

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT
AKIBAT BEBAN GEMPA DENGAN METODE RESPONS
SPEKTRUM DAN *TIME HISTORY***
(Studi kasus : Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung)

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



Disusun Oleh :
TAUFIK HIDAYAT
NIM 1804120

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2022**

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT AKIBAT
BEBAN GEMPA DENGAN METODE RESPONS SPEKTRUM DAN *TIME
HISTORY***
(Studi Kasus : Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung)

Disusun Oleh :

Taufik Hidayat

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

© Taufik Hidayat Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Taufik Hidayat, 2022

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT AKIBAT BEBAN GEMPA DENGAN METODE RESPONS SPEKTRUM DAN TIME HISTORY (STUDI KASUS : GEDUNG INFRASTRUKTUR BASICS LIPI 3 BANDUNG)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT AKIBAT BEBAN
GEMPA DENGAN METODE RESPONS SPEKTRUM DAN *TIME HISTORY*
(Studi Kasus : Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung)

disejutui dan disahkan oleh pembimbing :

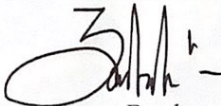
Pembimbing I



Drs. Badi Kudwadi, M.T.

NIP. 19630622 199001 1 001

Pembimbing II



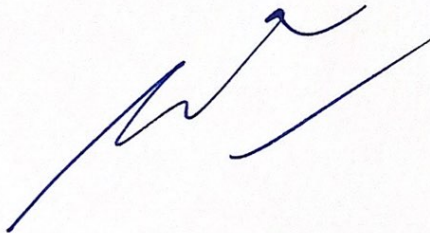
Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.

NIP. 19801119 200912 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen

Pendidikan Teknik Sipil

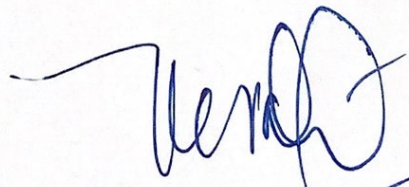


Dr. Rina Marina Masri, M.P.

NIP. 19650530 199101 2 001

Ketua Program Studi

Teknik Sipil



Dr. H. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd

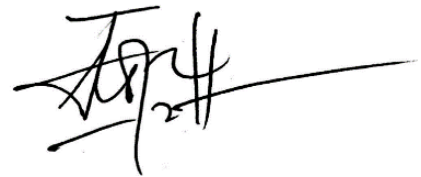
NIP. 19620202 198803 1 002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Akibat Beban Gempa dengan Metode Respons Spektrum dan Time History (Studi Kasus : Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung)**” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2022

Pembuat Pernyataan



Taufik Hidayat

1804120

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Akibat Beban Gempa Dengan Metode *Respon Spektrum* dan *Time History* (Studi Kasus : Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung)**”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Sarjana Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia.

Tugas akhir ini berisikan penelitian tentang analisis kinerja struktur terhadap beban gempa dengan tujuan mengetahui nilai kinerja dan besar simpangan yang terjadi.

Akhir kata tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis sangat harapkan bagi perbaikan penulisan kedepannya. Besar harapan penulis dalam penyelesaian maupun pengajuan laporan tugas akhir ini, agar nantinya dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi pembaca semua dan menjadi gambaran bagi yang ingin melanjutkan penelitian serupa.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dankarunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Akibat Beban Gempa Dengan Metode Respon Spektrum dan Time History (Studi Kasus : Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung)**” ini. Adapun maksud dan tujuan pembuatan proposal ini adalah untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil.

