



**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER MENGGUNAKAN
METODE RESPON RIWAYAT WAKTU**

*PERFORMANCE ANALYSIS OF A LABORATORY BUILDING STRUCTURE OF
THE ENGINEERING FACULTY AT THE UNIVERSITY OF JEMBER USING
TIME HISTORY RESPONSE METHODE*

SKRIPSI

Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat guna mendapatkan gelar sarjana teknik Studi S1 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

Oleh :

BAGUS PRAKOSO

NIM 161910301122

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2021**

SKRIPSI

**“Analisis Kinerja Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Teknik
Universitas Jember Menggunakan Metode Respon Riwayat Waktu”**

*“Performance Analysis Of A Laboratory Building Structure Of The Engineering
Faculty At The University Of Jember Using Time History Response Methode”*

Oleh :

Bagus Prakoso

NIM. 161910301122

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Erno Widayanto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Analisis Kinerja Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Menggunakan Metode Respon Riwayat Waktu” atas nama Bagus Prakoso (161910301122) telah diuji dan disahkan pada :

Hari /Tanggal :

Tempat :

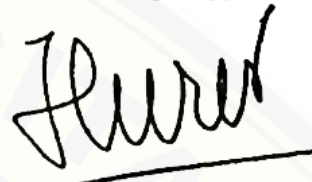
Dosen Pembimbing,

Pembimbing Utama



Erno Widayanto, S.T., M.T.
NIP. 197004191998031002

Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.
NIP. 196612281999031002

Dosen Penguji,

Penguji Utama



Dwi Nurtanto, S.T., M.T.
NIP. 197310151998021001

Penguji Anggota



Dr. Ir. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T.
NIP. 197010241998032001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP. 197008261997021001

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Bagus Prakoso

NIM : 161910301122

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang telah saya buat dengan judul **“Analisis Kinerja Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Menggunakan Metode Respon Riwayat Waktu”** adalah asli (orisinil), kecuali sumber kutipan yang telah diberikan penulis belum pernah dipublikasikan atau diterbitkan dimanapun dan dalam bentuk apapun dan bukan karya jiplakan. Penulis bertanggung jawab akan keabsahaan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan yang penulis berikan dengan sebenar-benarnya tanpa adanya paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 02 Juli 2020

Yang menyatakan,

Bagus Prakoso

NIM. 161910301122

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT Yang telah menciptakan alam semesta beserta isinya. Disini penulis mempersembahkan skripsinya kepada :

1. Allah SWT Yang telah memberikan kasih, rahmat serta kekuatan-Nya kepada penulis.
2. Kedua orang tua, yang selalu memberi semangat, motifasi dan dorongan kepada penulis.
3. Keluarga besar yang selalu mendukung dan mendorong penulis untuk selalu berkembang menjadi yang lebih baik.
4. Keluarga besar Biji Besi teknik sipil 2016, sebagai keluarga baru bagi penulis selama melakukan studi S1 di Universitas Jember.
5. Almamater, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang menjadi kebanggaan bagi penulis.
6. Seseorang yang pernah menyemangati dari jauh sehingga penulis mempunyai tujuan hidup yang terarah kedepannya.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah disebutkan diatas dan juga kepada semua pihak yang berarti bagi penulis dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis

Bagus Prakoso

NIM. 161910301122

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER MENGGUNAKAN
METODE RESPON RIWAYAT WAKTU**

Bagus Prakoso

Progam Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Universitas Jember

ABSTRAK

Gempa bumi adalah suatu bencana alam yang sulit untuk diprediksi. Gempa bumi terjadi secara singkat, tetapi berdampak sangat berbahaya. Terutama berbahaya terhadap bangunan bertingkat tinggi. Ketahanan bangunan akibat gempa bumi harus diimplementasikan terhadap desain bangunan. Analisis dinamik merupakan suatu cara untuk menentukan perilaku struktur dari bangunan. Dalam penelitian ini menggunakan metode respon riwayat waktu. Analisis struktur bangunan yang ditinjau dalam penelitian ini yaitu gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember. Penelitian ini bertujuan untuk memeriksa kinerja struktur yang terdiri dari gaya geser tingkat, perpindahan tingkat, dan simpangan antar tingkat ketika menerima beban gempa. Gempa bumi yang digunakan pada penelitian analisis respon riwayat waktu ini adalah gempa Imperial Valley, gempa Tasikmalaya, gempa Pandeglang Banten, dan gempa Sukabumi. Analisis respon riwayat waktu gempa Imperial Valley, gempa Tasikmalaya, gempa Pandeglang Banten, dan gempa Sukabumi menghasilkan level kinerja struktur yaitu *IO* (*Immediate Occupancy*) pada arah X dan arah Y.

Kata Kunci : Respon Riwayat Waktu; Gaya Geser Tingkat; Perpindahan Tingkat; Simpangan Antar Tingkat; Level Kinerja Struktur

**PERFORMANCE ANALYSIS OF A LABORATORY BUILDING
STRUCTURE OF THE ENGINEERING FACULTY AT THE UNIVERSITY
OF JEMBER USING TIME HISTORY RESPONSE METHODE**

Bagus Prakoso

S1 Civil Engineering Program, Faculty of Engineering, University of Jember

ABSTRACT

Earthquake is a natural disaster that is difficult to predict. The occurrence earthquake is relatively short, but the impact can be very dangerous. Especially dangerous against high rise building. Earthquake resistant of the building must be implemented in the design of the building. Dynamic analysis is a way to determine building structure behavior. In this study used time history method. Structure analysed of the building in this study was laboratory of engineering faculty at the University of Jember. In this study intended to examine the performance of the structure consist of story shear, story displacement, and story drift when receiving seismic load. Earthquakes that used to time history analysed in this study were Imperial Valley Earthquake, Tasikmalaya Earthquake, Pandeglang Banten Earthquake, and Sukabumi Earthquake. Time history of Imperial Valley earthquake, Tasikmalaya earthquake, Pandeglang Banten earthquake, and Sukabumi earthquake analysis produce Immediate Occupancy (IO) performance level in X direction and Y direction.

Keywords : *Time History; Story Shear; Story Displacement; Story Drift; Structure Performance Level*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Preliminary Design	5
2.2 Konsep Pembebanan	5
2.2.1 Beban Mati	5
2.2.2 Beban Hidup	6
2.2.3 Beban Angin	6
2.2.4 Beban Gempa	6
2.3 Kombinasi Pembebanan	7
2.4 Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan Dalam Pengaruh Gempa	7
2.5 Sistem Struktur	9
2.6 Level Kinerja Berbasis Struktur Menurut ATC-40	9
2.7 Respon Spektrum	12

2.8	Periode Alami Struktur	13
2.9	Simpangan Antar Lantai	15
2.10	Metode <i>Time History</i>	17
2.10.1	Pemodelan	18
2.10.2	Gerak Tanah dan Pembebanan Lainnya	18
2.10.3	Parameter Respon	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Umum	25
3.2	Pengumpulan Data	25
3.2.1	Data Shop Drawing Gedung Laboratorium Terpadu	25
3.2.2	Perhitungan Pembebanan	25
3.2.3	Analisa Respon Riwayat Waktu (<i>Time History</i>)	26
3.3	Studi Literatur	26
3.4	Alur Penelitian	26
3.5	Data Struktur Gedung	30
3.5.1	Tampak Bangunan	30
3.5.2	Denah Bangunan	31
3.5.3	Lokasi Penelitian	32
3.5.4	Detail Spesifikasi Bangunan	32
3.6	Data Gempa <i>Time History</i>	34
BAB IV PEMBAHASAN		36
4.1	Pemodelan 3D Progam Bantu Struktur	36
4.2	Konfigurasi Gedung	38
4.3	Spesifikasi Material	39
4.3.1	Mutu Beton	39
4.3.2	Mutu Baja Tulangan	40
4.3.3	Data Elemen Struktur	40
4.4	Pembebanan	41
4.4.1	Beban Mati	41

4.4.2	Beban Hidup	42
4.4.3	Perhitungan Beban Diluar Berat Sendiri (m ²).....	42
4.5	Validasi Pembebanan.....	42
4.6	Kombinasi Pembebanan	43
4.7	Pembatasan Waktu Getar	44
4.8	Kontrol Partisipasi Massa	45
4.9	Parameter Beban Gempa	46
4.10	Metode <i>Time History</i>	47
4.10.1	<i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	47
4.10.2	<i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya	52
4.10.3	<i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten.....	56
4.10.4	<i>Time History</i> Gempa Sukabumi	61
4.11	Batas Kinerja <i>Ultimate</i>	65
4.12	Level Kinerja Struktur	73
4.12.1	<i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	73
4.12.2	<i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya	74
4.12.3	<i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten	74
4.12.4	<i>Time History</i> Gempa Sukabumi	75
4.13	Rangkuman	77
4.13.1	Pembatasan Waktu Getar	77
4.13.2	Kinerja Batas Ultimit	77
4.13.3	Level Kinerja Struktur	81
BAB V	PENUTUP	83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	85

