,64	7,2254	6,56133	4,75
3	4,39	12,2407	5,43	8,4171	12,3883	4,39
4	4,38	9,8001	5,37	6,6943	9,9637	4,38
5	4,44	9,2210	4,29	10,8774	9,1232	4,44
6	3,82	14,0226	3,4	9,4696	18,7430	3,82
7	4,02	9,5355	4,33	6,4165	11,5088	4,02
8	4,64	8,6311	4,79	9,7008	7,8192	4,64
9	4,5	10,0881	4,32	10,3223	9,7167	4,5
10	4,17	7,6945	4,23	6,5161	8,6307	4,17

(Sumber: Situmorang, 2023)

Dari Gambar 2.13 Lantai 2 dengan perekaman 10 titik didapatkan hasil perhitungan komponen EW kisaran 7,93 – 15,91 m/s² dan NS kisaran 3,22 – 12,26 m/s². Nilai ini dapat dikategorikan kerentanan bangunan tersebut rendah karena memiliki nilai yang kecil dibawah 100 m/s². Sehingga Lantai 2 termasuk kedalam bangunan yang aman terhadap kerusakan.

Tabel 2.6 Nilai Kerentanan Bangunan Lantai 3

Titik	EW		NS		Kerentanan Bangunan	
	f_0 (Hz)	A_0	f_0 (Hz)	A_0	EW	NS
1	4,04	9,3639	4,34	6,3369	11,1901	6,5620
2	4,75	7,5900	4,64	7,2255	6,5613	6,5459
3	4,39	12,2407	5,43	8,4171	12,3884	5,5680
4	4,38	9,8001	5,37	6,6944	9,9637	4,5279
5	4,44	9,2210	4,29	10,8774	9,1233	11,5278
6	3,82	14,0226	3,40	9,4696	18,7430	15,9776
7	4,02	9,5356	4,33	6,4166	11,5089	6,6752
8	4,64	8,6311	4,79	9,7008	7,8193	8,2466
9	4,50	10,0881	4,32	10,3223	9,7168	10,7881
10	4,17	9,6945	4,23	6,5161	8,6307	7,1031

(Sumber: Situmorang, 2023)

Dari Gambar 2.14 Lantai 3 dengan perekaman 10 titik didapatkan hasil perhitungan komponen EW kisaran 6,45 – 43,07 m/s² dan NS kisaran 6,32 – 14,55

m/s². Nilai ini dapat dikategorikan kerentanan bangunan tersebut rendah karena memiliki nilai yang kecil dibawah 100 m/s². Sehingga Lantai 3 termasuk kedalam bangunan yang aman terhadap kerusakan.

Sehingga, kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah analisis FSR Frekuensi rata – rata komponen EW sebesar 4,522 Hz dan amplitudo sebesar 12,67 sedangkan komponen NS sebesar 4,615 Hz serta amplitudo sebesar 9,021. Nilai Resonansi komponen EW sebesar 165,2% sedangkan komponen NS sebesar 175,2%. Sehingga kategori resonansi rendah karena >15%. Sedangkan Indeks Kerentanan pada komponen EW sebesar 11,43 m/s² sedangkan pada komponen NS sebesar 8,734 11,43 m/s² Sehingga di gedung aman terhadap guncangan/getaran.

2.1.5 Vulnerability Analysis of Rectorate Building of UIN Mataram against Earthquakes Based on Mikrotremor Data (Analisis Kerentanan Gedung Rektorat UIN Mataram Terhadap Gempa Bumi Berdasarkan Data Mikrotremor)

Ilham (2023) telah melakukan penelitian pada Gedung Rektorat UIN Mataram terhadap gempa bumi berdasarkan data mikrotremor. gedung dibagi menjadi 3 bagian yakni sayap utara (3 lantai), bagian tengah (2 lantai) dan sayap selatan (3 lantai). Perekaman signal mikrotremor dilakukan di 18 titik di dalam gedung dan 3 titik di tanah sekitar gedung. Lokasi titik perekaman di dalam gedung meliputi 8 titik di lantai 1, 8 titik di lantai 2, dan 2 titik di lantai 3.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah Frekuensi Natural gedung adalah 4,15 Hz dengan nilai amplifikasi maksimum komponen NS sebesar 1,15 – 2,63 dan komponen EW sebesar 1,50 – 4,26. Sehingga amplifikasi tergolong rendah. Nilai resonansi dengan tanah sekitarnya tergolong rendah. Indeks Kerentanan paling tinggi berada di lantai 3 gedung rektorat.

2.2 Penelitian Terdahulu

Dari beberapa hasil penelitian terdahulu dapat menjadi perbandingan pada penelitian penulis. Berikut merupakan rangkuman dan perbandingan dari penelitian – penelitian diatas dengan penelitian yang akan dilakukan seperti pada **Tabel 2.7** berikut.

Tabel 2.7 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan Dilakukan

Penelitian Terdahulu						Penelitian Yang Akan Dilakukan
Jurnal	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Peneliti	Prabowo et al. (2020)	Yuniarto & Kiswanto (2021)	Larasati (2022)	Situmorang (2023)	Ilham (2023)	Widiyanta (2025)
Judul	Analisis Mikrotremor Untuk Mengevaluasi Kerentanan Gempabumi Ruang Prodi Pend. Fisika UST	Analisis Mikrotremor Untuk Evaluasi Kerentanan Gempa Bumi Pada Gedung Perkuliahan ITS NU Pekalongan	Uji Kerentanan Bangunan Rusunawa Berdasarkan Hvsr (<i>Horizontal to Spectral Ratio</i>) Dan FSR (<i>Floor Spectral Ratio</i>)	Analisis Mikrotremor Untuk Uji Kerentanan Bangunan Berdasarkan FSR (<i>Floor Spectral Ratio</i>) dan RDM (<i>Random Decrement Ratio</i>) Studi Kasus Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi	Vulnerability Analysis of Rectorate Building of UIN Mataram against Earthquakes Based on Mikrotremor Data (Analisis Kerentanan Gedung Rektorat UIN Mataram Terhadap Gempa Bumi Berdasarkan Data Mikrotremor)	Evaluasi Kerentanan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia Dengan Metode <i>Floor Spectral Ratio</i> (Fsr) Dari Data Mikrotremor (<i>Evaluation Of The Vulnerability Of The D3 Economy Building Of The Islamic University Of Indonesia Using The Floor Spectral Ratio (Fsr) Method From Mikrotremor Data</i>)
Tujuan	Untuk mengetahui mengevaluasi kerentanan gempa bumi Ruang Prodi	Mengetahui frekuensi natural pada bangunan dan tingkat resonansi bangunan terhadap gempa bumi.	Mengetahui nilai frekuensi alami (f_0), nilai resonansi (%) dan nilai indeks kerentanan bangunan (K) berdasarkan HVSr	<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui Frekuensi Alami bangunan komponen EW dan NS dengan metode FSR Mengetahui Frekuensi Alami bangunan 	Menganalisis tingkat kerentanan Gedung Rektorat UIN Mataram terhadap gempa	<ul style="list-style-type: none"> Untuk mengetahui nilai frekuensi natural (f_0), resonansi (%), dan indeks kerentanan bangunan (K) Gedung Sarjana

Lanjutan Tabel 2.7 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan Dilakukan

Penelitian Terdahulu						Penelitian Yang Akan Dilakukan
Jurnal	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Peneliti	Prabowo et al. (2020)	Yuniarto & Kiswanto (2021)	Larasati (2022)	Situmorang (2023)	Ilham (2023)	Widiyanta (2025)
	Pend. Fisika UST		(Horizontal to Vertikal Spectral Ratio) dan FSR (<i>Floor Spectral Ratio</i>).	komponen EW dan NS dengan metode RDM <ul style="list-style-type: none"> Mengetahui nilai resonansi bangunan Mengetahui hubungan antara FSR dan RDM 	bumi berdasarkan data mikrotremor.	Terapan FBE UII dari data mikrotremor. <ul style="list-style-type: none"> Untuk mengetahui letak tingkat indeks kerentanan bangunan paling tinggi. Untuk mengetahui perbandingan indeks kerentanan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII dengan data sekunder gedung UII lainnya.
Parameter Penelitian	Hasil analisis dibandingkan dengan klasifikasi SNI 2002 tentang tata cara perencanaan ketahanan	Pengukuran komponen gedung bagian timur – barat dan komponen bagian utara – selatan.	Data penelitian diperoleh dari 36 titik perekaman data mikrotremor.	Jumlah titik yang dilakukan adalah 40 titik di bangunan dan 3 titik di tanah.	Perekaman signal mikrotremor dilakukan pada 18 titik di gedung dan 3 titik di tanah sekitaran gedung.	Perekaman signal mikrotremor dilakukan pada 20 titik di dalam gedung dan 2 titik di tanah.

Lanjutan Tabel 2.7 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan Dilakukan

Penelitian Terdahulu						Penelitian Yang Akan Dilakukan
Jurnal	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Peneliti	Prabowo et al. (2020)	Yuniarto & Kiswanto (2021)	Larasati (2022)	Situmorang (2023)	Ilham (2023)	Widiyanta (2025)
Hasil Penelitian	<p>bangunan tahan gempa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi Natural sudah sesuai dengan SNI 2002 yaitu >2.78 • Indeks resonansi termasuk karegori rendah dengan nilai $>25\%$ • Indeks kerentanan bangunan bernilai $4.24 - 18.78$ dengan nilai rendah berada pada ruang kelas R.218 	<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi Natural untuk komponen timur – barat sebesar $2,53$ Hz sedangkan pada komponen utara – selatan sebesar $2,60$ Hz. • Frekuensi Natural Tanah didapatkan nilai $2,17$ Hz, sehingga gedung dalam kondisi baik. • Indeks Resonansi pada komponen timur – barat sebesar $16,62\%$ sedangkan komponen utara – selatan sebesar 20%, sehingga dikategorikan sedang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nilai resonansi pada komponen East – West (EW) dengan rata-rata 330.296%, sedangkan komponen North – South (NS) dengan nilai rata-rata 249.305%. Nilai tersebut memiliki resonansi kurang lebih besar dari 25% dengan klasifikasi rendah berdasarkan klasifikasi kerentanan resonansi. • Nilai indeks kerentanan komponen East – West (EW) dengan ratarata 32.8681 cm/s², komponen North – South (NS) dengan rata-rata 59.5981 cm/s² memiliki nilai indeks kerentanan bangunan yang 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis FSR Frekuensi rata – rata komponen EW sebesar $4,522$ Hz dan amplitudo sebesar $12,67$ sedangkan komponen NS sebesar $4,615$ Hz serta amplitudo sebesar $9,021$. • Analisis RDM Frekuensi rata – rata komponen EW sebesar $2,798$ Hz dan rasio redam sebesar $5,8452\%$ sedangkan komponen NS sebesar $2,844$ Hz serta rasio redam sebesar $5,266\%$. • Nilai Resonansi komponen EW sebesar $165,2\%$ sedangkan komponen NS sebesar $175,2\%$. Sehingga kategori resonansi rendah karena $>15\%$. • Indeks Kerentanan pada komponen EW sebesar $11,43$ m/s² sedangkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi Natural gedung adalah $4,15$ Hz dengan nilai amplifikasi maksimum komponen NS sebesar $1,15 - 2,63$ dan komponen EW sebesar $1,50 - 4,26$. Sehingga aplifikasi tergolong rendah. • Nilai resonansi dengan tanah sekitarnya tergolong rendah. • Indeks Kerentanan paling tinggi berada di lantai 3 gedung rektorat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rata – rata frekuensi natural bangunan sebesar $2,95$ Hz dan dikategorikan aman karena lebih besar dari frekuensi natural tanah HVSR sebesar $1,29$ Hz. • Nilai indeks resonansi sebesar $14,34\%$ yang dikategorikan tinggi karena kurang dari 15%. • Indeks kerentanan bangunan sebesar $16/14$ m/s² yang dikategorikan aman karena kurang dari 100 m/s². • Indeks kerentanan tertinggi berada di lantai 3 dengan nilai $16,14$ m/s².

Lanjutan Tabel 2.7 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan Dilakukan

Penelitian Terdahulu						Penelitian Yang Akan Dilakukan
Jurnal	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Peneliti	(Prabowo et al., 2020)	(Yuniarto & Kiswanto, 2021)	(Larasati, 2022)	(Situmorang, 2023)	(Ilham, 2023)	(Widiyanta, 2024)
			rendah. Nilai indeks kerentanan di bawah dari 1/100 gedung Rusunawa aman terhadap kerusakan.	pada komponen NS sebesar $8,734 \text{ m/s}^2$ Sehingga di gedung aman terhadap guncangan/getaran.		<ul style="list-style-type: none"> Perbandingan data sekunder dilakukan dengan hasil gedung FTI UII menunjukkan tidak aman pada lantai basement namun untuk rata – rata kerentanan bangunan dikategorikan aman.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Gempa Bumi

3.1.1 Pengertian Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang tidak dapat diprediksi kapan dan dimana akan terjadi. Fenomena ini berupa guncangan atau getaran dari bumi yang di suatu daerah dengan selang waktu tertentu. Getaran tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan. Sumber gempa sangat memengaruhi terhadap dampak yang ditimbulkan terhadap bangunan. Bangunan yang dekat dengan sumber gempa relatif berdampak lebih besar daripada bangunan yang jauh dari sumber gempa. Namun, jika struktur bangunan yang bagus, kuat, dan kokoh maka kecil kemungkinan tidak mengalami kerusakan yang parah. Adapun beberapa jenis gempa bumi, yaitu sebagai berikut.

1. Gempa Tektonik

Gempa Tektonik merupakan gempa yang dihasilkan akibat pergeseran lempeng tektonik yang bergerak dan bertabrakan atau terpisah satu sama lain dibawah permukaan bumi. Gempa ini dapat menyebabkan kerusakan yang besar.

2. Gempa Vulkanik

Gempa Vulkanik merupakan gempa yang disebabkan oleh aktivitas vulkanik. Kejadian gempa ini biasanya terjadi di dekat gunung berapi. Pergerakan dari magma atau lava di dalam gunung berapi dapat menyebabkan gempa ini. Kerusakan yang ditimbulkan tidak sebesar gempa tektonik.

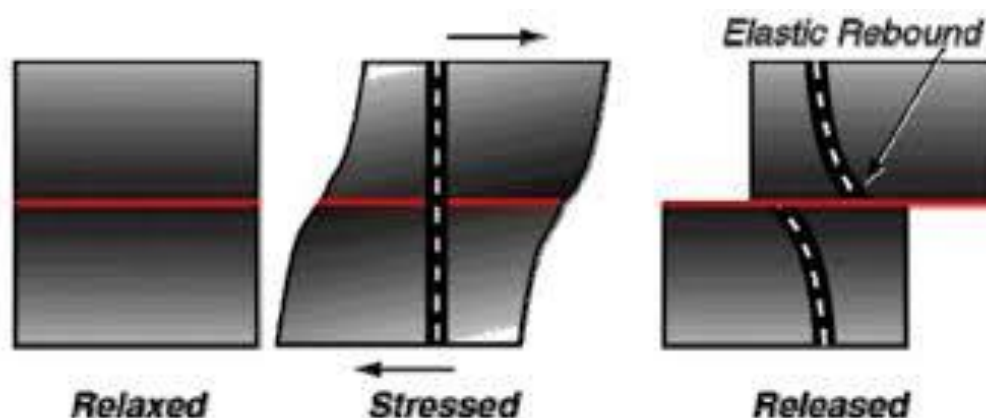
3. Gempa Letusan Gunung Berapi

Gempa Letusan Gunung Berapi terjadi karena adanya aktivitas dari dalam bumi yang menyebabkan gunung Merapi meletus. Magma yang terakumulasi dalam gunung akhirnya akan terjadi letusan dan gempa bumi. Kekuatan yang dihasilkan sangat besar dan dapat menyebabkan kerusakan yang luas disekitar gunung.

4. Gempa Lokal

Gempa Lokal merupakan gempa yang ditimbulkan dari aktivitas tektonik di dalam bumi, seperti gerakan lempeng tektonik atau patahan – patahan di dalam litosfer. Gempa ini tidak menimbulkan kerusakan yang besar, namun gempa akan dirasakan oleh orang – orang disekitarnya.

Dari jenis – jenis gempa bumi diatas, dapat disimpulkan terjadinya gempa bumi karena aktivitas di bawah permukaan bumi. Menurut Nia Shohaya et al. (2013) bebatuan yang terdeformasi dikarenakan adanya gaya yang berkerja berlawanan arah pada batuan kulit bumi. Bebatuan memiliki sifat yang elastis. Jika gaya yang terjadi terhadap bebatuan dalam jangka waktu yang lama dan terus menerus, maka daya dukung akan mencapai maksimum serta mengalami pergeseran. Berikut merupakan ilustrasi proses deformasi batuan yang mengakibatkan terjadinya gempa bumi.



Gambar 3.1 Ilustrasi Proses Deformasi Batuan Yang Mengakibatkan Terjadinya Gempa Bumi

(Sumber: Nia Shohaya et al., 2013)

3.1.2 Parameter Gempa Bumi

Menurut Ismawati (2010) terdapat parameter sumber gempa, yaitu waktu terjadinya gempa (*origin time*), *Hiposenter*, *Episenter*, *Magnitudo*, dan Intensitas. Berikut merupakan penjelasan dari parameter sumber gempa.

1. Waktu Terjadinya Gempa (*Origin Time*), yaitu waktu terlepasnya akumulasi tekanan (*stress*) yang berbentuk penjalaran gelombang gempa bumi dan dinyatakan dalam hari, tanggal, bulan, jam, menit, dan detik dalam satuan UTC (*Universal Time Coordinated*).
2. *Hiposenter*, yaitu lokasi terjadinya gempa bumi (pusat gempa bumi).
3. *Episenter*, yaitu proyeksi hiposenter ke permukaan bumi (dinyatakan dalam lintang dan bujur). Kedalam gempa bumi dihitung tegak lurus dari permukaan bumi dan dinyatakan dalam satuan kilometer (km).
4. *Magnitudo*, yaitu kekuatan gempa bumi yang dipancarkan oleh sumber bumi. Satuan dari magnitude adalah *Skala Richter* (SR).
5. Intensitas gempa bumi, yaitu skala dampak kerusakan yang diakibatkan gempa bumi. Pengukuran intensitas gempa dilakukan ketika belum ada alat untuk mengukur gempa. Cara ini dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap efek manusia, struktur bangunan, dan lingkungannya. Satuan yang digunakan yaitu Mercally atau *Modified Mercally Intencity* (MMI). Klasifikasi intensitas gempa bumi dapat dilihat pada **Tabel 3.1** berikut ini.

Tabel 3.1 Klasifikasi Intensitas Gempa Bumi

Skala SIG BMKG	Warna	Deskripsi Sederhana	Deskripsi Rinci	Skala MMI	PGA (gal)
I	Putih	Tidak Dirasakan (<i>Not Felt</i>)	Tidak dirasakan atau dirasakan hanya oleh beberapa orang tetapi terekam oleh alat.	I –II	< 2,9
II	Hijau	Dirasakan (<i>Felt</i>)	Dirasakan oleh orang banyak tetapi tidak menimbulkan kerusakan. Benda-benda ringan yang digantung bergoyang dan jendela kaca bergetar.	III – V	2,9 – 88
III	Kuning	Kerusakan Ringan (<i>Slight Damage</i>)	Bagian non struktur bangunan mengalami kerusakan ringan, seperti retak rambut pada dinding, atap bergeser ke bawah dan sebagian berjatuhan.	VI	89 – 167

Lanjutan Tabel 3.1 Klasifikasi Intensitas Gempa Bumi

Skala SIG BMKG	Warna	Deskripsi Sederhana	Deskripsi Rinci	Skala MMI	PGA (gal)
IV	Jingga	Kerusakan Sedang (Moderate Damage)	Banyak Retakan terjadi pada dinding bangunan sederhana, sebagian roboh, kaca pecah. Sebagian plester dinding lepas. Hampir sebagian besar atap bergeser ke bawah atau jatuh. Struktur bangunan mengalami kerusakan ringan sampai sedang.	VII – VIII	168 – 564
V	Merah	Kerusakan Berat (Heavy Damage)	Sebagian besar dinding bangunan permanen roboh. Struktur bangunan mengalami kerusakan berat. Rel kereta api melengkung.	IX – XIII	> 564

(Sumber: <https://www.bmkg.go.id/gempabumi/skala-intensitas-gempabumi.bmkg>)

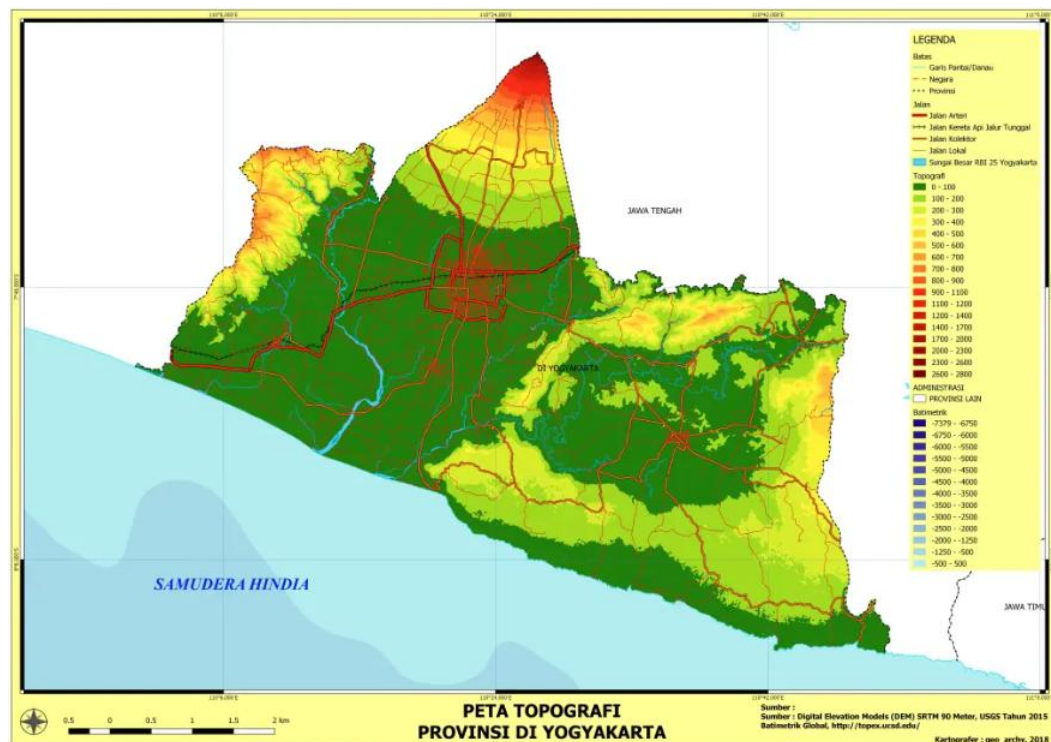
3.2 Kerentanan Gempa

3.2.1 Kondisi Geografis Yogyakarta

Kabupaten Sleman merupakan salah satu bagian dari wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang letaknya di bagian utara Kota Yogyakarta. Kabupaten Sleman memiliki gunung yang masih aktif, yaitu Gunung Merapi. Dengan adanya gunung tersebut mengidentifikasikan bahwa wilayah sleman merupakan wilayah yang tektoniknya aktif sehingga dapat memicu terjadinya gempa tektonik. Dalam hal ini kondisi geografis berpengaruh dalam menentukan parameter atau sebagai acuan dalam pembuatan peta rawan bencana alam. Berdasarkan letaknya secara geografis Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki batas-batas sebagai berikut:

1. Utara : Kabupaten Sleman, Kabupaten Klaten, Kabupaten Boyolali
2. Selatan : Kabupaten Bantul, Samudera Hindia
3. Barat : Kabupaten Kulon Progo, Kabupaten Purworejo
4. Timur : Kabupaten Gunung Kidul, Kabupaten Wonogiri

Peta geografis wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dapat dilihat pada **Gambar 3.2** sebagai berikut.



Gambar 3.2 Peta Geografis Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY)

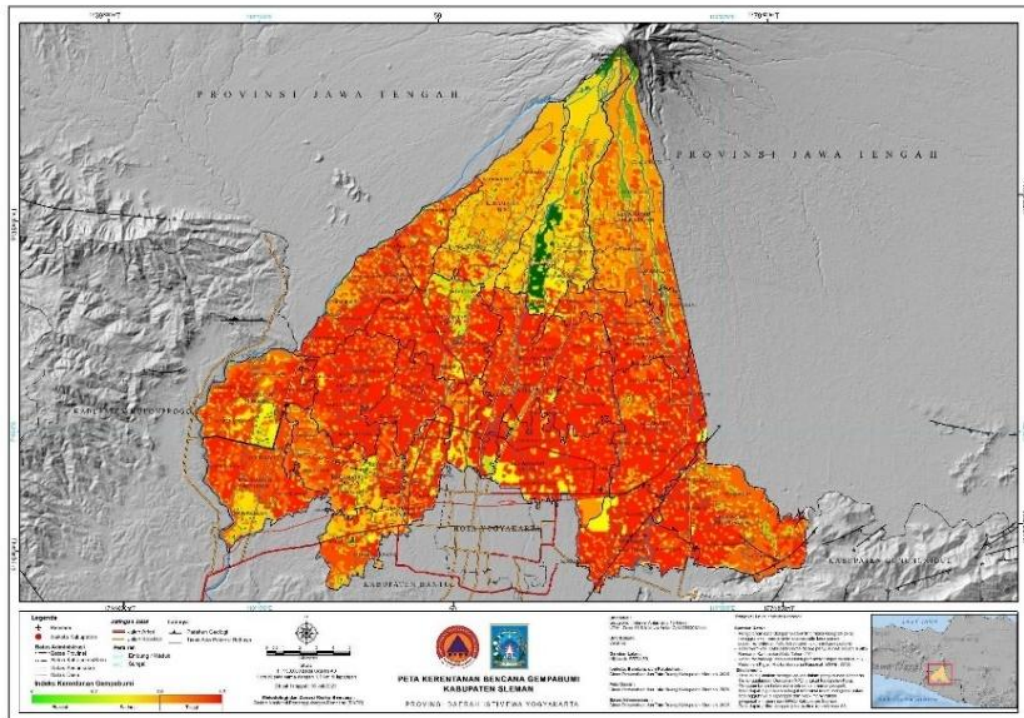
(Sumber: <https://archysig.wordpress.com/2018/07/06/topografi-di-yogyakarta>)

3.2.2 Kerentanan Gempa di Yogyakarta

Menurut BMKG (2023) tingkat kerentanan gempa di Yogyakarta dapat dikatakan rawan terhadap gempa bumi. Pada kasus gempa bumi tahun 2006 di Kabupaten Bantul akibat pergeseran Kali Opak, Kepala BMKG menyampaikan bahwa Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) termasuk wilayah yang rawan mengalami gempa bumi. Bahkan diprediksi intensitas gempa berkisar skala VII hingga VIII MMI. Pada skala VII MMI, gempa dapat menyebabkan kerusakan bangunan yang sedang hingga berat jika konstruksi bangunan kurang baik. Sedangkan pada skala VIII MMI menyebabkan kerusakan bangunan berat yang mengakibatkan dinding lepas dari rangka dan tembok rumah roboh.