Dalam proses penyusunan Proposal Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bimbingan serta dukungan baik secara moril dan materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu :

1. Drs. Budi Kudwadi, M.T., sebagai pembimbing I dalam penyusunan proposal tugas akhir ini yang senantiasa meluangkan waktu serta arahan untuk membimbing penulis menyelesaikan proposal tugas akhir ini,
2. Ben Novarro Batubara, S.T., M.T., sebagai pembimbing II dalam penyusunan proposal tugas akhir ini yang senantiasa meluangkan waktu, memberi arahan, serta motivasi kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini,
3. Dr. H. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd, selaku ketua Program Studi Teknik Sipil, Departemen Pendidikan Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Indonesia sekaligus dosen wali yang selalu membimbing dan memberi motivasi penulis dari awal hingga akhir perkuliahan,
4. Dr. Rina Marina Masri, M.P., selaku ketua Departemen Pendidikan Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Indonesia,
5. Maman, S.Pd, selaku staff administrasi Departemen Pendidikan Teknik Sipil yang senantiasa membantu proses penyelesaian proposal tugas akhir hingga

pelaksanaan Sidang Akhir

6. Dosen-dosen Departemen Pendidikan Teknik Sipil yang telah memberi ilmu materi juga moril selama perkuliahan
7. PT. PP Persero Tbk. Selaku kontraktor utama proyek pembangunan Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini.
8. Kedua orang tua penulis, Syamsurizal dan Yusmiati serta keluarga yang selalu mendoakan, memberi motivasi, memberi dukungan yang tidak dapat terbalaskan oleh apapun.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT AKIBAT BEBAN
GEMPA DENGAN METODE RESPONS SPEKTRUM DAN *TIME HISTORY*
(Studi Kasus : Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung)**

Taufik Hidayat, Budi Kudwadi¹, Ben Novarro Batubara²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

Universitas Pendidikan Indonesia

Email: taufikhdyt22@upi.edu

bkudwadi@upi.edu

bensnovr@upi.edu

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara yang dikelilingi oleh pertemuan tiga lempeng utama dunia yaitu, lempeng Indo-Australia lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Secara geologi, di daerah seperti itu akan banyak dijumpai struktur geologi seperti patah dan sesar. Resiko akibat struktur geologi tersebut yaitu rentan terjadi gempa bumi. Gempa yang kuat dapat menyebabkan bangunan runtuh dan memakan korban jiwa dan gempa terjadi secara tiba-tiba tanpa bisa diprediksi. Oleh karena itu sebaiknya bangunan dibangun dengan konsep bangunan tahan gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kinerja struktur gedung. Analisis yang di gunakan yaitu analisis dinamik dengan metode respons spektrum dan riwayat waktu (*time history*). Kemudian dilakukan evaluasi kinerja struktur terhadap gempa rencana dengan menggunakan metode spektrum kapasitas (ATC-40). Dalam penelitian ini Studi kasus yang dipilih adalah Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung yang terdiri dari 6 lantai dan terletak di Kota Bandung. Analisis dan pemodelan struktur gedung menggunakan RSAP 2020. Rekaman gempa yang digunakan antara lain adalah gempa San Fernando, gempa Loma Prieta, dan gempa Superstition. Hasil analisis simpangan maksimum dengan metode respons spektrum mengalami simpangan sebesar 3,80 cm untuk arah X dan 3,62 cm untuk arah Y. Sementara untuk metode riwayat waktu simpangan maksimum terjadi pada gempa Loma Prieta sebesar 4,89 cm untuk arah X dan 5,09 cm untuk arah Y. Nilai maksimum total simpangan didapat 0,00158 m dan nilai maksimum simpangan inelastik didapat 0,00147 m. Sehingga menunjukkan bahwa tingkat kinerja struktur gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Bandung berdasarkan ATC-40 adalah *Immediate Occupancy* (IO), yang berarti struktur pada kondisi aman dan jika terjadi gempa dengan kekuatan gempa rencana secara keseluruhan gedung tidak mengalami kerusakan dan dapat segera difungsikan.

Kata kunci: bangunan tingkat tinggi, perilaku struktur, respons spektrum, *time history*, ATC-40.