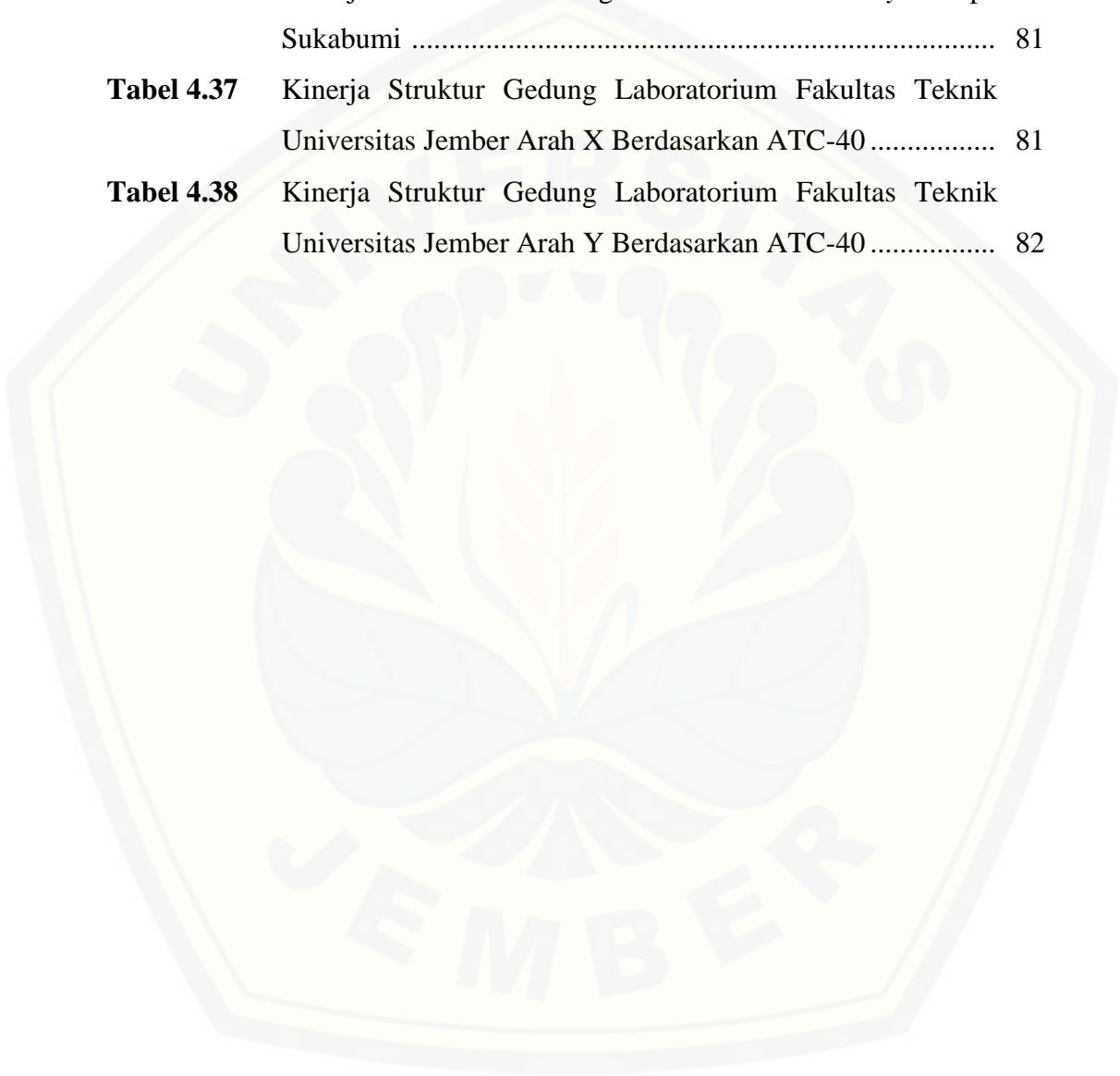
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beban Mati Pada Struktur	5
Tabel 2.2	Beban Hidup Merata Minimum	6
Tabel 2.3	Kategori Risiko Beban Gempa Bangunan Gedung dan Non Gedung	7
Tabel 2.4	Faktor Keutamaan Gempa	8
Tabel 2.5	Kategori Desain Seismic Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek.....	8
Tabel 2.6	Kategori Desain Seismic Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek	8
Tabel 2.7	<i>Deformation Limit</i> berbagai Kinerja ATC-40	10
Tabel 2.8	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	14
Tabel 2.9	Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung	14
Tabel 2.10	Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik	17
Tabel 2.11	Simpangan Antar Tingkat Izin, Δ	17
Tabel 4.1	Konfigurasi Gedung	38
Tabel 4.2	Mutu Beton yang Digunakan	39
Tabel 4.3	Data Pelat yang Digunakan	40
Tabel 4.4	Data Balok yang Digunakan	40
Tabel 4.5	Data Kolom yang Digunakan	41
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Beban Rencana	43
Tabel 4.7	Hasil Pembebanan Progam Bantu Struktur	43
Tabel 4.8	Perbandingan Waktu Getar	45
Tabel 4.9	Partisipasi Massa	45
Tabel 4.10	Gaya Geser Tingkat Terbesar Akibat Kombinasi Beban Maksimum untuk <i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	48
Tabel 4.11	<i>Story Displacement</i> dan Simpangan antar Tingkat (Δ) Terbesar Akibat Kombinasi Beban Maksimum dengan <i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	50

Tabel 4.12	Gaya Geser Tingkat Terbesar Akibat Kombinasi Beban Maksimum untuk <i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya	52
Tabel 4.13	<i>Story Displacement</i> dan Simpangan antar Tingkat (Δ) Terbesar Akibat Kombinasi Beban Maksimum dengan <i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya	54
Tabel 4.14	Gaya Geser Tingkat Terbesar Akibat Kombinasi Beban Maksimum untuk <i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten	57
Tabel 4.15	<i>Story Displacement</i> dan Simpangan antar Tingkat (Δ) Terbesar Akibat Kombinasi Beban Maksimum dengan <i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten	59
Tabel 4.16	Gaya Geser Tingkat Terbesar Akibat Kombinasi Beban Maksimum untuk <i>Time History</i> Gempa Sukabumi	61
Tabel 4.17	<i>Story Displacement</i> dan Simpangan antar Tingkat (Δ) Terbesar Akibat Kombinasi Beban Maksimum dengan <i>Time History</i> Gempa Sukabumi	63
Tabel 4.18	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	67
Tabel 4.19	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	67
Tabel 4.20	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya	68
Tabel 4.21	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya	69
Tabel 4.22	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten	69
Tabel 4.23	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y berdasarkan	

	Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten	70
Tabel 4.24	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Sukabumi	71
Tabel 4.25	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Sukabumi	71
Tabel 4.26	Kinerja Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Arah X Berdasarkan ATC-40	76
Tabel 4.27	Kinerja Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Arah Y Berdasarkan ATC-40	76
Tabel 4.28	Perbandingan Waktu Getar.....	78
Tabel 4.29	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	77
Tabel 4.30	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	78
Tabel 4.31	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya	78
Tabel 4.32	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya	79
Tabel 4.33	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten	79
Tabel 4.34	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten	80

Tabel 4.35	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Sukabumi	80
Tabel 4.36	Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y berdasarkan Kinerja Batas Ultimit dengan Beban <i>Time History</i> Gempa Sukabumi	81
Tabel 4.37	Kinerja Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Arah X Berdasarkan ATC-40	81
Tabel 4.38	Kinerja Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Arah Y Berdasarkan ATC-40	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Patahan Sesar Pulau Jawa.....	2
Gambar 2.1	Kurva Kapasitas	10
Gambar 2.2	Peta wilayah gempa di Indonesia Untuk S_s	13
Gambar 2.3	Peta wilayah gempa di Indonesia Untuk S_1	13
Gambar 2.4	Penentuan Simpangan Antar Tingkat	16
Gambar 3.1	Diagram Alir Pekerjaan Tugas Akhir	27
Gambar 3.2	Diagram Alir Pekerjaan Analisis <i>Time History</i>	28
Gambar 3.3	Sketsa Tampak Bangunan	30
Gambar 3.4	Denah Pembalokan Bangunan Tipikal It 1	31
Gambar 3.5	Denah Pembalokan Bangunan Tipikal It 2 – rooftop.....	31
Gambar 3.6	Peta Lokasi Penelitian	32
Gambar 3.7	Riwayat Waktu Gempa Imperial Valley	34
Gambar 3.8	Riwayat Waktu Gempa Tasikmalaya	34
Gambar 3.9	Riwayat Waktu Gempa Sukabumi	35
Gambar 3.10	Riwayat Waktu Gempa Pandeglang Banten	35
Gambar 4.1	Pemodelan 3D Progam Bantu Struktur	36
Gambar 4.2	Respon Spektrum	47
Gambar 4.3	<i>Time History</i> Imperial Valley Yang Sudah Dcocokkan Dengan Respon Spectrum Jember.....	47
Gambar 4.4	Gaya Geser Tingkat Terbesar akibat Kombinasi Beban Maksimum Untuk <i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	49
Gambar 4.5	<i>Story Displacement</i> Tingkat Terbesar akibat Kombinasi Beban Maksimum Untuk <i>Time History</i> Gempa Imperial Valley	50
Gambar 4.6	<i>Demand/Capacity Ratios</i> Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Akibat Beban <i>Time History</i> Imperial Valley	51

Gambar 4.7	<i>Time History</i> Tasikmalaya Yang Sudah Dicocokkan Dengan Respon Spectrum Jember.....	52
Gambar 4.8	Gaya Geser Tingkat Terbesar akibat Kombinasi Beban Maksimum Untuk <i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya	53
Gambar 4.9	<i>Story Displacement</i> Tingkat Terbesar akibat Kombinasi Beban Maksimum Untuk <i>Time History</i> Gempa Tasikmalaya.....	55
Gambar 4.10	<i>Demand/Capacity Ratios</i> Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Akibat Beban <i>Time History</i> Tasikmalaya	56
Gambar 4.11	<i>Time History</i> Pandeglang Banten Yang Sudah Dicocokkan Dengan Respon Spectrum Jember.....	56
Gambar 4.12	Gaya Geser Tingkat Terbesar akibat Kombinasi Beban Maksimum Untuk <i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten	58
Gambar 4.13	<i>Story Displacement</i> Tingkat Terbesar akibat Kombinasi Beban Maksimum Untuk <i>Time History</i> Gempa Pandeglang Banten.....	59
Gambar 4.14	<i>Demand/Capacity Ratios</i> Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Akibat Beban <i>Time History</i> Pandeglang Banten	60
Gambar 4.15	<i>Time History</i> Sukabumi Yang Sudah Dicocokkan Dengan Respon Spectrum Jember	61
Gambar 4.16	Gaya Geser Tingkat Terbesar akibat Kombinasi Beban Maksimum Untuk <i>Time History</i> Gempa Sukabumi	62
Gambar 4.17	<i>Story Displacement</i> Tingkat Terbesar akibat Kombinasi Beban Maksimum Untuk <i>Time History</i> Gempa Sukabumi....	64
Gambar 4.18	<i>Demand/Capacity Ratios</i> Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember Akibat Beban <i>Time History</i> Sukabumi.....	65