Pada tahun 2021, Dinas Pertahanan dan Tata Ruang membuat suatu peta kerentanan gempa bumi di Kabupaten Sleman. Peta kerentanan gempa bumi Kabupaten Sleman pada tahun 2021 dapat dilihat pada **Gambar 3.3** yang dapat disimpulkan bahwa wilayah kabupaten sleman sangat rentan terhadap gempa bumi.

Khususnya pada wilayah mendekati Kota Yogyakarta cukup rentan terhadap gempa bumi.



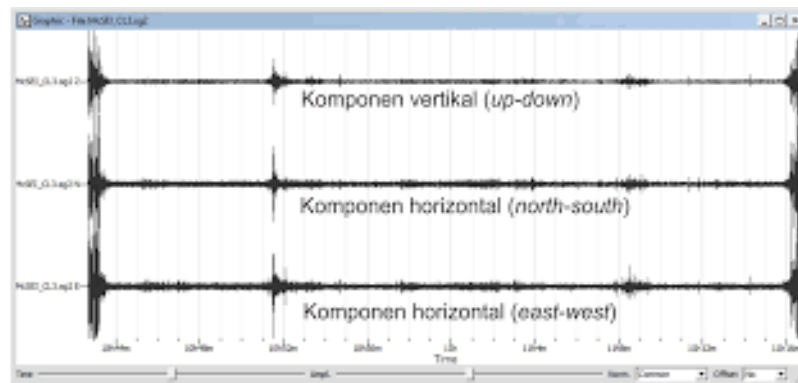
Gambar 3.3 Peta Kerentanan Gempa Bumi Kabupaten Sleman Tahun 2021

(Sumber: <https://geoportal.slemankab.go.id>)

3.3 Mikrotremor

3.3.1 Pengertian Mikrotremor

Menurut Praja et al. (2023) Mikrotremor atau yang biasa disebut *ambient noise* merupakan getaran alami yang terjadi terus menerus dalam periode waktu tertentu berasal dari tanah dengan amplitudo rendah. Pengukuran mikrotremor pada bangunan dilakukan setiap lantai bangunan dengan alat seismometer. Mikrotremor dapat menentukan karakteristik struktur tanah berdasarkan periode dominan dan amplifikasi. Menurut Subakti et al. (2022) Mikrotremor merupakan getaran alami tanah yang disebabkan oleh faktor alami atau faktor manusia. Faktor alami seperti angin, gerakan tanah, gelombang laut, dan lain sebagainya. Sedangkan faktor manusia seperti aktivitas industri, bangunan, kendaraan, dan lain sebagainya. Hasil rekaman mikrotremor dapat dilihat pada **Gambar 3.4** berikut ini.

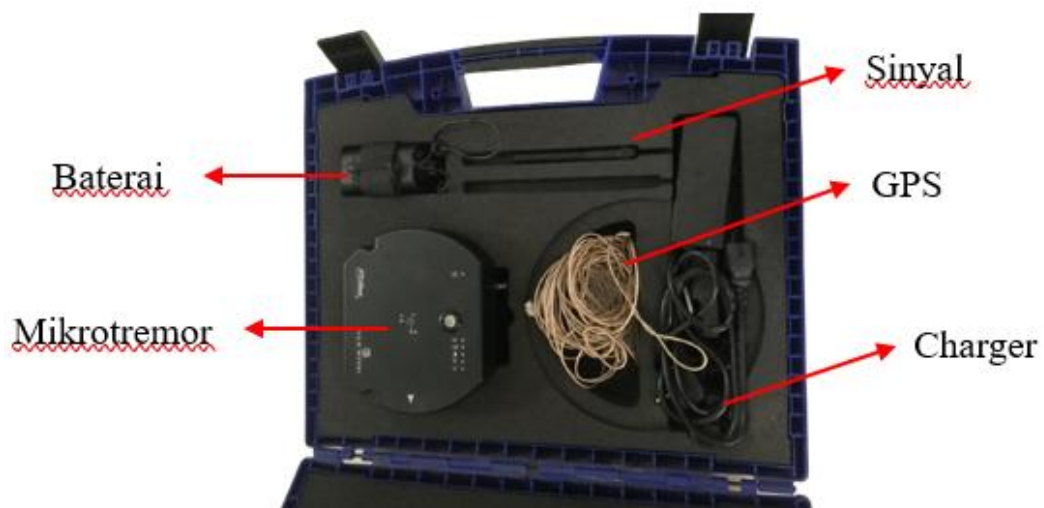


Gambar 3.4 Data Mikrotremor

(Sumber: Januarta et al., 2020)

3.3.2 Alat Pengukuran Mikrotremor

Alat mikrotremor digunakan dalam pengujian metode mikroseismik untuk pemantauan aktivitas gempa berskala kecil yang melepaskan gelombang seismik terjadi di tanah. Data mikrotremor dapat memberikan *real time* dan menjelaskan apa yang terjadi jauh di bawah tanah. Alat ini dilakukan pada beberapa titik untuk pengujiannya. Menurut Afif (2020) kelengkapan perangkat alat mikrotremor, yaitu vibralog, handle, seismometer, memory SD, charger, dan kabel fiber optic. Perangkat alat mikrotremor dapat dilihat pada **Gambar 3.5** sebagai berikut.



Gambar 3.5 Perangkat Alat Mikrotremor

(Sumber: Afif, 2020)

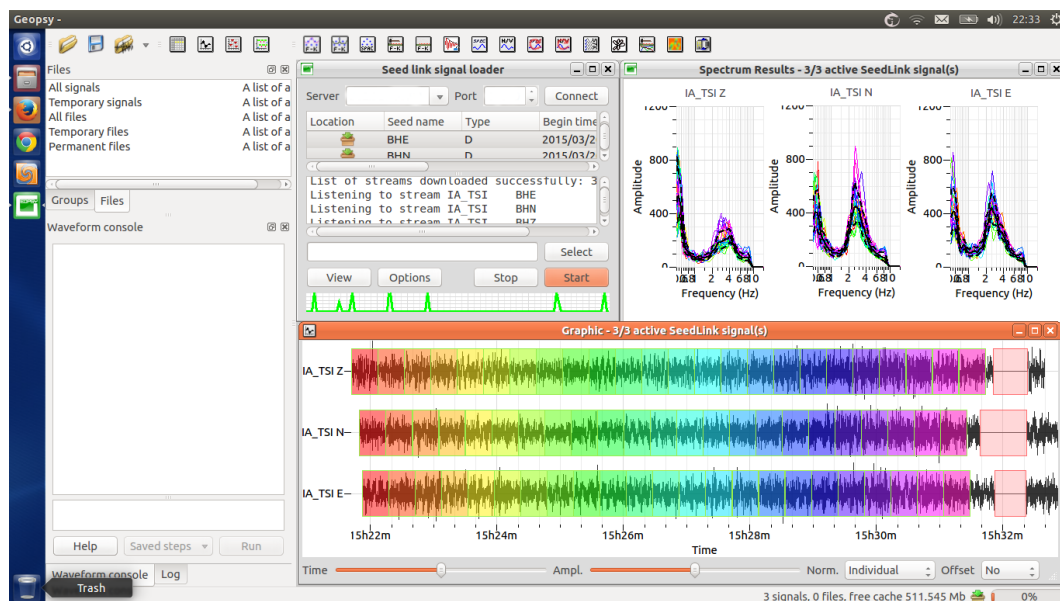
3.3.3 Program Aplikasi *Geopsy*

Program aplikasi *Geopsy* merupakan aplikasi yang berdiri sejak tahun 2005 untuk memproses getaran sekitar dengan mempertimbangkan karakterisasi lokasi. Secara progresif, teknik yang lebih konvensional (seperti MASW atau refraksi) disertakan untuk menawarkan platform interpretasi yang berkualitas tinggi, komprehensif, dan gratis. Program aplikasi *Geopsy* dapat dilihat pada **Gambar 3.6** dan pengolahan data menggunakan aplikasi *Geopsy* dapat dilihat pada **Gambar 3.7** sebagai berikut.



Gambar 3.6 Program Aplikasi Geopsy

(Sumber: <https://apkgk.com/id/geopsy.app>)

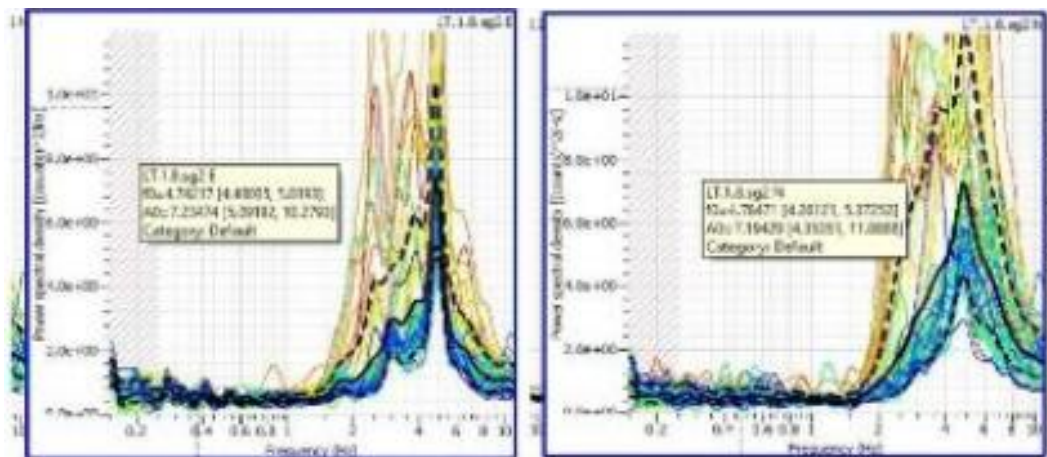


Gambar 3.7 Pengolahan Data Menggunakan Program Aplikasi *Geopsy*

(Sumber: <https://raga-bhumi.blogspot.com/2015/03/instalasi-geopsy-di-ubuntu.html>)

3.4 Metode *Floor Spectral Ratio* (FSR)

Menurut Prastowo & Prabowo (2017) Metode *Floor Spectral Ratio* (FSR) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan frekuensi natural dan resonansi dalam pengujian kerentanan bangunan. Metode ini dapat mengubah data mikrotremor menjadi frekuensi dalam beberapa komponen, yaitu komponen NS (utara – selatan) dan WS (timur – barat) dengan pengujian beberapa titik. Selanjutnya frekuensi tersebut menimbulkan resonansi terhadap bangunan. Analisis FSR akan menghasilkan kurva hubungan antara frekuensi natural (f_0) bangunan dengan amplitudo (A_0). Contoh kurva FSR dapat dilihat pada **Gambar 3.8** berikut.

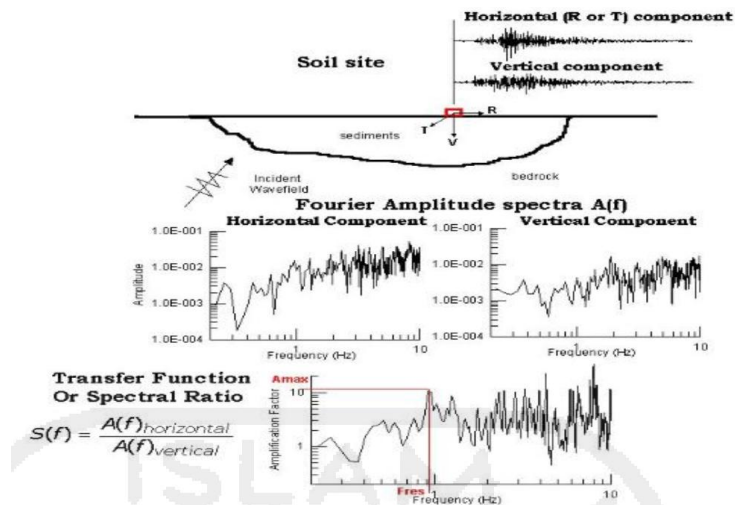


Gambar 3.8 Contoh kurva FSR Pada Komponen NS dan EW

(Sumber: Situmorang, 2023)

3.5 Metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr)

Metode lain yang dapat digunakan selain *Floor Spectral Ratio* (FSR) adalah metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Menurut (Arifudin, 2016) Metode HVSr merupakan metode yang menggunakan data dari rekaman mikrotremor 3 komponen, yaitu NS (utara – selatan), EW (timur – barat), dan komponen vertikal. Hasil analisis HVSr menghasilkan sebuah spektrum pada frekuensi resonansinya. Sehingga data yang digunakan dapat menghasilkan klasifikasi tanah pada suatu daerah. Prinsip metode HVSr dapat dilihat pada **Gambar 3.9** berikut ini.



Gambar 3.9 Prinsip Metode *Horizontal to Vertikal Spectral Ratio* (HVSr)

(Sumber: Arifudin, 2016)

3.6 Frekuensi Natural Bangunan (f_b)

Frekuensi natural bangunan merupakan jumlah getaran yang terjadi pada bangunan saat mendapatkan getaran dari dasar tanah Prastowo & Prabowo (2017). Bangunan dikatakan aman ketika frekuensi natural bangunan lebih besar daripada frekuensi natural tanah. Frekuensi natural bangunan juga tergantung pada ketinggian bangunan. Bangunan yang lebih tinggi akan bergetar lebih lambat daripada bangunan yang memiliki ketinggian yang rendah.

3.7 Frekuensi Natural Tanah FSR (f_{tFSR})

Frekuensi natural tanah FSR merupakan nilai frekuensi tanah untuk masing – masing komponennya. Komponen yang dimaksud yaitu komponen N – S dan komponen E – W. Nilai ini digunakan dalam perhitungan frekuensi natural bangunan. Frekuensi natural tanah FSR didapatkan dari *software geopsy* yang diolah dengan spectrum. Hasil dari pengolahan tersebut adalah frekuensi dan amplitudo pada setiap komponennya.

3.8 Frekuensi Natural Tanah HVSr (f_{tHVSr})

Frekuensi natural tanah HVSr mencerminkan kemampuan tanah untuk bergetar secara alami dan dapat mempengaruhi stabilitas struktur di atasnya Moro

(2015). Umumnya metode HVSR digunakan untuk mengetahui karakteristik tanah. Frekuensi natural tanah HVSR didapatkan dari pengambilan data dilapangan.

3.9 Frekuensi Natural (f_0)

Frekuensi Natural (f_0) merupakan frekuensi dari struktur secara alami untuk bergetar jika struktur mengalami gangguan. Nilai ini dapat digunakan sebagai pedoman struktur bangunan apakah mengalami resonansi atau tidak. Frekuensi natural dapat digunakan untuk memprediksi potensi kerusakan bangunan dengan melakukan pengukuran resonansi antara frekuensi natural bangunan terhadap frekuensi natural tanah Setia et al. (2019). Menurut Febrina (2017) perhitungan dari frekuensi natural bangunan menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2 berikut ini.

$$f_0(FSR) = \frac{f_{bNS}}{f_{tNS}} \quad (3.1)$$

$$f_0(FSR) = \frac{f_{bEW}}{f_{tEW}} \quad (3.2)$$

Keterangan:

$f_0(FSR)$ = Frekuensi natural (Hz)

f_{bNS} = Frekuensi natural bangunan komponen N – S (Hz)

f_{tNS} = Frekuensi natural tanah komponen N – S (Hz)

f_{bEW} = Frekuensi natural bangunan komponen E – W (Hz)

f_{tEW} = Frekuensi natural tanah komponen E – W (Hz)

3.10 Indeks Resonansi (R)

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

$$R = \left| \frac{f_b - f_t}{f_t} \right| \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan:

- R = Rasio Resonansi Bangunan (%)
 f_b = Frekuensi Natural Bangunan (Hz)
 f_t = Frekuensi Natural Tanah (Hz)

Adapun terdapat klasifikasi dari Gosar, dkk (2010) dalam (Prastowo & Prabowo, 2017) yaitu sebagai berikut ini.

1. Resonansi Rendah ($R > 25\%$)
2. Resonansi Sedang ($15\% < R < 25\%$)
3. Resonansi Tinggi ($R < 15\%$)

3.11 Indeks Kerentanan Bangunan (K_b)

Indeks kerentanan Bangunan (K_b) menunjukkan tingkat kerentanan bangunan karena lapisan tanah mengalami resonansi. Indeks ini dapat mendeteksi daerah yang merupakan zona lemah atau rentan terhadap gempa bumi. Untuk mengetahui nilai indeks kerentanan ditentukan dalam persamaan 3.4 berikut ini.

$$K_b = \frac{A}{(2\pi f) \times H} \times 10.000 \quad (3.4)$$

Keterangan:

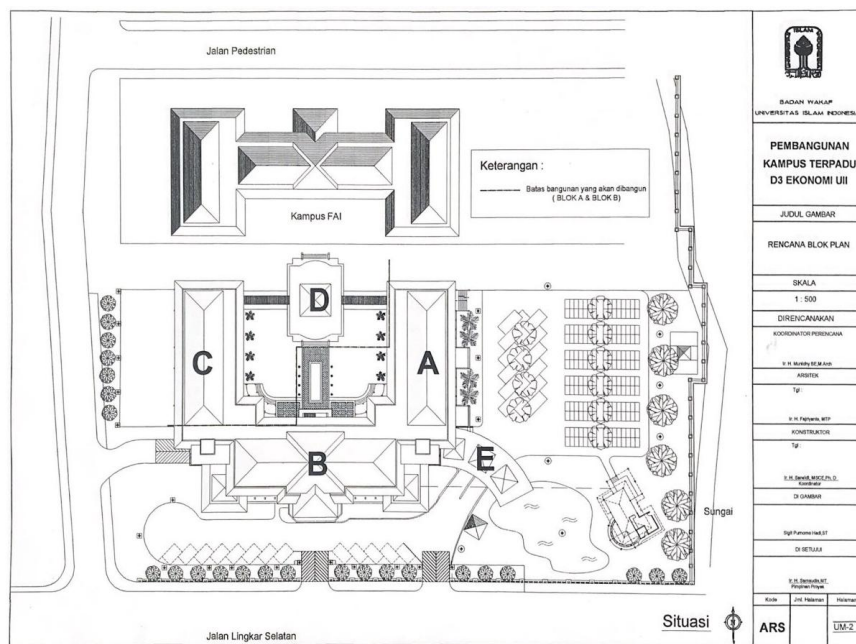
- K_b = Nilai Indeks Kerentanan Bangunan (m/s^2)
 A = Amplitudo
 f = Frekuensi Natural Bangunan (Hz)
 H = Ketinggian Bangunan (m)

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

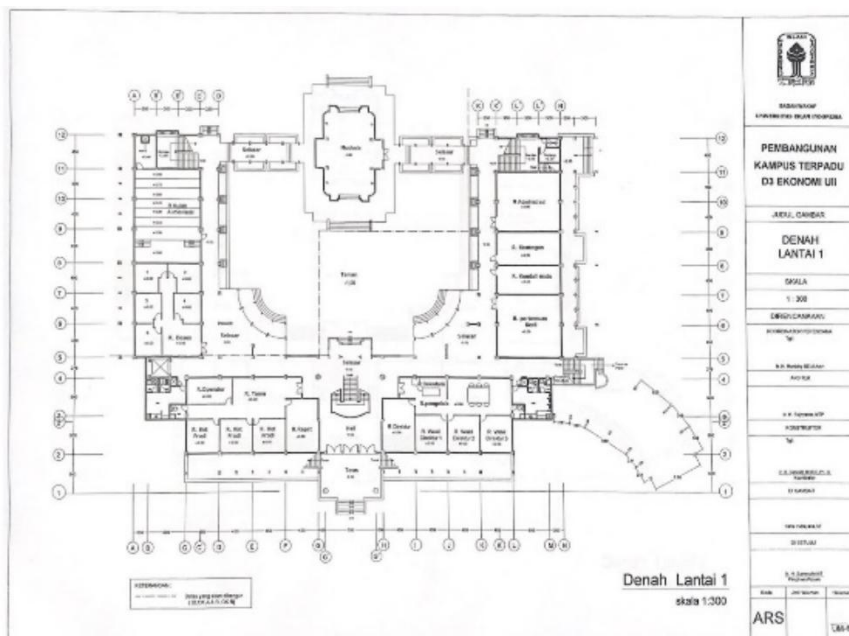
Penelitian ini dilakukan pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia yang terletak sebelah selatan Gedung Fakultas Agama Islam Universitas Islam Indonesia. Gedung ini berdiri sejak tahun 2002 yang terdiri dari beberapa denah, yaitu denah blok plan, lantai semi *basement*, lantai 1, lantai 2, lantai 3, dan lantai 4. Denah Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia dapat dilihat pada **Gambar 4.1** hingga **Gambar 4.6** sebagai berikut.



