

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR APARTEMEN PUNCAK KERTAJAYA
SURABAYA DENGAN PEMBEBANAN GEMPA DINAMIK**

TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil



oleh :

Azzam Faujan Amajida

NIM 1903442

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

2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR APARTEMEN PUNCAK KERTAJAYA
SURABAYA DENGAN PEMBEBANAN GEMPA DINAMIK

oleh
Azzam Faujan Amajida

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

© Azzam Faujan Amajida 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2023

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

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA STRUKTUR APARTEMEN PUNCAK KERTAJAYA
SURABAYA DENGAN PEMBEBANAN GEMPA DINAMIK

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Istiqomah, S.T., M.T.
NIP. 19711215 200312 2 001

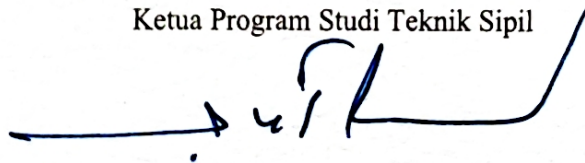
Pembimbing II



Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.
NIP. 19801119 200912 1 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng
NIP. 19770307 200812 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Analisis Kinerja Struktur Apartemen Puncak Kertajaya Surabaya Dengan Pembebanan Gempa Dinamik**” 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 2023
Pembuat Pernyataan

Azzam Faujan Amajida
1903442

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kinerja Struktur Apartemen Puncak Kertajaya Surabaya dengan Pembebanan Gempa Dinamik”. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Penulis berharap melalui laporan ini dapat memberi manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

ANALISIS KINERJA STRUKTUR APARTEMEN PUNCAK KERTAJAYA SURABAYA DENGAN PEMBEBANAN GEMPA DINAMIK

Azzam Faujan Amajida¹, Istiqomah², Ben Novarro Batubara³
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung
E-mail: amajidaa@upi.edu, istiqomah@upi.edu, bensnovr@upi.edu

ABSTRAK

Ketika terjadi gempa, bangunan dengan denah yang tidak simetris menyebabkan respon yang sulit diprediksi. Denah tidak simetris dapat membuat pusat massa dan pusat kekakuan bangunan tidak berada pada posisi yang sama. Perbedaan posisi ini dapat menyebabkan torsi pada bangunan saat terjadi gempa. Akibatnya bangunan mengalami perpindahan atau deformasi yang lebih besar pada sisi yang jauh dari pusat kekakuan, dan dapat menyebabkan kerusakan struktural. Untuk menghindari ini, bangunan tidak simetris dipisahkan secara struktural dengan jarak tertentu menjadi bagian denah simetris. Jarak pemisah ini disebut dilatasi. Jarak dilatasi harus memperhitungkan perpindahan maksimum pada titik kritis bangunan yang bersebelahan. Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui simpangan dan perpindahan antara kedua gedung yang bersebelahan dan meninjau perpindahan pada titik kritis kedua gedung untuk melihat apakah jarak dilatasi pada gedung aman atau tidak. Selain itu penelitian ini juga untuk mengetahui level kinerja struktur. Gedung yang ditinjau yakni 2 gedung apartemen Puncak Kertajaya Surabaya dengan 20 lantai dan dipisahkan secara struktural/dilatasi sejauh 150 mm. Metode analisis yang digunakan analisis respons spektrum dan analisis *time history*. Hasil penelitian ini yaitu nilai maksimum simpangan antar tingkat dan perpindahan horizontal terjadi pada gedung A1-a arah x. Nilai simpangan sebesar 40.16 mm dan perpindahan sebesar 109.15 mm. akibat gempa *time history*. Nilai maksimum simpangan horizontal dan perpindahan dengan analisis *time history* pada gedung A1-a terjadi karena gempa Sanriku sementara pada gedung A2 terjadi karena gempa Chuetsu. Jarak dilatasi sebesar 150 mm pada gedung Apartemen Puncak Kertajaya tidak aman digunakan dengan pembebanan gempa Sanriku, namun untuk gempa Chuetsu, El Mayor dan Iwate jarak ini masih relatif aman. Jarak minimal dilatasi apabila terjadi gempa dengan karakteristik mirip dengan gempa Sanriku yakni harus lebih besar atau sama dengan 170 mm. Level kinerja kinerja struktur kedua gedung yakni Immediate Occupancy (IO).