Gambar 4.19 Kontrol Kondisi Batas Kinerja *Ultimate* Arah X 72

Gambar 4.20 Kontrol Kondisi Batas Kinerja *Ultimate* Arah Y 73



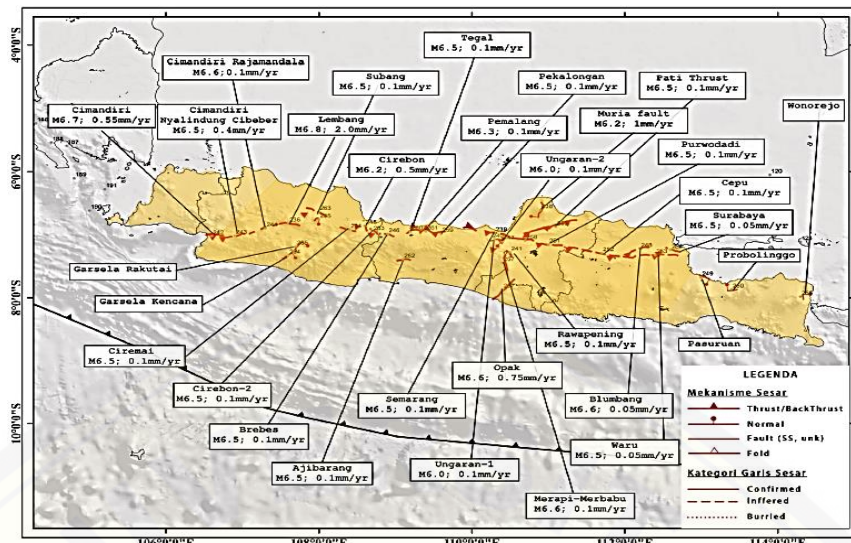
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia terletak dipertemuan 3 lempeng besar bumi. Posisi ini membuat Indonesia rawan akan gempa bumi. Gempa bumi merupakan getaran yang terjadi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik yang terjadi di permukaan bumi. Di Indonesia terdapat beberapa daerah yang pernah mengalami gempa yaitu Banten, Sukabumi, dan Tasikmalaya. Banten mengalami gempa berkekuatan 6,9 magnitudo tepatnya pada tanggal 02 Agustus 2019 dan gempa berkekuatan 6,1 magnitudo pada tanggal 23 Januari 2018. Sukabumi mengalami gempa berkekuatan 5,0 magnitudo pada 30 Maret 2020. Tasikmalaya mengalami gempa berkekuatan 6,6 magnitudo pada 15 Desember 2017.

Gempa bumi El Centro 1940 (atau gempa bumi Imperial Valley 1940) terjadi pada 21:35 Waktu Standar Pasifik pada 18 Mei (05:35 UTC pada 19 Mei) di Lembah Kekaisaran di tenggara California Selatan di dekat perbatasan internasional Amerika Serikat dan Meksiko. Gempa tersebut berkekuatan 7,1 magnitudo. (Wikipedia, El Centro Earthquake). Gempa El Centro tersebut adalah salah satu gempa terdahsyat pertama yang terjadi di bumi ini, sehingga hal inilah yang membuat gempa El Centro menjadi pedoman pertama dalam perancangan bangunan tahan gempa dengan konfigurasi gelombang yang variatif.



Gambar 1.1 Peta Patahan Sesar Pulau Jawa

Kabupaten Jember terletak di provinsi Jawa Timur, lebih tepatnya Kabupaten Jember berada pada posisi 7059'6" sampai 8033'56" Lintang Selatan dan 113016'28" sampai 114003'42" Bujur Timur. Tidak terdapat patahan yang melewati Kabupaten Jember, namun terdapat patahan di Kota Probolinggo yaitu patahan Kendeng yang berjarak kurang lebih 100 Km dari Kabupaten Jember (Badan Penanggulangan Bencana Kabupaten Probolinggo, 2012). Dengan demikian Kabupaten Jember bisa kapanpun terkena gempa bumi. Dampak dari gempa bumi tersebut mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan. Salah satunya yaitu gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember yang saat ini masih dalam proses pembangunan. Untuk menanggulangi kerusakan yang akan terjadi akibat gempa maka gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember akan dianalisis ulang dengan respon riwayat waktu (*time history analysis*).

Dewasa ini risiko gempa semakin meningkat, maka dari itu desain bangunan tahan gempa menjadi suatu hal wajib untuk diterapkan dalam perancangan suatu bangunan. *Performance Based Seismic Design (PBSD)* merupakan suatu metode yang dalam perencanaan struktur bangunan direncanakan beberapa tingkat kinerja (*Performance Level*). Tingkat kinerja struktur (*performance level*) salah satunya yang dimuat dalam Applied Technology Council (ATC) – 40 dan sebagai acuan

yang dipakai dalam perencanaan tingkat kinerja struktur (Rezky Rendra, 2015).

Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember terdiri dari beton konvensional dan merupakan salah satu dalam proyek pembangunan yang ada di Universitas Jember. Salah satu cara untuk mengurangi resiko kerusakan struktur yang signifikan akibat gempa, diperlukan perencanaan bangunan tahan gempa dan analisis lebih jauh untuk mengukur kinerja model struktur bangunan gedung di bawah beban gempa dalam kondisi pasca elastik. Evaluasi kinerja struktur yang dalam perencanaannya mengacu pada SNI 03-1727-2013 dan Peta Gempa 2018. Dengan demikian penulis melakukan analisis gempa terhadap gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember guna membantu atau memberikan masukan dari pihak akademik.

Analisis dinamis adalah metode analisis yang bertujuan untuk merancang struktur tahan gempa yang dilakukan dalam perancangan tersebut diperlukan evaluasi lebih akurat dari gaya-gaya gempa yang bekerja pada struktur itu sendiri, serta untuk mengetahui perilaku dari struktur akibat pengaruh gaya gempa. Pada struktur bangunan tingkat tinggi atau struktur bangunan dengan konfigurasi yang tidak beraturan, analisis dinamis dapat dilakukan dengan cara elastis maupun inelastic. cara elastis di perencanaan struktur gedung yaitu Analisis Ragam Riwayat Waktu (*Time History Modal Analysis*).

Analisis Ragam Riwayat Waktu (*Time History Modal Analysis*) sangat cocok digunakan untuk analisis struktur yang tidak beraturan terhadap pengaruh gempa rencana. Mengingat gerakan tanah akibat gempa di suatu lokasi sulit diperkirakan dengan tepat, maka sebagai input gempa dapat didekati dengan gerakan tanah yang disimulasikan. Dalam analisis ini digunakan hasil rekaman akselerogram gempa sebagai input data percepatan gerakan tanah akibat gempa. Analisis Gempa Dinamik *Time History* dengan program bantu struktur. (<http://referensiprojek.blogspot.com>, 2012)

Dengan analisis tersebut akan dapat diketahui apakah gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember dapat menahan beban gempa.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah adalah bagaimana kinerja struktur gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember jika dianalisa menggunakan metode respon riwayat waktu?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja struktur gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember akibat beban dinamis menggunakan metode respon riwayat waktu.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menambah pemahaman tentang analisis ragam riwayat waktu (*time history*),
2. Menambah pengetahuan mengenai evaluasi struktur bangunan akibat penambahan beban gempa.
3. Menambah pengetahuan tentang ilmu teknik sipil bagi pembaca,
4. Sebagai bahan referensi terhadap penelitian yang sejenis, dan
5. Sebagai bahan pertimbangan atau nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Struktur bangunan yang digunakan pada pengerjaan skripsi ini adalah struktur beton.
2. Bangunan yang ditinjau pada skripsi ini adalah bangunan laboratorium dengan 6 lantai.
3. Perencanaan ketahanan gempa mengacu pada SNI 1726-2019.
4. Membahas tentang kinerja struktur gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember akibat adanya penambahan gaya gempa.
5. Tidak meninjau aspek ekonomis dan keindahan gedung.

BAB 2.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Preliminary Design

Preliminary design adalah design awal yang bertujuan untuk menentukan mutu, material, serta dimensi struktur bangunan yang mengacu pada *engineering judgement*. Spesifikasi yang telah ditentukan pada preliminary design nantinya tidak diterapkan pada lapangan, melainkan akan digunakan pada pemodelan yang ditentukan dalam software untuk diuji dengan memasukkan pembebanan yang sesuai dengan SNI-1727-2019.

2.2. Konsep Pembebanan

Pembebanan adalah beban yang bekerja pada suatu struktur gedung. Pada dasarnya struktur gedung bertingkat tinggi harus kuat menahan beban yang bekerja pada strukturnya. Dengan demikian kita harus mengetahui macam-macam beban yang bekerja pada struktur gedung yang akan kita rencanakan itu sendiri. Struktur gedung harus direncanakan sesuai pembebanannya sebagai berikut :

2.2.1. Beban Mati (*Dead Load* / DL)

Beban mati merupakan beban dengan besar yang konstan dan berada pada satu tempat setiap waktu. Seperti berat sendiri struktur dan beban lainnya yang melekat permanen seperti lantai, dinding, atap, plafon, dan struktural lainnya.