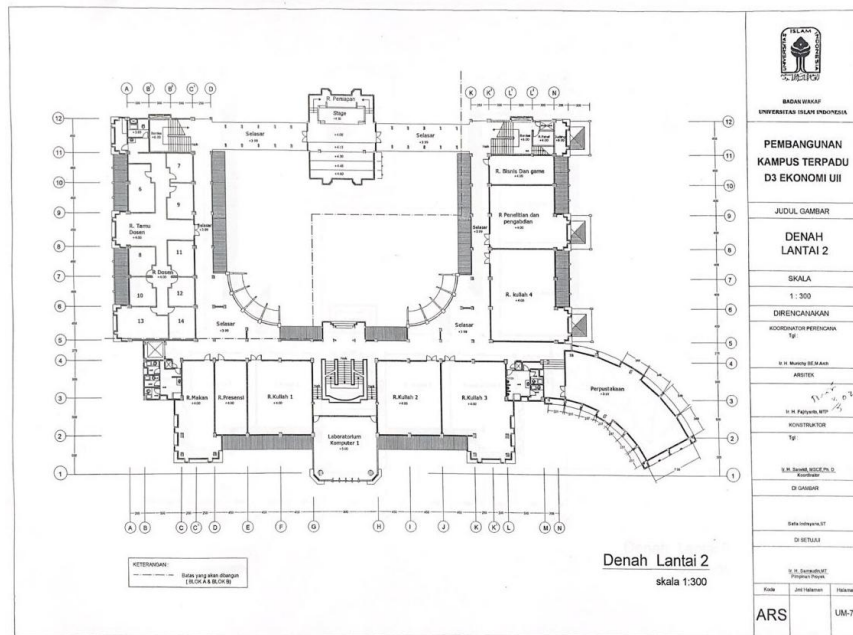
Gambar 4.1 Denah Blok Plan Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia

(Sumber: Dokumen PFK UII)

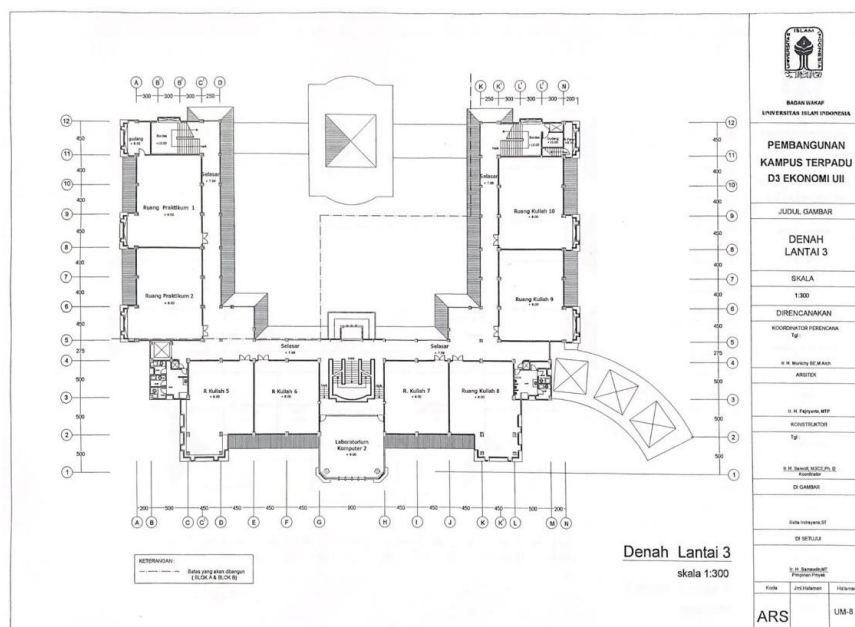
(Sumber: Dokumen PFK UII)



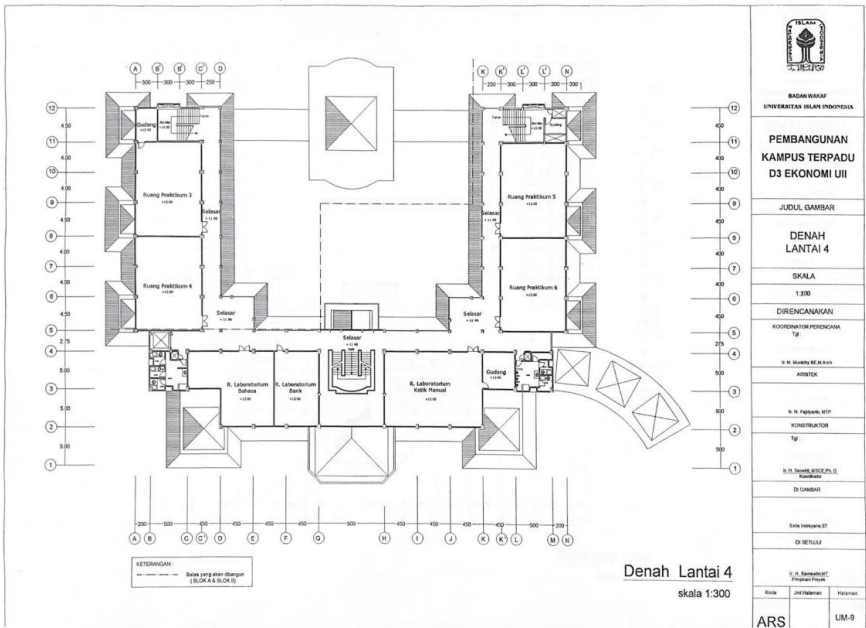
(Sumber: Dokumen PFK UII)



Gambar 4.4 Denah Lantai 2 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia
(Sumber: Dokumen PFK UII)



Gambar 4.5 Denah Lantai 3 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia
(Sumber: Dokumen PFK UII)



**Gambar 4.6 Denah Lantai 4 Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan
Ekonomi Universitas Islam Indonesia**

(Sumber: Dokumen PFK UII)

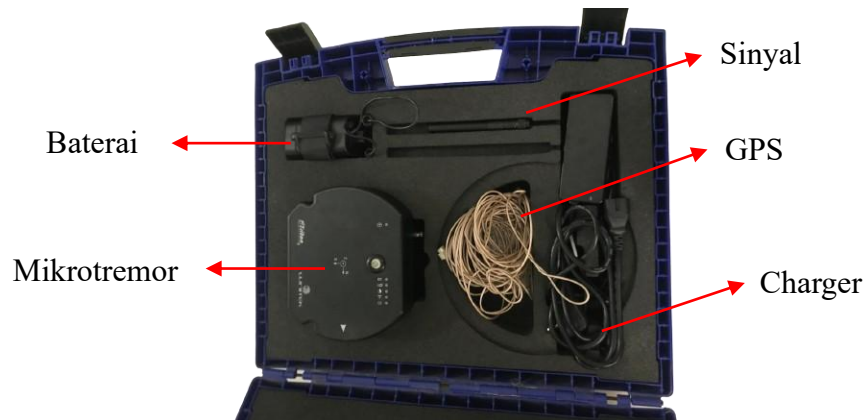
4.2 Peralatan

Peralatan atau perangkat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua, yaitu perangkat lunak dan perangkat keras. Peralatan atau perangkat yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Perangkat Lunak (*software*)
 - a. *Google Earth* digunakan untuk mengetahui lokasi penelitian.
 - b. *Geopsy* digunakan untuk mengetahui nilai *H/V*, *NS* (utara – selatan), dan *EW* (timur – barat) serta meng-*export* menjadi kurva frekuensi natural.
 - c. *Autocad 2022* digunakan untuk memodelkan gedung 2 dimensi.
 - d. *Microsoft Excel 2024* digunakan untuk pengolahan data.
 - e. *Microsoft Word 2024* digunakan untuk penyusunan laporan,
2. Perangkat Keras (*hardware*)
 - a. *Lunitek Digital Portable Seismograph* digunakan untuk merekam getaran yang terjadi pada setiap titik penelitian.
 - b. Laptop digunakan untuk sarana penghubung dan menganalisis data.

c. *Handphone* digunakan untuk mengambil gambar di lapangan.

Perangkat keras yang telah disebutkan diatas dapat dilihat pada **Gambar 4.6** sebagai berikut.



Gambar 4.7 Lunitek Digital Portable Seismograph



Gambar 4.8 Laptop dan Handphone

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data primer pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengambilan data mikrotremor langsung dititik lokasi penelitian. Pengukuran data mikrotremor dilakukan pada bagian dalam dan luar bangunan dengan beberapa titik disetiap lantainya dan satu titik diluar bangunan. Data yang dikumpulkan dibagi menjadi 2, yaitu data primer dan data sekunder.

Penelitian data primer dilakukan pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia, sedangkan pada data sekunder dilakukan pada Gedung FTI UII. Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Tahap Pencarian Denah Bangunan

Tahap ini merupakan pencarian data penelitian di Pengelola Fasilitas Kampus (PFK). Data yang dibutuhkan adalah data denah bangunan. Data yang digunakan dalam penelitian ini akan disurvei lapangan langsung pada lokasi yang telah ditentukan untuk mendapatkan nilai - nilai mikrotremor.

2. Tahap Pengambilan Data

Tahap pengambilan data dilakukan pada setiap titik penelitian dengan pengukuran sinyal mikrotremor selama ± 30 menit. Titik pengambilan dilakukan sebanyak 20 titik di dalam gedung dan 2 titik di tanah. Pengambilan data dapat dilihat pada **Gambar 4.9** dan **Gambar 4.10** berikut ini.



Gambar 4.9 Pengambilan data di dalam gedung



Gambar 4.10 Pengambilan data di tanah

Selanjutnya data-data tersebut diolah dengan perangkat lunak *geopsy* untuk mendapatkan nilai H/V , NS (utara – selatan), dan EW (timur – barat). Hasil pengolahan perangkat lunak *geopsy* adalah kurva frekuensi natural. Langkah – langkah dalam pengambilan data adalah sebagai berikut.

- a. Memasukkan *username* dan *password* pada *website* untuk memonitoring data mikrotremor.
- b. Meletakkan alat mikrotremor pada titik yang telah ditentukan dan arah alat menghadap 0 derajat menggunakan kompas.
- c. Meletakkan *GPS* diluar ruangan terbuka untuk mengetahui koordinat titik yang telah ditentukan,
- d. Menyalakan alat mikrotremor.
- e. Menyambungkan laptop dengan alat mikrotremor menggunakan *wifi*.
- f. Menekan tombol *start* pada *website*, lalu memonitoring data mikrotremor selama ± 30 menit.
- g. Membuka perangkat lunak *geopsy* untuk mendapatkan nilai H/V , NS (utara – selatan), dan EW (timur – barat).
- h. Meng-export nilai H/V , NS (utara – selatan), dan EW (timur – barat) menjadi kurva frekuensi natural (f_0).
- i. Mengolah nilai frekuensi natural (f_0) menjadi indeks resonansi (R) dan indeks kerentanan bangunan (K).

4.3.1 Data Primer

Lokasi data primer dilakukan pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia. Lokasi titik penelitian dilakukan pada bagian dalam dan luar bangunan. Data titik penelitian dapat dilihat pada **Tabel 4.1** hingga **Tabel 4.5** sebagai berikut.

Tabel 4.1 Titik Pada Lantai Semi *Basement*

Semi <i>Basement</i>			
Blok A	Titik	Kode	Keterangan
Titik	1	LB.1A	Markom
Titik	2	LB.2A	Himpunan Mahasiswa
Blok B	Titik	Kode	Keterangan
Titik	3	LB.1B	Selasar
Titik	4	LB.2B	Ruang Tunggu CBT

Tabel 4.2 Titik Pada Lantai 1

Lantai 1			
Blok A	Titik	Kode	Keterangan
Titik	5	L1.1A	R. Administrasi
Titik	6	L1.2A	R. Sidang
Blok B	Titik	Kode	Keterangan
Titik	7	L1.1B	R. PMB
Titik	8	L1.2B	R. Pengelola

Tabel 4.3 Titik Pada Lantai 2

Lantai 2			
Blok A	Titik	Kode	Keterangan
Titik	9	L2.1A	R. Galeri Investasi
Titik	10	L2.2A	Laboratorium Komputer 2
Blok B	Titik	Kode	Keterangan
Titik	11	L2.1B	R. Kuliah B 2.1
Titik	12	L2.2B	R. Kuliah B 2.3

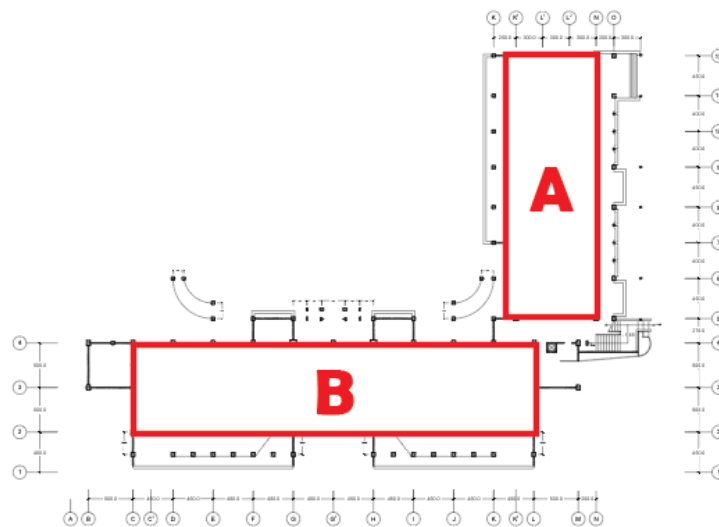
Tabel 4.4 Titik Pada Lantai 3

Lantai 3			
Blok A	Titik	Kode	Keterangan
Titik	13	L3.1A	R. Kuliah A 3.2
Titik	14	L3.1B	R. Tax Center
Blok B	Titik	Kode	Keterangan
Titik	15	L3.1B	R. Kuliah B 3.2
Titik	16	L3.2B	R. Kuliah B 3.4

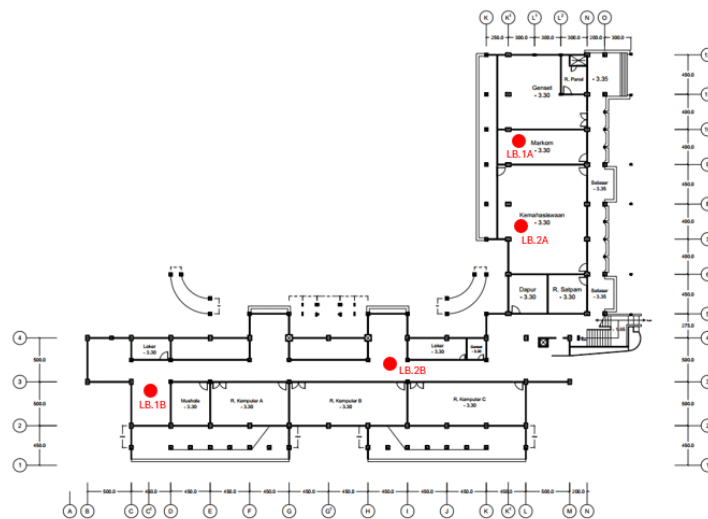
Tabel 4.5 Titik Pada Lantai 4

Lantai 4			
Blok A	Titik	Kode	Keterangan
Titik	17	L4.1A	R. Diskusi
Titik	18	L4.2B	Laboratorium Digital
Blok B	Titik	Kode	Keterangan
Titik	19	L4.1A	Auditorium
Titik	20	L4.2A	Laboratorium Komputer 4

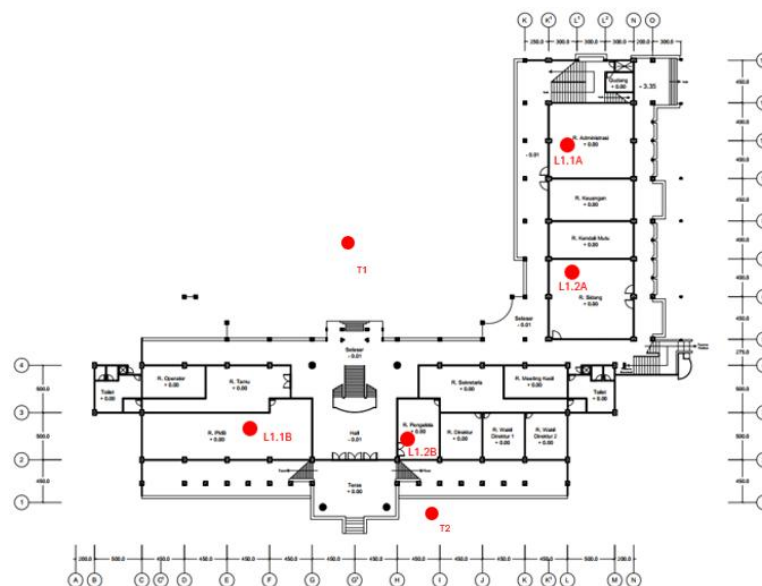
Dari perencanaan titik disetiap lantai, maka jumlah titik penelitian ini adalah 22 titik dengan 20 titik didalam gedung dan 2 titik diluar gedung. Denah lokasi titik pengukuran dapat dilihat pada **Gambar 4.11** hingga **Gambar 4.16** sebagai berikut.



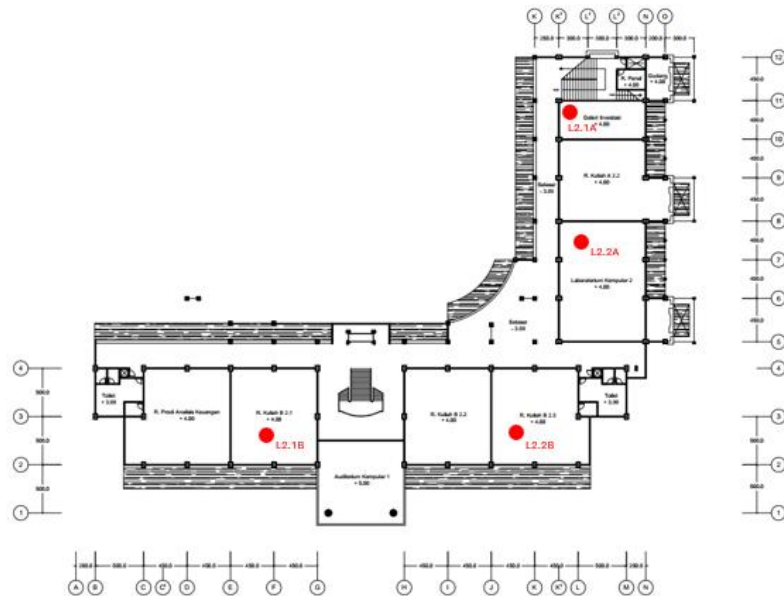
Gambar 4.11 Letak Blok Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia



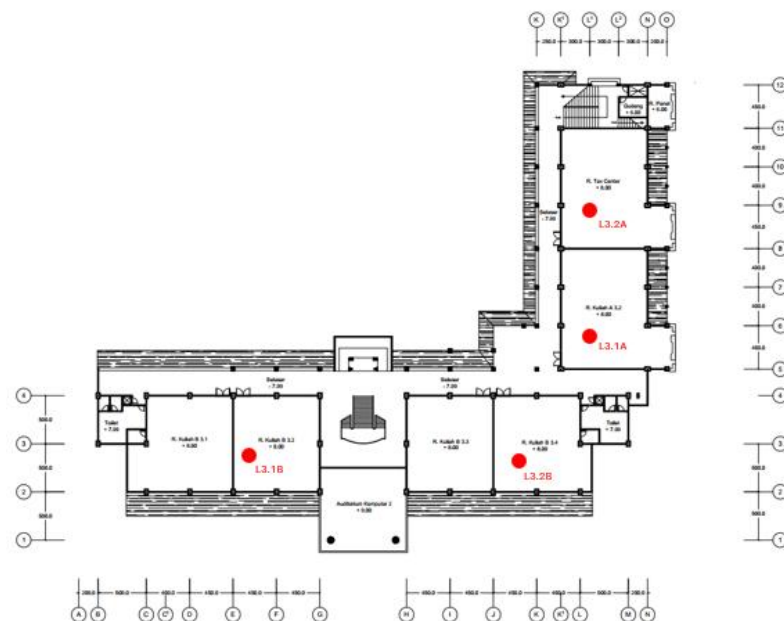
Gambar 4.12 Titik Pengambilan Data Lantai Semi *Basement* Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia



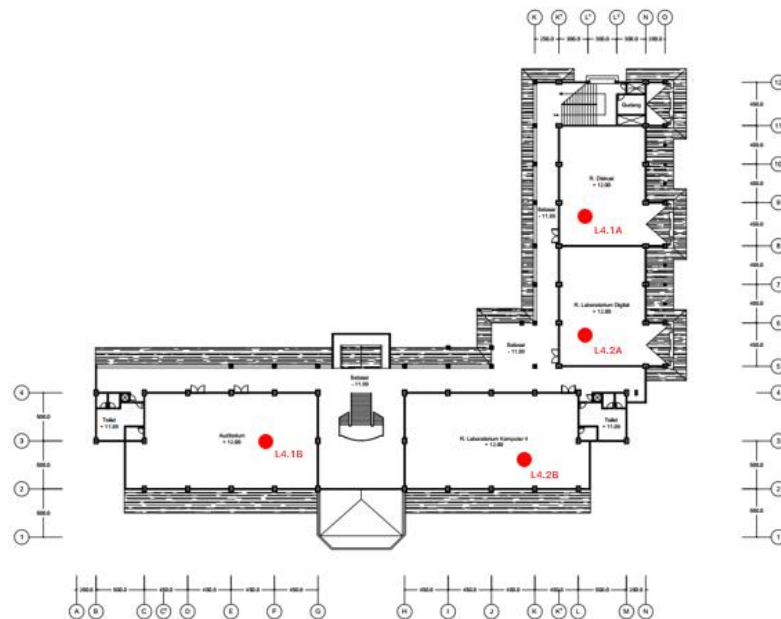
Gambar 4.13 Titik Pengambilan Data Lantai 1 dan Luar Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia



**Gambar 4.14 Titik Pengambilan Data Lantai 2 Gedung Sarjana Terapan
Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia**



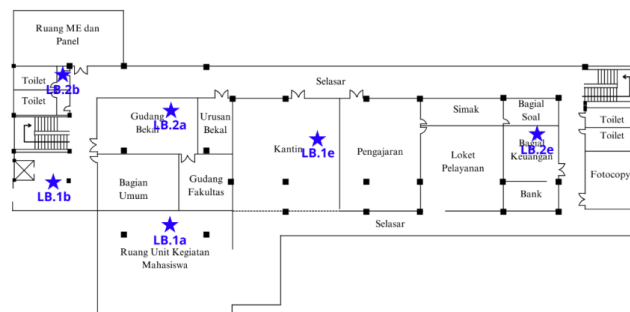
**Gambar 4.15 Titik Pengambilan Data Lantai 3 Gedung Sarjana Terapan
Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia**



**Gambar 4.16 Titik Pengambilan Data Lantai 4 Gedung Sarjana Terapan
Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia**

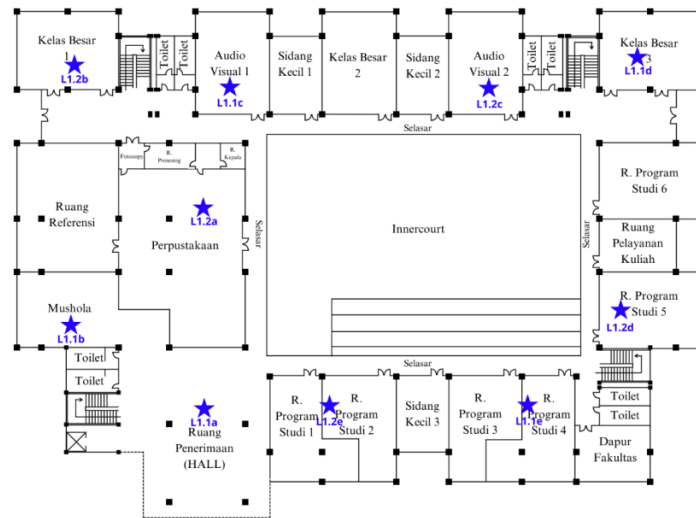
4.3.2 Data Sekunder

Lokasi data sekunder dilakukan pada Gedung FTI UII. Lokasi titik penelitian dilakukan pada bagian dalam dan luar bangunan. Data sekunder digunakan untuk mengetahui perbandingan indeks kerentanan (K) data primer (Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi UII). Jumlah titik data sekunder berbeda – beda. Data titik penelitian Gedung Fakultas Teknik Industri (FTI) UII dapat dilihat pada **Gambar 4.17** hingga **Gambar 4.21** sebagai berikut.



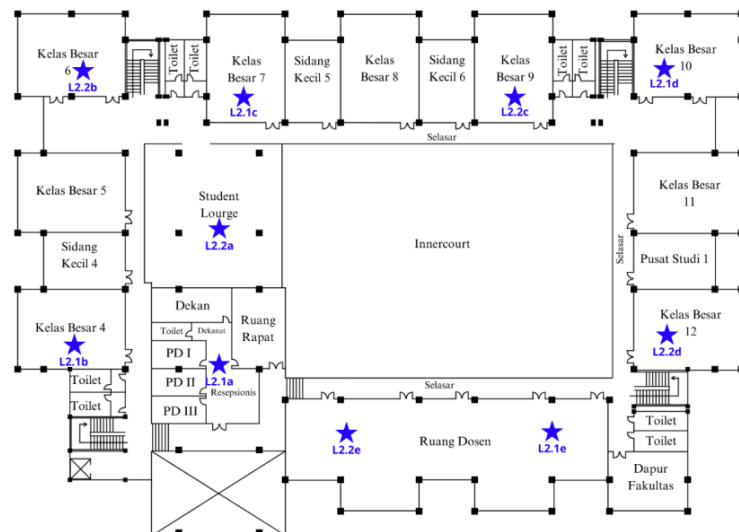
**Gambar 4.17 Titik Pengambilan Data Lantai *Basement* Fakultas Teknik
Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia**

(Sumber: Suleman, 2024)



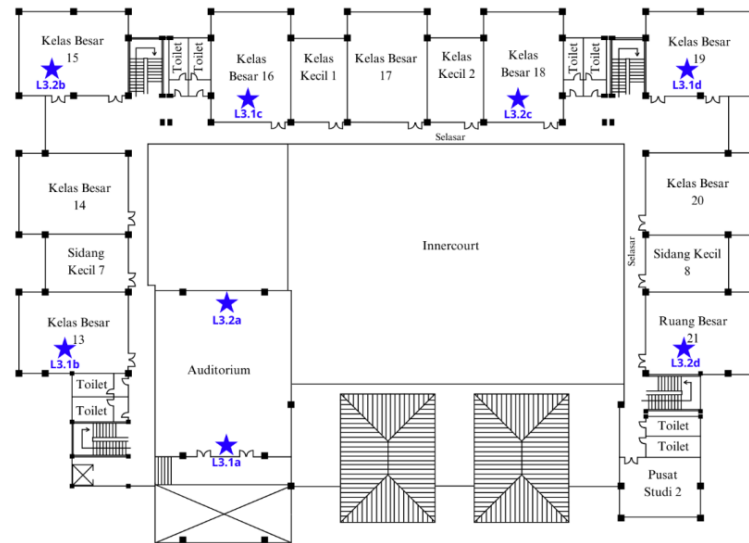
Gambar 4.18 Titik Pengambilan Data Lantai 1 Fakultas Teknik Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia

(Sumber: Suleman, 2024)

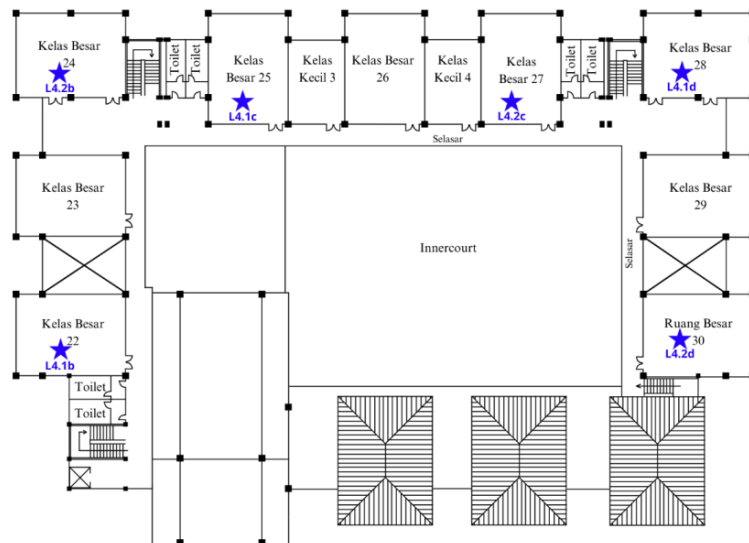


Gambar 4.19 Titik Pengambilan Data Lantai 2 Fakultas Teknik Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia

(Sumber: Suleman, 2024)



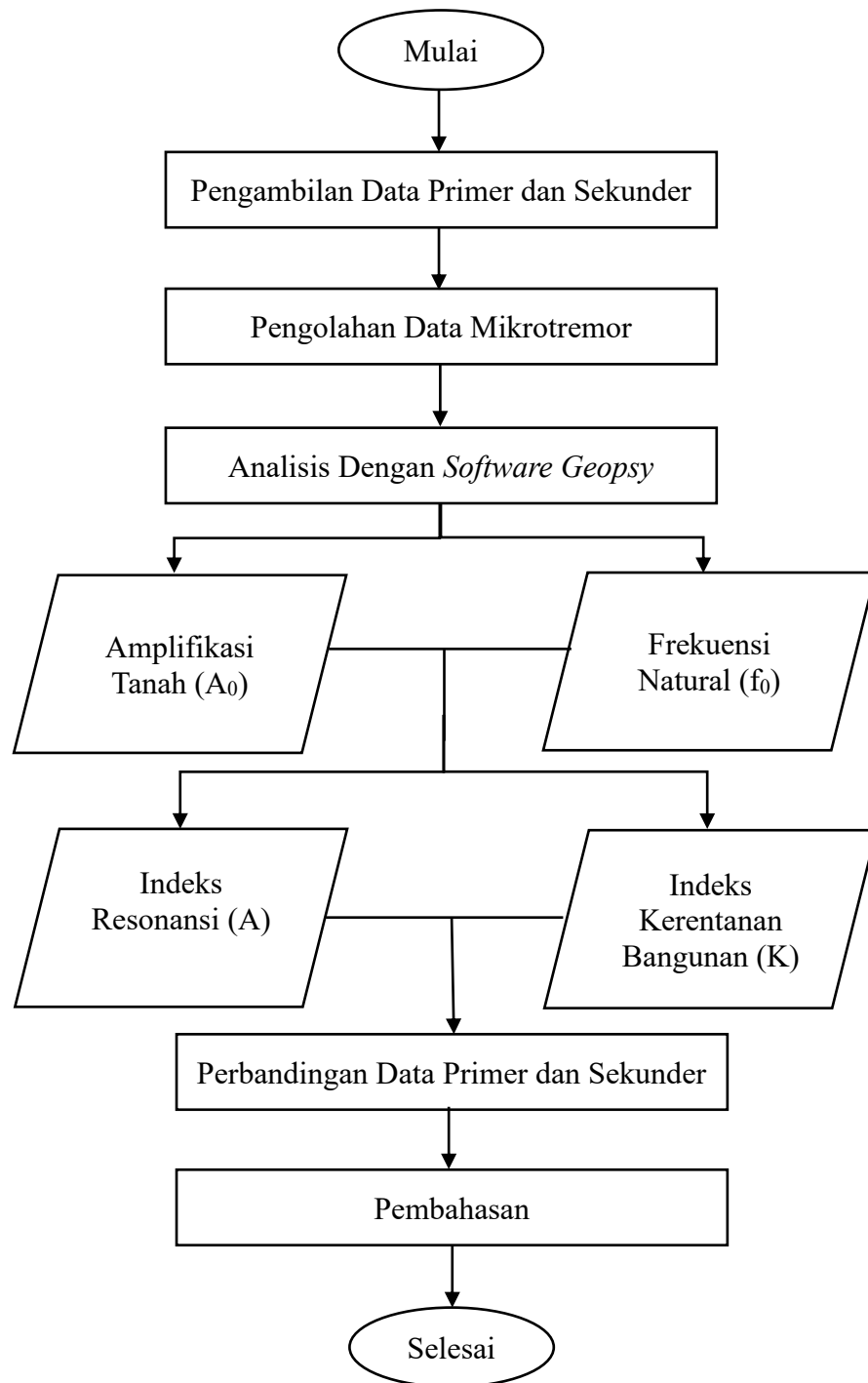
Gambar 4.20 Titik Pengambilan Data Lantai 3 Fakultas Teknik Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia
(Sumber: Suleman, 2024)



Gambar 4.21 Titik Pengambilan Data Lantai 4 Fakultas Teknik Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia
(Sumber: Suleman, 2024)

4.4 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 4.22** sebagai berikut.



