

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN TINGKAT 23 LANTAI  
DAN TIDAK BERATURAN HORIZONTAL MENGGUNAKAN METODE  
*RESPON SPECKTRUM***

**(Studi kasus: Gedung Aeon South Gate Tanjung Barat)**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**DISUSUN OLEH**

**MONANG SILALAH**

**1753050002**

**Program Studi Teknik Sipil**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Kristen Indonesia**

**2022**



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Monang Silalahi

NIM : 1753050002

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Fakultas Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN TINGKAT 23 LANTAI DAN TIDAK BERATURAN HORIZONTAL MENGGUNAKAN METODE RESPON SPECKTRUM” adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku–buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal

Jakarta, 03 Agustus 2022



(Monang Silalahi)



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

**PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN TINGKAT 23 LANTAI  
DAN TIDAK BERATURAN MENGGUNAKAN METODE RESPON  
SPECKTRUM**

Oleh:

Nama : Monang Silalahi

NIM : 1753050002

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu/ pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, Agustus 2022

Menyetujui :

Pembimbing I

(Dr. Ir. Pinondang Simanjuntak, M.T)  
NIDN : 0310116003

Pembimbing II

(Ir. Setiyadi, M.T)  
NIDN : 0302116402

Ketua Program Studi Teknik Sipil



(Ir. Risma M Simanjuntak., M.Eng)  
NIND : 0312125805

Dekan



(Ir. Galuh Widati, M.Sc)  
NIDN : 03261263103



# UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

## FAKULTAS TEKNIK

### PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 3 Agustus 2022 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Starata Satu pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Monang Silalahi  
NPM : 1753050002  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN TINGKAT 23 LANTAI DAN TIDAK BERATURAN HORIZONTAL MENGGUNAKAN METODE *RESPONS SPEKTRUM*” oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ir.Lolom E. Hutabarat,MT.	Ketua Penguji	
2. Ir.Risma Simanjuntak,M.Eng.	Anggota Penguji	
3. Sudarno P.Tampubolon,ST.,M.Sc.	Anggota Penguji	

Jakarta, 03 Agustus 2022



# UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

## FAKULTAS TEKNIK

### PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Monang Silalahi  
NIM : 1753050002  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Tugas Akhir : Skripsi  
Judul : Analisis Kinerja Struktur Bangunan tingkat 23 lantai dan tidak beraturan horizontal Menggunakan Metode *Respons Spektrum*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif tanpa royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan dari hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku

Yang Menyatakan



(Monang Silalahi)

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat, kasih dan penyertaannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kinerja Struktur bangunan tingkat 23 lantai dan tidak beraturan dengan metode *Respons Spektrum*” dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Sebagaimana telah menjadi ketentuan, bahwa Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat yang harus dipenuhi untuk mencapai gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari tidak sedikit kendala dan halangan yang di hadapi penulis. Namun berkat bantuan, bimbingan dan kontribusi dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Mama, Abang Richad, Abang Nando, dan adik Dameria yang telah memberikan dukungan doa, moril dan materil yang tak henti-hentinya kepada penulis dari awal perkuliahan sampai penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Ibu Ir. Risma Simanjuntak, M.Eng selaku Kepala Prodi Teknik Sipil Universitas Indonesia dan Dosen Pembimbing I dalam penyusunan Tugas Akhir ini terselesaikan.
3. Dr. Ir. Pinondang Simanjuntak dan Ir. Setiyadi, M.T, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing penulis dan memberikan saran kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini
4. Bang Martinus Fau, angkatan 2013, yang selalu mau membantu, membimbing, dan memberikan pelajaran ilmu yang berguna bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir
5. Teman-teman Sipil Angkatan 2017 yang telah mengisi hari-hari penulis dalam suka maupun duka selama perkuliahan sampai terselesainya tugas akhir ini.
6. Josua Marcelino Siburian, Fauzi Bonasisus Sagala, David Lumbangaol, Jeffry Lucas, Rivaldo, Putri, William, Evan, dan semua adik-adikku angkatan 2020 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah menemani, membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