Tabel 2.1 Beban Mati Pada Struktur

Beban Mati	Besar Beban
Beton Bertulang	2400 Kg/m ³
Pasir	1600 Kg/m ³
Adukan Finishing Lantai	21 Kg/m ²
Penutup Lanai (Keramik)	24 Kg/m ²
Pasangan Dinding ½ Bata	250 Kg/m ²
Dinding partisi (Kaca)	10 Kg/m ²
Plafond	11 Kg/m ²
Penggantung	7 Kg/m ²

Sanitasi	20 Kg/m ²
Plumbing	20 Kg/m ²
Mekanikal/Elektrikal	20 Kg/m ²
Koefisien Reduksi Beban Mati	0,9 Kg/m ²

(Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983)

2.2.2. Beban Hidup (*Life Load / LL*)

Merupakan beban yang tidak menetap pada struktur bangunan yang mana beban tersebut dapat dipindahkan sewaktu-waktu. Seperti beban-beban dihasilkan oleh aksesoris seperti meja, kursi, dan lain sebagainya yang termasuk bagian dari gedung yang sewaktu-waktu bisa dipindahkan, serta manusia juga termasuk beban hidup. Beban hidup berpengaruh pada perubahan pada pembebanan struktur gedung nantinya. (SNI-1727-2013).

Tabel 2.2 Beban Hidup Merata Minimum

Hunian atau Penggunaan	Merata psf (KN/m ²)
Gedung Perkantoran :	
Ruang arsip dan computer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian	
Lobi dan koridor lantai pertama	100 (4,79)
Kantor	50 (2,40)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)

(Sumber: SNI-1727-2013)

2.2.3. Beban Angin

Merupakan beban yang arah kerjanya tegak lurus dengan struktur gedung. Beban angin bergantung pada lokasi dan ketinggian dari struktur itu sendiri. Besarnya beban angin diatur pada PPIUG 1983 pasal 4.2. dimana :

1. Tekanan hembus angin diambil sebesar 25 kg/m² pada bangunan jauh dari pantai.
2. Tekanan hembus angin di sekitar laut sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 kg/m².

2.2.4. Beban Gempa (*Earthquake Load / EL*)

Merupakan beban akibat getaran gempa bumi yang bekerja sesuai datangnya

arah gempa pada gedung atau bagian gedung yang bergerak. Akibat beban gempa, struktur gedung ditentukan berdasarkan analisis dinamik. Dapat juga diartikan dengan gaya-gaya yang bekerja didalam struktur yang diakibatkan oleh gempa bumi. (Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983).

2.3. Kombinasi Pembebanan

Struktur beton diwajibkan sanggup menahan semua beban kombinasi yang berlaku menurut peraturan SNI 1727-2019, maka digunakan kombinasi pembebanan sebagai berikut :

1. $1,4 D$ (2.1)
2. $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$ (2.2)
3. $1,2 D + 1,6 Lr + (L \text{ atau } 0,5 W)$ (2.3)
4. $1,2 D + 1,6 R + (L \text{ atau } 0,5 W)$ (2.4)
5. $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$ (2.5)
6. $1,2 D + 1,0 E + L$ (2.6)
7. $0,9 D + 1,0 (E \text{ atau } W)$ (2.6)

2.4. Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan Dalam Pengaruh Gempa

Untuk berbagai risiko pengaruh gempa terhadap struktur bangunan gedung dan non gedung harus dikalikan I_e (faktor keutamaan). Berdasarkan SNI 1726-2019 perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung adalah seperti pada tabel berikut :

Table 2.3 Kategori Risiko Beban Gempa Bangunan Gedung dan Non Gedung

Jenis pemanfaatan	Kategori Risiko
- Perumahan	II
- Rumah toko dan Rumah kantor	
- Pasar	
- Gedung perkantoran	
- Gedung apartemen/ Rumah susun	

- Pusat perbelanjaan/ mall
- Bangunan industri
- Fasilitas manufaktur
- Pabrik

(Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa SNI 1726-2019)

Table 2.4 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

(Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa SNI 1726-2019)

Table 2.5 Kategori Desain Seismic Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek

Nilai S_{DS}	kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 < S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 < S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 < S_{DS}$	D	D

(Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa SNI 1726-2019)

Table 2.6 Kategori Desain Seismic Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek

Nilai S_{D1}	kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 < S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 < S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 < S_{D1}$	D	D

(Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa SNI 1726-2019)

2.5. Sistem Struktur

Sistem struktur suatu gedung adalah sistem yang dibentuk oleh komponen struktur gedung, berupa balok, kolom, pelat, dan dinding geser yang disusun sedemikian rupa hingga masing-masing sistem mempunyai peran yang berbeda untuk menahan beban-beban.

Rangka Pemikul Momen (RPM)

Ada 3 jenis RPM menurut SNI-03-1726-2019, yaitu :

SRPMB : Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa

SRPMM: sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

SRPMK : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

SRPMB tidak perlu pendetailan khusus, semua komponennya harus memenuhi pasal 3 sampai 20 SNI-03-2847-2019 dan hanya dipakai untuk wilayah gempa 1 dan 2

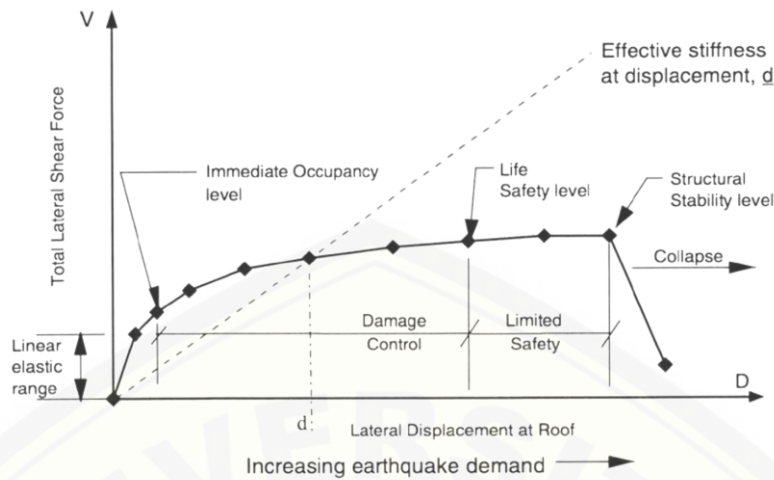
SRPMM harus memenuhi persyaratan pendetailan pada SNI-3-2847-2019 pasal 23.8 dan pasal sebelumnya yang masih relevan dan dipakai untuk SRPM yang berada pada wilayah gempa 3 dan gempa gempa 4.

SRPMK harus dipakai pada wilayah gempa 5 dan 6 dan harus memenuhi persyaratan pada pasal 23.2 dan 23.7 dan pasal sebelumnya yang masih relevan pada SNI-03-2847-2019.

Sistem struktur yang diterapkan pada gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMK).

2.6. Level Kinerja Berbasis Struktur Menurut ATC-40

Dalam merancang bangunan tahan gempa berbasis kinerja baik untuk bangunan baru maupun untuk perkuatan bangunan yang sudah ada, diperlukannya pemahaman terhadap aspek resiko keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan resiko kerugian finansial yang timbul akibat beban gempa (*economic loss*).



Gambar 2.1 Kurva Kapasitas

(Sumber : ATC 40,1996)

Pada ATC 40 (1996) ditetapkan bahwa struktur yang mengalami deformasi lateral diperiksa sesuai dengan nilai total simpangan maksimum dan nilai inelastis simpangan maksimum yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kinerja dari struktur yang disajikan pada Tabel 2.7.

Table 2.7 *Deformation Limit* berbagai Kinerja ATC 40

<i>Interstory drift limit</i>	<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Damage Control</i>	<i>Life Safety</i>	<i>Structural Stability</i>
<i>Maximum Total Roof Displ. Ratio (X_{max}/H)</i>	0,01	0,01 - 0,02	0,02	0,33
<i>Maximum Inelastic Drift</i>	0,005	0,005 - 0,015	<i>No. Limit</i>	<i>No.Limit</i>

(Sumber : Applied Technology Council, Seismic Evaluation Retrofit Of Concrete Buildings, Report ATC-40 (Redwood City:ATC,1996), Table 8-4,p.8-19)

Simpangan total maksimum merupakan simpangan antar tingkat pada perpindahan di titik kinerja. Sedangkan simpangan inelastis maksimum didefinisikan sebagai perbandingan antara simpangan total maksimum terhadap

titik leleh efektif dari struktur. Nilai besaran simpangan total maksimum dan simpangan inelastis maksimum struktur dihitung berdasarkan Persamaan sebagai berikut:

$$\text{Simpangan total maksimum} = \frac{Dt}{H_{\text{tot}}} \quad (2.7)$$

$$\text{Simpangan inelastic maksimum} = \frac{Dt-D1}{H_{\text{tot}}} \quad (2.8)$$

Dengan:

Dt = Perpindahan maksimum struktur (m)

$D1$ = Perpindahan pada kondisi leleh pertama (m)

H_{tot} = Tinggi total struktur (m)

Penjelasan masing-masing level kinerja struktur yang terdapat dalam dokumen ATC-40 adalah sebagai berikut:

a) *Immediate Occupancy (IO)*

Struktur bangunan masih aman. Risiko korban jiwa tidak terlalu berarti, karena pada struktur gedung tidak terjadi suatu kerusakan yang fatal sehingga gedung tersebut dapat segera difungsikan kembali.

b) *Damage Control (DC)*

Struktur bangunan termasuk dalam pasca gempa. Risiko korban jiwa akibat hal ini sangat rendah. Struktur bangunan sudah rusak, namun tidak terjadi keruntuhan.

c) *Life Safety (LS)*

Struktur bangunan sudah diambang keruntuhan akibat beban gempa yang menyebabkan pelelehan pertama, namun struktur bangunan masih tetap berdiri. Kerusakan tingkat kecil sampai kerusakan tingkat sedang pada struktur bangunan yang terjadi pada kondisi ini. Kekakuan pada struktur bangunan berkurang, akan tetapi masih mempunyai ambang yang cukup besar terhadap keruntuhan. Risiko korban jiwa sangat rendah.

d) *Limited Safety*

Limited Safety bukan merupakan level spesifik, tetapi merupakan jarak antara *Life Safety* dan *Structural Stability*.

e) *Structural Stability*

Structural Stability termasuk dalam kategori ini adalah struktur bangunan yang dalam pasca gempa, gedung diambang batas runtuh total.

f) *Not Considered*

Not Considered bukan merupakan tingkat kinerja, tetapi khusus untuk situasi situasi dimana hanya untuk evaluasi seismik nonstruktural atau *retrofit*.

