

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT BETON
BERTULANG DENGAN METODE *RESPONSE SPECTRUM* DAN
*TIME HISTORY***

TUGAS AKHIR



RIZKIKA ANNASTASYA PUTRI

1212004020

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA**

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT BETON
BERTULANG DENGAN METODE *RESPONSE SPECTRUM* DAN
*TIME HISTORY***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik



RIZKIKA ANNASTASYA PUTRI

1212004020

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA**

2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rizkika Annastasya Putri

NIM 1212004020

Tanda Tangan : 

Tanggal : 15 Oktober 2025

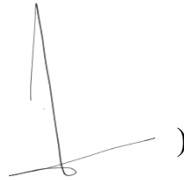
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizkika Annastasya Putri
NIM : 1212004020
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Beton Bertulang dengan Metode *Response Spectrum* dan *Time history*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bahan persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc ()

Pembimbing 2 : Leonardus S. B. Wibowo, S.T., M.T., Ph.D ()

Penguji 1 : Prof. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D ()

Penguji 2 : Teuku Muhammad Rasyif, S.T., M.T., Ph.D ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 15 Oktober 2025

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan kemudahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Beton Bertulang dengan Metode Response Spectrum dan Time History”. Tugas ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bakrie.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pencapaian ini tidak lepas dari dukungan, doa, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada: Kedua orang tua dan keluarga yang mendoakan dan mendukung penulis.

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, dan semangat tanpa henti.
2. Prof. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Bakrie , atas kepemimpinan dan dedikasinya dalam memajukan pendidikan tinggi.
3. Ibu Fatin Adriati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, atas arahan dan dukungan akademik yang sangat berarti.
4. Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc dan Leonardus S. B. Wibowo, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, motivasi, dan ilmu yang telah diberikan dengan penuh kesabaran dan ketulusan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah membekali penulis dengan pengetahuan dan wawasan di bidang teknik sipil, sehingga penulis mampu menyusun tugas akhir ini dengan baik.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2021 yang telah menjadi sahabat seperjuangan, serta memberikan semangat dan dukungan selama masa studi.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif, baik bagi dunia akademik maupun praktik rekayasa struktur di Indonesia.

Jakarta, Oktober 2025

Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizkika Annastasya Putri
NIM : 1212004020
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Beton Bertulang dengan Metode *Response Spectrum dan Time history*

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti, Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 15 Oktober 2025

Yang menyatakan



(Rizkika Annastasya Putri)

EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT BETON BERTULANG DENGAN METODE *RESPONSE SPECTRUM* DAN *TIME HISTORY*

Rizkika Annastasya Putri¹

ABSTRAK

Pertumbuhan urbanisasi di Jakarta memerlukan fasilitas parkir yang efisien dan terintegrasi dengan sistem transportasi publik. Salah satu bentuk implementasinya adalah pembangunan gedung parkir bertingkat pada kawasan Park and Ride MRT Lebak Bulus. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur gedung parkir tersebut terhadap beban gempa dan gravitasi, menggunakan pendekatan analisis dinamik berupa *Response Spectrum* dan *Time history Analysis*, sesuai dengan ketentuan SNI 1726:2019.

Model struktur yang dianalisis adalah gedung beton bertulang sesuai standar SNI 1726:2019, dimodelkan dalam ETABS dengan parameter seismik sesuai lokasi proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode *Response Spectrum* memberikan respons maksimum struktur terhadap gempa desain, sementara *Time history Analysis* mengevaluasi perilaku dinamisnya secara lebih rinci.

Evaluasi struktur dilakukan berdasarkan analisis data *base reaction*, rasio PPM kolom, gaya dalam elemen balok, serta *joint displacements* dan *story drift* yang diperoleh dari kombinasi pembebanan *envelope* non-gempa, *respons spectrum*, dan *time history*. Analisis ini bertujuan untuk menilai kinerja struktur gedung parkir terhadap beban gempa dan beban gravitasi secara simultan. Hasil studi menunjukkan bahwa struktur mampu menahan gaya-gaya internal dan deformasi dalam batas aman sesuai regulasi, serta memberikan gambaran teknis yang dapat dijadikan referensi dalam perancangan gedung serupa di wilayah rawan gempa.

Kata kunci: Evaluasi struktur, *Response Spectrum*, *Time history Analysis*, ETABS, Gedung Parkir, MRT Lebak Bulus.

EVALUATION OF REINFORCED CONCRETE MULTI-STORY BUILDING STRUCTURAL PERFORMANCE USING *RESPONSE SPECTRUM* AND *TIME HISTORY* METHODS

Rizkika Annastasya Putri¹

ABSTRACT

The rapid urbanisation in Jakarta requires efficient parking facilities that are integrated with public transportation systems. One such implementation is the construction of a multi-story parking structure at the Park and Ride MRT Lebak Bulus station. This study aims to evaluate the structural performance of the parking facility under seismic and gravity loads using dynamic analysis approaches, namely Response Spectrum and Time history Analysis, in accordance with SNI 1726:2019.