7. Keluarga besar HMJS FT-UKI yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Jakarta, 03 Agustus 2022



Monang Silalahi



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR.....	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	2
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR .....	
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR TABEL.....	4
DAFTAR GAMBAR .....	5
DAFTAR LAMPIRAN.....	6
ABSTRAK.....	7
<i>ABSTRACT</i> .....	8
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teori Dasar Gempa Bumi.....	5
2.2 Metode Analisa Bangunan Tahan Gempa.....	6
2.2.1. Analisis Dinamik.....	7
2.2.2. Analisis Statik Ekuivalen .....	8
2.3 Perbedaan Beban statik dan dinamik.....	8
2.4 . KetidakBeraturan Struktur Bangunan.....	10
2.5 Konsep Perencanaan Gedung tahan gempa.....	19
2.6 Sistem Struktur Bangunan.....	20
2.7 Jenis Beban.....	21



2.8.1	Beban lateral, yang terdiri atas:.....	21
2.8.2	Beban Gravitasi , yang terdiri atas : .....	22
2.8.3	Kombinasi Pembebanan.....	26
2.8	Ketentuan Umum Dalam pengaruh Gempa .....	26
2.9.1	Gempa Rencana.....	26
2.9.2	Faktor keutamaan gempa dan kategori Resiko.....	27
2.9.3	Wilayah gempa Indonesia .....	28
2.9.4	Klasifikasi Situs.....	29
2.9.5	Koefisien Situs .....	30
2.9.6	Parameter Percepatan Spektral desain.....	32
2.9.7	Spektrum Respons Desain.....	32
2.9	Parameter Struktur bangunan tahan gempa.....	33
2.9.1	Gaya Geser Dasar.....	33
2.9.2	Simpangan Antar lantai .....	34
2.9.3	Pemeriksaan Jumlah Ragam.....	35
2.10	Kinerja Struktur Akibat gempa .....	35
2.11	Penelitian Terdahulu .....	37
BAB III METODE PENELITIAN.....		39
3.1	Data Struktur Gedung.....	39
3.2	Metode penelitian.....	41
3.2.1	Pengumpulan Data dan Studi Literatur .....	41
3.2.2	Pemodelan Struktur Bangunan.....	41
3.2.3	Perhitungan Pembebanan .....	42
3.2.4	Perhitungan <i>Respons Spektrum</i> .....	43
3.2.5	Analisis Struktur.....	43
3.2.6	Output Grafik Simpangan Struktur Tehdapa Beban Gempa.....	43
3.2.7	Evaluasi Kinerja' Struktur Bangunan.....	43
3.3	Diagram Alir Pembuatan Grafik Respon Spektrum.....	44
3.4	Diagram Alir Analisis Kinerja' Struktur dengan Metode Analisis <i>Respons Spektrum</i> .....	45
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....		46
4.1	Denah Gedung Hotel di AEON Tanjung Barat ( Jakarta ).....	46
4.2	Data Elevasi Gedung.....	48