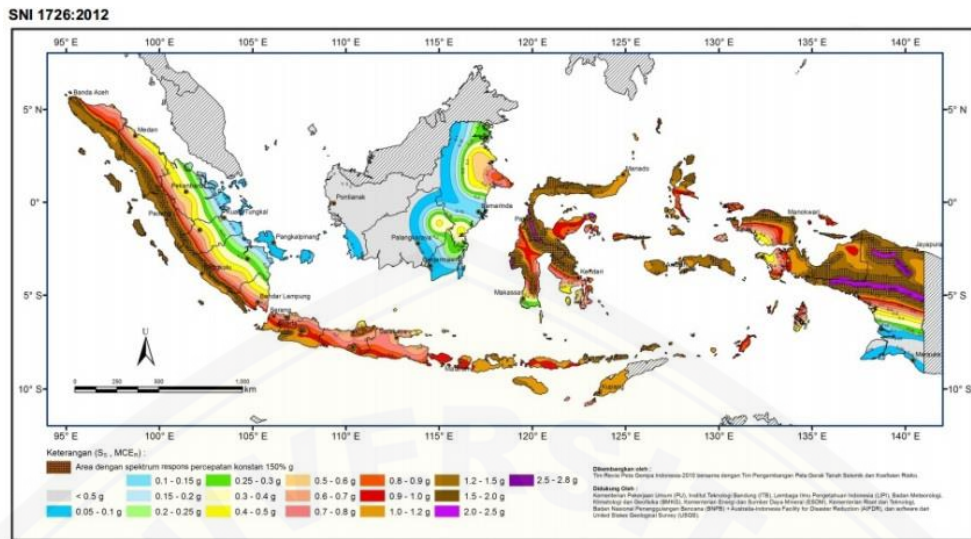
2.7. Respon Spektrum

Menurut SNI 1726-2019 dengan adanya data-data yang tersedia, respon spektra harus dibuat terlebih dahulu. Data-data yang dibutuhkan dan prosedur untuk pembuatan respons spektra adalah sebagai berikut:

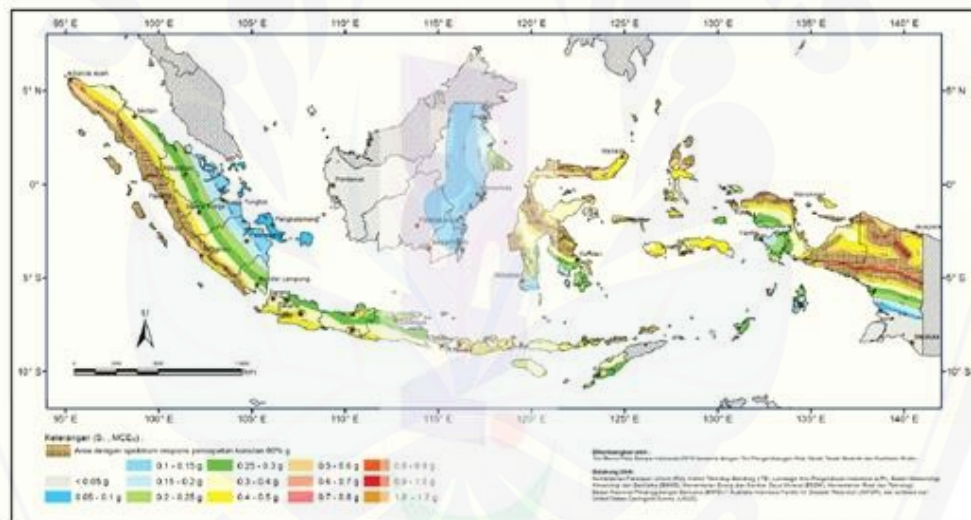
1. Parameter SS (percepatan batuan dasar batuan pada periode pendek) dan S1 (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) dalam peta gerak tanah seismik seperti gambar 2.2 dan gambar 2.3 harus ditetapkan dari respon spectra percepatan 0,2 dan 1 detik.
2. Parameter kelas situs diklasifikasikan sebagai kelas situs SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras sangat padat dan batuan lunak), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak), dan SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisa respon spesifik).
3. Faktor amplifikasi seismic untuk MCER sebagai penentuan respon spectra percepatan gempa di permukaan tanah yaitu pada periode 0,2 detik dan 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (F_v). Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek (SMS) dan periode 1 detik (SM1) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs harus ditentukan berdasarkan persamaan berikut ini:

$$SMS = F_a SS \quad (2.9)$$

$$SM1 = F_v SI \quad (2.10)$$



Gambar 2.2 SS, Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER).



Gambar 2.3 S1, Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER).

2.8. Periode Alami Struktur

Menurut SNI 1726-2019 pendekatan periode fundamental (T_a) dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$T_a = C_t (h_n)^x \tag{2.11}$$

Dimana h_n adalah ketinggian struktur (dalam m) diatas dasar sampai ketinggian struktur dan koefisien C_t dan x ditentukan dari Tabel 2.8.

Table 2.8 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x

Tipe Struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang diisyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik :		
• Rangka Baja Pemikul Momen	0,0724	0,8
• Rangka Beton Pemikul Momen	0,0466	0,9
Rangka Baja Dengan Bresing Eksentris	0,0731	0,75
Rangka Baja Dengan Bresing Terkekang Terhadap Tekuk	0,0731	0,75
Semua Sistem Struktur Lainnya	0,0488	0,75

(Sumber : SNI 1726-2019)

Periode fundamental (T) tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u). Koefisien C_u ditentukan dari Tabel 2.10.

$$T < C_u T_a \quad (2.12)$$

Periode yang digunakan:

- Jika T yang lebih akurat tidak dimiliki (dari analisis komputer), digunakan $T = T_a$
- Jika T yang lebih akurat dari analisis komputer dimiliki, maka:
 - Jika $T_c > C_u T_a$, digunakan $T = C_u T_a$
 - Jika $T_a < T_c < C_u T_a$, digunakan $T = T_c$

Jika $T_c < T_a$, digunakan $T = T_a$

Table 2.9 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung

Parameter Percepatan Respon Spectral Desain Pada 1 Detik, S_{D1}	Koefisien, C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

(Sumber : SNI 1726-2019)

2.9. Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726-2019, kondisi kinerja batas ultimit hanya ada pada simpangan antar lantai saja. Kinerja batas ultimit struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar lantai / tingkat maksimum struktur gedung akibat gempa rencana dengan kondisi struktur gedung diambang keruntuhan, yang bertujuan untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa. Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Defleksi pusat massa di tingkat x (δ_x) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e}$$

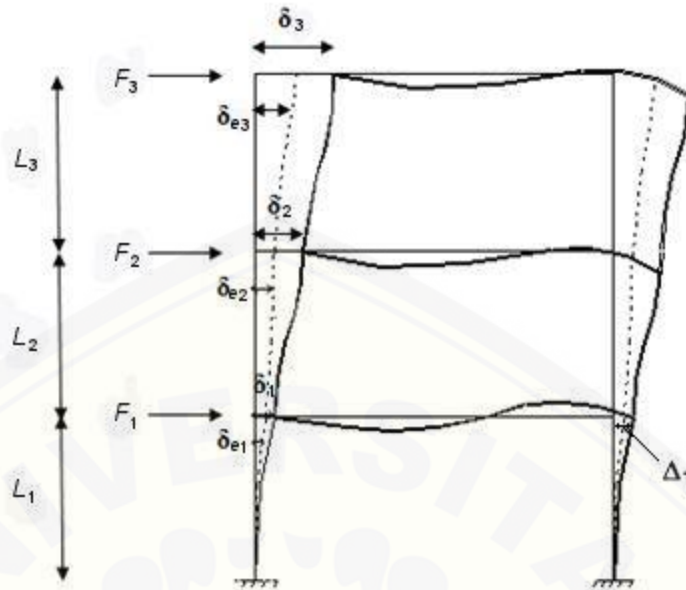
dengan :

C_d = factor pembesaran defleksi

δ_{xe} = defleksi pada lokasi yang disyaratkan dalam 0 yang ditentukan dengan analisis elastic

I_e = factor keutamaan

Penentuan simpangan antar tingkat (Δ) harus dihitung berdasarkan pusat massa pada bagian atas dan bawah tingkat yang ditinjau (lihat gambar 2.4). Apabila design tegangan izin digunakan, Δ harus dihitung menggunakan gaya seismik desain yang ditetapkan dalam 0 tanpa reduksi untuk desain tegangan izin.



Gambar 2.4 Penentuan Simpangan Antar Tingkat

F_3 = gaya gempa desain tingkat kekuatan

δ_{e3} = perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan

δ_3 = $C_d \delta_{e3} / I_e$ = perpindahan yang diperbesar

Δ_3 = $(\delta_{e3} - \delta_{e2}) C_d / I_e \leq \Delta_a / 20$

F_2 = gaya gempa desain tingkat kekuatan

δ_{e2} = perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan

δ_2 = $C_d \delta_{e2} / I_e$ = perpindahan yang diperbesar

Δ_2 = $(\delta_{e2} - \delta_{e1}) C_d / I_e \leq \Delta_a$

F_1 = gaya gempa desain tingkat kekuatan

δ_{e1} = perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan

δ_1 = $C_d \delta_{e1} / I_e$ = perpindahan yang diperbesar

Δ_1 = $\delta_1 C_d / I_e \leq \Delta_a$

Simpangan antar lantai desain (Δ), tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat izin (Δ_a) yang ditentukan pada Tabel 2.12.