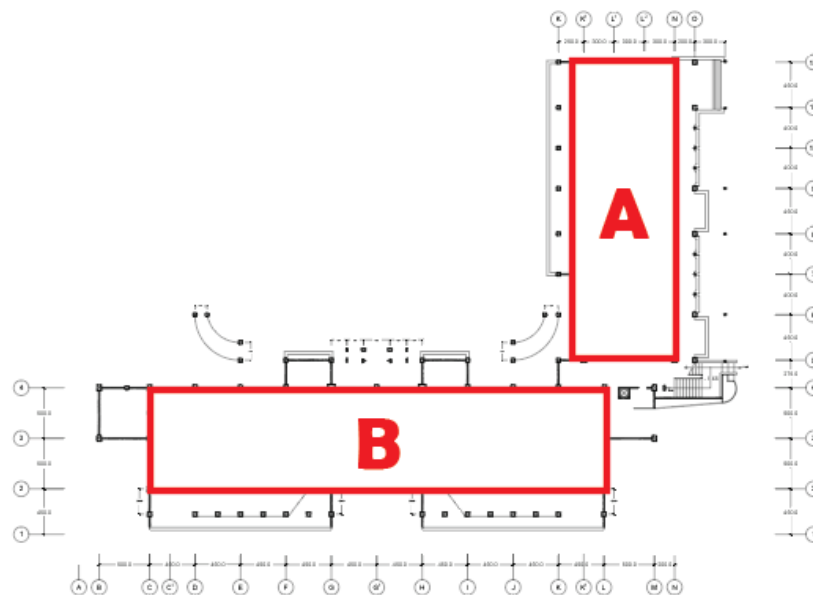
Gambar 4.22 Diagram Alir Penelitian

BAB V

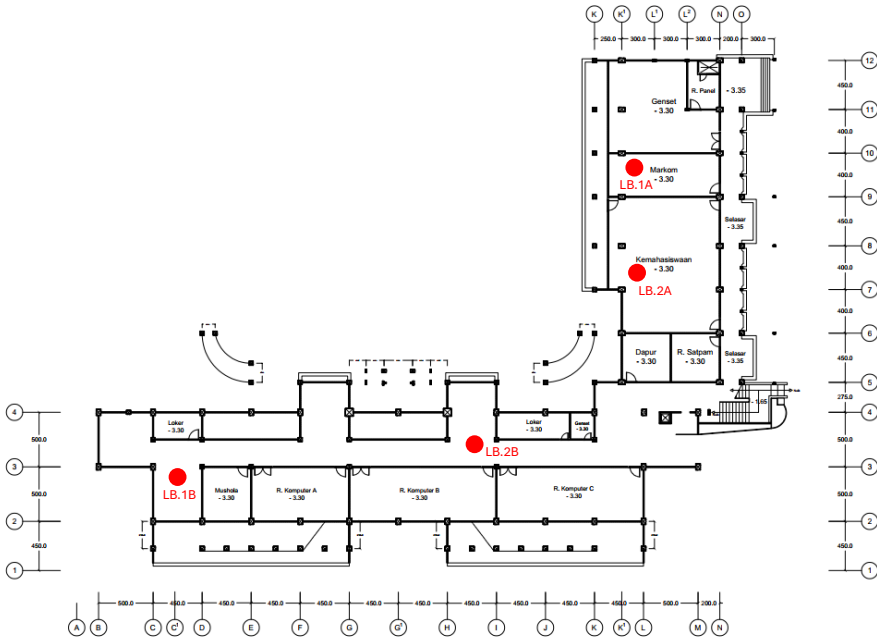
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengambilan Data di Lapangan

Pengambilan data mikrotremor dilakukan pada hari Sabtu dan Minggu dengan merekam getaran tanah selama ± 30 menit menggunakan alat mikrotremor *Lunitek Digital Seismic Sensor Triton 5s*. Data diambil pada 20 titik dalam gedung dengan pengambilan setiap blok diwakili 2 titik dan 2 titik tanah berada diluar gedung. Titik perekaman dilapangan dapat dilihat pada **Gambar 5.1** hingga **Gambar 5.6** berikut ini.



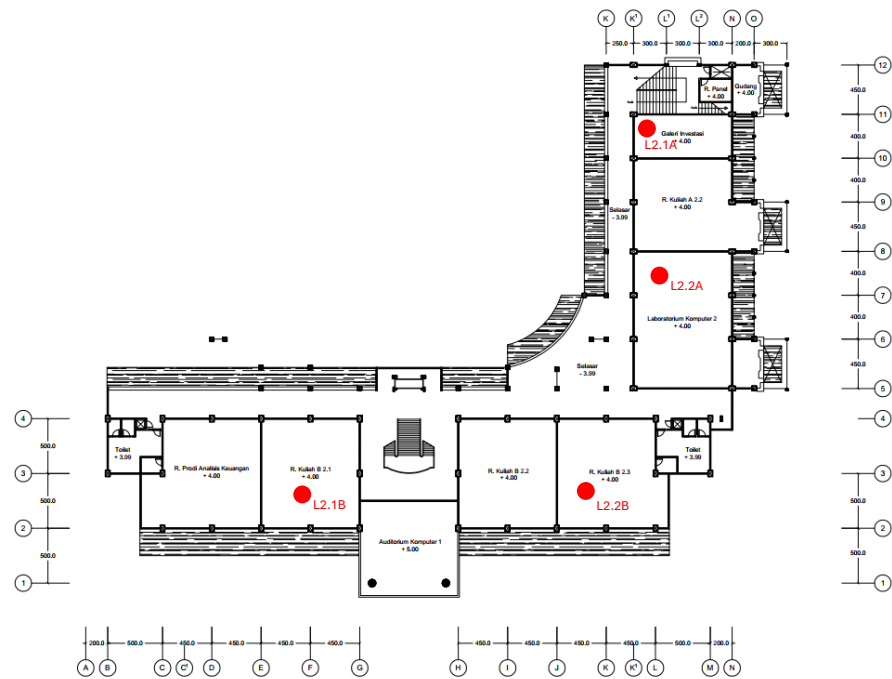
Gambar 5.1 Letak Blok Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia



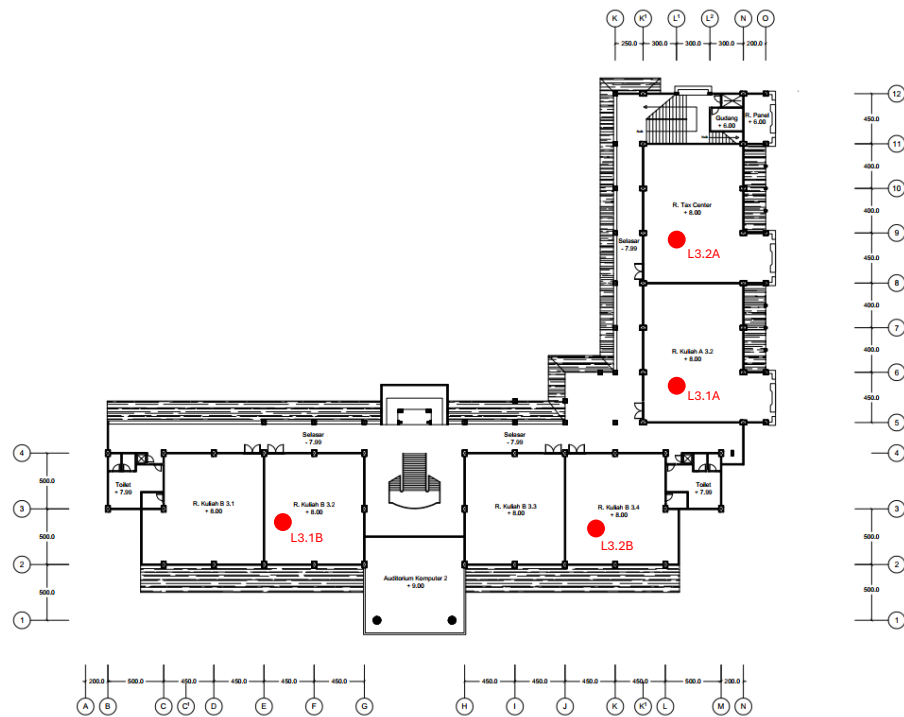
Gambar 5.2 Titik Perekaman Lantai *Basement*



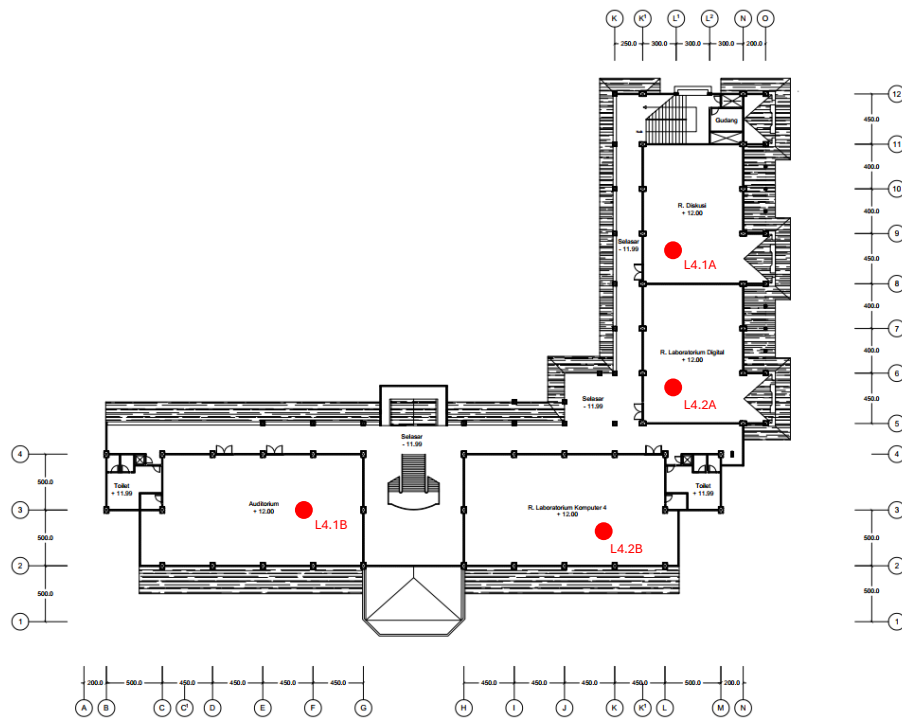
Gambar 5.3 Titik Perekaman Lantai 1 dan Luar Gedung



Gambar 5.4 Titik Perekaman Lantai 2



Gambar 5.5 Titik Perekaman Lantai 3

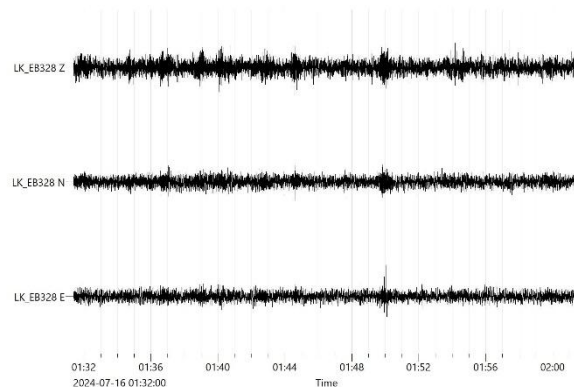


Gambar 5.6 Titik Perekaman Lantai 4

5.2 Analisis Frekuensi Natural

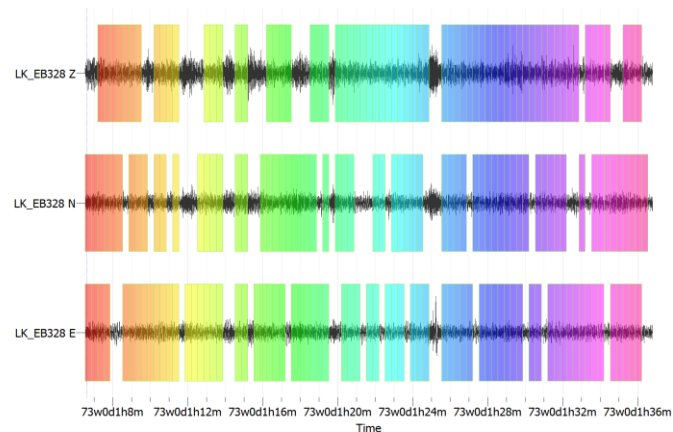
5.2.1 Frekuensi Natural Bangunan

Frekuensi natural bangunan didapatkan dari hasil perekaman alat mikrotremor yang diambil dari lapangan. Perekaman akan menghasilkan komponen N – S, komponen E – W, dan komponen vertikal. Nilai frekuensi natural bangunan diperoleh dari grafik pengambilan data dilapangan menggunakan alat mikrotremor yang diolah melalui *software geopsy*. Hasil perekaman data frekuensi natural bangunan dapat dilihat pada **Gambar 5.7** berikut ini.



Gambar 5.7 Hasil Perekaman Data Frekuensi Natural Bangunan pada Titik LB.1A

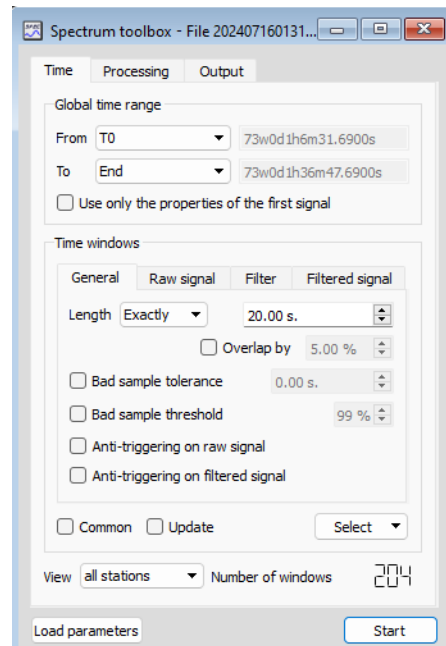
Setelah mendapatkan perekaman dari alat mikrotremor, sinyal frekuensi dihapus untuk *noise* agar menjadi lebih akurat. *Noise* tersebut disebabkan oleh adanya frekuensi dari luar seperti hentakan kaki, getaran kendaraan yang lewat, dan suara getaran lainnya. Maka dari itu, harus dihilangkan *noise* agar data lebih akurat bahwa hasil frekuensi tersebut merupakan frekuensi naturalnya. Perekaman setelah diolah dengan menghilangkan *noise* dapat dilihat pada **Gambar 5.8** sebagai berikut.



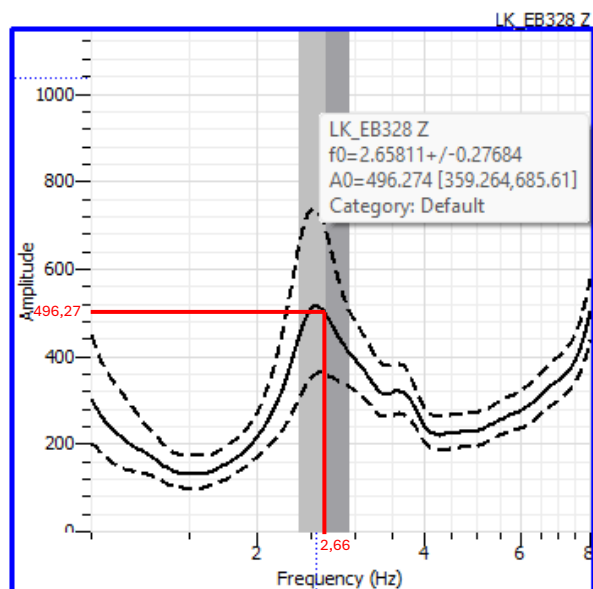
Gambar 5.8 Perekaman Data Frekuensi FFT Dengan Menghilangkan *Noise* pada Titik LB.1A

Hasil perekaman diatas, pengolahan yang digunakan adalah *smoothing* Konno & Ohmachi, 1998 dengan *bandwith* 40 dan parameter *tapering* sebesar 50%. Untuk penghapusan *noise* agar data lebih akurat, pengelompokan *windowing* diatur

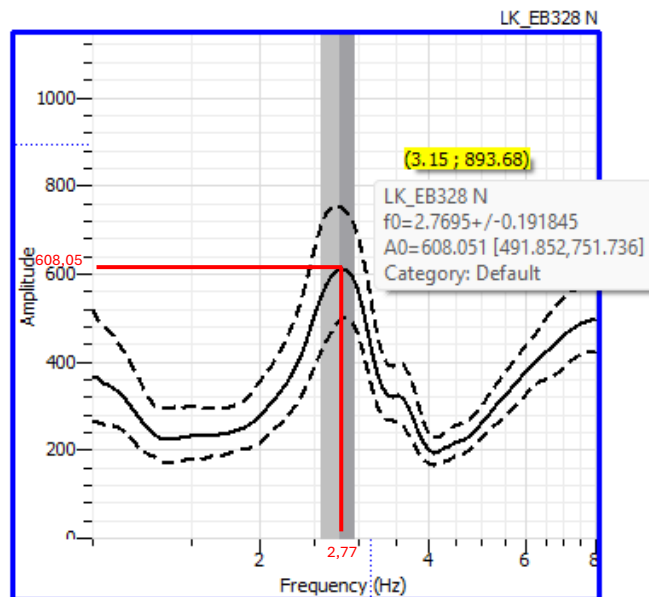
menjadi 20 detik. Pengaturan ini dilakukan juga pada pengolahan data setiap komponen. Contoh *windowing* dan grafik hasil perekaman dapat dilihat pada **Gambar 5.9** dan **Gambar 5.12** di titik T1 sebagai berikut.



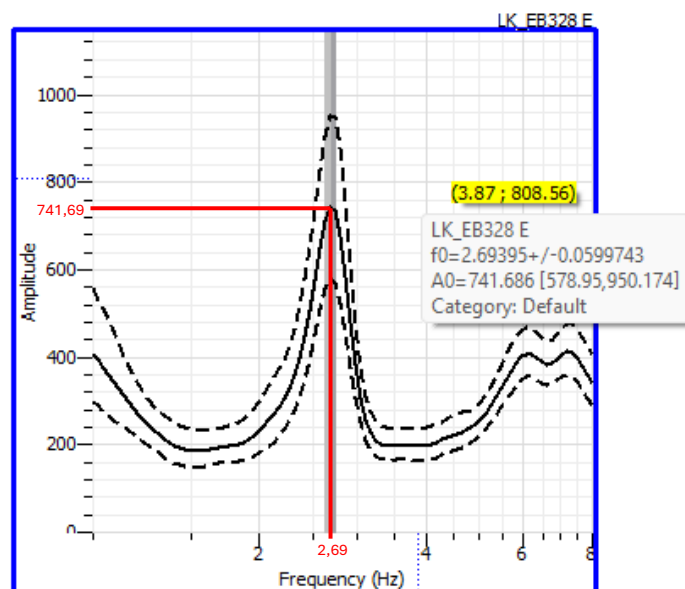
Gambar 5.9 *Windowing* di Titik LB.1A



Gambar 5.10 Hasil Grafik Komponen Vertikal pada Titik LB.1A



Gambar 5.11 Hasil Grafik Komponen N – S pada Titik LB.1A

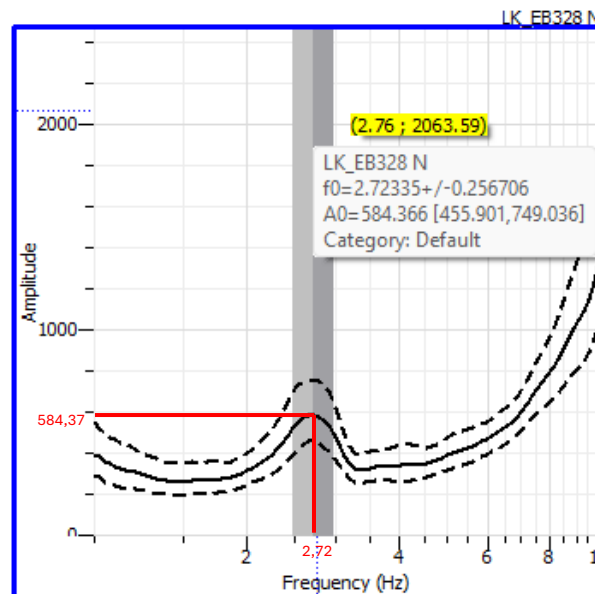


Gambar 5.12 Hasil Grafik Komponen E – W pada Titik LB.1A

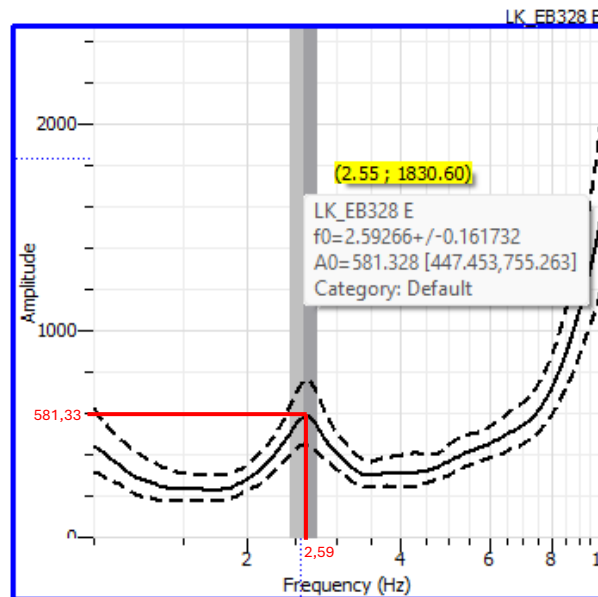
Dari grafik diatas, grafik ditarik garis lurus pada puncak tertinggi. Tarik garis lurus ke kiri untuk menentukan amplitudo, sedangkan tarik garis lurus kebawah untuk menentukan frekuensi. Pada komponen N – S memiliki nilai frekuensi sebesar 2,77 Hz dengan amplitudo sebesar 608,05 mm. Pada komponen E – W memiliki nilai frekuensi sebesar 2,69 Hz dengan amplitudo sebesar 741.69 mm. Nilai amplitudo dibagi dengan 1000 agar menjadi satuan meter (m).