¹Dosen Pembimbing 1

²Dosen Pembimbing 2

ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF HIGH-RISE BUILDINGS DUE TO EARTHQUAKE LOADS USING SPECTRUM RESPONSE METHODS AND TIME HISTORY

(Case Study : BASICS LIPI 3 Bandung Infrastructure Building)

Taufik Hidayat, Budi Kudwadi¹, Ben Novarro Batubara²

Study Program in Civil Engineering, Faculty of Technology and Vocational

Email: taufikhdyt22@upi.edu

bkudwadi@upi.edu

bensnovr@upi.edu

ABSTRACT

Indonesia is a country surrounded by the confluence of three major world plates, namely, the Indo-Australian plate, the Eurasian plate, and the Pacific plate. Geologically, in such an area there will be many geological structures such as fractures and faults. The risk due to the geological structure is that it is prone to earthquakes. Strong earthquakes can cause buildings to collapse and take lives and earthquakes occur suddenly and can not be predicted. Therefore, the building should be built with the concept of an earthquake-resistant building. This study aims to determine the level of performance of the building structure. The spectrum response method and time history are used to analyze the structure of earthquake-resistant structures, and the capacity spectrum method is used to evaluate the structure's performance against the planned earthquake (ATC-40). The case study building is the BASICS LIPI 3 Bandung, which has 6 stories and is located in Bandung. RSAP 2020 was used for structural modeling and analysis. The San Fernando earthquake, the Loma Prieta earthquake, and the Superstition earthquake were all presented as examples of earthquake records. Based on the results of the analysis of the maximum deviation using the response spectrum method, the deviation was 3,98 cm for the X direction and 3,78 cm for the Y direction. Meanwhile, the largest deviation for the time history technique was 2,838 cm in the X direction and 3,91 cm in the Y direction in the San Fernando earthquake. The maximum total deviation is 0,00159 m, and the inelastic deviation is 0,00148 m. So that it shows that the level of performance of the structure of the Cisauk Point Apartment Tower Anami 1 based on ATC-40 is Immediate Occupancy (IO), which means that the structure is in a safe condition and that the overall plan of the building is not damaged and can be used immediately in the event of an earthquake with an earthquake strength.

Keyword: High-rise building, structural behavior, spectrum response, time history, ATC-40

¹Thesis Adviser 1

²Thesis Adviser 2

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Gempa.....	6
2.2 Konsep Perancangan Bangunan Tahan Gempa.....	7
2.3 Kentuan Umum Analisis Struktur Bangunan Terhadap Beban Gempa ...	9
2.3.1 Gempa Rencana	9
2.3.2 Faktor keutamaan Gempa dan Kategori risiko Struktur bangunan..	9
2.3.3 Klasifikasi Situs	12
2.3.4 Parameter Percepatan Gempa Terpetakan	13
2.3.5 Zonasi Gempa	15
2.3.6 Kategori Desain Seismik.....	16

2.3.7	Sistem Rangka Pemikul Gaya Seismik.....	18
2.3.8	Periode Getar Seismik.....	20
2.3.9	Percepatan Puncak di Permukaan Tanah	21
2.4	Pengaruh Gempa Terhadap Struktur	23
2.4.1	Pengaruh Beban Gempa Horizontal.....	26
2.4.2	Pengaruh Beban Gempa Vertikal.....	26
2.4.3	Pengaruh Beban Gravitasi Vertikal.....	27
2.5	Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan	27
2.5.1	Ketidakteraturan Horizontal.....	29
2.5.2	Ketidakteraturan Vertikal	31
2.6	Respons Struktur Akibat Beban Lateral	32
2.7	Pembebanan.....	33
2.7.1	Beban Mati	33
2.7.2	Beban Hidup.....	34
2.7.3	Beban Gempa	34
2.7.4	Pengaruh Beban Seismik.....	35
2.7.5	Kombinasi Pembebanan Pemodelan	35
2.8	Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa	37
2.8.1	Analisis Respons Spektrum.....	39
2.8.2	Parameter Grafik Respons Spektrum	39
2.8.3	Analisis Respon Riwayat Waktu (Time History).....	41
2.9	Kontrol Desain.....	46
2.9.1	Geser Dasar	46
2.9.2	Simpangan.....	46
2.10	Kinerja Struktur	46
2.10.1	Kinerja Batas Layan	47
2.10.2	Kinerja batas Ultimit	48
2.10.3	Metode Spektrum Kapasitas (ATC-40)	48
2.11	Robot Structural Analysis Professional (RSAP) 2020	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		52