Table 2.10 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik

Sistem Pemikul Gaya Seismik	Koefisien Modifikasi Respons, R	Faktor Kuat Lebih Sistem C_d	Faktor Pembesaran Defleksi Ω_0
1. Rangka Baja Pemikul Momen Khusus	8	3	$5\frac{1}{2}$
2. Rangka Batang Baja Pemikul Momen Khusus	7	3	$5\frac{1}{2}$
3. Rangka Baja Pemikul Momen Menengah	$4\frac{1}{2}$	3	4
4. Rangka Baja Pemikul Momen Biasa	$3\frac{1}{2}$	3	3
5. Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Khusus	8	3	$5\frac{1}{2}$

(Sumber : SNI 1726-2019)

Table 2.11 Simpangan Antar Tingkat Izin, Δ

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, Selain Dari Struktur Dinding Geser Batu Bata, 4 Tingkat Atau Kurang Dengan Dinding Interior, Partisi, Langit-Langit Dan Sistem Dinding Eksterior Yang Telah Didesain Untuk Mengakomodasi Simpangan Antar Tingkat	$0,025hsx$	$0,020hsx$	$0,015hsx$
Struktur Dinding Geser Kantilever Batu Bata	$0,010hsx$	$0,010hsx$	$0,010hsx$
Struktur Dinding Geser Batu Bata Lainnya	$0,007hsx$	$0,007hsx$	$0,007hsx$
Semua Struktur Lainnya	$0,020hsx$	$0,015hsx$	$0,010hsx$

(Sumber : SNI 1726-2019)

2.10. Metode *Time Histroy*

Analisis respons riwayat waktu adalah cara menganalisis struktur dinamis, di mana model matematis struktur dikenakan pada riwayat waktu gempa bumi yang tercatat terhadap respons riwayat waktu struktur yang ditentukan. berdasarkan SNI 1726 2019 pasal 11.1.1. Analisis tersebut harus terdiri dari analisis model matematis suatu struktur yang langsung menghitung perilaku histeris elemen-elemen struktur terhadap kumpulan riwayat waktu dengan spectrum respon desain untuk situs yang ditinjau.

Persyaratan analisa dengan menggunakan metode riwayat waktu (*time history*) berdasarkan SNI 1726-2019 adalah sebagai berikut :

2.10.1 Pemodelan

Model matematika struktur yang dibangun mewakili distribusi spasial massa struktur secara keseluruhan. Perilaku histeresis elemen struktural harus dimodelkan konsisten dengan data uji laboratorium yang sesuai. Kekuatan elemen struktural harus didasarkan pada kekuatan yang direncanakan dengan lebih banyak perhatian kuat material, penguatan regangan, dan degradasi kekuatan histeresis. Sifat linier yang konsisten berdasarkan SNI 1726-2019 diizinkan untuk digunakan pada elemen struktur berdasarkan analisis yang tersisa dalam rentang respons linear. Struktur harus diasumsikan terjepit dengan sempurna pada dasar atau sebagai alternatif lain, diizinkan untuk menggunakan asumsi realistis yang memperhatikan karakteristik kekakuan dan kapasitas dukung fondasi yang konsisten dengan data tanah spesifik situs dan prinsip mekanika teknis yang rasional.

2.10.2 Gerak Tanah dan Pembebanan Lainnya

Gerak tanah menurut persyaratan berdasarkan SNI 1726-2019 Struktur harus dianalisis terhadap pengaruh gerakan tanah ini secara bersamaan dengan pengaruh beban mati dikombinasikan dengan setidaknya 25 persen dari beban hidup yang diisyaratkan.

2.10.3 Parameter Respon

Setiap gerakan tanah yang dianalisis, parameter respons individual yang terdiri dari nilai maksimum gaya elemen individual, Q_{EI} , deformasi inelastik elemen, Ψ_i , dan simpangan antar lantai Δ_i , ditentukan pada setiap lantai, di mana penamaan untuk setiap gerak tanah yang dipertimbangkan adalah i .

Jika digunakan setidaknya tujuh gerakan tanah dalam analisis, nilai-nilai desain untuk gaya gaya elemen, Q_E , deformasi inelastik elemen, Ψ dan simpangan antar lantai, Δ diizinkan untuk diambil sebagai rerata nilai dari nilai-nilai Q_{EI} , Ψ_i , dan Δ_i yang diperoleh dari dilakukannya analisis. jika jumlah gerakan tanah yang

digunakan dalam analisis kurang dari tujuh, nilai desain untuk gaya elemen, Q_E , deformasi inelastik elemen, Ψ dan simpangan antar lantai, Δ harus diambil sebagai nilai maksimum dari nilai-nilai Q_{EI} , Ψ_i , dan Δ_i yang diperoleh dari dilakukannya analisis. Berikut aturan parameter respon lainnya berdasarkan SNI 1726-2019 adalah sebagai berikut :

1. Kuat Elemen Struktur

Kecukupan kekuatan elemen struktural untuk memikul kombinasi beban dalam tidak perlu dievaluasi kecuali diperlukannya peninjauan dampak beban gempa dengan faktor yang lebih kuat, sehingga nilai maksimum $\Omega_0 Q_E$ diganti dengan Q_{EI} yang didapat dari analisis.

2. Deformasi Elemen

Mampunya sambungan dan elemen individu untuk menahan nilai deformasi desain, Ψ_i , maka harus dilakukannya uji data laboratorium untuk elemen yang serupa. Beban gravitasi dan beban lainnya berpengaruh terhadap kapasitas deformasi elemen yang mana harus tidak boleh melebihi 2/3 nilai deformasi yang nantinya menyebabkan hilangnya kemampuan struktur yang berfungsi untuk menahan beban gravitasi atau yang menyebabkan penurunan kekuatan elemen struktur hingga kurang dari 67 persen dari nilai puncaknya.

3. Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai, Δ_i , yang didapat dari analisis tidak boleh melebihi 125 persen batasan simpangan antar lantai yang disyaratkan dalam SNI 1726-2019.

4. Catatan Rekaman Gempa

Data percepatan tanah permukaan (PGA) yang berupa akselelogram. Akselelogram yaitu suatu grafik yang isinya terdapat perbandingan antara percepatan tanah permukaan (PGA) terhadap waktu saat terjadinya gempa. Data yang berupa akselelogram ini nantinya akan digunakan sebagai parameter gempa masukan untuk analisis struktur atau suatu perancangan.

2.11. Manual Etabs

Beberapa tahapan yang dapat dilakukan untuk menghitung analisa struktur dengan program bantu struktur, seperti berikut:

1. Memilih unit satuan yang nantinya digunakan dalam perhitungan, unit satuan yang digunakan adalah satuan KNm.
2. Memilih *new model*, kemudian memilih *grid only*, input ukuran dari panjang, lebar, dan tinggi sesuai dengan data dari struktur bangunan.
3. Mendefinisikan suatu material dari struktur bangunan yang digunakan melalui menu *define*, kemudian memilih material, dan memasukkan spesifikasi material bias itu baja maupun beton yang digunakan.
4. Mendefinisikan suatu penampang balok dan kolom pada menu *define*, kemudian memilih *section properties*, setelah itu *frame sections*. Memasukkan dimensi kolom maupun balok sesuai dengan data yang ada.
5. Mendefinisikan penampang pelat lantai melalui menu *define*, kemudian memilih *section properties*, setelah itu *area sections*. Masukkan dimensi sesuai dengan data yang ada.
6. Melakukan penggambaran balok dan kolom dengan menggunakan perintah *draw frame/cable element*, setelah itu melakukan penggambaran plat lantai dengan menggunakan perintah *draw poly area*. Penggambaran disesuaikan dengan gambar rencana.
7. Memperhitungkan sambungan join pada kolom dan balok agar tidak terjadi overlap karena *frame* balok dan kolom berupa garis, sehingga memilih semua kolom dan balok, setelah itu memilih menu *assign*, memilih *frame*, dan memilih *end (length) offsets*, memilih *automatic from connectivity*, dan memberi nilai 1 pada *rigid zone factor*.
8. Mendefinisikan pelat lantai sebagai diafragma dengan memilih semua join pada tingkatan yang sama, kemudian memilih menu *assign*, setelah itu memilih *joint*, dan memilih *constraints*.
9. Menentukan jenis penjepitan fondasi dengan memilih menu *assign*, memilih *joint*, setelah itu memilih *restraint*, akan tetapi sebelumnya memilih terlebih dahulu tumpuan yang akan ditempati oleh fondasi.

10. Mendefinisikan pembebanan dengan memilih menu *define*, memilih *load patterns*, kemudian memasukkan beban mati (DL), beban hidup (LL) dan beban gempa untuk menganalisis *time history*.
11. Beban gempa *time history*, dimasukkan dengan memilih menu *define*, memilih *functions*, setelah itu memilih *time history*, memilih rekaman percepatan gempa (akselelogram) untuk digunakan dalam perhitungan nantinya. Dalam hal ini terdapat 4 rekaman percepatan gempa yang digunakan yaitu imperialvalley, Sukabumi, Pandeglang dan Tasikmalaya.
12. Fungsi rekaman percepatan gempa tersebut dibuuh kedalam pembebanan pada struktur, dengan memilih menu *define*, memilih *load case*, memasukkan faktor skala dengan $I_e / R \times 9,81 \text{ m/s}^2$. Atau nilai g sebesar 9810 mm/s^2 .
13. Mendefinisikan kombinasi pembebanan dengan memilih menu *define*, memilih *load combinations*, setelah itu memasukkan load combination sesuai data.
14. Mendefinisikan beban-beban yang terjadi pada area dengan memilih menu *assign*, memilih *area loads*, memasukkan beban mati dan beban hidup sesuai dengan perhitungan.
15. Mendefinisikan massa struktur yang akan digunakan dalam analisis *time history* dengan memilih menu *define*, memilih *mass source*, setelah itu memilih *loads* dan memasukkan koefisien reduksi dari beban hidup sesuai dengan peraturan yang digunakan.
16. Sebelum melakukan analisis, pertama-tama melakukan pengaturan analisa dengan memilih menu *analyze*, memilih *set analysis option*, memilih *space frame*.
17. Melakukan analisa struktur dengan memilih menu *analyze*, memilih *run analysis*, setelah itu memilih *run now*, menunggu *analysis complete* dan pastikan tidak ada pesan error yang muncul.