5.2.2 Frekuensi Natural Tanah FSR (f_{FSR})

Frekuensi natural tanah FSR didapatkan dari *software geopsy* yang diolah dengan metode spectrum. Hasil nilai tersebut merupakan nilai frekuensi natural tanah dan amplitudo untuk masing – masing komponennya. Komponen tersebut terdiri dari Komponen N – S (Utara – Selatan) dan Komponen E – W (Timur – Barat). Nilai tersebut digunakan dalam perhitungan frekuensi natural bangunan. Hasil grafik perekaman untuk frekuensi natural tanah FSR dapat dilihat dari **Gambar 5.13** untuk komponen N – S dan **Gambar 5.14** untuk komponen E – W sebagai berikut.



**Gambar 5.13 Grafik Perekaman Frekuensi Natural Tanah FSR pada
Komponen N – S**



Gambar 5.14 Grafik Perekaman Frekuensi Natural Tanah FSR pada Komponen E - W

Dari grafik dapat dilihat nilai frekuensi tanah FSR pada komponen N – S sebesar 2,72 Hz sedangkan pada komponen E – W sebesar 2,59 Hz. Nilai tersebut dilihat dari puncak tertinggi pada masing – masing komponen. Berikut merupakan rekapitulasi nilai hasil perekaman pada masing – masing komponen dapat dilihat pada **Tabel 5.1** untuk komponen N – S dan **Tabel 5.2** untuk komponen E – W.

Tabel 5.1 Hasil Perekaman Frekuensi Natural Tanah pada Komponen N – S

NS (North - South)				
No	Kode	Keterangan	Frekuensi Geopsy (FFT)	Amplitude Geopsy (A0)
			Hz	m
1	T1	Innercourt	2,72	0,58
2	T2	Outdoor	2,72	0,58
Rata - Rata			2,72	0,58

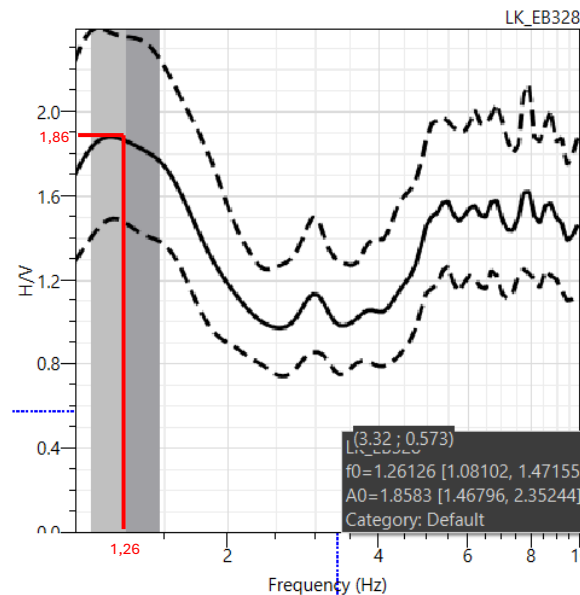
Tabel 5.2 Hasil Perekaman Frekuensi Natural Tanah pada Komponen E – W

<i>EW</i> (East - West)				
No	Kode	Keterangan	Frekuensi Geopsy (FFT)	Amplitude Geopsy (A0)
			Hz	m
1	T1	<i>Innercourt</i>	2,59	0,58
2	T2	<i>Outdoor</i>	2,61	0,58
Rata - Rata			2,60	0,58

Dari hasil perekaman frekuensi natural tanah setiap komponen, didapatkan rata – rata perekaman pada komponen N – S sebesar 2,72 Hz dengan amplitudo sebesar 0,60 m. Kemudian pada komponen E – W memiliki rata – rata sebesar 2,60 Hz dengan amplitude sebesar 0,59 m. Nilai frekuensi tersebut digunakan dalam perhitungan frekuensi natural dimana frekuensi natural tanah setiap komponen dibagi dengan frekuensi natural tanah bangunan.

5.2.3 Analisis Frekuensi Natural Tanah HVSR (f_{HVSR})

Frekuensi natural tanah HVSR mencerminkan kemampuan tanah untuk bergetar secara alami dan dapat mempengaruhi stabilitas struktur di atasnya. Frekuensi natural tanah HVSR didapatkan dari pengambilan data dilapangan. Perekaman dilakukan pada 2 tempat luar gedung, yaitu *Innercourt* dan *Outdoor*. Olah data dilakukan untuk mencari nilai H/V pada sinyal tersebut menggunakan *software geopsy*. Berikut merupakan hasil perekaman titik T1 dapat dilihat pada **Gambar 5.15** dibawah ini.



Gambar 5.15 Grafik Frekuensi Natural Tanah HVSr Titik T1

Dilihat dari grafik, nilai frekuensi natural tanah HVSr sebesar 1,26 Hz dengan amplitudo sebesar 1,86 m. Untuk rekapitulasi nilai frekuensi natural tanah HVSr dapat dilihat pada **Tabel 5.3** dibawah ini.

Tabel 5.3 Hasil Perekaman Frekuensi Natural Tanah HVSr

<i>HVSr</i>				
No	Kode	Keterangan	Frekuensi Geopsy (FFT)	Amplitude Geopsy (A0)
			Hz	m
1	T1	<i>Innercourt</i>	1,26	1,86
2	T2	<i>Outdoor</i>	1,33	1,84
Rata - Rata			1,29	1,85

Didapatkan frekuensi natural tanah HVSr pada Innercourt sebesar 1,26 Hz dengan amplitude sebesar 1,86 m. Untuk frekuensi natural tanah HVSr pada Outdoor sebesar 1,33 Hz dengan amplitude sebesar 1,84 m. Sehingga untuk mendapatkan nilai frekuensi natural tanah HVSr di rata – rata dan mendapatkan hasil frekuensi sebesar 1,29 Hz serta amplitude sebesar 1,85 m.

5.2.4 Frekuensi Natural (f_0)

Frekuensi Natural Bangunan diperoleh dari hasil perekaman setiap titik bangunan. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui perbandingan pengukuran lantai bangunan terhadap tanah di bawahnya. Perhitungan nilai frekuensi natural bangunan menggunakan **Persamaan 3.1** dan **Persamaan 3.2**. Contoh perhitungan frekuensi natural bangunan pada titik LB.1A pada setiap komponen adalah sebagai berikut.

1. Komponen N – S

Berikut merupakan contoh perhitungan indeks resonansi bangunan pada komponen N – S.

Diketahui:

$$f_b NS = 2,77 \text{ Hz}$$

$$f_t NS = 2,72 \text{ Hz}$$

$$f_0(FSR)_{NS} = \frac{f_b NS}{f_t NS}$$

$$f_0(FSR)_{NS} = \frac{2,77 \text{ Hz}}{2,72 \text{ Hz}}$$

$$f_0(FSR)_{NS} = 1,02 \text{ Hz}$$

2. Komponen E – W

Berikut merupakan contoh perhitungan indeks resonansi bangunan pada komponen E – W.

Diketahui:

$$f_b EW = 2,70 \text{ Hz}$$

$$f_t EW = 2,60 \text{ Hz}$$

$$f_0(FSR)_{EW} = \frac{f_b EW}{f_t EW}$$

$$f_0(FSR)_{EW} = \frac{2,70 \text{ Hz}}{2,60 \text{ Hz}}$$

$$f_0(FSR)_{EW} = 1,04 \text{ Hz}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh nilai frekuensi natural bangunan pada titik LB.1A komponen N – S sebesar 1,02 Hz. Untuk nilai frekuensi natural bangunan komponen E – W sebesar 1,04 Hz. Berdasarkan analisis yang dilakukan, diperoleh hasil rekapitulasi pada **Tabel 5.4** hingga **Tabel 5.7** sebagai berikut.

**Tabel 5.4 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada
Komponen N – S Pada Blok A**

No	Kode	Keterangan	Frekuensi Geopsy (FFT)	Frekuensi Natural Tanah FSR (ft _{FSR})	Frekuensi Natural (f ₀)
			Hz	Hz	Hz
1	LB.1A	Markom	2,77	2,72	1,02
2	LB.2A	Himpunan Sarjana Terapan	2,83	2,72	1,04
3	L1.1A	R. Administrasi	3,11	2,72	1,14
4	L1.2A	R. Sidang	2,97	2,72	1,09
5	L2.1A	Galeri Investasi	3,53	2,72	1,30
6	L2.2A	Laboratorium Komputer 2	3,09	2,72	1,13
7	L3.1A	R. Kuliah A 3.2	3,35	2,72	1,23
8	L3.2A	Tax Center	3,11	2,72	1,14
9	L4.1A	Ruang Diskusi	3,37	2,72	1,24
10	L4.2A	Laboratory Digital	2,83	2,72	1,04
Rata – Rata			3,10		1,14

**Tabel 5.5 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada
Komponen N – S Pada Blok B**

No	Kode	Keterangan	Frekuensi Geopsy (FFT)	Frekuensi Natural Tanah FSR (ft _{FSR})	Frekuensi Natural (f ₀)
			Hz	Hz	Hz
1	LB.1B	Selasar	2,85	2,72	1,05
2	LB.2B	R. Tunggu CBT	2,90	2,72	1,07
3	L1.1B	R. PMB	2,93	2,72	1,08
4	L1.2B	R. Pengelola	2,93	2,72	1,08

**Lanjutan Tabel 5.5 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada
Komponen N – S Pada Blok B**

No	Kode	Keterangan	Frekuensi Geopsy (FFT)	Frekuensi Natural Tanah FSR (ft _{FSR})	Frekuensi Natural (f ₀)
			Hz	Hz	Hz
5	L2.1B	R. Kuliah B 2.1	3,09	2,72	1,14
6	L2.2B	R. Kuliah B 2.3	3,07	2,72	1,13
7	L3.1B	R. Kuliah B 3.2	3,11	2,72	1,14
8	L3.2B	R. Kuliah B 3.4	3,10	2,72	1,14
9	L4.1B	Auditorium	3,11	2,72	1,14
10	L4.2B	Laboratorium Komputer 4	3,09	2,72	1,14
Rata – Rata			3,02		1,11

**Tabel 5.6 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada
Komponen E – W Pada Blok A**

No	Kode	Keterangan	Frekuensi Geopsy (FFT)	Frekuensi Natural Tanah FSR (ft _{FSR})	Frekuensi Natural (f ₀)
			Hz	Hz	Hz
1	LB.1A	Markom	2,69	2,60	1,04
2	LB.2A	Himpunan Sarjana Terapan	2,68	2,60	1,03
3	L1.1A	R. Administrasi	2,74	2,60	1,06
4	L1.2A	R. Sidang	2,77	2,60	1,06
5	L2.1A	Galeri Investasi	2,82	2,60	1,09
6	L2.2A	Laboratorium Komputer 2	2,83	2,60	1,09
7	L3.1A	R. Kuliah A 3.2	2,85	2,60	1,10
8	L3.2A	Tax Center	2,85	2,60	1,10
9	L4.1A	Ruang Diskusi	2,81	2,60	1,08
10	L4.2A	Laboratory Digital	3,02	2,60	1,16
Rata – Rata			2,81		1,08

**Tabel 5.7 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada
Komponen E – W Pada Blok B**

No	Kode	Keterangan	Frekuensi Geopsy (FFT)	Frekuensi Natural Tanah FSR (ft _{FSR})	Frekuensi Natural (f ₀)
			Hz	Hz	Hz
1	LB.1B	Selasar	2,95	2,60	1,13
2	LB.2B	R. Tunggu CBT	2,66	2,60	1,02
3	L1.1B	R. PMB	2,76	2,60	1,06

**Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Perhitungan Frekuensi Natural pada
Komponen E – W Pada Blok B**

No	Kode	Keterangan	Frekuensi Geopsy (FFT)	Frekuensi Natural Tanah FSR (ft _{FSR})	Frekuensi Natural (f ₀)
			Hz	Hz	Hz
4	L1.2B	R. Pengelola	2,73	2,60	1,05
5	L2.1B	R. Kuliah B 2.1	3,05	2,60	1,17
6	L2.2B	R. Kuliah B 2.3	2,79	2,60	1,07
7	L3.1B	R. Kuliah B 3.2	3,22	2,60	1,24
8	L3.2B	R. Kuliah B 3.4	2,83	2,60	1,09
9	L4.1B	Auditorium	3,09	2,60	1,19
10	L4.2B	Laboratorium Komputer 4	2,83	2,60	1,09
Rata – Rata			2,89		1,11

5.2.5 Nilai Frekuensi Natural Pada Setiap Blok

Setelah mendapatkan frekuensi natural pada setiap komponen, maka dapat direkap kembali menjadi frekuensi natural setiap blok. Blok terdiri dari Blok A dan Blok B. Rekapitulasi frekuensi natural pada setiap blok dapat dilihat pada **Tabel 5.8** dan **Tabel 5.9** sebagai berikut.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Frekuensi Natural pada Blok A

No	Lantai	Frekuensi NS	Frekuensi EW	Frekuensi Lantai
		Hz	Hz	Hz
1	Semi Basement	1,03	1,03	1,03
2	Lantai 1	1,12	1,06	1,09
3	Lantai 2	1,22	1,09	1,15
4	Lantai 3	1,19	1,10	1,14
5	Lantai 4	1,14	1,12	1,13
RATA RATA				1,11

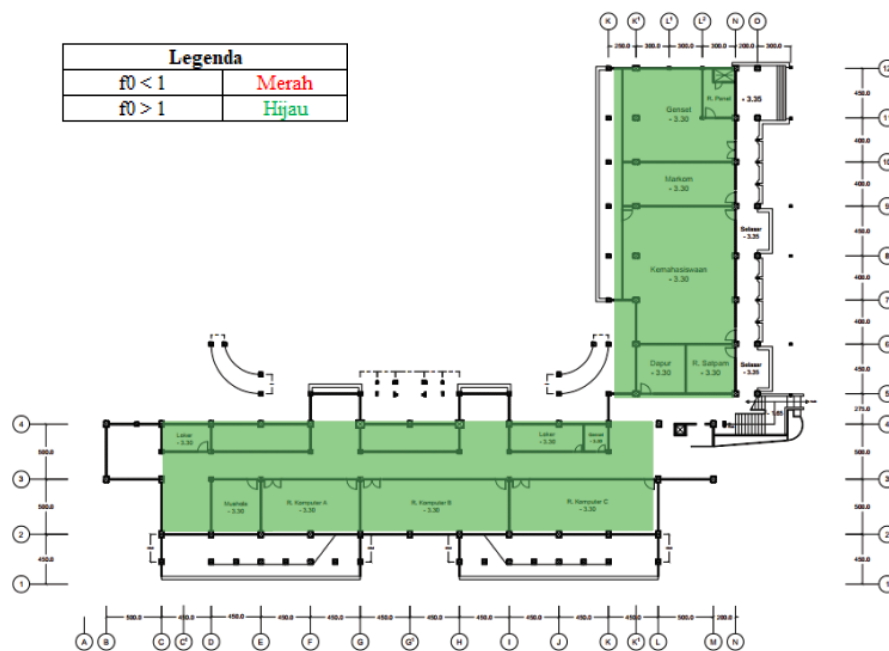
Tabel 5.9 Rekapitulasi Frekuensi Natural pada Blok B

No	Lantai	Frekuensi NS	Frekuensi EW	Frekuensi Lantai
		Hz	Hz	Hz
1	Semi Basement	1,06	1,08	1,07
2	Lantai 1	1,08	1,06	1,07
3	Lantai 2	1,13	1,12	1,13
4	Lantai 3	1,14	1,16	1,15

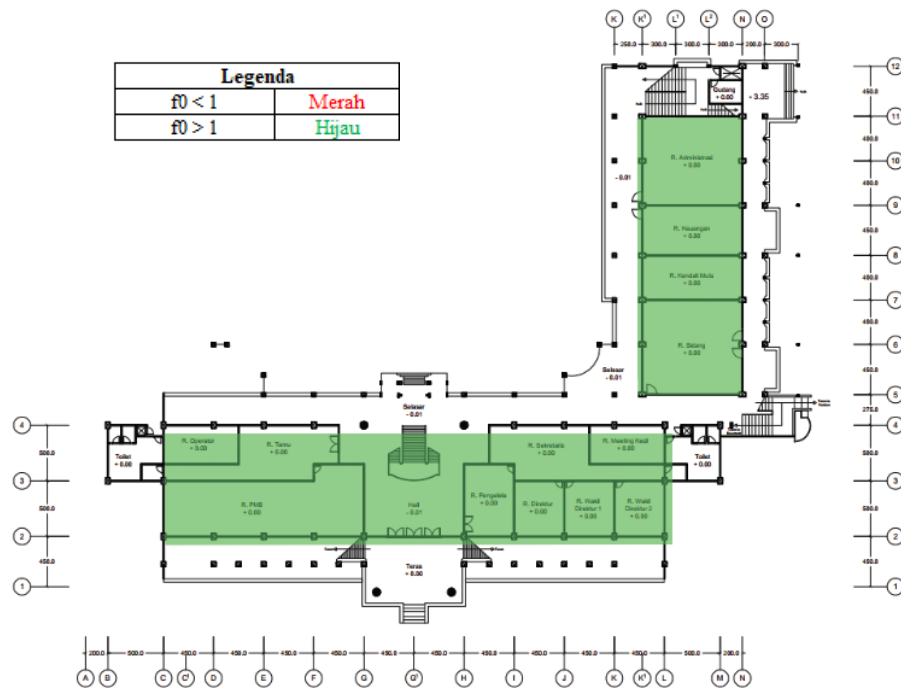
Lanjutan Tabel 5.9 Rekapitulasi Frekuensi Natural pada Blok B

No	Lantai	Frekuensi NS	Frekuensi EW	Frekuensi Lantai
		Hz	Hz	Hz
5	Lantai 4	1,14	1,14	1,14
Rata – Rata			1,11	

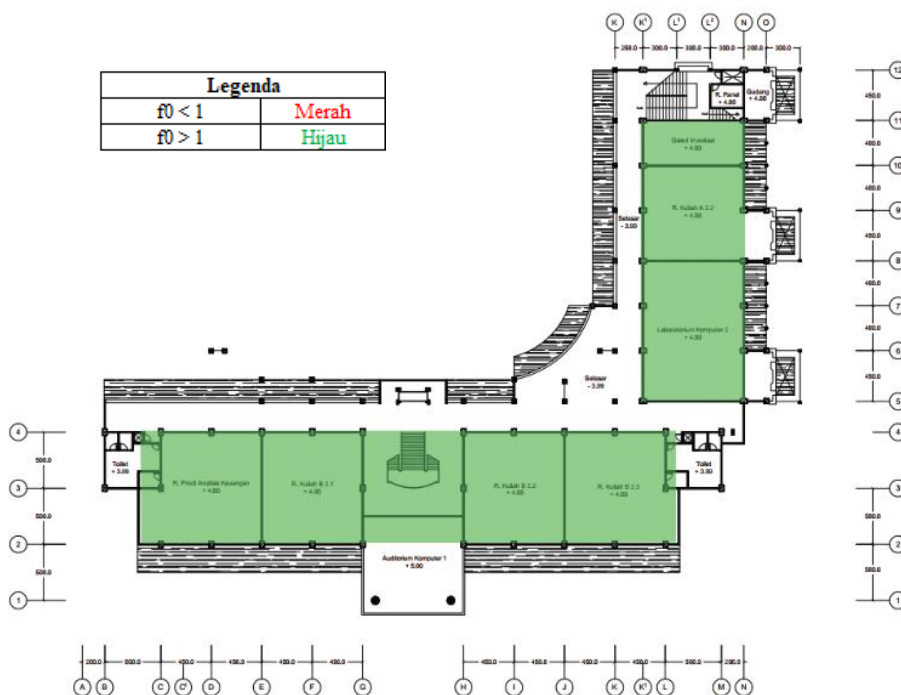
Dari hasil rekapitulasi setiap blok, frekuensi natural setiap blok dapat diilustrasikan seperti **Gambar 5.16** hingga **Gambar 5.20** sebagai berikut.



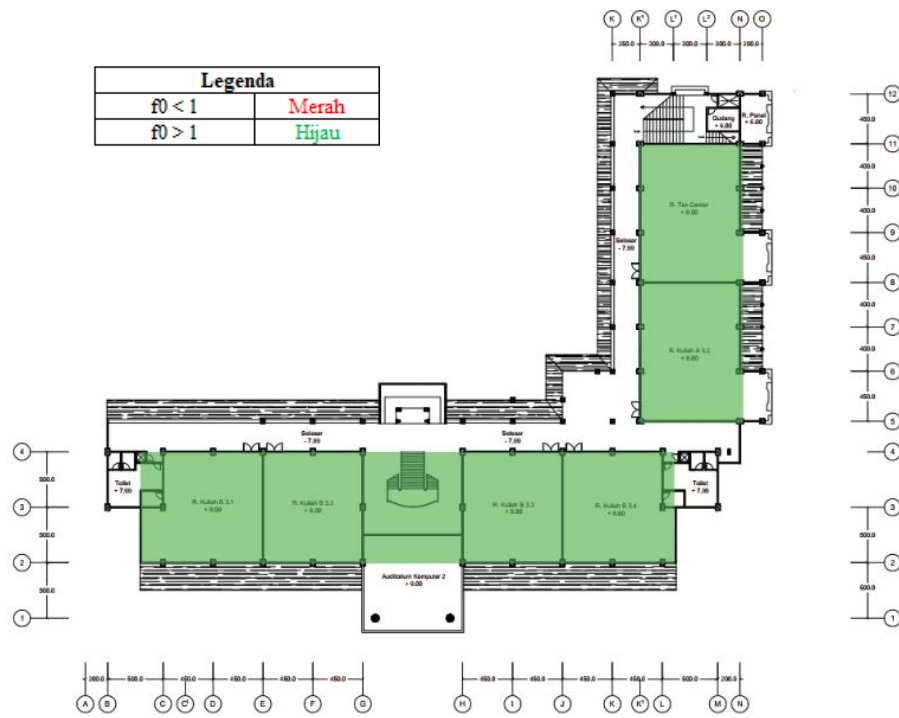
Gambar 5.16 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai Basement



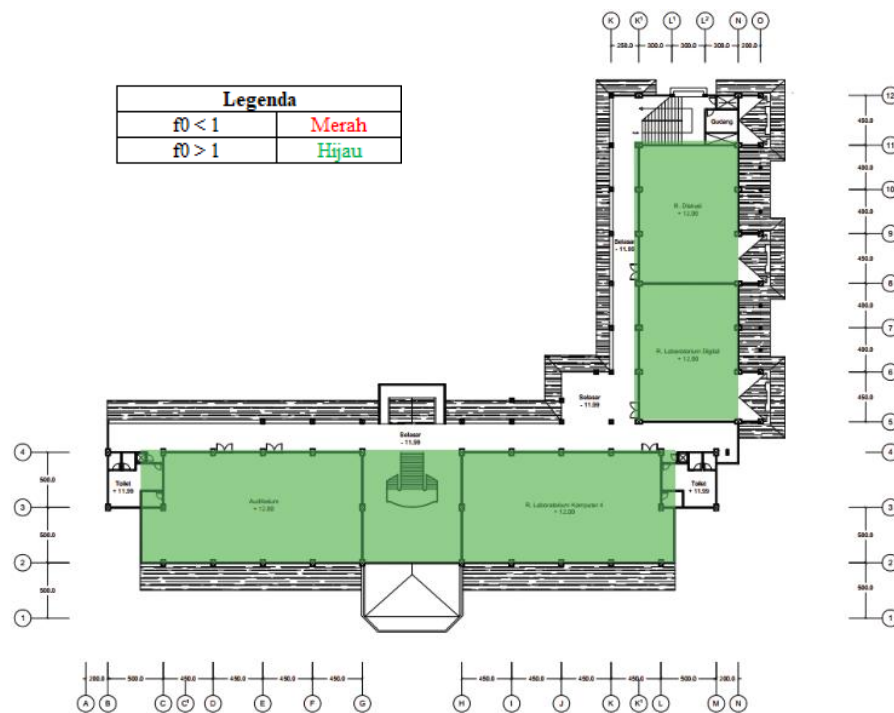
Gambar 5.17 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai 1



Gambar 5.18 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai 2



Gambar 5.19 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai 3



Gambar 5.20 Ilustrasi Frekuensi Natural Lantai 4

5.2.6 Nilai Frekuensi Natural Pada Setiap Lantai

Dari kedua blok tersebut, dapat direkap kembali menjadi frekuensi natural setiap lantai. Rekap tersebut digunakan sebagai acuan frekuensi natural bangunan. Rekapitulasi frekuensi natural pada setiap lantai dapat dilihat pada **Tabel 5.10** sebagai berikut.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Frekuensi Natural Setiap Lantai

No	Lantai	Frekuensi Blok A	Frekuensi Blok B	Frekuensi Lantai
		Hz	Hz	Hz
1	Semi Basement	2,74	2,84	2,79
2	Lantai 1	2,90	2,84	2,87
3	Lantai 2	3,07	3,00	3,03
4	Lantai 3	3,04	3,06	3,05
5	Lantai 4	3,01	3,03	3,02
Rata – Rata				2,95

Dari **Tabel 5.10** didapatkan rata – rata frekuensi natural setiap lantai sebesar 2,95 Hz. Nilai tersebut bisa digunakan sebagai acuan untuk mengetahui bangunan tersebut aman atau tidak yang ditinjau dari frekuensi. Dengan nilai frekuensi natural sebesar 2,95 Hz dapat dikatakan aman karena nilai frekuensi natural tanah sebesar 1,29 Hz yang merupakan lebih kecil daripada frekuensi natural bangunan.

5.3 Analisis Nilai Indeks Resonansi Bangunan (R)

Data yang digunakan untuk menghitung resonansi bangunan yaitu perhitungan frekuensi natural tanah FSR pada setiap komponen dan frekuensi natural bangunan dari *software geopsy*. Perhitungan ini dilakukan menggunakan **Persamaan 3.4** dan klasifikasi berdasarkan Gosar, dkk (2010) dalam (Prastowo & Prabowo, 2017). Berikut merupakan salah satu perhitungan nilai indeks resonansi bangunan pada titik LB.1A pada setiap komponen.