3.1	Desain Penelitian	52
3.2	Lokasi Proyek	54
3.3	Instrumen Penelitian	55
3.3.1	Data Teknis Proyek dan Shop Drawing	55
3.3.2	RSAP 2020	59
3.4	Prosedur Penelitian	60
3.4.1	Diagram Alir	60
3.4.2	Identifikasi Data	61
3.4.3	Pemodelan Struktur 3D dengan RSAP	61
3.4.4	Input Pembebanan	63
3.4.5	Running Pemodelan Struktur	69
3.5	Analisis Data	70
3.5.1	Analisis Dinamik Respons Spektrum	70
3.5.2	Kontrol Desain	71
3.5.3	Analisis Riwayat Waktu (<i>Time History</i>)	71
3.5.4	Evaluasi Kinerja Struktur	72
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		73
4.1	Data Struktur Bangunan	73
4.2	Pembebanan	78
4.2.1	Perhitungan Pembebanan	78
4.2.2	Kombinasi Pembebanan	80
4.3	Beban Total Struktur	81
4.4	Analisis Ragam Respons Spektrum	82
4.4.1	Waktu Getar Alami Fundamental	86
4.4.2	Kontrol Gaya Geser Dasar	88
4.4.3	Kontrol Simpangan Antar Lantai	90
4.5	Analisis Riwayat Waktu (<i>Time History Modal Analysis</i>)	93
4.5.1	Penskalaan Ground Motion	93
4.5.2	Percepatan Puncak Muka Tanah	96
4.5.3	Koefisien Situs	97

4.5.4	Penskalaan Percepatan Puncak Permukaan Tanah	97
4.5.5	Faktor Skala	97
4.5.6	Konrol Gaya Geser Dasar	98
4.5.7	Kontrol Simpangan	98
4.6	Kinerja Struktur	104
4.6.1	Kinerja Batas Layan.....	104
4.6.2	Kinerja Batas Ultimit	106
4.6.2	Tingkat Kinerja Struktur Menurut ATC-40.....	106
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		109
5.1	Simpulan.....	109
5.2	Implikasi.....	109
5.2	Rekomendasi	110
Daftar Pustaka		111
Lampiran		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Parameter gerak tanah S_S , MCE_R spektrum respons 0,2 detik (redaman kritis 5%)	14
Gambar 2.2 Parameter gerak tasnah S_1 , MCE_R spektrum respons 1 detik (redaman kritis 5%)	14
Gambar 2.3 Parameter gerak tasnah S_1 , MCE_R spektrum respons 0,2 detik (redaman kritis 5%)	22
Gambar 2.4 Perilaku Struktur Akibat Beban Gempa.....	25
Gambar 2.5 Skema Gaya Inersia pada Struktur Bangunan.....	25
Gambar 2.6 Ketidakberaturan horizontal.....	29
Gambar 2.7 Ketidakberaturan vertikal.....	31
Gambar 2.8 Drift dan Interstory Drift.....	33
Gambar 2.9 Perbandingan RSP Aktual dan RSP Desain Periode $0,2T - 1,5 T$	41
Gambar 2.10 Imajiner Google Earth dengan lingkaran merah dalam radius 500 km.....	42
Gambar 2.11 Sumber gempa dan parameternya yang digunakan oleh TRSHMI 2010 (Irsyam dkk, 2010, 2013)	44
Gambar 2.12 Sumber patahan kerak yang telah direvisi. Elips putus-putus merah menunjukkan kesalahan dari penelitian lebih lanjut, yang dilakukan setelah 2010.....	44
Gambar 2.13 Integrasi hasil geologi dan geodesi untuk sesar aktif di Jawa.....	44
Gambar 2.14 Sumber zona subduksi (megathrust) dan parameter seismiknya (Irsyam dkk., 2017).	45
Gambar 2.15 Kurva Kriteria Kinerja Struktur ATC-40.....	49