2.12. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Tabel 2.12 Penelitian Terdahulu

Nama Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Rezky Rendra, 2015	Analisis Kinerja Struktur Beban Dengan Metode Respon Spektrum Dan <i>Time History</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa level kinerja struktur pada gempa El-Centro dan Padang menghasilkan level kinerja Struktur <i>Structural Stability</i> , level kinerja <i>Damage Control</i> terjadi pada gempa Aceh, level kinerja <i>Immediate Occupancy</i> terjadi pada gempa Mentawai

Perbedaan : penelitian yang dilakukan oleh Rezky Rendra yaitu terletak pada Hotel SKA Pekanbaru yang memiliki jumlah 21 lantai, sedangkan penelitian penulis terletak pada Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember yang memiliki jumlah 6 lantai.

Sumber : hasil kajian penulis, 2015.

Nama Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Anggen Wandrianto S, 2014	Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik <i>Time History</i> Menggunakan ETABS (Studi Kasus : Hotel Di Daerah Karanganyar)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa level kinerja struktur pada gempa El-Centro menghasilkan level kinerja <i>Damage Control</i> , level kinerja <i>Immediate Occupancy</i> terjadi pada gempa Northridge dan Mentawai.

Perbedaan : penelitian yang dilakukan oleh Anggen Wandrianto S yaitu terletak pada Hotel Di Daerah Karanganyar yang memiliki jumlah 11 lantai, sedangkan penelitian penulis terletak pada Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember yang memiliki jumlah 6 lantai.

Sumber : hasil kajian penulis, 2014.

Nama Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Dian Ayu Angling Sari, 2013	Evaluasi Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Riwayat Waktu Menggunakan Software ETABS V9.5 (Studi Kasus : Gedung Solo Center Point)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa level kinerja struktur pada gempa El-Centro, gempa Kobe, gempa Hokkaido, dan gempa Sanriku menghasilkan level kinerja Struktur <i>Immediate Occupancy</i> .

Perbedaan : penelitian yang dilakukan oleh Dian Ayu Angling Sari terletak pada Gedung Solo Center Point yang memiliki jumlah 24 lantai, sedangkan yang diteliti penulis terletak pada Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember yang memiliki jumlah 6 lantai.

Sumber : hasil kajian penulis, 2013.

Nama Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Aris Suhartanto Wibowo, 2011	Analisis Kinerja Struktur Pada Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan Dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Riwayat Waktu	Hasil penelitian menunjukkan bahwa level kinerja struktur pada gempa El-Centro menghasilkan level kinerja <i>Immediate Occupancy</i> , level kinerja <i>Collapse</i> terjadi pada gempa Tohoku, dan level kinerja <i>Collapse Prevention</i> terjadi pada gempa Jepang 1994 dan gempa Kobe 1995.

Perbedaan : penelitian yang dilakukan oleh Aris Suhartanto Wibowo terletak pada Gedung B Apartemen Tuning yang berlokasi di Bandung yang memiliki jumlah 10 lantai , sedangkan yang diteliti penulis terletak pada gedung baru Fakultas Teknik Universitas Jember yang memiliki jumlah 6 lantai.

Sumber : hasil kajian penulis, 2011.

Nama Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Fajri Pratama, 2011	Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Dengan Analisis <i>Time History</i> Pada Tinjauan <i>Drift</i> Dan <i>Displacement</i> Menggunakan Software ETABS.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa level kinerja struktur pada gempa El-Centro, gempa Chi-Chi, gempa Friuli, dan gempa Sumatra menghasilkan level kinerja Struktur <i>Immediate Occupancy</i> .

Perbedaan : penelitian yang dilakukan oleh Fajri Pratama yang memiliki jumlah 10 lantai , sedangkan yang diteliti penulis terletak pada gedung baru Fakultas Teknik Universitas Jember yang memiliki jumlah 6 lantai.

Sumber : hasil kajian penulis, 2011.

BAB 3

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Pada umumnya metode penelitian skripsi dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap input, tahap analisa, dan yang terakhir tahap output. Tahap input terdiri antara lain penentuan variable desain, geometri struktur, penentuan jenis beban, dan pemodelan struktur.

Tahap analisa terdiri dari analisa struktur dua dimensi (2D) dengan memasukkan parameter-parameter analisa *Time History* pada program bantu ETABS v.17.0.1, guna mengetahui bagaimana respons dari struktur itu sendiri dan tingkat kinerja struktur. Tahap output merupakan bagian tahap metode penelitian terakhir yang berisikan pembahasan tentang hasil analisa *Time History*.

3.2. Pengumpulan Data

Tahap pertama yang dilakukan sebelum melakukan studi ini yaitu pengumpulan data dan data yang didapatkan antara lain :

3.2.1 Data Shop Drawing Gedung Laboratorium Terpadu

Data shop drawing ini nantiya dipakai sebagai acuan pemodelan 3D Gedung Laboratorium Terpadu yang sesuai dengan gambar yang ada pada program bantu ETABS v.17.0.1. Shop drawing harus menjadi patokan dalam memodelkan suatu struktur tanpa dirubah sedikitpun. Sehingga saat analisis tidak menyimpang dari gambar yang ada.

3.2.2 Perhitngan pembebanan

Menghitung beban mati dan beban hidup yang bekerja pada struktur. Menghitung beban mati berdasarkan pemodelan dimana berat sendiri pada program bantu ETABS v.17.0.1, yang dimasukkan pada *load case dead*. Berat sendiri pada program bantu Etabs v.17.0.1, untuk dead adalah 1.

Beban hidup yang dimasukkan pada program bantu ETABS v.17.0.1, dinotasikan dalam *live*. Perhitungan beban hidup pada program bantu ETABS v.17.0.1, untuk *load case live* adalah 0, dimana data yang dimasukkan untuk beban hidup dimasukkan secara manual sesuai data yang ada.

3.2.3 Analisis Respon Riwayat Waktu (*Time History*)

Model struktur dianalisis menggunakan respon riwayat waktu untuk memperoleh grafik respons riwayat waktu sesuai gempa yang dianalisis dengan bantuan program ETABS v.17.0.1. Data gempa berupa akselogram yang nantinya akan dimasukkan pada program bantu ETABS v.17.0.1.

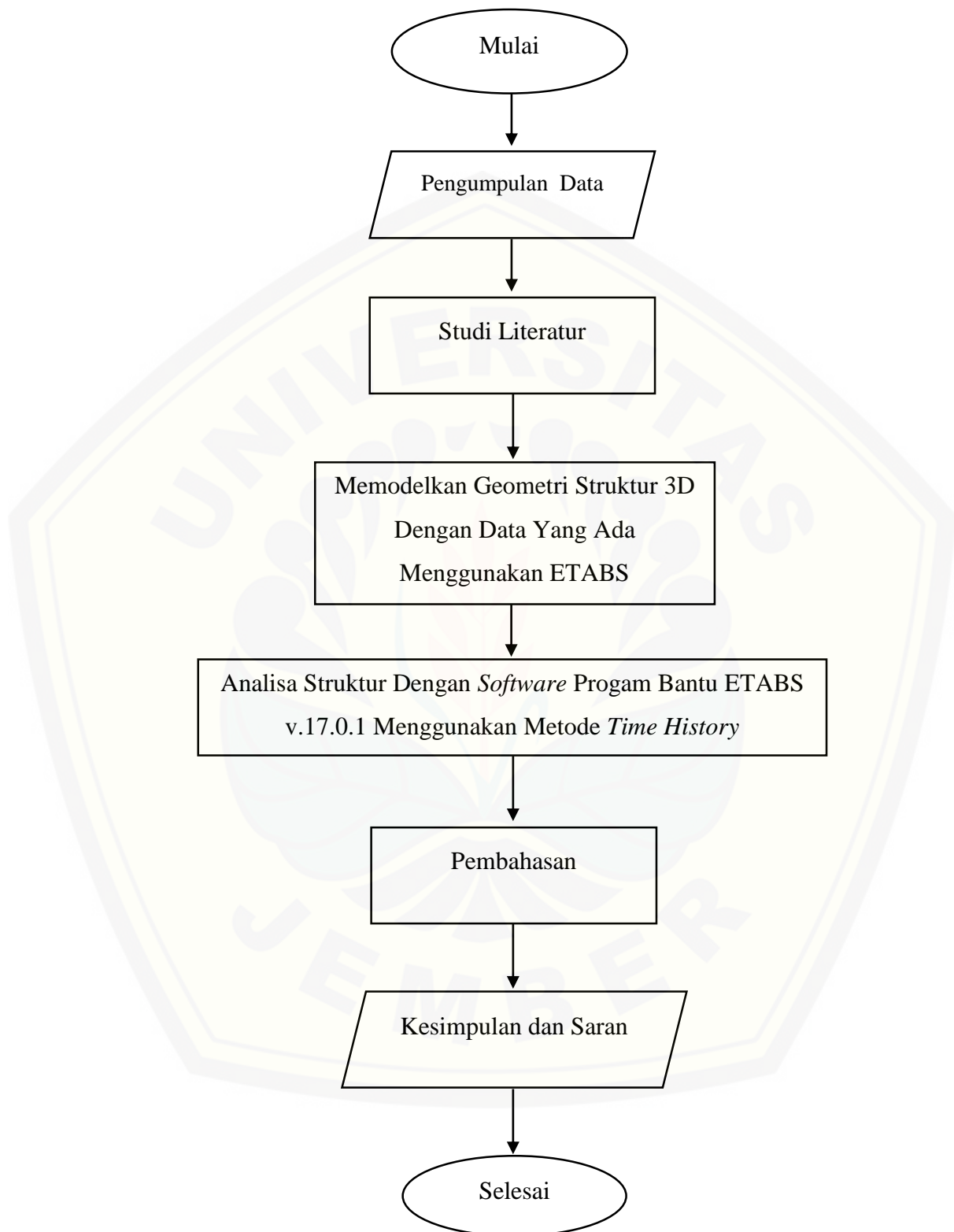
Akselogram digunakan untuk mendapatkan nilai perpindahan struktur (*Displacement Structure*), simpangan tingkat (*Drift*). Dan Gaya Geser (*Story Shear*).