4.3	Spesifikasi Material.....	49
4.3.1	Mutu Beton.....	49
4.3.2	Mutu Baja Tulangan.....	50
4.4	Data Elemen Struktur.....	50
4.4.1	Pelat lantai.....	50
4.4.2	Balok.....	50
4.4.3	Kolom.....	51
4.5	Perhitungan Beban pada Struktur Gedung’.....	51
4.5.1	Beban Mati ( <i>Self weight</i> ).....	51
4.5.2	Berat Mati Tambahan ( <i>superimposed dead load</i> ).....	52
4.5.3	Beban hidup.....	52
4.5.4	Data Gempa.....	53
4.6	Hasil Analisis <i>Displacement</i> , <i>Drift</i> dan <i>Base Shear</i> Akibat beban kombinasi.....	55
4.6.1	Hasil analisis <i>Displacement</i> akibat Beban Kombinasi.....	56
4.6.2	Hasil Analisis <i>Base Shear</i> Akibat Beban Kombinasi.....	57
4.6.3	Hasil Kontrol Struktur Gedung’.....	57
4.7	Kontrol Partisipasi Massa.....	61
4.8	Pemeriksaan ketidakberaturan Torsi.....	62
4.9	Evaluasi Kinerja’ Struktur Menurut ATC – 40.....	64
4.10	Kinerja’ Gedung’ Menurut ATC – 40 Untuk arah X.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....		68
LAMPIRAN.....		70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Beban (P) Waktu (t).....	9
Gambar 2. 2 Ketidakberaturan Horizontal 1a dan 1b .....	12
Gambar 2. 3 Ketidakberaturan Horizontal 2 .....	13
Gambar 2. 4 Ketidakberaturan Horizontal 3 .....	13
Gambar 2. 5 Ketidakberaturan Horizontal 4 .....	14
Gambar 2. 6 Ketidakberaturan Horizontal 5 .....	14
Gambar 2.7 Ketidakberaturan Vertikal 1a dan 1b.....	16
Gambar 2.8 Ketidakberaturan Vertikal 2 .....	17
Gambar 2.9 Ketidakberaturan Vertikal 3 .....	17
Gambar 2.10 Ketidakberaturan Vertikal 4 .....	18
Gambar 2.11 Ketidakberaturan Vertikal 5a dan 5b .....	18
Gambar 2.12 Peta wilayah gempa Indonesia Respon Spektra 1 detik untuk $S_1$ sumber : SNI 1726-2019 .....	28
Gambar 2.13 Peta wilayah gempa Indonesia Respon Spektra 0.2 detik untuk $S_s$ sumber : SNI 1726-2019 .....	29
Gambar 4.1 Gambar tampak samping .....	46
Gambar 4.2 Gambar Denah Lantai .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketidakberaturan Horizontal .....	10
Tabel 2. 2 Ketidakberaturan Vertikal .....	15
Tabel 2. 3 Beban Hidup Pada lantai Gedung.....	22
Tabel 2. 4 Beban Sendiri Bahan Bangunan .....	24
Tabel 2. 5 Berat sendiri komponen Gedung .....	25
Tabel 2. 6 Kategori risiko bangunan Gedung dan non gedung untuk beban gempa.....	27
Tabel 2. 7 Faktor keutamaan gempa.....	27
Tabel 2. 8 Jenis jenis tanah berdasarkan SNI 1726 – 2019 .....	29
Tabel 2. 9 koefisien situs $F_a$ untuk menentukan Nilai $S_s$ .....	30
Tabel 2. 10 Koefisien Situs $F_v$ untuk menentukan Nilai $S_1$ .....	31
Tabel 2. 11 Simpangan Antar Tingkat Izin .....	35
Tabel 2. 12 Batasan Ratio Drift atap Menurut ATC - 40 .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah Bangunann Apartement AEON South Gate Tanjung Barat Lantai 1-4	70
Lampiran 2 Dimensi Balok dan Kolom Lantai 1- 4 .....	70
Lampiran 3 Denah Bangunann Apartement AEON South Gate Tanjung Barat Lantai 5-7.	71
Lampiran 4 Dimensi Balok dan Kolom lantai 5-7 .....	71
Lampiran 5 Denah Bangunann Apartement AEON South Gate Tanjung Barat Lantai 8-13 .....	72
Lampiran 6 Dimensi Balok dan Kolom Lantai 8-13 .....	72
Lampiran 7 Denah Bangunann Apartement AEON South Gate Tanjung Barat Lantai 14-23 .....	73
Lampiran 8 Dimensi Balok dan kolom Lantai 14-23 .....	73
Lampiran 9 Detail Kolom.....	74
Lampiran 10 Prosuder analisa program ETABS Versi 20 .....	75

## ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah yang rawan gempa, mengakibatkan seringkali merenggut nyawa manusia. Namun penyebab kematiannya bukan disebabkan langsung oleh gempa, melainkan reruntuhan gedung yang menimpa manusia, belajar dari peristiwa tersebut menegaskan bahwa pentingnya tujuan terhadap beban gempa rencana pada suatu bangunan, dengan mempertimbangkan beban gempa rencana ini, diharapkan struktur bangunan dapat menahan gaya gempa hingga pada level tertentu. Sehingga pada penelitian ini digunakan standar SNI 03-1726-2019 mengenai peraturan perencanaan ketahanan gempa dan menggunakan metode analisis *Respon Spektrum*. Studi kasus penelitian ini yaitu gedung Aeon South Gate Tanjung Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter kinerja struktur dan ketidakberaturan horizontal, dan mengetahui kinerja struktur bangunan pada ketidakberaturan horizontal, dimana berdasarkan hasil analisis ragam spektrum respons terhadap *base shear* untuk hasil pertama gaya geser static masih lebih besar dari gaya geser dinamik, Maka gaya geser dasar pada dinamik *respon Spektrum* perlu dikalikan dengan faktor skala menggunakan perhitungan  $V/V_t$ . Maka hasil akhir dari pengalihan faktor skala dengan gaya geser dinamik sebesar ( $V_i = 6652.753$ ) dan gaya geser dasar static ( $V = 6652.752$ ) yang dimana peraturan SNI 1726 – 2019 itu  $V_i \geq 0.1 V$ , untuk nilai simpangan antar lantai pada arah X dan Y seluruh simpangan sudah memenuhi syarat yaitu  $\Delta_a$  (simpangan antar tingkat ijin) tidak melebihi dari nilai syarat dan hasil analisis ragam spektrum respons terhadap level kinerja struktur Gedung sesuai ATC – 40 nilai maksimum total *drift* dan total *in – elastic drift* pada arah X adalah 0.0031 dan pada arah Y adalah 0.0021. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa bangunan apartement AEON Tanjung Barat, termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO). Pada level kinerja tersebut apabila gempa terjadi tidak mengalami kerusakan structural hanya saja sedikit bagain mengalami kerusakan non structural sehingga gedung tersebut dapat langsung dipakai kembali.

Kata Kunci : *Base shear*, simpangan antar lantai, *respon Spektrum*, kinerja struktur.

## ***ABSTRACT***

Indonesia is an earthquake-prone area, which often results in the loss of human life. However, the cause of death was not directly caused by the earthquake, but the ruins of the building that hit humans, learning from the incident emphasized that the importance of the purpose of the design earthquake load on a building, taking into account the earthquake load of this plan, it is hoped that the building structure can withstand earthquake forces to a certain level. . So that in this study the SNI 03-1726-2019 standard regarding earthquake resistance planning regulations was used and used the *Spectrum Response*. The case study of this research is the Aeon South Gate Tanjung Barat building. This study aims to determine the structural performance parameters and horizontal irregularities, and determine the performance of the building structure on horizontal irregularities, where based on the results of the analysis of the response spectrum to the *base shear* for the first result the static shear force is still greater than the dynamic shear force. *dynamic response spectrum* needs to be multiplied by factor using the  $V/V_t$  calculation. Then the final result of multiplying the scale factor with a dynamic shear force of ( $V_d = 6652.753$ ) and a static base shear force ( $V = 6652.752$ ) which is where the SNI 1726 – 2019 regulation is  $V_d \leq 1.1 V$ , for the value of the deviation between floors in the X direction and Y all of the deviations have met the requirements, namely a (difference between permit levels) not exceeding the required value and the analytical results of the response spectrum for the performance level of the building structure according to ATC – 40 the maximum value of total *drift* and total *in-elastic drift* in the X direction is 0.0031 and in the Y direction is 0.0021. From the results above, it can be concluded that the AEON Tanjung Barat apartment building is included in the *Immediante Occupancy* (IO) performance level. At this level of performance, when an earthquake occurs, there is no structural damage, only a few non-structural damage so that reused immediately.

Keywords: *Base shear, displacement, Spectrum response, structural performance.*