The structural model analysed is a reinforced concrete building designed according to national standards and modelled in ETABS, with seismic parameters tailored to the project's location. The Response Spectrum method captures the maximum structural response to design-level earthquakes, while the Time history Analysis provides a more detailed assessment of dynamic behavior.

A structural evaluation was conducted based on base reactions, column PMM ratios, internal forces in beam elements, joint displacements, and story drift, derived from combined load cases that included non-seismic, response spectrum, and time history scenarios. The analysis demonstrates that the structure can withstand internal forces and deformations within safe limits as regulated, offering technical insights that may serve as a reference for designing similar buildings in seismic-prone regions.

Keywords: *Structural evaluation, Response Spectrum, Time history Analysis, ETABS, Parking Building, MRT Lebak Bulus.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Analisis	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Manfaat untuk Mahasiswa	6
1.4.2 Manfaat untuk Peneliti	6
1.5 Batasan Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN	9
2.1 Tinjauan Umum	9
2.2 Landasan Teori	9
2.3 Mutu Bahan	9
2.4 Konsep Perencanaan Gedung	10
2.4.1 Desain Terhadap Beban Lateral	10
2.4.2 Analisis Struktur Terhadap Gempa.....	10
2.5 Perencanaan Struktur Bangunan.....	16
2.5.1 Pembebanan	16
2.5.2 Respons Spektrum dan <i>Time history</i>	26
2.5.3 Base Performance	35
2.5.4 Perencanaan Beban	38
2.6 Penelitian Terdahulu	41

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	44
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian	44
3.2 Studi Literatur	44
3.3 Pengumpulan Data	44
3.4 Lokasi Penelitian.....	44
3.5 Data Umum Objek Penelitian	46
3.6 Tata Letak dan Desain Parkir	47
3.7 Data Struktur dan Parameter Desain.....	48
3.7.1 Data Tanah	49
3.7.2 Spektrum Respons Desain	50
3.7.3 Data <i>Time history</i> El Centro.....	51
3.7.4 Dimensi Elemen Struktur.....	52
3.7.5 Material dan Parameter Desain.....	57
3.7.6 Data Beban berdasarkan SNI 1727:2020	58
3.7.7 Data Parameter Pelat.....	59
3.8 Asumsi Perencanaan dan Kondisi Awal	60
3.9 Bagan Alir Penelitian	61
3.10 Metode Analisis	62
BAB IV ANALISIS	63
4.1 Pemodelan Struktur ETABS	63
4.1.1 Tampilan 3D Model Struktur	63
4.1.2 Tampilan Perlantai	64
4.2 Evaluasi Performa Struktur Gedung Bertingkat	67
4.2.1 Response Spectrum Design	68
4.2.2 Analisis Mathematica.....	74
4.2.3 Analisis Mode Getar Struktur	80
4.2.4 Analisis Tabel Base Reactions	81
4.3 Analisis Base Performance	83

4.3.1	Evaluasi Kolom Berdasarkan Analisis PMM	83
4.3.2	Evaluasi Gaya Dalam Balok Berdasarkan Element Forces	88
4.3.3	Analisis <i>Joint Displacements</i>	92
4.3.4	Analisis <i>Story Drift</i>	95
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		100
5.1	Kesimpulan	100
5.2	Saran	101
DAFTAR PUSTAKA		103
LAMPIRAN A – DATA GEMPA ELCENTRO		106
A.1	EAST WEST (EW)	106
A.1.1	Cuplikan Data Akselerogram	106
A.1.2	Grafik Akselerogram.....	106
A.1.3	Keterangan File Digital.....	107
A.2	NORTH SOUTH (NS).....	107
A.2.1	Cuplikan Data Akselerogram	107
A.2.2	Grafik Akselerogram.....	107
A.2.3	Keterangan File Digital.....	108
A.3	VERTICAL (UP)	108
A.3.1	Cuplikan Data Akselerogram	108
A.3.2	Grafik Akselerogram.....	108
A.3.3	Keterangan File Digital.....	109
LAMPIRAN B – OUTPUT ANALISIS KOLOM PMM RATIO		110
B.1	Envelope Non Gempa	110
B.2	Envelope Respons Spektrum	130
B.3	Envelope Time History	150