Kata kunci : tidak simetris, dilatasi, simpangan, perpindahan, respons spektrum, *time history*,

²Dosen Pembimbing Kesatu

³Dosen Pembimbing Kedua

PERFORMANCE STRUCTURE ANALYSIS OF PUNCAK KERTAJAYA APARTMENT SURABAYA WITH DYNAMIC EARTHQUAKE LOADING

Azzam Faujan Amajida¹, Istiqomah², Ben Novarro Batubara³
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung
E-mail: amajidaa@upi.edu, istiqomah@upi.edu, bensnovr@upi.edu

ABSTRACT

When an earthquake occurs, buildings with asymmetrical plans cause responses that are difficult to predict. An asymmetrical plan can mean that the center of mass and center of stiffness of the building are not in the same position. This difference in position can cause torque on the building during an earthquake. As a result, the building experiences greater displacement or deformation on the side far from the center of stiffness, and this can cause structural damage. To avoid this, asymmetrical buildings are structurally separated by certain distances into symmetrical plan sections. This separation distance is called dilatation. The dilatation distance must take into account the maximum displacement at critical points of adjacent buildings. This final project research aims to determine the deviation and displacement between two adjacent buildings and review the displacement at the critical points of the two buildings to see whether the dilatation distance in the building is safe or not. Apart from that, this research also aims to determine the level of structural performance. The buildings reviewed were 2 Puncak Kertajaya Surabaya apartment buildings with 20 floors and structurally separated/dilated by 150 mm. The analytical methods used are response spectrum analysis and time history analysis. The results of this research are that the maximum value of drift and horizontal displacement occurs in building A1-a in the x direction. The deviation value is 40.16 mm and the displacement is 109.15 mm. due to time history earthquakes. The maximum value of drift and displacement using time history analysis in building A1-a occurred due to the Sanriku earthquake while in building A2 occurred due to the Chuetsu earthquake. The dilatation distance of 150 mm in the Puncak Kertajaya Apartment building is not safe to use with the Sanriku earthquake loading, however for the Chuetsu, El Mayor and Iwate earthquakes this distance is still relatively safe. The minimum dilatation distance in the event of an earthquake with characteristics similar to the Sanriku earthquake must be greater than or equal to 170 mm. The structural performance level of the two buildings is Immediate Occupancy (IO).

Keywords: *asymmetric, dilatation, drift, displacement, respons spektrum, time history*

²First Advisor

³Second Advisor

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
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	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Bangunan Tahan Gempa	5
2.2 Dilatasi Bangunan	6
2.3 Pembebanan Struktur	9
2.3.1 Beban Mati.....	10
2.3.2 Beban Hidup.....	10
2.3.3 Beban Gempa.....	10
2.3.4 Kombinasi Pembebanan.....	10
2.4 Metode Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa	11
2.4.1 Analisis Statik	12
2.4.2 Analisis Dinamik.....	12
2.4.2.1 Metode Analisis Respons Spektrum	13
2.4.2.2 Metode Analisis Riwayat Waktu/ <i>Time History</i>	23
2.5 Persyaratan Analisis Bangunan Tahan Gempa	30
2.5.1 Periode Struktur	30
2.5.2 Bentuk dan Jumlah Ragam.....	30
2.5.3 Gaya Geser Dasar Seismik.....	31

2.5.4 Penskalaan Gaya	31
2.5.5 Ketidakberaturan	31
2.5.6 Simpangan Antar Tingkat	36
2.5.7 Pengaruh P-Delta	37
2.5.8 Level Kinerja Struktur.....	38
2.6 Program ETABS	39
2.7 Penelitian Terdahulu	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	43
3.1 Desain Penelitian.....	43
3.2 Lokasi Studi Kasus.....	46
3.3 Data Penelitian	46
3.4 Tahapan Analisis.....	50
3.4.1 Studi Literatur	50
3.4.2 Pemodelan Struktur.....	50
3.4.3 Pembebanan Struktur	51
3.4.4 <i>Running</i> Model Struktur di ETABS.....	53
3.4.5 Kontrol dan Pengecekan Struktur	54
3.4.6 Level Kinerja.....	56
3.5 Diagram Alir Penelitian	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	59
4.1 Tinjauan Umum	59
4.2 Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan.....	59
4.3 Berat Seismik Efektif.....	69
4.4 Analisis Ragam Respons Spektrum	70
4.4.1 Periode dan Ragam Struktur	70
4.4.2 Gaya Geser Dasar Seismik.....	78
4.4.3 Penskalaan Gaya Geser Dasar.....	79
4.4.4 Pengecekan Ketidakberaturan Struktur.....	81
4.4.4.1 Ketidakberaturan Horizontal.....	81
4.4.4.2 Ketidakberaturan Vertikal.....	85
4.4.5 Simpangan Antar Tingkat	90
4.4.6 Pengaruh P-Delta	93
4.5 Analisis Lateral Statik Ekuivalen.....	97
4.5.1 Gaya Geser Dasar Seismik.....	97