Gambar 3.1 Visual Desain 3D Gedung Infrastruktur BASICS LIPI	52
Gambar 3.2 Denah Site Plan 2D	53
Gambar 3.3 Denah Site Plan 3D.....	53
Gambar 3.4 Tampak Depan Gedung BASICS LIPI.....	54
Gambar 3.5 Lokasi Proyek Pembangunan Gedung Infrastruktur BASICS LIP.....	55
Gambar 3.6 Pemodelan Gedung Infrastruktur BASICS LIPI format 3D RSAP	62
Gambar 3.7 Peta Zonasi Gempa Indonesia.....	65
Gambar 3.8 Grafik Respons Spektra	68
Gambar 3.9 Ground Motion Gempa San Fernando Horizontal-1	68
Gambar 3.10 Ground Motion Gempa San Fernando Horizontal-2.....	68
Gambar 3.11 Ground Motion Gempa Loma Prieta Horizontal-1	68
Gambar 3.12 Ground Motion Gempa Loma Prieta Horizontal-2	68
Gambar 3.13 Ground Motion Gempa Superstition Hills-02 Horizontal-1	69
Gambar 3.14 Ground Motion Gempa Superstition Hills-02 Horizontal-2	69
Gambar 4.1 Denah lantai 1-3 Gedung BASICS LIPI 3 Bandung.....	73
Gambar 4.2 Denah lantai 4-5 Gedung BASICS LIPI 3 Bandung.....	73
Gambar 4.3 Denah lantai Dak Gedung BASICS LIPI 3 Bandung.	74
Gambar 4.4 Potongan As - B Gedung BASICS LIPI 3 Bandung.....	74
Gambar 4.5 Potongan As - 6 Gedung BASICS LIPI 3 Bandung.....	74
Gambar 4.6 Grafik Spektrum Desain Kota Bandung.....	86
Gambar 4.5 Grafik simpangan antar lantai akibat beban gempa respons Spektrum	91
Gambar 4.6 Kurva simpangan antar lantai akibat beban gempa respons spektrum arah X.....	92

Gambar 4.7 Kurva simpangan antar lantai akibat beban gempa respons spektrum arah Y	92
Gambar 4.8 Matching scaled gempa Bandung, gempa San Fernando, gempa Loma Prieta, dan gempa Superstition Hills-02.....	93
Gambar 4.9 Penskalaan gempa masukan Loma Prieta X	94
Gambar 4.10 Penskalaan gempa masukan Loma Prieta Y	94
Gambar 4.11 Penskalaan gempa masukan San Fernando X.....	94
Gambar 4.12 Penskalaan gempa masukan San Fernando Y	95
Gambar 4.13 Penskalaan gempa masukan Superstition Hills-02 arah X.....	95
Gambar 4.14 Penskalaan gempa masukan Superstition Hills-02 arah Y.....	95
Gambar 4.15 Perbandingan gempa masukan Respons Spektrum Desain dengan Time History Arah X	96
Gambar 4.16 Perbandingan gempa masukan Respons Spektrum Desain dengan Time History Arah Y	96
Gambar 4.17 Kurva simpangan antar lantai akibat beban gempa San Fernando arah X.....	100
Gambar 4.18 Kurva simpangan antar lantai akibat beban gempa San Fernando arah Y	100
Gambar 4.19 Kurva simpangan antar lantai akibat beban gempa Loma Prieta arah X	101
Gambar 4.20 Kurva simpangan antar lantai akibat beban gempa Loma Prieta arah Y	101
Gambar 4.21 Kurva simpangan antar lantai akibat beban gempa Superstition arah X	102
Gambar 4.21 Kurva simpangan antar lantai akibat beban gempa Superstition arah Y	102