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.01 Lokasi 3 Lahan Parkir Utama Sekitar Stasiun MRT Lebak Bulus (Google Earth)	3
Gambar 1.02 Parkir Liar di sekitar MRT Lebak Bulus.....	4
Gambar 1.03 Angkot menunggu penumpang di tengah jalan.....	4
Gambar 2.01 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur	13
Gambar 2.02 Ketidakberaturan Vertikal.....	15
Gambar 2.03 Beban Statis pada Struktur	17
Gambar 2.04 Beban Dinamis pada Struktur	19
Gambar 2.05 Peta Wilayah Gempa Indonesia yang Dipertimbangkan Resiko Tersesuaikan	23
Gambar 2.06 Peta Wilayah Gempa Indonesia yang Dipertimbangkan Resiko Tersesuaikan	24
Gambar 3.01 Lokasi Pelaksanaan Proyek.....	45
Gambar 3.02 Tampak Park n Ride Lebak Bulus (Google Earth).....	45
Gambar 3.03 Akses jalan menuju Park n Ride Lebak Bulus (dokumentasi pribadi).....	46
Gambar 3.04 Desain Layout Parkir	47
Gambar 3.05 Peta Klasifikasi Tanah DKI Jakarta	49
Gambar 3.06 Spektrum Respon Desain Gempa PU	50
Gambar 3.07 Bagan Alir Penelitian	61
Gambar 4.01 Tampak Samping Tiga Dimensi (3D) Model Struktur Gedung	63
Gambar 4.02 Tampak Depan Tiga Dimensi (3D) Model Struktur Gedung.....	63
Gambar 4.03 Tampilan Layout Struktur Lantai 6 pada Model ETABS	64
Gambar 4.04 Tampilan Layout Struktur Lantai 5 pada Model ETABS	65
Gambar 4.05 Tampilan Layout Struktur Lantai 4 pada Model ETABS	65
Gambar 4.06 Tampilan Layout Struktur Lantai 3 pada Model ETABS	66
Gambar 4.07 Tampilan Layout Struktur Lantai 2 pada Model ETABS	66
Gambar 4.08 Tampilan Layout Struktur Lantai 1 pada Model ETABS	67
Gambar 4.09 Respons Spektrum.....	70
Gambar 4. 10 Respons Spektrum Scalling	72
Gambar 4. 11 Defleksi Pelat Beton.....	79
Gambar 4. 12 Perletakan titik beban mobil golongan II.....	79
Gambar 4.13 Tampilan Mode Shape Pertama dari Struktur Gedung Parkir Bertingkat.....	80

Gambar 4. 14 Perbandingan Gaya Geser Dasar (FX dan FY) Envelope.....	82
Gambar 4. 15 Perbandingan Momen Base Reactions.....	82
Gambar 4. 16 Joint Displacements Response Spectrum dan Time history Arah X (+).....	93
Gambar 4. 17 Joint Displacements Response Spectrum dan Time history Arah X (-).....	93
Gambar 4. 18 Joint Displacements <i>Response Spectrum</i> dan <i>Time history</i> Arah Y (+).....	94
Gambar 4. 19 Joint Displacements <i>Response Spectrum</i> dan <i>Time history</i> Arah Y (-).....	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.01 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur	12
Tabel 2.02 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur.....	14
Tabel 2.03 Seismic Design Criteria Based on Infrastructure Designation.....	21
Tabel 2.04 Probabilistic Hazard Maps	21
Tabel 2.05 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa	22
Tabel 2.06 Faktor Keutamaan Gempa	22
Tabel 2.07 Klasifikasi Situs	25
Tabel 2.08 Koefisien Situs, F_a	28
Tabel 2.09 Koefisien Situs, F_y	28
Tabel 2.10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode Pendek	30
Tabel 2.11 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode 1 Detik	30
Tabel 2.12 Sistem Penahan Gaya Gempa	30
Tabel 2.13 Level Kinerja Struktur	36
Tabel 2.14 Batas maksimum story drift berdasarkan kategori risiko bangunan	38
Tabel 3.01 Data Umum Objek Penelitian	46
Tabel 3.02 Parameter Desain dan Tata Letak Parkir Gedung	47
Tabel 3.03 Parameter Dasar Material Beton	48
Tabel 3.04 Material Baja Tulangan.....	49
Tabel 4.01 Hasil Perhitungan Percepatan Spektra Desain pada Periode Waktu.....	71
Tabel 4.02 Hasil Perhitungan Percepatan Spektra Design dengan Scalling Factor	72
Tabel 4.03 Data seismic berdasarkan SNI 1726:2019	73
Tabel 4.04 Base Reactions	81
Tabel 4.05 PMM Rasio Envelope Non-Gempa (Max & Min).....	84
Tabel 4.06 PMM Kolom Envelope Response Spectrum (Max & Min).....	86
Tabel 4.07 Kolom Envelope <i>Time history</i> (Max & Min).....	87
Tabel 4.08 Element Forces Envelope Non-Gempa.....	89
Tabel 4.09 Element Forces Envelope Response Spectrum	90
Tabel 4.10 Element Forces Envelope <i>Time history</i>	91

Tabel 4. 11 Joint Displacements <i>Response Spectrum</i> dan <i>Time history</i> Arah X.....	92
Tabel 4.12 Joint Displacements Respons Spectrum dan <i>Time history</i> Arah Y	94
Tabel 4.13 Story Drift Respons Spectrum X	96
Tabel 4.14 Story Drift Respons Spectrum Y.....	97
Tabel 4.15 Story Drift Time history X.....	97
Tabel 4. 16 Story Drift Time history Y	98