4.5.2 Distribusi Vertikal dan Horizontal Gaya Seismik.....	99
4.5.3 Simpangan Antar Tingkat	103
4.6 Analisis Riwayat Waktu Linear/ <i>Linear Time History Analysis</i>	106
4.6.1 Pemilihan Rekaman Gerak Tanah.....	106
4.6.2 Pencocokan Spektra	108
4.6.3 Penskalaan Gaya Geser Dasar.....	114
4.6.4 Simpangan Antar Tingkat	117
4.6.5 Pengaruh P-Delta	121
4.7 Evaluasi Hasil Analisis	123
4.7.1 Perpindahan Horizontal, Simpangan Antar Lantai, dan Dilatasi	123
4.7.2 Level Kinerja Struktur.....	133
BAB V PENUTUP.....	135
5.1 Kesimpulan	135
5.2 Implikasi.....	136
5.3 Rekomendasi.....	136
DAFTAR PUSTAKA	137

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beban Hidup Struktur Bangunan	10
Tabel 2.2 Kategori risiko bangunan gedung dan non-gedung untuk beban gempa	14
Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Gempa	15
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs	15
Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_a	17
Tabel 2.6 Koefisien Situs, F_v	18
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	19
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	20
Tabel 2.9 Faktor R , C_d , dan Ω_0 , untuk sistem pemikul gaya seismik.....	20
Tabel 2.10 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung.....	21
Tabel 2.11 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan X	21
Tabel 2. 12 Perbedaan analisis riwayat waktu linear dan analisis riwayat waktu nonlinear berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 8899:2020	24
Tabel 2. 13 Syarat Penskalaan	29
Tabel 2.14 Ketidakberaturan Horizontal.....	32
Tabel 2.15 Ketidakberaturan Vertikal.....	34
Tabel 2.16 Simpangan antar tingkat izin.....	36
Tabel 2.17 Level Kinerja ATC-40.....	38
Tabel 3.1 Tinggi dan elevasi lantai gedung Apartemen Puncak Kertajaya	47
Tabel 3.2 Tipe dan Dimensi Kolom A1	47
Tabel 3.3 Tipe dan Dimensi Kolom A1 (Lanjutan)	48
Tabel 3.4 Tipe dan Dimensi Kolom A2	48
Tabel 3.5 Tipe dan Dimensi Balok	49
Tabel 3.6 Tipe dan Dimensi Pelat	49
Tabel 3.7 Simpangan antar tingkat izin.....	55
Tabel 3.8 Level Kinerja ATC-40.....	56
Tabel 4. 1 Rekapitulasi beban mati per lantai gedung A1-a dan A2.....	61