Gambar 4.22 Perbandingan simpangan respons spektrum dan time history gempa arah X.....	103
Gambar 4.22 Perbandingan simpangan respons spektrum dan time history gempa arah Y.....	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Reisiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	10
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa	11
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs	12
Tabel 2.4 Koefisien Situs, F_a	15
Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_v	15
Tabel 2.6 Kategori desain seismic Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada periode pendek	17
Tabel 2.7 Kategori desain seismic Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada periode satu detik	17
Tabel 2.8 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa.....	18
Tabel 2.9 Nilai Parameter dan Pendekatan C_t dan x	20
Tabel 2.10 Koefisien Situs F_{PGA}	21
Tabel 2.11 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	30
Tabel 2.12 Ketidakberaturan vertikal pada struktur.....	32
Tabel 2.13 Berat Sendiri Bahan Bangunan	34
Tabel 2.14 Zona potensial seismic megathrust	45
Tabel 2.15 Zona potensial sesar	45
Tabel 2.16 Level Kinerja Struktur	49
Tabel 2.17 Batasan rasio drift atap sesuai ATC 40	50
Tabel 3.1 Deskripsi Struktur Gedung Infrastruktur BASICS LIPI	56

Tabel 3.2 Tabel Dimensi Struktur Plat.....	57
Tabel 3.3 Tabel Dimensi Struktur Kolom.....	57
Tabel 3.4 Tabel Dimensi Struktur Tie Beam	58
Tabel 3.5 Tabel Dimensi Struktur Balok	58
Tabel 3.6 Mutu Baja Tulangan.....	59
Tabel 3.7 Mutu Beton	59
Tabel 3.8 Pembebanan Material.....	63
Tabel 3.9 Pembebanan Tambahan	63
Tabel 3.10 Pembebanan beban hidup.....	64
Tabel 3.11 Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek SDS) dan pada periode 1 detik (SD1)	63
Tabel 3.12 Ground Motion untuk Perhitungan Analisis Time History.....	65
Tabel 4.1 Mutu Baja Tulangan.....	75
Tabel 4.2 Mutu Beton	75
Tabel 4.3 Struktur Plat	75
Tabel 4.4 Struktur Kolom	75
Tabel 4.5 Dimensi Struktur Tie Beam	77
Tabel 4.6 Dimensi Struktur Balok	78
Tabel 4.7 Beban mati	79
Tabel 4.8 Pembebanan Beban Mati Tambahan.....	79
Tabel 4.9 Pembebanan Beban Hidup.....	79
Tabel 4.10 Berat sendiri Kolom.....	82
Tabel 4.11 Berat sendiri	82
Tabel 4.12 Berat sendiri pelat	82

Tabel 4.13 Spektrum respons desain.....	85
Tabel 4.14 Rasio massa partisipasi modal	88
Tabel 4.15 Simpangan antar lantai akibat beban gempa respons spektrum.....	91
Tabel 4.16 Perhitungan faktor skala gempa time history.....	98
Tabel 4.17 Base shear gempa time history.....	98
Tabel 4.18 Kontrol base shear gempa time history	98
Tabel 4.19 Kontrol simpangan akibat beban gempa time history San Fernando...99	
Tabel 4.20 Kontrol simpangan akibat beban gempa time history Loma Prieta	99
Tabel 4.21 Kontrol simpangan akibat beban gempa time history Superstition ...99	
Tabel 4.22 Data simpangan akibat beban gempa arah X.....	103
Tabel 4.23 Data simpangan akibat beban gempa arah Y	104
Tabel 4.24 Batas layan simpangan arah X.....	105
Tabel 4.25 Batas layan simpangan arah Y	105
Tabel 4.26 Batas ultimit simpangan arah X.....	106
Tabel 4.27 Batas ultimit simpangan arah Y	106
Tabel 4.28 Nilai simpangan lantai atap.....	107
Tabel 4.29 Level kinerja struktur arah X	107
Tabel 4.30 Level kinerja struktur arah Y	107