5.3.1 Komponen N – S

Berikut merupakan contoh perhitungan indeks resonansi bangunan pada komponen N – S.

Diketahui:

$$f_{0_{FSR}} = 1,02 \text{ Hz}$$

$$f_{0_{t_{HVSr}}} = 1,43 \text{ Hz}$$

$$R = \left| \frac{fb - ft}{ft} \right| \times 100\%$$

$$R = \left| \frac{1,02 - 1,43}{1,43} \right| \times 100\%$$

$$R = 21,42 \%$$

Nilai indeks resonansi pada komponen N – S pada titik LB.1A adalah 21,42 %. Nilai tersebut dapat diklasifikasi kategori sedang karena nilai tersebut $15\% < R < 25\%$. Selanjutnya, untuk rekapitulasi perhitungan indeks resonansi bangunan pada komponen N – S dapat dilihat pada **Tabel 5.11** dan **Tabel 5.12** berikut ini.

**Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan
Komponen N – S Pada Blok A**

BLOK A (N-S)						
No	Kode	Keterangan	Frek. Natural (f0)	Frek. Tanah HVSr (f0 _{t_{HVSr}})	Resonansi (R)	Tingkat Resonansi
			Hz	Hz	%	Ket
1	LB.1A	Markom	1,02	1,29	21,42	Sedang
2	LB.2A	Himpunan Sarjana Terapan	1,04	1,29	19,74	Sedang
3	L1.1A	R. Administrasi	1,14	1,29	11,71	Tinggi
4	L1.2A	R. Sidang	1,09	1,29	15,65	Sedang
5	L2.1A	Galeri Investasi	1,30	1,29	0,21	Tinggi
6	L2.2A	Laboratorium Komputer 2	1,13	1,29	12,37	Tinggi
7	L3.1A	R. Kuliah A 3.2	1,23	1,29	5,00	Tinggi
8	L3.2A	Tax Center	1,14	1,29	11,86	Tinggi
9	L4.1A	Ruang Diskusi	1,24	1,29	4,47	Tinggi
10	L4.2A	Laboratory Digital	1,04	1,29	19,82	Sedang
Rata – Rata			1,14	1,29	12,18	Tinggi

**Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan
Komponen N – S Pada Blok B**

BLOK B (N-S)						
No	Kode	Keterangan	Frek. Natural (f ₀)	Frek. Tanah HVSR (f _{0t_{HVSR}})	Resonansi (R)	Tingkat Resonansi
			Hz	Hz	%	Ket
1	LB.1B	Selasar	1,05	1,29	19,16	Sedang
2	LB.2B	R. Tunggu CBT	1,07	1,29	17,68	Sedang
3	L1.1B	R. PMB	1,08	1,29	16,81	Sedang
4	L1.2B	R. Pengelola	1,08	1,29	16,94	Sedang
5	L2.1B	R. Kuliah B 2.1	1,14	1,29	12,27	Tinggi
6	L2.2B	R. Kuliah B 2.3	1,13	1,29	12,81	Tinggi
7	L3.1B	R. Kuliah B 3.2	1,14	1,29	11,71	Tinggi
8	L3.2B	R. Kuliah B 3.4	1,14	1,29	12,13	Tinggi
9	L4.1B	Auditorium	1,14	1,29	11,85	Tinggi
10	L4.2B	Laboratorium Komputer 4	1,14	1,29	12,28	Tinggi
Rata – Rata			1,11	1,29	14,36	Tinggi

5.3.2 Komponen E – W

Berikut merupakan contoh perhitungan indeks resonansi bangunan pada komponen E – W.

Diketahui:

$$f_{0_{FSR}} = 1,04 \text{ Hz}$$

$$f_{0t_{HVSR}} = 1,30 \text{ Hz}$$

$$R = \left| \frac{fb - ft}{ft} \right| \times 100\%$$

$$R = \left| \frac{1,04 - 1,30}{1,30} \right| \times 100\%$$

$$R = 19,97 \%$$

Nilai indeks resonansi pada komponen E – W titik LB.1A adalah 19,97 %. Nilai tersebut dapat diklasifikasikan kategori sedang karena nilai tersebut $15\% < R < 25\%$. Selanjutnya, untuk rekapitulasi perhitungan indeks resonansi bangunan dan klasifikasi yang dilakukan pada setiap titik perekaman dapat dilihat pada **Tabel 5.13** dan **Tabel 5.14** berikut ini.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan
Komponen E – W Pada Blok A

BLOK A (E-W)						
No	Kode	Keterangan	Frek. Natural (f ₀)	Frek. Tanah HVSR (f _{0tHVSR})	Resonansi (R)	Tingkat Resonansi
			Hz	Hz	%	Ket
1	LB.1A	Markom	1,04	1,29	19,97	Sedang
2	LB.2A	Himpunan Sarjana Terapan	1,03	1,29	20,41	Sedang
3	L1.1A	R. Administrasi	1,06	1,29	18,46	Sedang
4	L1.2A	R. Sidang	1,06	1,29	17,79	Sedang
5	L2.1A	Galeri Investasi	1,09	1,29	16,08	Sedang
6	L2.2A	Laboratorium Komputer 2	1,09	1,29	16,07	Sedang
7	L3.1A	R. Kuliah A 3.2	1,10	1,29	15,31	Sedang
8	L3.2A	Tax Center	1,10	1,29	15,39	Sedang
9	L4.1A	Ruang Diskusi	1,08	1,29	16,43	Sedang
10	L4.2A	Laboratory Digital	1,16	1,29	10,29	Tinggi
Rata – Rata			1,08	1,29	16,62	Sedang

Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan
Komponen E – W Pada Blok B

BLOK B (E-W)						
No	Kode	Keterangan	Frek. Natural (f ₀)	Frek. Tanah HVSR (f _{0tHVSR})	Resonansi (R)	Tingkat Resonansi
			Hz	Hz	%	Ket
1	LB.1B	Selasar	1,13	1,29	12,44	Tinggi
2	LB.2B	R. Tunggu CBT	1,02	1,29	20,90	Sedang
3	L1.1B	R. PMB	1,06	1,29	17,97	Sedang
4	L1.2B	R. Pengelola	1,05	1,29	19,03	Sedang
5	L2.1B	R. Kuliah B 2.1	1,17	1,29	9,43	Tinggi
6	L2.2B	R. Kuliah B 2.3	1,07	1,29	17,10	Sedang
7	L3.1B	R. Kuliah B 3.2	1,24	1,29	4,39	Tinggi
8	L3.2B	R. Kuliah B 3.4	1,09	1,29	15,89	Sedang
9	L4.1B	Auditorium	1,19	1,29	8,32	Tinggi
10	L4.2B	Laboratorium Komputer 4	1,09	1,29	15,84	Sedang
Rata – Rata			1,11	1,29	14,13	Tinggi

5.3.3 Nilai Indeks Resonansi Bangunan Tiap Blok

Setelah mengetahui nilai indeks resonansi bangunan setiap komponen, maka didapatkan indeks resonansi bangunan tiap blok. Perhitungan ini diambil dari rata – rata tiap lantai pada tiap blok. Hasil perhitungan indeks resonansi bangunan pada blok A dan blok B dapat dilihat pada **Tabel 5.15** hingga **Tabel 5.16** berikut ini.

Tabel 5.15 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan Blok A

BLOK A					
No	Lantai	Resonansi NS (R)	Resonansi EW (R)	Resonansi Lantai	Tingkat Resonansi
		%	%	%	Ket
1	Semi Basement	20,58	20,19	20,38	Sedang
2	Lantai 1	13,68	18,12	15,90	Sedang
3	Lantai 2	6,29	16,07	11,18	Tinggi
4	Lantai 3	8,43	15,35	11,89	Tinggi
5	Lantai 4	12,15	13,36	12,75	Tinggi
Rata – Rata		12,23	16,62	14,42	Tinggi

Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan Blok B

BLOK B					
No	Lantai	Resonansi NS (R)	Resonansi EW (R)	Resonansi Lantai	Tingkat Resonansi
		%	%	%	Ket
1	Semi Basement	18,42	16,67	17,55	Sedang
2	Lantai 1	16,88	18,50	17,69	Sedang
3	Lantai 2	12,54	13,27	12,90	Tinggi
4	Lantai 3	11,92	10,14	11,03	Tinggi
5	Lantai 4	12,06	12,08	12,07	Tinggi
Rata – Rata		14,36	14,13	14,25	Tinggi

5.3.4 Nilai Indeks Resonansi Bangunan Tiap Lantai

Setelah mengetahui nilai indeks resonansi bangunan setiap blok, maka didapatkan indeks resonansi bangunan tiap lantai. Perhitungan ini diambil dari rata – rata tiap blok pada tiap lantai. Hasil perhitungan indeks resonansi bangunan pada tiap lantai dapat dilihat pada **Tabel 5.17** berikut ini.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Resonansi Bangunan Tiap Lantai

No	Lantai	Resonansi Blok A	Resonansi Blok B	Resonansi (R)	Tingkat Resonansi
		Hz	Hz	%	Ket
1	Semi Basement	20,38	17,55	18,97	Sedang
2	Lantai 1	15,90	17,69	16,80	Sedang
3	Lantai 2	11,18	12,90	12,04	Tinggi
4	Lantai 3	11,89	11,03	11,46	Tinggi
5	Lantai 4	12,75	12,07	12,41	Tinggi
Rata – Rata		14,42	14,25	14,34	Tinggi

5.4 Analisis Nilai Indeks Kerentanan Bangunan (K)

Untuk mengetahui nilai indeks kerentanan bangunan, dibutuhkan perhitungan sebelumnya yaitu nilai frekuensi FFT, Amplitudo, dan tinggi setiap lantai bangunan. Dengan demikian dapat digunakan **Persamaan 3.6** untuk menghitung nilai indeks kerentanan bangunan. Perhitungan pada masing – masing komponen di titik LB.1A dapat dilihat sebagai berikut.

5.4.1 Komponen N – S

Berikut merupakan contoh perhitungan indeks kerentanan bangunan pada komponen N – S.

Diketahui:

$$A = 0,61 \text{ m}$$

$$f = 2,77 \text{ Hz}$$

$$H = 3,3 \text{ m}$$

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

$$K_b = \frac{0,61}{(2 \times \pi \times 2,77) \times 3,3} \times 10.000$$

$$K_b = 6,09 \text{ m/s}^2$$

Dari hasil perhitungan di titik LB.1A pada komponen N – S diperoleh nilai indeks kerentanan sebesar $6,09 \text{ m/s}^2$. Nilai tersebut dikatakan aman karena hasil kurang dari 100 m/s^2 sesuai dengan yang dikemukakan oleh Hadianfard et al. (2017).

5.4.2 Komponen E – W

Berikut merupakan contoh perhitungan indeks kerentanan bangunan pada komponen E – W.

Diketahui:

$$A = 0,74 \text{ m}$$

$$f = 2,70 \text{ Hz}$$

$$H = 3,3 \text{ m}$$

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

$$K_b = \frac{0,74}{(2 \times \pi \times 2,70) \times 3,3} \times 10.000$$

$$K_b = 7,85 \text{ m/s}^2$$

Dari hasil perhitungan di titik LB.1A pada komponen E – W diperoleh nilai indeks kerentanan sebesar $7,85 \text{ m/s}^2$. Nilai tersebut dikatakan aman karena hasil kurang dari 100 m/s^2 sesuai dengan yang dikemukakan oleh Hadianfard et al. (2017).

Tabel 5.18 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Komponen N – S Pada Blok A

BLOK A (N-S)							
No	Kode	Keterangan	Tinggi Gedung (H)	Frekuensi Geopsy (f)	Amplitude Geopsy (A0)	Kerentanan Bangunan (Kb)	Tingkat Kerentanan
			m	Hz	m	m/s2	Ket
1	LB.1A	Markom	3,3	2,77	0,61	6,09	Aman
2	LB.2A	Himpunan Sarjana Terapan	3,3	2,83	0,58	5,56	Aman
3	L1.1A	R. Administrasi	6,6	3,11	1,02	4,06	Aman
4	L1.2A	R. Sidang	6,6	2,97	1,31	5,69	Aman
5	L2.1A	Galeri Investasi	10,6	3,53	4,77	9,14	Aman
6	L2.2A	Laboratorium Komputer 2	10,6	3,09	4,83	12,10	Aman
7	L3.1A	R. Kuliah A 3.2	14,6	3,35	7,65	11,84	Aman
8	L3.2A	Tax Center	14,6	3,11	10,92	19,64	Aman
9	L4.1A	Ruang Diskusi	18,6	3,37	5,22	6,27	Aman
10	L4.2A	Laboratory Digital	18,6	2,83	18,85	32,14	Aman
Rata – Rata				3,10	5,58	11,25	Aman

Tabel 5.19 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Komponen N – S Pada Blok B

BLOK B (N-S)							
No	Kode	Keterangan	Tinggi Gedung (H)	Frekuensi Geopsy (f)	Amplitude Geopsy (A0)	Kerentanan Bangunan (Kb)	Tingkat Kerentanan
			m	Hz	m	m/s2	Ket
1	LB.1B	Selasar	3,4	2,95	0,96	8,32	Aman
2	LB.2B	R. Tunggu CBT	3,4	2,66	1,53	16,36	Aman
3	L1.1B	R. PMB	6,7	2,76	0,70	3,47	Aman

Lanjutan Tabel 5.19 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Komponen N – S Pada Blok B

No	Kode	Keterangan	Tinggi Gedung (H)	Frekuensi Geopsy (f)	Amplitude Geopsy (A0)	Kerentanan Bangunan (Kb)	Tingkat Kerentanan
			m	Hz	m	m/s2	Ket
4	L1.2B	R. Pengelola	6,7	2,73	1,84	9,35	Aman
5	L2.1B	R. Kuliah B 2.1	10,7	3,05	5,61	14,29	Aman
6	L2.2B	R. Kuliah B 2.3	10,7	2,79	7,60	23,09	Aman
7	L3.1B	R. Kuliah B 3.2	14,7	3,22	8,92	14,84	Aman
8	L3.2B	R. Kuliah B 3.4	14,7	2,83	13,73	29,53	Aman
9	L4.1B	Auditorium	18,7	3,09	10,06	14,31	Aman
10	L4.2B	Laboratorium Komputer 4	18,7	2,83	15,83	26,72	Aman
Rata – Rata				2,89	6,68	16,03	Aman

Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Komponen E – W Pada Blok A

BLOK A (E-W)							
No	Kode	Keterangan	Tinggi Gedung (H)	Frekuensi Geopsy (f)	Amplitude Geopsy (A0)	Kerentanan Bangunan (Kb)	Tingkat Kerentanan
			m	Hz	m	m/s2	Ket
1	LB.1A	Markom	3,3	2,69	0,74	7,85	Aman
2	LB.2A	Himpunan Sarjana Terapan	3,3	2,68	0,62	6,59	Aman
3	L1.1A	R. Administrasi	6,6	2,74	1,91	9,72	Aman
4	L1.2A	R. Sidang	6,6	2,77	1,70	8,52	Aman
5	L2.1A	Galeri Investasi	10,6	2,82	9,46	28,32	Aman
6	L2.2A	Laboratorium Komputer 2	10,6	2,83	7,96	23,84	Aman
7	L3.1A	R. Kuliah A 3.2	14,6	2,85	19,14	40,85	Aman

Lanjutan Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Komponen E – W pada Blok A

No	Kode	Keterangan	Tinggi Gedung (H)	Frekuensi Geopsy (f)	Amplitude Geopsy (A0)	Kerentanan Bangunan (Kb)	Tingkat Kerentanan
			m	Hz	m	m/s2	Ket
8	L3.2A	Tax Center	14,6	2,85	19,60	41,92	Aman
9	L4.1A	Ruang Diskusi	18,6	2,81	14,94	25,71	Aman
10	L4.2A	Laboratory Digital	18,6	3,02	12,31	18,38	Aman
Rata – Rata				2,81	8,84	21,17	Aman

Tabel 5.21 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Komponen E – W Pada Blok B

BLOK B (E-W)							
No	Kode	Keterangan	Tinggi Gedung (H)	Frekuensi Geopsy (f)	Amplitude Geopsy (A0)	Kerentanan Bangunan (Kb)	Tingkat Kerentanan
			m	Hz	m	m/s2	Ket
1	LB.1B	Selasar	3,4	2,95	0,96	8,32	Aman
2	LB.2B	R. Tunggu CBT	3,4	2,66	1,53	16,36	Aman
3	L1.1B	R. PMB	6,7	2,76	0,70	3,47	Aman
4	L1.2B	R. Pengelola	6,7	2,73	1,84	9,35	Aman
5	L2.1B	R. Kuliah B 2.1	10,7	3,05	5,61	14,29	Aman
6	L2.2B	R. Kuliah B 2.3	10,7	2,79	7,60	23,09	Aman
7	L3.1B	R. Kuliah B 3.2	14,7	3,22	8,92	14,84	Aman
8	L3.2B	R. Kuliah B 3.4	14,7	2,83	13,73	29,53	Aman
9	L4.1B	Auditorium	18,7	3,09	10,06	14,31	Aman
10	L4.2B	Laboratorium Komputer 4	18,7	2,83	15,83	26,72	Aman
Rata – Rata			10,83	2,89	6,68	16,03	Aman

5.4.3 Nilai Indeks Kerentanan Bangunan Tiap Blok

Setelah mengetahui nilai indeks kerentanan bangunan setiap komponen, maka didapatkan indeks kerentanan bangunan tiap blok. Perhitungan ini diambil dari rata – rata tiap lantai pada tiap blok. Hasil perhitungan indeks kerentanan bangunan pada blok A dan blok B dapat dilihat pada **Tabel 5.22** hingga **Tabel 5.23** berikut ini.

Tabel 5.22 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Blok A

BLOK A					
No	Lantai	Kerentanan Bangunan NS (Kb)	Kerentanan Bangunan EW (Kb)	Kerentanan Bangunan Per Lantai (Kb)	Tingkat Kerentanan
		m/s2	m/s2	m/s2	Ket
1	Semi Basement	5,82	7,22	6,52	Aman
2	Lantai 1	4,87	9,12	7,00	Aman
3	Lantai 2	10,62	26,08	18,35	Aman
4	Lantai 3	15,74	41,39	28,56	Aman
5	Lantai 4	19,20	22,05	20,63	Aman
Rata – Rata		11,25	21,17	16,21	Aman

Tabel 5.23 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Blok B

BLOK B					
No	Lantai	Kerentanan Bangunan NS (Kb)	Kerentanan Bangunan EW (Kb)	Kerentanan Bangunan Per Lantai (Kb)	Tingkat Kerentanan
		m/s2	m/s2	m/s2	Ket
1	Semi Basement	11,85	12,34	12,09	Aman
2	Lantai 1	4,80	6,41	5,60	Aman
3	Lantai 2	17,36	18,69	18,03	Aman
4	Lantai 3	22,02	22,18	22,10	Aman
5	Lantai 4	24,50	20,51	22,50	Aman
Rata – Rata		16,11	16,03	16,07	Aman

5.4.4 Nilai Indeks Kerentanan Bangunan Tiap Lantai

Setelah mengetahui nilai indeks kerentanan bangunan setiap blok, maka didapatkan indeks kerentanan bangunan tiap lantai. Perhitungan ini diambil dari rata – rata tiap blok pada tiap lantai. Hasil perhitungan indeks kerentanan bangunan pada tiap lantai dapat dilihat pada **Tabel 5.24** berikut ini.

Tabel 5.24 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kerentanan Bangunan Per Lantai

REKAPITULASI PER LANTAI					
No	Lantai	Kerentanan Bangunan Blok A (Kb)	Kerentanan Bangunan Blok B (Kb)	Kerentanan Bangunan Per Lantai (Kb)	Tingkat Kerentanan
		m/s2	m/s3	m/s4	Ket
1	Semi Basement	6,52	12,09	9,31	Aman
2	Lantai 1	7,00	5,60	6,30	Aman
3	Lantai 2	18,35	18,03	18,19	Aman
4	Lantai 3	28,56	22,10	25,33	Aman
5	Lantai 4	20,63	22,50	21,57	Aman
Rata – Rata		16,21	16,07	16,14	Aman

5.5 Analisis Kerentanan Bangunan Data Sekunder (K)

Data sekunder digunakan untuk membandingkan dengan data primer. Data sekunder diambil adalah gedung Fakultas Teknologi Industri UII. Tujuan dari perbandingan tersebut agar mengetahui gedung mana yang memerlukan evaluasi lebih lanjut terhadap strukturnya. Data sekunder ini ditinjau juga usia bangunan tersebut berdiri. Hal ini dapat digunakan untuk menguji kekuatan struktur bangunan yang sudah lama berdiri. Data sekunder pada Gedung FTI UII dapat dilihat sebagai berikut.

5.7.1 Kerentanan Bangunan Gedung Fakultas Teknologi Industri

Gedung Fakultas Teknologi Industri (FTI) didirikan pada tahun 2001. Dalam penelitian ini dilakukan perekaman sebanyak 40 titik didalam gedung dan 2 titik di tanah pada masing – masing blok diwakili 2 titik. Penelitian dilakukan selama $\pm$ 30 menit dengan pengolahan *software geopsy* sama dengan data primer. Hasil perhitungan kerentanan bangunan dari perekaman pada Gedung FTI UII dapat dilihat pada **Tabel 5.25** sebagai berikut.

**Tabel 5.25 Hasil Perhitungan Kerentanan Bangunan dari Perekaman
Mikrotremor pada Gedung FTI UII**

Lantai	Komponen N - S		Komponen E – W	
	Kb	Kategori	Kb	Kategori
Blok A				
Basement	117,94	Tidak Aman	114,99	Tidak Aman
Lt 1	3,98	Aman	2,87	Aman
Lt 2	3,54	Aman	4,25	Aman
Lt 3	10,79	Aman	7,54	Aman
Blok B				
Basement	90,748	Aman	78,348	Aman
Lt 1	3,26	Aman	3,16	Aman
Lt 2	3,84	Aman	3,86	Aman
Lt 3	6,19	Aman	4,96	Aman
Lt 4	4,54	Aman	4,96	Aman
Blok C				
Lt 1	5,26	Aman	4,37	Aman
Lt 2	3,44	Aman	3,90	Aman
Lt 3	4,35	Aman	4,06	Aman
Lt 4	4,54	Aman	3,90	Aman
Blok D				
Lt 1	4,03	Aman	4,53	Aman
Lt 2	3,59	Aman	3,58	Aman
Lt 3	4,74	Aman	5,79	Aman
Lt 4	4,11	Aman	4,83	Aman
Blok E				
Basement	121,97	Tidak Aman	115,04	Tidak Aman
Lt 1	5,71	Aman	3,68	Aman
Lt 2	2,21	Aman	2,22	Aman
Rata - Rata	20,44	Aman	19,04	Aman

Dari hasil dari perhitungan kerentanan bangunan perekaman Gedung FTI diatas, lantai basement pada blok A dan E tidak aman karena nilai indeks kerentanan bangunan lebih dari 100 m/s². Namun dilihat dari rekapitulasi keseluruhan bangunan, indeks kerentanan bangunan pada Gedung FTI UII dapat disimpulkan aman. Dengan data tersebut, perlu adanya evaluasi kembali terhadap struktur pada lantai basement.

5.6 Perbandingan Analisis Kerentanan Data Primer dan Data Sekunder

Data sekunder dan data sekunder memiliki persamaan usia bangunannya. Gedung Sarjana Terapan FBE UII dan Gedung FTI UII sama – sama berdiri sejak tahun 2002. Namun dari hasil data kedua gedung tersebut memiliki perbedaan

jumlah blok. Gedung Sarjana Terapan FBE UII terdiri dari 2 blok, yaitu blok A dan blok B. Namun untuk Gedung FTI UII memiliki 5 blok, yaitu blok A, blok B, blok C, blok D, dan blok E. Kedua gedung memiliki jumlah lantai yang sama yaitu terdiri dari 4 lantai.

Kedua data diperoleh dengan pengambilan data dan pengolahan yang sama. Terdapat perbedaan jumlah titik yang diambil. Gedung Sarjana Terapan FBE UII diperoleh 20 titik dalam gedung dan 2 titik luar gedung, sedangkan pada Gedung FTI UII diperoleh 40 titik dalam gedung serta 2 titik luar gedung. Kedua gedung direkap kembali setiap lantai. Perbandingan setiap lantai kedua gedung tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5.26** berikut ini.

**Tabel 5.26 Perbandingan Indeks Kerentanan Bangunan pada Setiap Lantai
Data Primer dan Data Sekunder**

Lantai	FTI UII	Keterangan	Sarjana Terapan FBE UII	Keterangan
Basement	127,81	Tidak Aman	9,31	Aman
Lt 1	8,17	Aman	6,30	Aman
Lt 2	6,89	Aman	18,19	Aman
Lt 3	9,68	Aman	25,33	Aman
Lt 4	5,38	Aman	21,57	Aman
Rata - Rata	31,58	Aman	16,14	Aman

Dilihat dari tabel diatas, kedua gedung memiliki indeks kerentanan bangunan yang dikategorikan aman. Gedung FTI UII cenderung memiliki nilai indeks kerentanan bangunan yang lebih besar daripada Gedung Sarjana Terapan FBE UII. Jika ditinjau setiap lantainya, lantai basement Gedung FTI UII dikategorikan tidak aman dibandingkan dengan lantai basement Gedung Sarjana Terapan FBE UII.