Tabel 4. 2 Rekapitulasi beban mati tambahan per lantai gedung A1-a dan A2....	63
Tabel 4. 3 Nilai Periode (T) dan Sa.....	65
Tabel 4. 4 Berat seismik efektif untuk gedung A1-a dan A2.....	69
Tabel 4. 5 Periode dan Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi gedung A1-a. ...	70
Tabel 4. 6 Periode dan Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi gedung A1-a (lanjutan 1)	71
Tabel 4. 7 Periode dan Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi gedung A1-a (lanjutan 2)	72
Tabel 4. 8 Periode dan Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi gedung A1-a (lanjutan 3)	73
Tabel 4. 9 Periode dan Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi gedung A2.....	74
Tabel 4. 10 Periode dan Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi gedung A2 (Lanjutan 1).....	75
Tabel 4. 11 Periode dan Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi gedung A2 (lanjutan 2)	76
Tabel 4. 12 Base Reaction sebelum (unscale) dan sesudah penskalaan metode Respons Spektrum.....	80
Tabel 4. 13 Pengecekan ketidakberaturan torsi gedung A1-a.....	81
Tabel 4. 14 Pengecekan ketidakberaturan torsi gedung A2.....	82
Tabel 4. 15 Konsekuensi ketidakberaturan torsi gedung A1-a arah Y	83
Tabel 4. 16 Pengecekan Kekakuan Tingkat Lunak Gedung A1-a.....	85
Tabel 4. 17 Pengecekan Kekakuan Tingkat Lunak Gedung A2	86
Tabel 4. 18 Pengecekan Ketidakberaturan Massa Gedung A1-a.....	87
Tabel 4. 19 Pengecekan Ketidakberaturan Massa Gedung A2	88
Tabel 4. 20 Pengecekan Ketidakberaturan Tingkat Lemah Gedung A1-a.....	89
Tabel 4. 21 Pengecekan Ketidakberaturan Tingkat Lemah Gedung A2.....	90
Tabel 4. 22 Simpangan antar tingkat gedung A1-a metode respons spektrum.....	91
Tabel 4. 23 Simpangan antar tingkat gedung A2 metode respons spektrum.....	92
Tabel 4. 24 Pengecekan P-Delta gedung A1-a metode respons spektrum.....	94
Tabel 4. 25 Pengecekan P-Delta gedung A2 metode respons spektrum.....	95
Tabel 4. 26 Distribusi vertikal dan horizontal gaya seismik gedung A1-a	99
Tabel 4. 27 Distribusi vertikal dan horizontal gaya seismik gedung A2	101

Tabel 4. 28 Simpangan antar tingkat analisis statik ekivalen gedung A1-a.....	103
Tabel 4. 29 Simpangan antar tingkat analisis statik ekivalen gedung A2.....	104
Tabel 4. 30 Riwayat gerakan tanah.....	107
Tabel 4. 31 Percepatan semu pencocokan dengan SeismoMatch gedung A1-a .	109
Tabel 4. 32 Percepatan semu pencocokan dengan SeismoMatch gedung A1-a (lanjutan)	110
Tabel 4. 33 Percepatan semu pencocokan dengan Seismomatch gedung A2.....	111
Tabel 4. 34 Percepatan semu pencocokan dengan ETABS	112
Tabel 4. 35 <i>Base Reaction Time History</i> Gedung A1-a sebelum diskalakan (<i>unscaled</i>) dan setelah di skalakan (<i>scaled</i>)	115
Tabel 4. 36 <i>Base Reaction Time History</i> Gedung A2 sebelum diskalakan (<i>unscaled</i>) dan setelah di skalakan (<i>scaled</i>)	115
Tabel 4. 37 Faktor skala gempa <i>Time History</i> Gedung A1-a.....	116
Tabel 4. 38 Faktor skala gempa <i>Time History</i> Gedung A2.....	116
Tabel 4. 39 Simpangan antar tingkat gedung A1-a arah-X metode <i>Time History</i>	117
Tabel 4. 40 Simpangan antar tingkat gedung A1-a arah-Y metode <i>Time History</i>	118
Tabel 4. 41 Simpangan antar tingkat gedung A2 arah-X metode <i>Time History</i> .	119
Tabel 4. 42 Simpangan antar tingkat gedung A2 arah-Y metode <i>Time History</i> .	120
Tabel 4. 43 Rekapitulasi perpindahan struktrur gedung A1-a arah-X	123
Tabel 4. 44 Rekapitulasi perpindahan struktrur gedung A2 arah-X	124
Tabel 4. 45 Rekapitulasi perpindahan struktrur gedung A1-a arah-Y	125
Tabel 4. 46 Rekapitulasi perpindahan struktrur gedung A2 arah-Y	126
Tabel 4. 47 Rekapitulasi perpindahan struktur akibat gempa <i>Time History</i>	130
Tabel 4. 48 Rekapitulasi Penentuan Level Kinerja Struktur Gedung A1-a Arah-X	133
Tabel 4. 49 Rekapitulasi Penentuan Level Kinerja Struktur Gedung A1-a Arah-Y	134
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Penentuan Level Kinerja Struktur Gedung A2 Arah-X	134