DAFTAR PUSTAKA

- Du, W., Zhang, S. & Li, Q. (2020). Anti-seismic Performance Comparison of Response Spectrum Analysis and Time History Analysis Based on Computer Big Data. *Journal of Physics: Conference Series*, 1648. doi: 10.1088/1742-6596/1648/3/032088
- ATC-40. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*. Vol 1. California: Applied Technology Council.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 1726-2019: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *SNI 1726-2012: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Bangunan Gedung (PPIUG 1983)*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 1726-2002: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.
- AUTODEKS. (2010). *Autodesk Robot Structural Analysis Professional Brochure*. Autodesk Inc., USA.
- Jain I.M., Kadam P. P., & Kumbhar V. S. (2016). Analysis and Design of Multi-storeyed building using Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016. *International Journal of Modern Trends in Engineering dan Research*. Scientific Journal Impact Factor (SJIF) : 3.518.
- Yosafat. (2006). Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Pushover Analysis (Sesuai ATC-40, FEMA 356 dan FEMA 440). *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 3 , No. 1
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 1726-2002: Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.

- Dandi. (2021). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung pada Kondisi Batas Layanan dan Batas Ultimit dengan Analisis Dinamik Metode Respon Spektrum (Studi Kasus: Gedung Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi)
- Budiono, Bambang dkk. Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur Khusus di Jakarta. Bandung : ITB, 2017.
- Suprpto, K., Sudarto. (2009). Evaluation of Performance of Asymmetrically Dual System Structure Using Pushover and Time History Analyses. *ITS Journal of Civil Engineering*, 29(1). ISSN: 2086-1206/2009.
- BMKG Sanglah Denpasar.(2013).“Geodinamika Informasi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Vol.2 No.11 “, BMKG Sanglah Denpasar, Denpasar
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1727-2020: Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: BSN.
- Fauzan, N. R. (2019). Analisis Kinerja Struktur Akibat Beban Gempa Dinamis (Studi Kasus: Apartemen Springhill Terrace Residences). (Skripsi). Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Aulia, S. (2021). Analisis Kinerja Struktur Beton Tahan Gempa Dengan Metode Respons Spektrum dan *Time History* (Studi Kasus: Cisauk Point Apartment Tower Anami 1). (Skripsi). Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Priestley, M.J.N. (2000). *Performance Based Seismic Design*. University of California, San Diego.
- Rendra, Rezky., Kurniawandy, A., & Djauhari, Z. (2015). *Kinerja Struktur Akibat Beban Gempa Dengan Metode Respon Spektrum Dan Time History* (Studi Kasus Hotel SKA Pekanbaru). Universitas Riau.
- Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. (1987). Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

- Elnashai, Sarno. (2008). *Fundamentals Of Earthquake Engineering*. Willey & Sons, Ltd. Publication. United Kingdom.
- Irsyam, M., Cummins, P. R., Asrurifak, M., Faizal, L., Natawidjaja, D. H., Widiyantoro, S...Syahbana, A. J. (2020). Development of 2017 National Seismic Hazard Maps of Indonesia. *Earthquake Spectra*, 36(1), 112-136. doi: 10.1177/8755293020951206journals.sagepub.com/home/eqs
- Zen, M.T., Massinon, B., Wisyanto Surachman, J., & Karyoto, 1993, *Source Parameter of the 1992 Flores Earthquake*, 18 th Annual Convention of the Indonesian Geophysical Society, October 5-6, 1993.
- Widodo. 2012. *Seimologi teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pustakan Pelajar
- Imran, I , dan Hoedajanto, D, (2009), *Desain Dan Perhitugan Struktur Tahan Gempa (Shortcourse Haki 2009)*,Himpunan Ahli Kontruksi Indonesia, Jakarta.
- Iswandi Impran & Fajar Hendrik. (2014). “Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang”, ITB, Bandung, Indonesia Iswandi Impran & Fajar Hendrik. (2014). “Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang”, ITB, Bandung, Indonesia.
- Aulia, S. (2021). *Analisis Kinerja Struktur Beton Tahan Gempa Dengan Metode Respons Spektrum dan Time History (Studi Kasus: Cisauk Point Apartment Tower Anami 1)*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.