Perbandingan dengan data sekunder dilakukan karena ingin mengetahui nilai kerentanan gedung yang dibangun pada usia bangunan yang sama. Kedua gedung dibangun sejak tahun 2002. Dengan usia bangunan yang sama, maka dapat dibandingkan ketahanan struktur pada masing – masing bangunan karena bangunan yang memiliki usia lebih tua belum tentu ketahanan strukurnya lebih rentan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengambilan data dan analisis menggunakan mikrotremor pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi Universitas Islam Indonesia, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi memiliki rata – rata nilai frekuensi natural bangunan sebesar 2,95 Hz dan bangunan dikatakan aman karena nilai tersebut lebih besar daripada nilai rata – rata frekuensi natural tanah HVSR sebesar 1,29 Hz. Pada nilai indeks resonansi bangunan sebesar 14,34% dikategorikan tinggi karena nilai kurang dari 15%. Sedangkan pada nilai indeks kerentanan bangunan sebesar 16,14 m/s², nilai ini dinyatakan aman karena nilai kurang dari 100 m/s². Sehingga Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi dikategorikan aman.
2. Indeks kerentanan bangunan pada Gedung Sarjana Terapan Fakultas Bisnis dan Ekonomi yaitu sebesar 16,14 m/s². Nilai ini termasuk klasifikasi aman karena nilai kerentanan bangunan kurang dari 100 m/s². Namun khususnya pada lantai 3 perlu diwaspadai karena memiliki nilai kerentanan yang lebih besar daripada lantai lainnya.
3. Dari perbandingan data primer dan sekunder, kedua gedung untuk rata – rata kerentanan bangunan dikategorikan aman. Namun untuk perbandingan setiap lantai terdapat perbedaan dimana nilai kerentanan bangunan pada lantai basement Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dikategorikan tidak aman.

6.2 Saran

Adapun saran yang diberikan penulis untuk perkembangan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini perlu adanya pengembangan dengan metode lain menggunakan alat mikrotremor.

2. Durasi pengambilan data di lapangan perlu diperpanjang jika melakukan penelitian yang sama.
3. Penelitian ini dilakukan harus dalam keadaan yang sepi dan tenang agar rekaman tidak terjadi *noise*

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, H. (2020). Edisi 2020. In H. Afif (Ed.), *Prosedur Penggunaan Vibralog M.A.E.* (2020th ed.). Departemen Teknik Geofisika Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arifudin, A. (2016). Parameter Gempa Bumi. *Parameter Gempa Bumi*, 1–28.
- Febrina, H. S. (2017). Analisis Kerentanan Bangunan dengan Pengujian Mikrotremor Studi Kasus Di Daerah Rawan Pergerakan Tanah. 2017.
- Hadianfard, M. A., Rabiee, R., & Sarshad, A. (2017). Assessment of Vulnerability and Dynamic Characteristics of a Historical Building Using Microtremor Measurements. *International Journal of Civil Engineering*, 15(2), 175–183. <https://doi.org/10.1007/s40999-016-0086-2>
- Hamid, N. (2020). Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Menghadapi Gempa Bumi (Mengenang 14 Tahun Silam Gempa Bumi Bantul, Yogyakarta). *Altruist: Journal of Community Services*, 1(2), 81. <https://doi.org/10.22219/altruist.v1i2.12184>
- Ilham, I. (2023). Vulnerability Analysis of Rectorate Building of UIN Mataram against Earthquakes Based on Microtremor Data. *Berkala Sainstek*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.19184/bst.v11i1.34115>
- Ismawati, T. (2010). Mekanisme Fokus Gempa Bumi Mentawai. *International Working Group on the Diabetic Foot. International Consensus on the Diabetic Foot & Practical and Specific Guidelines on the Management and Prevention of the Diabetic Foot. Launched at the 6th International Symposium on the Diabetic Foot, May, 11(2)*, 1–38.
- Januarta, G. H., Yudistira, T., Tohari, A., & Fattah, E. I. (2020). Mikrozonasi Seismik Wilayah Padalarang, Kabupaten Bandung Barat Menggunakan Metode Horizontal To Vertical Spectral Ratio (Hvsr). *RISSET Geologi Dan Pertambangan*, 30(2), 143. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2020.v30.1087>
- Larasati, N.-. (2022). Uji Kerentanan Bangunan Rusunawa Berdasarkan Hvsr

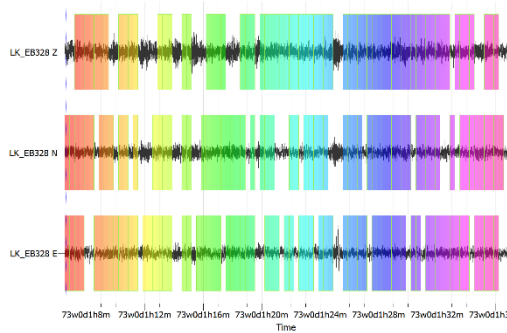
- (Horizontal To Spectral Ratio) Dan Fsr (Floor Spectral Ratio). *Jurnal Geosaintek*, 8(1), 151. <https://doi.org/10.12962/j25023659.v8i1.12272>
- Moro, G. D. (2015). Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio. *Surface Wave Analysis for Near Surface Applications*, 65–85. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800770-9.00004-2>
- Mustika, R., & Putra, R. R. (2023). *EVALUASI RESONANSI BANGUNAN BERDASARKAN ANALISIS MIKROTREMOR_ STUDI KASUS BEBERAPA BANGUNAN DI SUMATERA BARAT.pdf*.
- Nia Shohaya, J., Chasanah, U., Mutiarani, A., Wahyuni P, L., & Madlazim, M. (2013). Survey Dan Analisis Seismisitas Wilayah Jawa Timur Berdasarkan Data Gempa Bumi Periode 1999-2013 Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Gempa Bumi. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(2), 18. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v3n2.p18-27>
- Prabowo, U. N., Budhi, W., & Amalia, A. F. (2020). Analisis Mikrotremor Untuk Mengevaluasi Kerentanan Gempabumi Ruangan Prodi Pend Fisika Ust. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 6(1), 10–16. <https://doi.org/10.30738/jst.v6i1.6569>
- Praja, N. K., Sitti Lasmi Mangininsih, Nia Kurnia Praja, Hasria, & Azhar. (2023). Pemetaan Lapisan Tanah Menggunakan Data Mikrotremor HVSR dan Dampaknya Terhadap Daya Dukung Tanah di Kawasan Kota Kendari. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 24(1), 51–58. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v24i1.724>
- Prastowo, R., & Prabowo, U. N. (2017). Evaluasi Kerentanan Gedung Rektorat Sttnas Terhadap Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Mikrotremor. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 9(1), 83. <https://doi.org/10.28989/angkasa.v9i1.113>
- Setia, T. N., Afifuddin, M., & Idris, Y. (2019). Identifikasi Frekuensi Natural dan Damping Ratio Dengan Menggunakan Mikrotremor Pada Gedung Evakuasi Bencana Desa Ulee Lheue dan Desa Alue Deah Teungoh. *Journal of The Civil Engineering Student*, 1(3), 162–168.
- Situmorang, S. (2023). *Analisis Mikrotremor Untuk Uji Kerentanan Bangunan*

Berdasarkan FSR (Floor Spectral Ratio) dan RDM (Random Decrement Ratio) Studi Kasus Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.

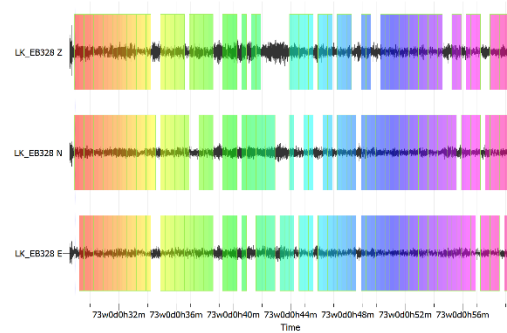
- Subakti, H., Aprillian Haurissa, dan, Studi Geofisika, P., Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, S., & Artikel, S. (2022). Studi Mikrotremor Di Wilayah Kerusakan Akibat Gempa Bumi Ambon 26 September 2019 Menggunakan Metode HVS. *Jurnal Geofisika*, 1(1), 28–48. <https://jurnal.stmkg.ac.id/index.php/pjg>
- Suleman, W. D. (2024). *EVALUASI KERENTANAN GEDUNG BERTINGKAT BERDASARKAN ANALISIS METODE FLOOR SPECTRAL RATIO (FSR) DENGAN DATA MIKROTREMOR STUDI KASUS GEDUNG FTI UII (VULNERABILITY EVALUATION OF MULTI STOREY BUILDING BASED ON FLOOR SPECTRAL RATIO (FSR) METHOD ANALYSIS WITH MIC.*
- Sungkowo, A. (2016). *STUDI KERENTANAN SEISMIK DAN KARAKTERISTIK DINAMIK TANAH DI KOTA YOGYAKARTA DARI DATA MIKROTREMOR.*
- Yuniarto, A. H. P., & Kiswanto, H. (2021). Analisis Mikrotremor untuk Evaluasi Kerentanan Gempa Bumi pada Gedung Perkuliahan ITS NU Pekalongan. *Wahana Fisika*, 6(2), 151–159. <https://doi.org/10.17509/wafi.v6i2.41171>