Tabel 4. 51 Rekapitulasi Penentuan Level Kinerja Struktur Gedung A2 Arah-Y	134
--	-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dilatasi Dua Kolom.....	7
Gambar 2.2 Dilatasi Balok Kantilever.....	7
Gambar 2.3 Dilatasi Balok Gerber.....	8
Gambar 2.4 Dilatasi Konsol.....	8
Gambar 2.5 Denah kurang aman dan lebih aman pada sebuah struktur	9
Gambar 2. 6 Metode Analisis Struktur dalam Rekayasa Gempa.....	11
Gambar 2.7 Besarnya Nilai Percepatan Spektrum Respons untuk Periode Panjang (S_1).....	16
Gambar 2.8 Besarnya Nilai Percepatan Spektrum Respons untuk Periode Pendek (S_s).....	17
Gambar 2.9 Peta transisi periode Panjang (TL) wilayah Indonesia.....	19
Gambar 2.10 Desain respons spektrum.....	19
Gambar 2. 11 Model zona megathrust dan zona benioff	27
Gambar 2. 12 Garis besar prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah	28
Gambar 2.13 Ketidakberaturan Horizontal	33
Gambar 2.14 Ketidakberaturan Vertikal	35
Gambar 2.15 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	36
Gambar 2.16 Program ETABS Versi 18.....	39
Gambar 3.1 Denah kolom gedung apartemen Puncak Kertajaya bagian A.....	43
Gambar 3.2 Denah balok (atas) dan denah pelat (bawah) gedung apartemen Puncak Kertajaya	44
Gambar 3.3 Tampak depan Apartemen Puncak Kertajaya	45
Gambar 3.4 Tampak samping Apartemen Puncak Kertajaya	46
Gambar 3.5 Pemodelan 3D Struktur gedung Apartemen Puncak Kertajaya Surabaya pada aplikasi ETABS	51
Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian	57
Gambar 3.7 Diagram alir penelitian (lanjutan)	58
Gambar 4. 1 Ketentuan Kurva Respons Spektrum	65
Gambar 4. 2 Kurva Respons Spektrum Desain.....	66
Gambar 4. 3 Sketsa Ketidakberaturan Sudut Dalam.....	84

Gambar 4. 4 Grafik simpangan antar tingkat (kiri) dan grafik perpindahan (kanan) gedung A1-a metode respons spektrum	92
Gambar 4. 5 Grafik simpangan antar tingkat (kiri) dan grafik perpindahan (kanan) gedung A2 metode respons spektrum.....	93
Gambar 4. 6 Grafik Pengecekan P-Delta gedung A1-a metode respons spektrum	95
Gambar 4. 7 Grafik Pengecekan P-Delta gedung A2 metode respons spektrum..	96
Gambar 4. 8 Grafik Gaya Seismik Lateral, F_i pada Gedung A1-a	100
Gambar 4. 9 Grafik Gaya Geser, V pada Gedung A1-a.....	101
Gambar 4. 10 Grafik Gaya Seismik Lateral, F_i pada Gedung A2	102
Gambar 4. 11 Grafik Gaya Geser, V pada Gedung A2.....	102
Gambar 4. 12 Grafik simpangan antar tingkat (kiri) dan perpindahan (kanan) gedung A1-a metode statik ekuivalen	104
Gambar 4. 13 Grafik simpangan antar tingkat (kiri) dan perpindahan (kanan) gedung A2 metode statik ekuivalen	105
Gambar 4. 14 Grafik akselerograms spektral sebelum pencocokan	113
Gambar 4. 15 Grafik akselerograms spektral setelah pencocokan gedung A1-a	113
Gambar 4. 16 Grafik akselerograms spektral setelah pencocokan gedung A2...	113
Gambar 4. 17 Grafik simpangan antar tingkat gedung A1-a arah-X metode Time History	118
Gambar 4. 18 Grafik simpangan antar tingkat gedung A1-a arah-Y metode Time History	119
Gambar 4. 19 Grafik simpangan antar tingkat gedung A1-a arah-X metode Time History	120
Gambar 4. 20 Grafik simpangan antar tingkat gedung A2 arah-Y metode Time History	121
Gambar 4. 21 Grafik Pengecekan P-Delta gedung A1-a metode Time History .	122
Gambar 4. 22 Grafik Pengecekan P-Delta gedung A2 metode Time History	122
Gambar 4. 23 Grafik rekapitulasi perpindahan struktur gedung A1-a arah-X ..	124
Gambar 4. 24 Grafik rekapitulasi perpindahan struktur gedung A2 arah-X	125
Gambar 4. 25 Grafik rekapitulasi perpindahan struktur gedung A1-a arah-Y ..	126
Gambar 4. 26 Grafik rekapitulasi perpindahan struktur gedung A2 arah-Y	127
Gambar 4. 27 Grafik Akselerogram gempa Sanriku dan Chuetsu.....	128

Gambar 4. 28 Posisi dilatasi pada gedung	129
Gambar 4. 29 Titik tinjau perpindahan kritis	130
Gambar 4. 30 Grafik perpindahan tiap detik gempa Sanriku (sebelah kiri gedung A1-a & sebelah kanan gedung A2)	132

DAFTAR PUSTAKA

- Anggen Wandrianto S. (2014). *Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik Time History Menggunakan ETABS (Studi Kasus: Hotel di Karanganyar)*, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. UNS-F.Teknik Jur. Teknik Sipil-I.1111094-2014: Surakarta.
- Applied Technology Council (ATC-40). (1996). “*Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*”. Volume 1, Redwood City, California
- Applied Technology Council (ATC-40). (1996). “*Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*”. Volume II, Redwood City, California
- Badan Standarisasi Nasional; SNI 1726-2019. (2019). “*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*”. Jakarta.
- Diredja, N. V., Pranata, Y. A., Simatupang, R. (2012). *Analisis Dinamik Riwayat Waktu Gedung Beton Bertulang Akibat Gempa Utama Dan Gempa Susulan*. Dinamika TEKNIK SIPIL, 70–77.
- Elnashai & Sarno. (2008). *Fundamental of Earthquake Engineering*. United Kingdom: A John Wiley & Sons, Ltd, Publication.
- Gilbert, dkk. (2023) *Performance Evaluation of High-rise Buildings with Respons Spectrum Analysis and Time History Analysis*. Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Volume 9 (No. 1), 84-95.
- Hutapea. (2009). *Analisis Hazard Gempa dan Usulan Ground Motion pada Batuan Dasar untuk Kota Jakarta*. Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil. ISSN 0853-2982, Vol. 16, No.3, Desember 2009, Pp. 121-131.
- Indarto, Himawan. (2005). *Buku Ajar Mekanika Getaran dan Rekayasa Gempa*. Semarang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
- Irsyam, M., Sengara, W., Aldiamar, F., Widiyantoro, S., Triyoso, W., (2010). *Ringkasan Hasil Sudi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010*. Tim Revisi Peta Gempa Indonesia, Bandung.

- Isneini, Mohd., Sebayang, Surya., Karima, FA. (2023). *Studi Perbandingan Analisis Linier Riwayat Waktu Akibat Pengaruh Gempa Rencana Dan Aktual*. Jurnal Kelitbangan, Volume 11 (No. 1), 15-22.
- Laila, Ayu Dilla, dkk. (2017). *Studi Perbandingan Analisis Respon Spektra dan Time History untuk Desain Gedung*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6 (No. 1), 33-38. DOI: 10.12962/j23373539.v6i1.21617.
- Patil, A.S., dan Kumbhar, P.D. (2013). *Time History Analysis Of Multistoried RCC Buildings For Different Seismic Intensities*. Int. J. Struct. & Civil Engg. Res. 2013 Vol. 2, No. 3, August (2013).
- Permen PU No. 29/PRT/M/2006. (2006). “*Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung*”. Menteri Pekerjaan Umum.
- Prawirodikromo, W., (2012). *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- SNI 1726:2019. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1727:2020. (2020). *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2847:2019. (2019). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sunardi, B., 2013. *Peta Deagregasi Hazard Gempa Wilayah Jawa dan Rekomendasi Ground Motion di Empat Daerah*. Yogyakarta: Thesis Universitas Islam Indonesia.
- Tim Pusgen. (2017). “*Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*”. Bandung: Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman, Balitbang Kementerian PUPR.
- Wiryadi, I.G., Giatmajaya, I.W. *Analisis Riwayat Waktu Perilaku Struktur Gedung SMA Negeri 9 Denpasar*. Jurnal Ilmiah Kurva Teknik Vol.10, No.2 (2021).

Wulandari, P. E. (2010). *Perilaku Struktur Komposit Bangunan Rumah Sakit Terhadap Respon Dinamik Analisa Riwayat Waktu (Time History) Non Linear*. Jakarta : Skripsi Universitas Indonesia.

Yudi, A., Bayzoni., Wirawan, N. B., Nadeak, R. (2019). *Analisis Perilaku Struktur Beton Dan Baja Dengan Metode Levelling Time History (Studi Kasus Gedung E Itera, Lampung, Indonesia)*. REKAYASA SIPIL, 173–183.