LAMPIRAN

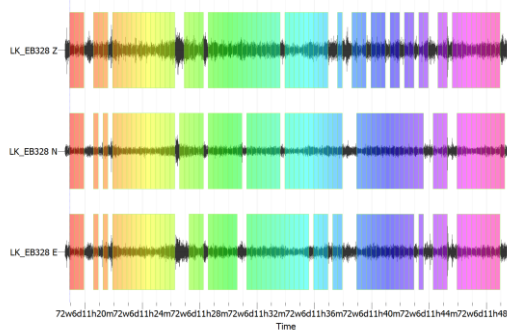
Lampiran 1 Windowing Mikrotremor



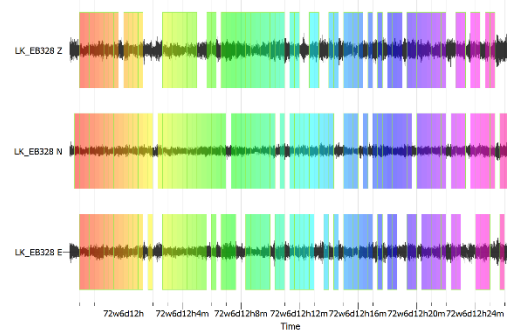
Gambar L-1.1 Titik LB.1A



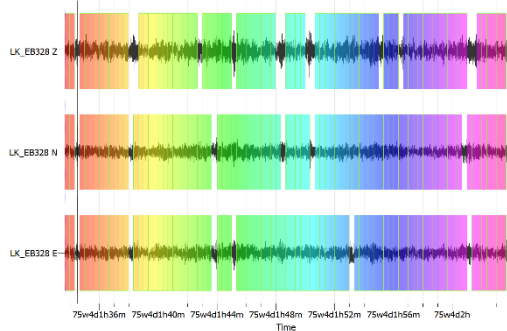
Gambar L-1.2 Titik LB.2A



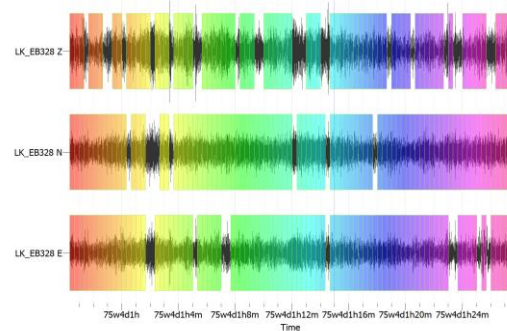
Gambar L-1.3 Titik LB.1B



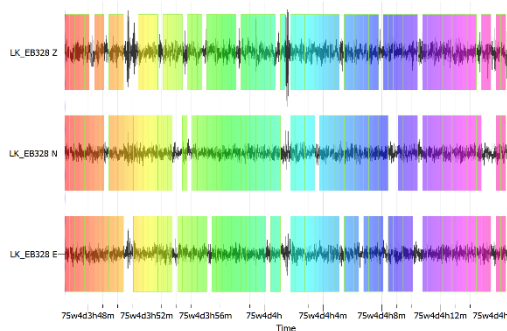
Gambar L-1.4 Titik LB.2B



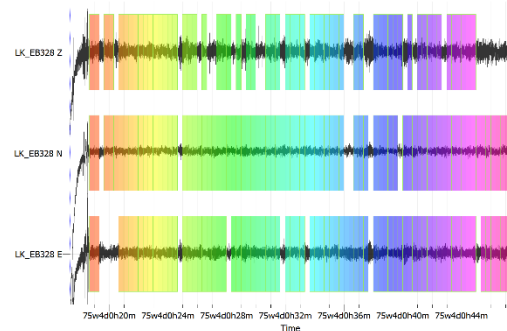
Gambar L-1.5 Titik L1.1A



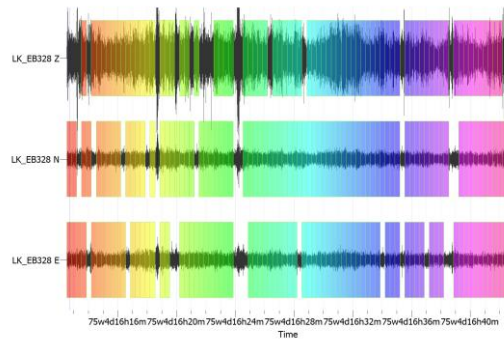
Gambar L-1.6 Titik L1.2A



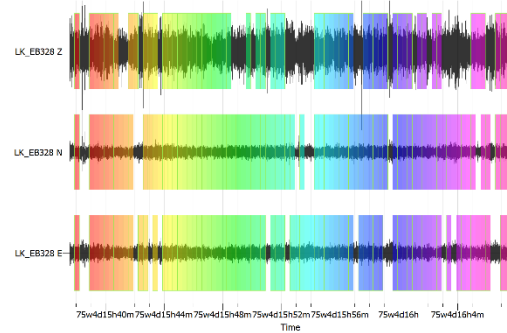
Gambar L-1.7 Titik L1.1B



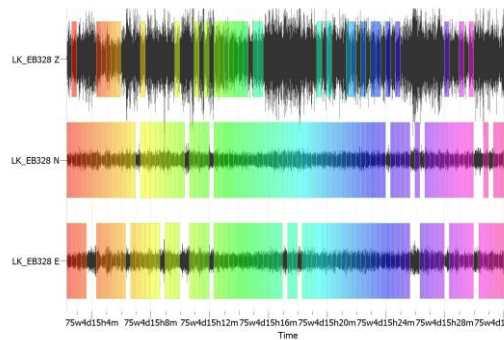
Gambar L-1.8 Titik L1.2B



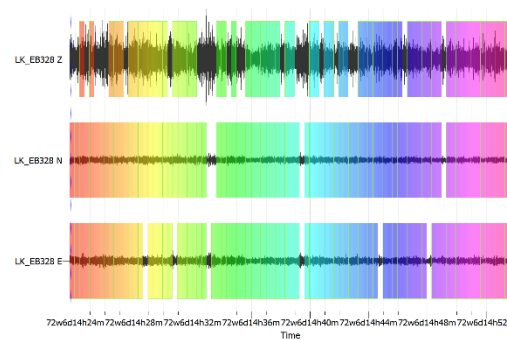
Gambar L-1.9 Titik L2.1A



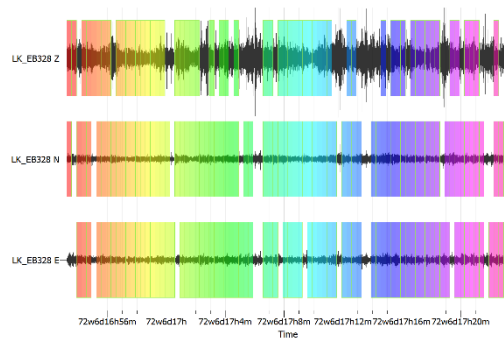
Gambar L-1.10 Titik L2.2A



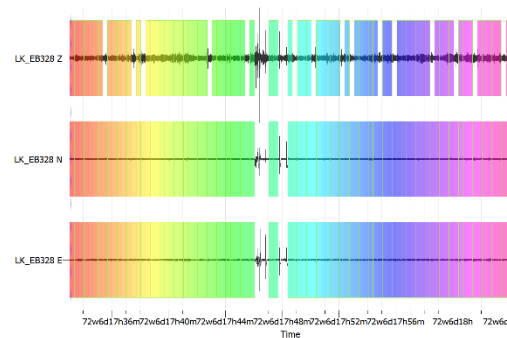
Gambar L-1.11 Titik L2.1B



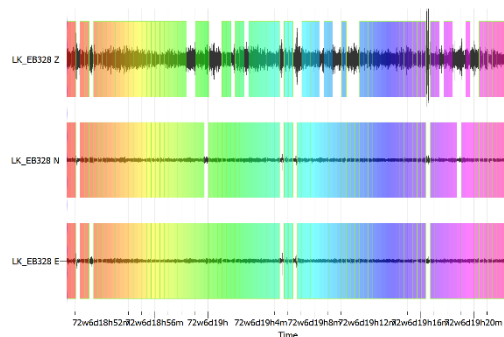
Gambar L-1.12 Titik L2.2B



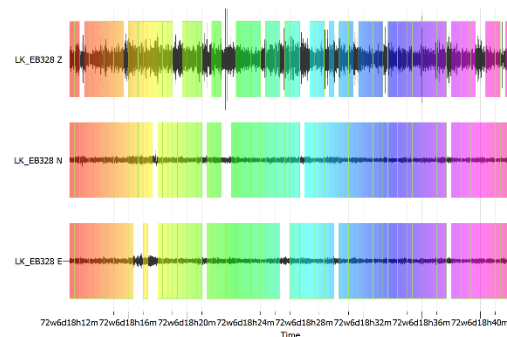
Gambar L-1.13 Titik L3.1A



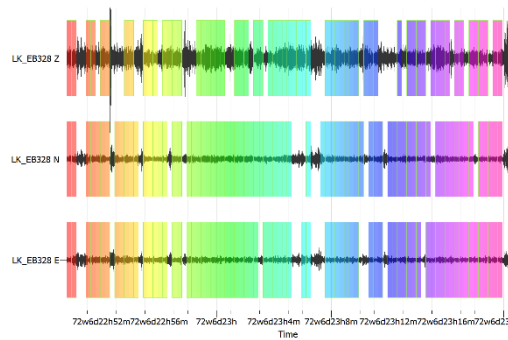
Gambar L-1.14 Titik L3.2A



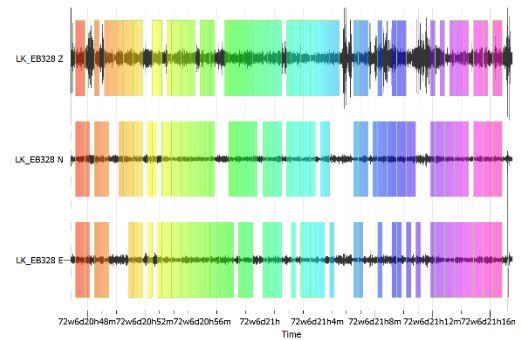
Gambar L-1.15 Titik L3.1B



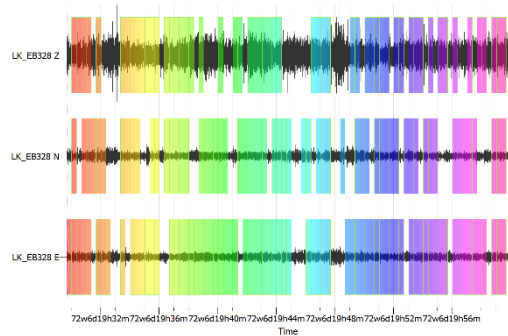
Gambar L-1.16 Titik L3.2B



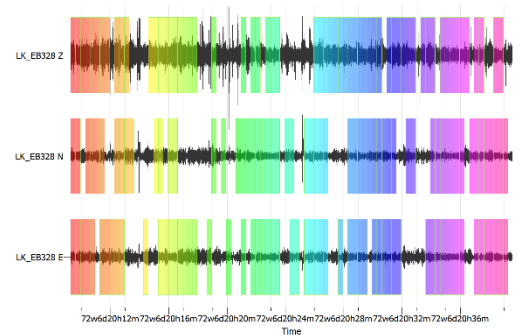
Gambar L-1.17 Titik L4.1A



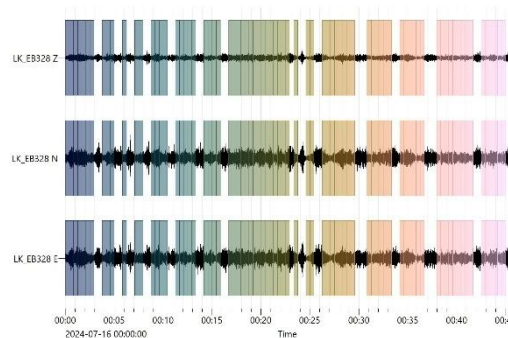
Gambar L-1.18 Titik L4.2A



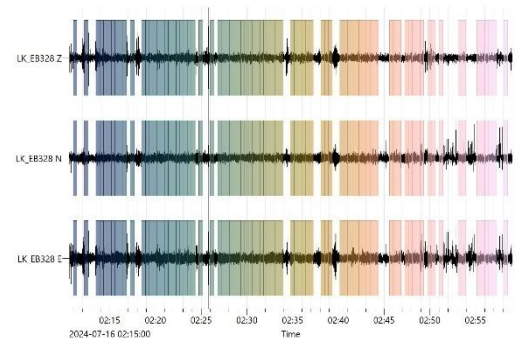
Gambar L-1.19 Titik L4.1B



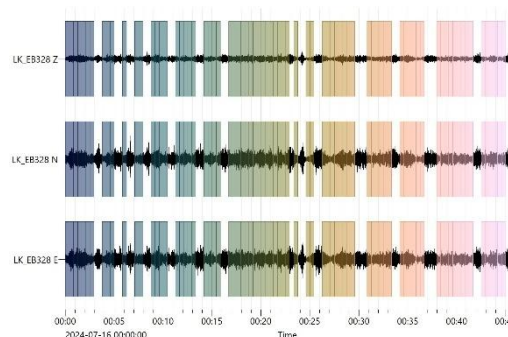
Gambar L-1.20 Titik L4.2B



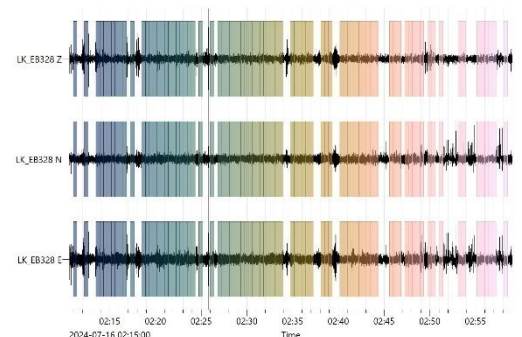
Gambar L-1.21 Titik T1



Gambar L-1.22 Titik T2

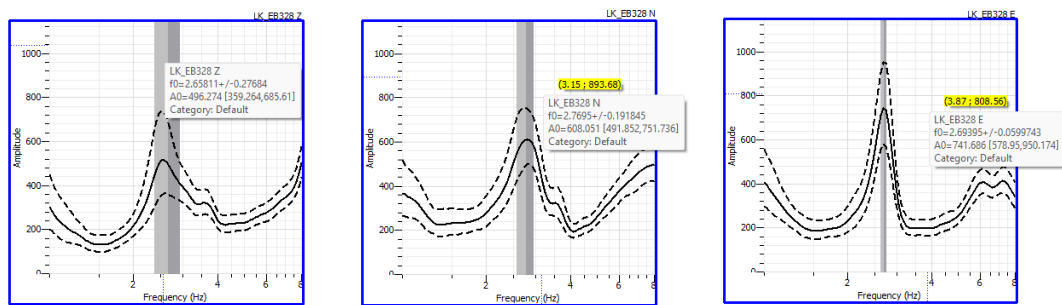


Gambar L-1.23 HVSR Titik T1

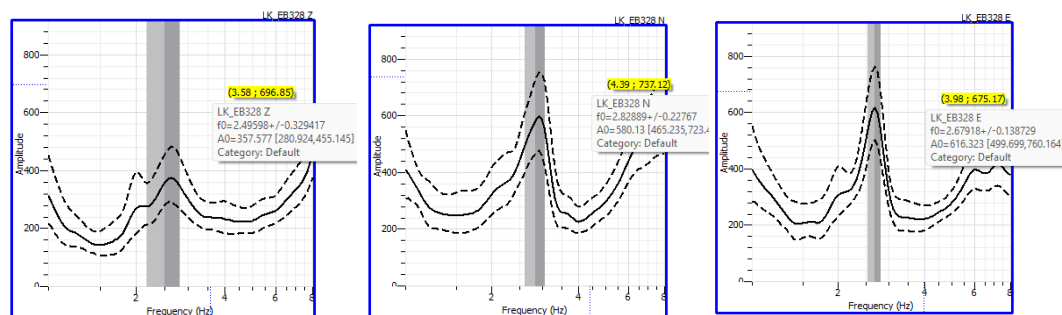


Gambar L-1.24 HVSR Titik T2

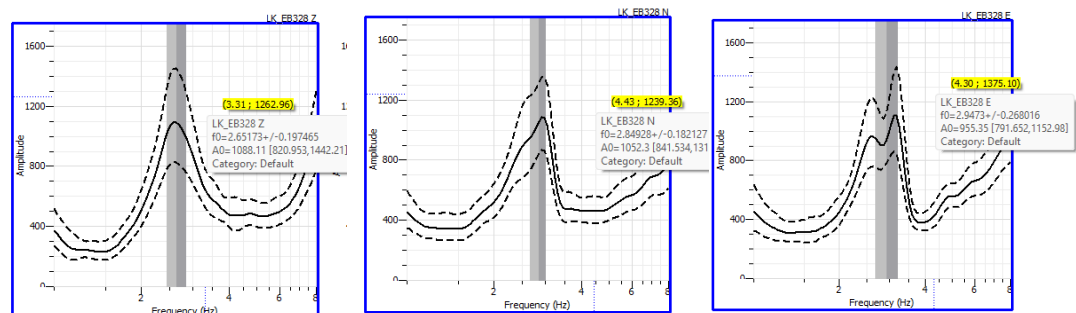
Lampiran 2 Kurva Mikrotremor



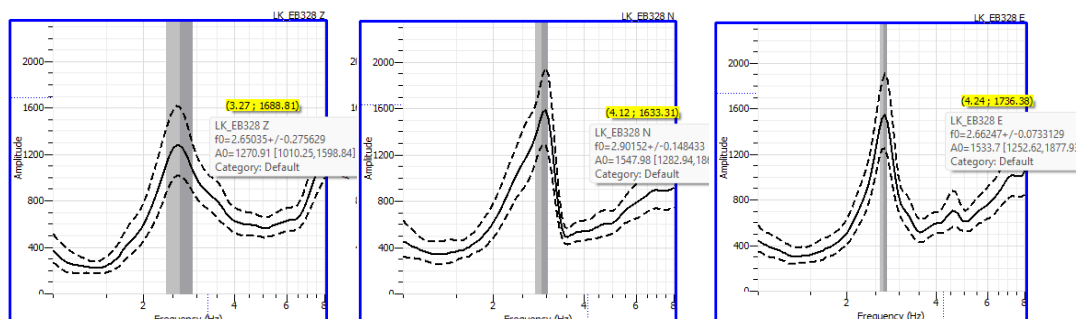
Gambar L-2.1 Kurva Titik LB.1A



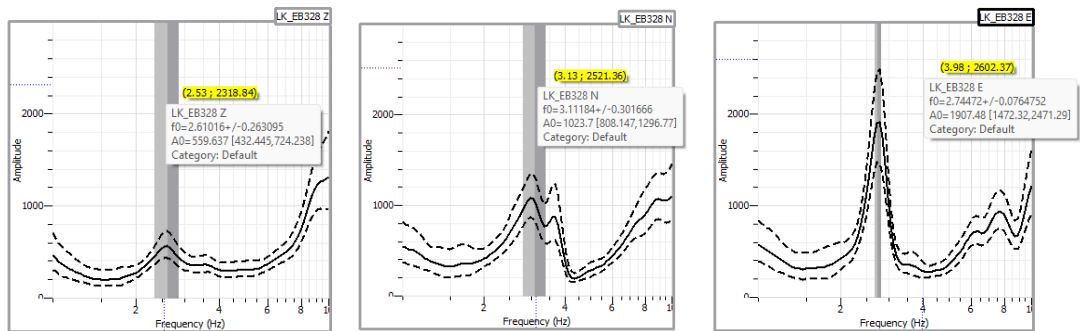
Gambar L-2.2 Kurva Titik LB.2A



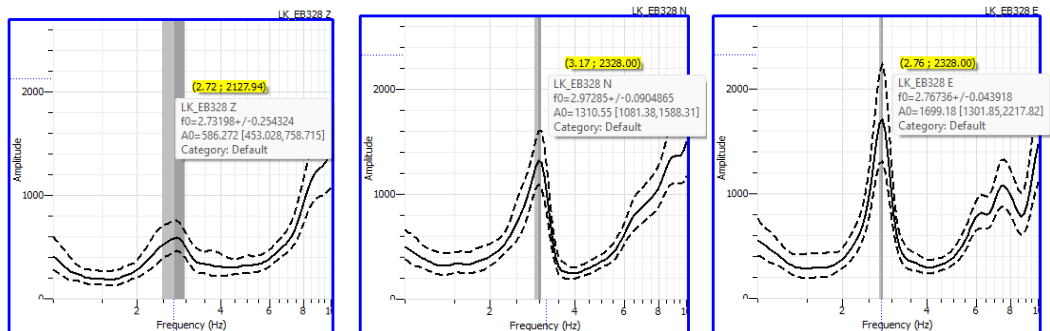
Gambar L-2.3 Kurva Titik LB.1B



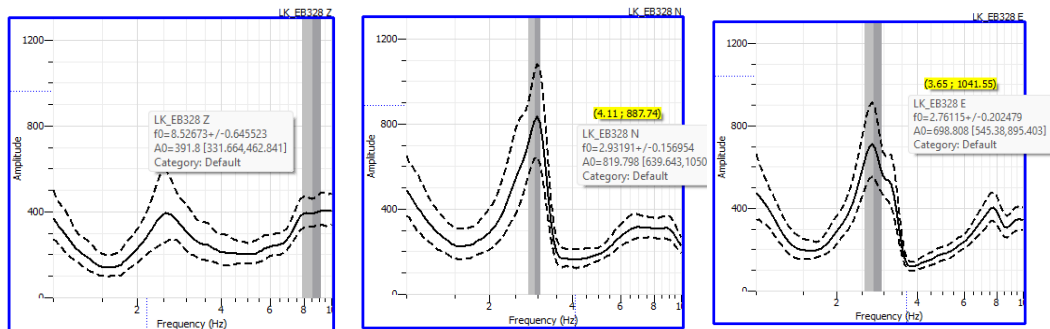
Gambar L-2.4 Kurva Titik LB.2B



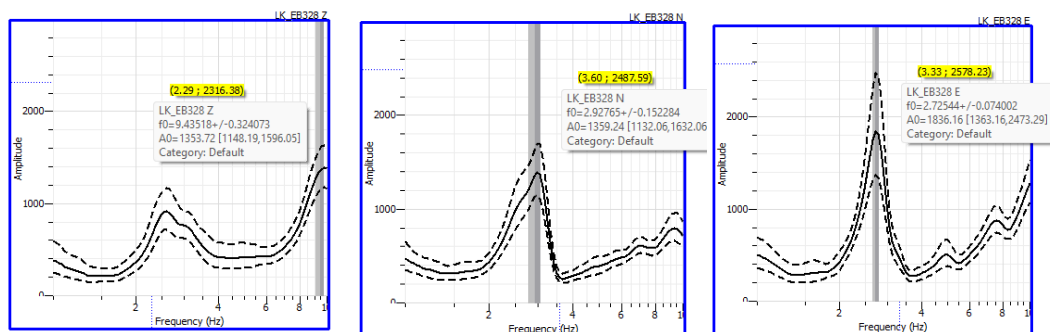
Gambar L-2.5 Kurva Titik L1,1A



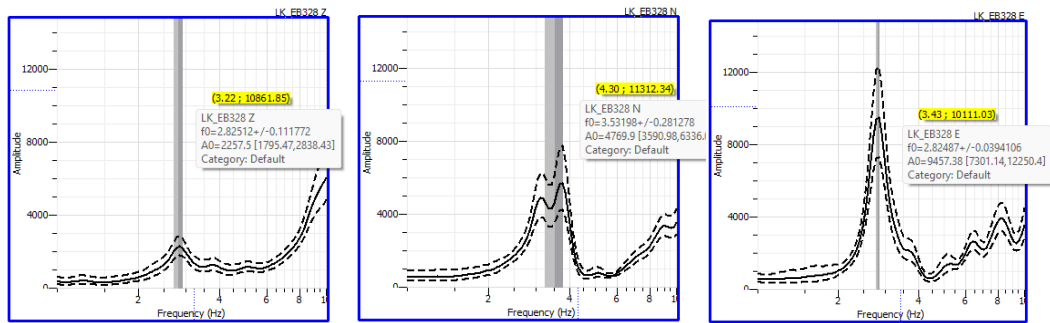
Gambar L-2.6 Kurva Titik L1,2A



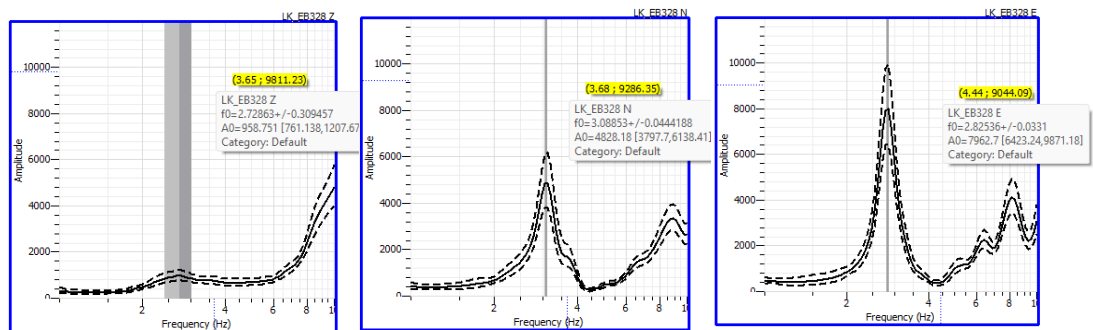
Gambar L-2.7 Kurva Titik L1,1B



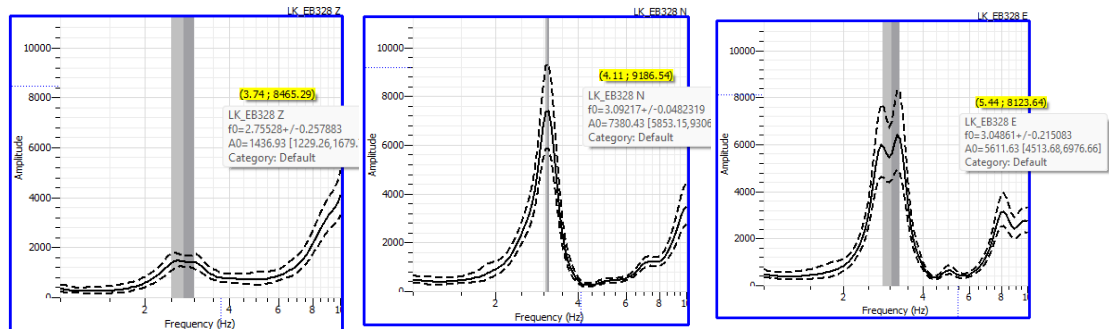
Gambar L-2.8 Kurva Titik L1,2B



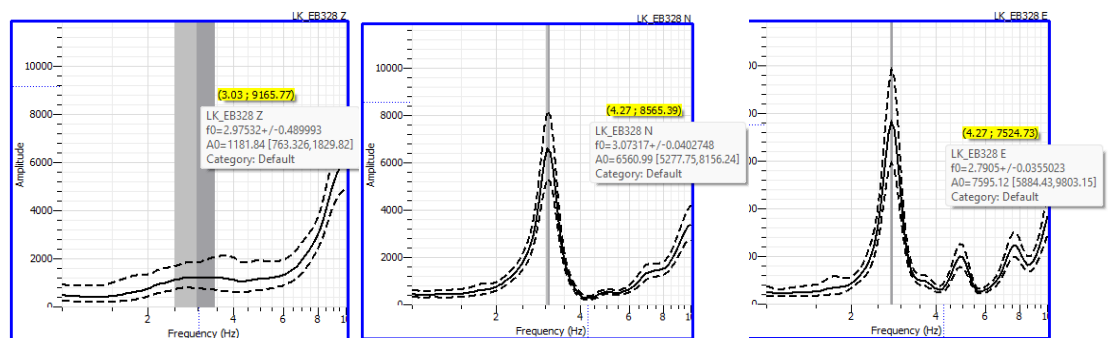
Gambar L-2.9 Kurva Titik L2.1A



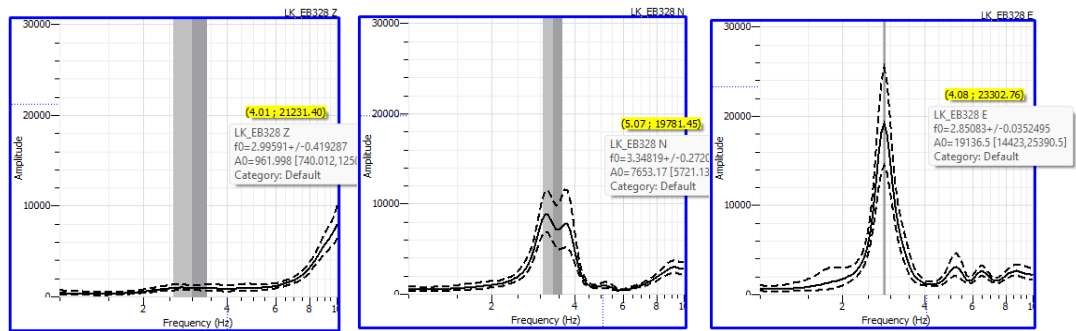
Gambar L-2.10 Kurva Titik L2.2A



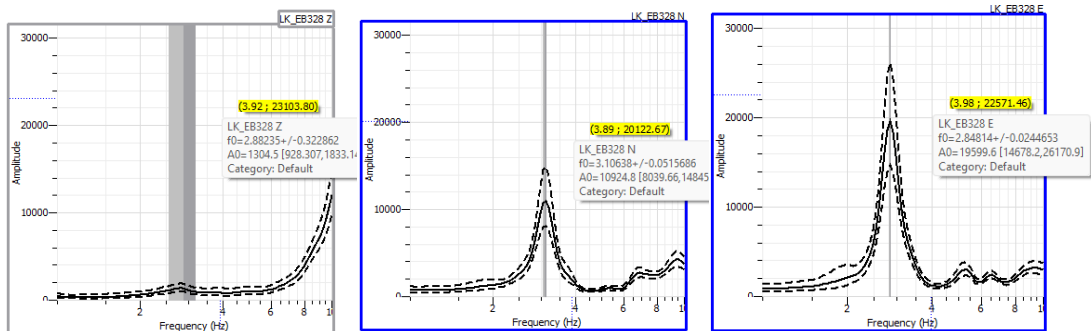
Gambar L-2.11 Kurva Titik L2.1B



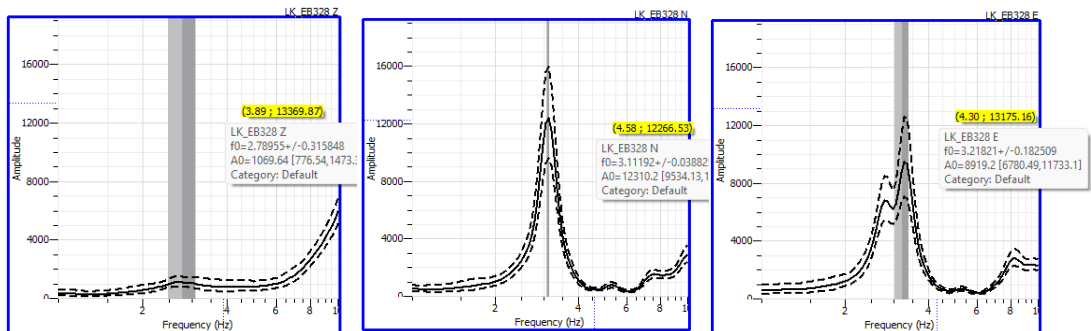
Gambar L-2.12 Kurva Titik L2.2B



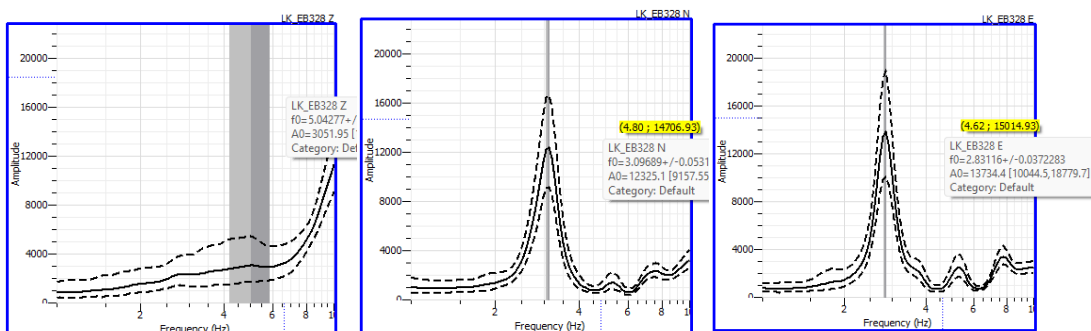
Gambar L-2.13 Kurva Titik L3.1A



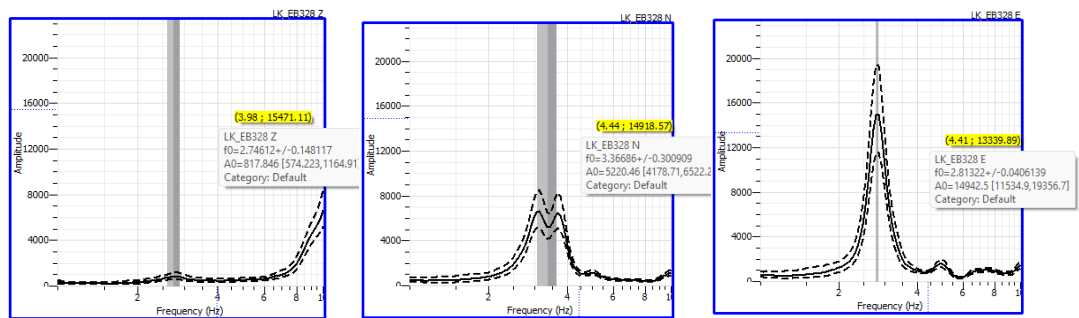
Gambar L-2.14 Kurva Titik L3.2A



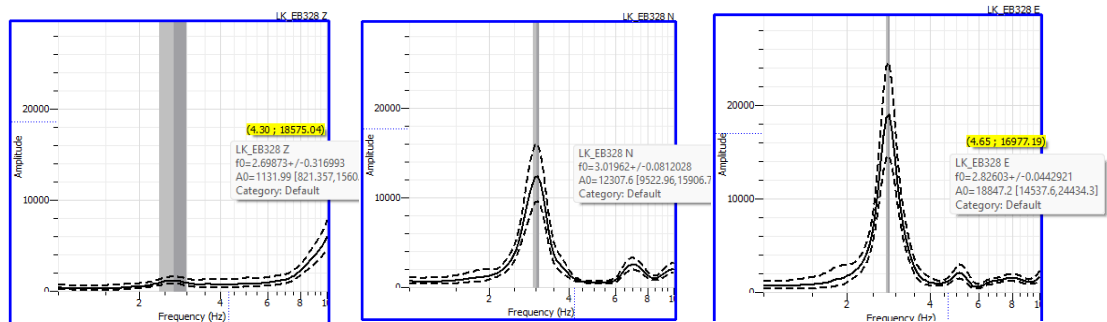
Gambar L-2.15 Kurva Titik L3.1B



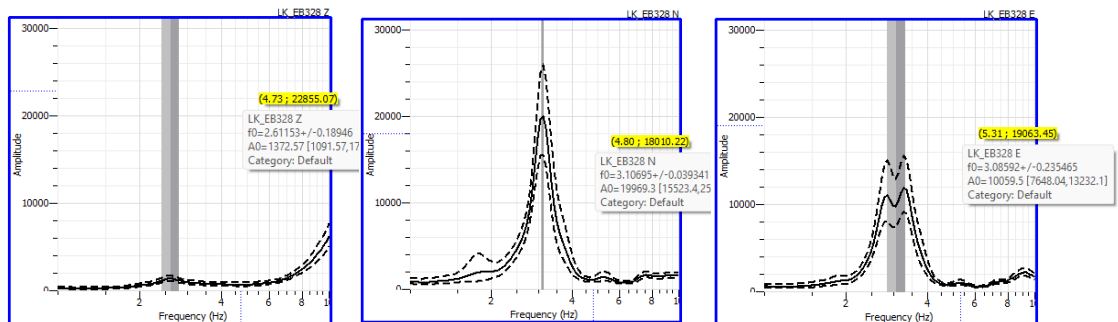
Gambar L-2.16 Kurva Titik L3.2B



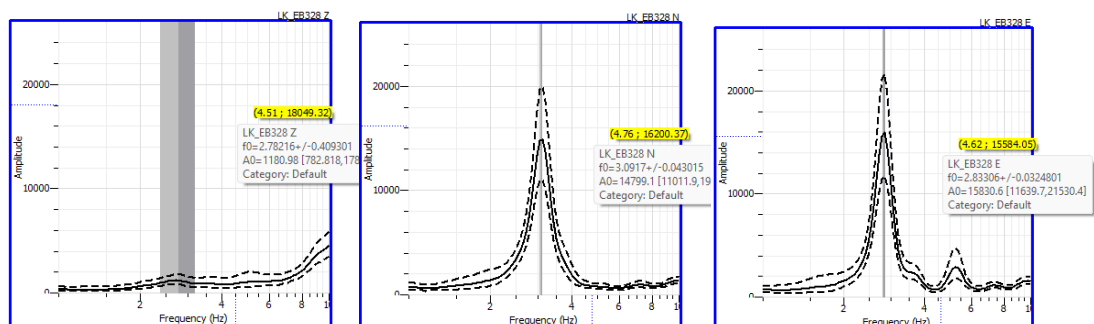
Gambar L-2.17 Kurva Titik L4.1A



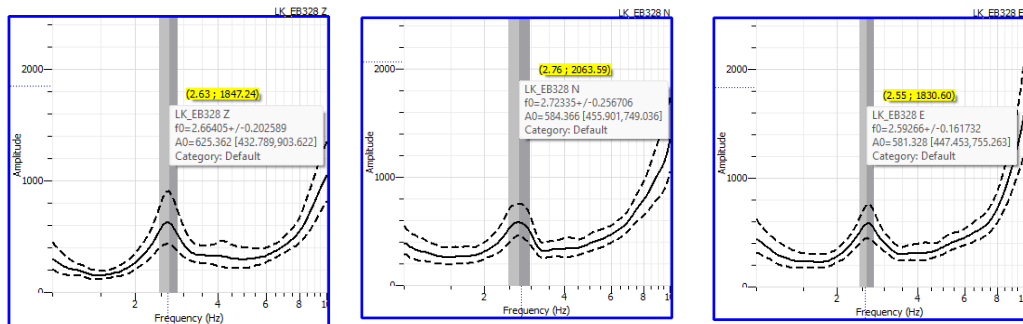
Gambar L-2.18 Kurva Titik L4.2A



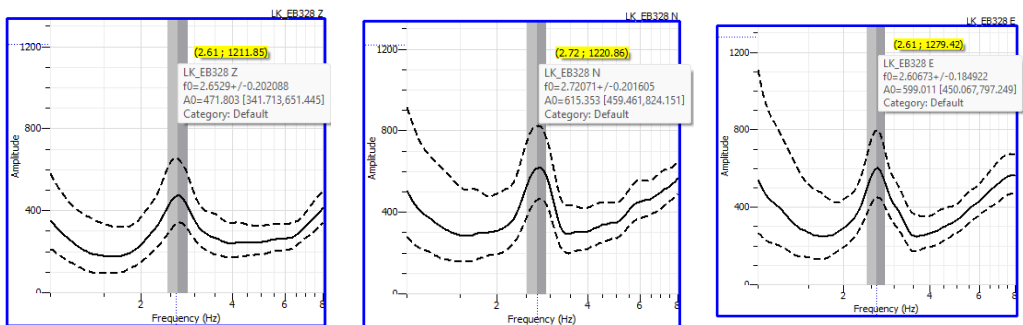
Gambar L-2.19 Kurva Titik L4.1B



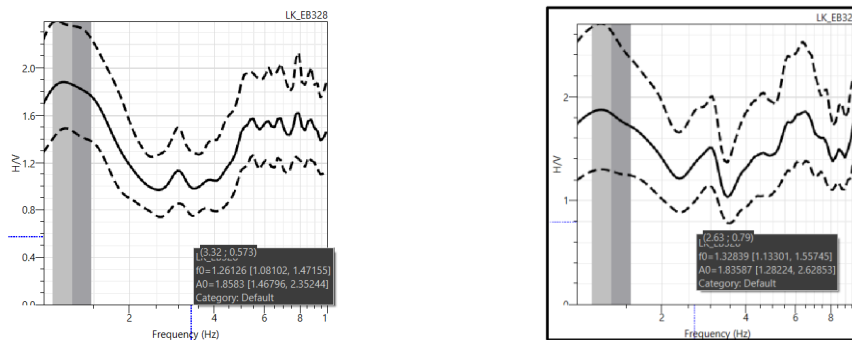
Gambar L-2.20 Kurva Titik L4.2B



Gambar L-2.21 Kurva Titik T1



Gambar L-2.22 Kurva Titik T2



Gambar L-2.23 Kurva H/V (HVSr)

Lampiran 3 Surat Izin Penelitian Gedung Sarjana Terapan FBE UII



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Nomor : 158/Sek. Prodi PSTS/20/TA/VI/2024
Hal : Permohonan Data untuk Tugas Akhir

Kepada Yth.
Kepala Divisi Umum Dan Rumah Tangga
Program Sarjana Terapan
Fakultas Bisnis Dan Ekonomika
Universitas Islam Indonesia

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,

Untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi pada Prodi Teknik Sipil Program Sarjana, setiap mahasiswa wajib melaksanakan penelitian Tugas Akhir yang berkaitan dengan ketekniksipilan. Dalam proses tersebut diperlukan data-data pendukung baik dari instansi Pemerintah BUMN maupun perusahaan swasta/Proyek.

Berdasarkan hal tersebut, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data di Gedung Muhammad Adnan Program Sarjana Terapan FBE UII yang akan dilakukan pada Sabtu – Ahad, 13 – 14 Juli 2024. Data yang kami peroleh tersebut nantinya akan digunakan untuk keperluan penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa Prodi Teknik Sipil Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah:

Nama : **Ramzy Izdiyar Widiyanta**
NIM : **20511003**
CP Mahasiswa : **0878 2452 9327**
Judul Tugas Akhir : **Evaluasi Kerentanan Gedung Muhammad Adnan Program Sarjana Terapan Fakultas Bisnis Dan Ekonomika Universitas Islam Indonesia Dengan Metode Floor Spectral Ratio (FSR) Dari Data Mikrotremor**

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.



Dik. Prodi Teknik Sipil – Program Sarjana,

Dinia Anggraheni, S.T., M. Eng

Yogyakarta, 12 Juli 2024
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.