3.3. Studi Literatur

- a. Mempelajari sistem rangka pemikul momen (SRPM) dalam perencanaan struktur gedung dan struktur gedung yang menggunakan system rangka.
- b. Mempelajari tentang analisa *Time History* dalam perencanaan struktur tahan gempa.
- c. Pembebanan struktur akibat beban gempa dengan analisis *Time History* sesuai dengan ragam yang terjadi pada struktur gedung.
- d. Desain atau kriteria bangunan tahan gempa.
- e. Tata cara perhitungan struktural beton bertulang untuk bangunan gedung SNI 2847-2019.

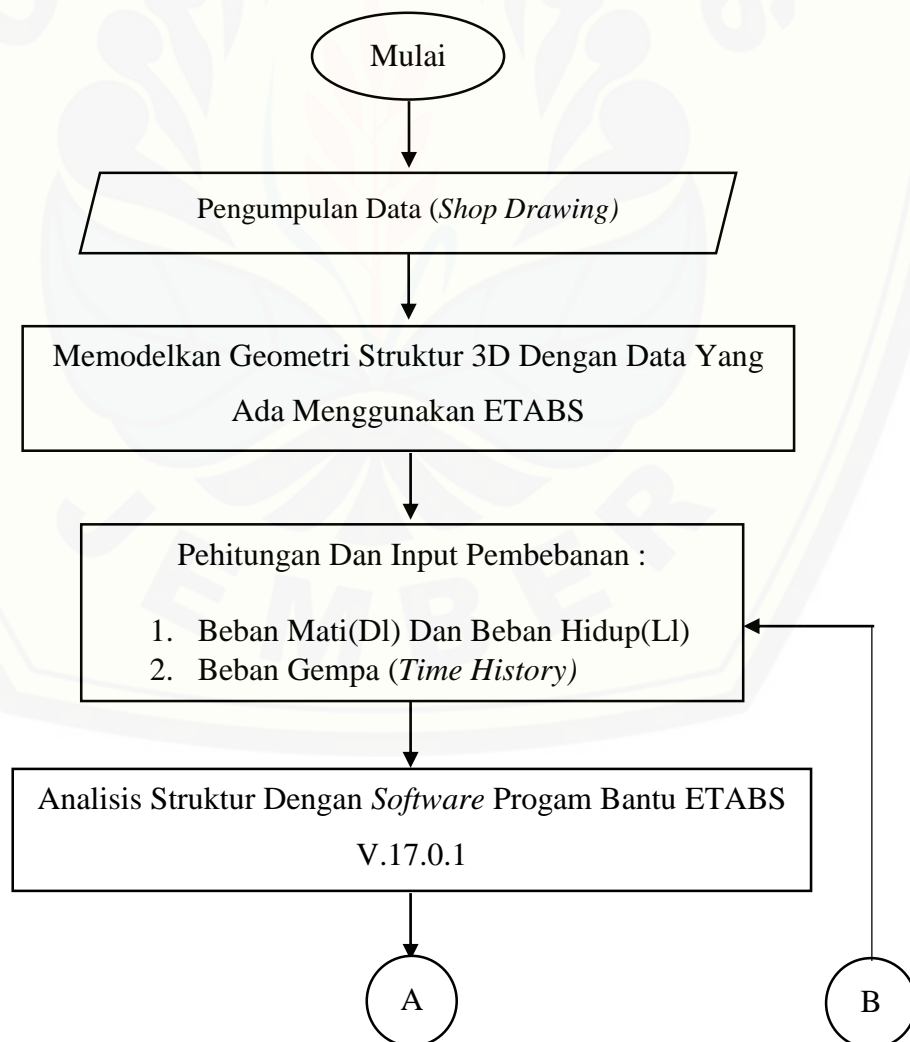
3.4. Alur Penelitian

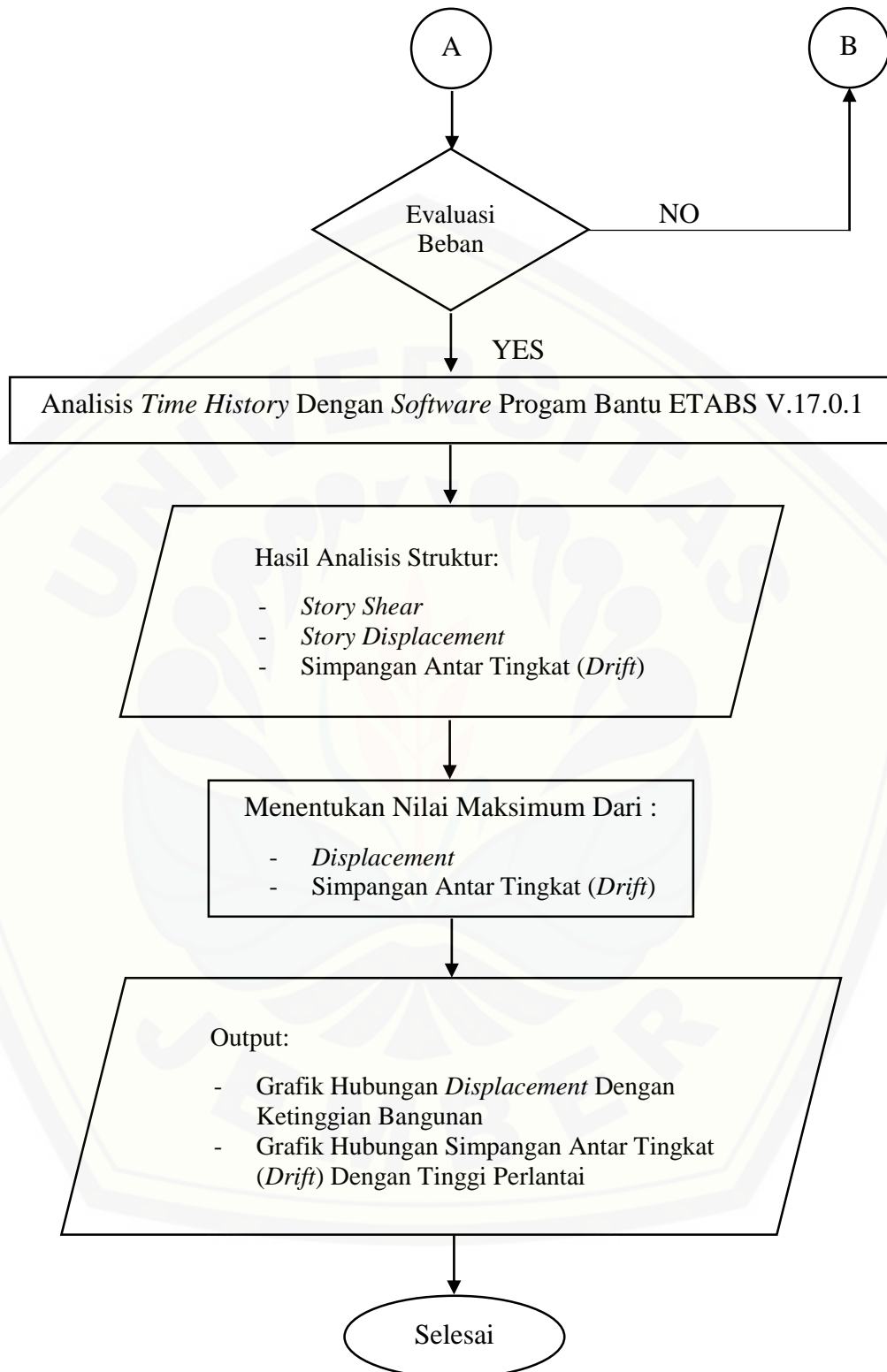
Flow chart proses analisis *Time History* beban gempa pada gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pekerjaan Tugas Akhir

Flow chart pada gambar 3.1 menjelaskan bahwa pada penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data yang digunakan untuk mendukung perencanaan struktur. Kemudian mencari referensi melalui jurnal serta skripsi dari topik yang berkaitan yaitu menggunakan analisis *time history*. Setelah data yang dibutuhkan sudah terkumpul, berikutnya memodelkan geometri struktur 3D dengan menggunakan program bantu struktur (ETABS). Kemudian melakukan analisa struktur mengenai metode *time history* pada program bantu struktur (ETABS). Setelah itu masuk ketahap pembahasan, dimana hasil atau *output* dari program bantu struktur diolah sehingga nantinya akan memperoleh level kinerja struktur dari Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember sesuai dengan ATC-40. Tahap terakhir yaitu menyimpulkan hasil dari pembahasan.





Gambar 3.2 Diagram Alir Pekerjaan Analisis *Time History*

Flow chart pada gambar 3.2 menjelaskan tahap-tahap dari flow chart dalam analisis *time history* menggunakan program bantu struktur (ETABS). Dimulai dengan mengumpulkan data yang digunakan untuk mendukung perencanaan struktur. Setelah data yang dibutuhkan sudah terkumpul, berikutnya memodelkan geometri struktur 3D dengan menggunakan program bantu struktur (ETABS). Kemudian melakukan perhitungan pembebanan serta memasukkan pembebanan tersebut terhadap struktur yang telah dimodelkan sebelumnya. Setelah itu melakukan analisis struktur dari Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember serta mengevaluasi beban yang bekerja di dalam struktur apakah sudah mendekati atau sesuai dengan perhitungan manual mengenai pembebanan pada struktur. Jika perhitungan tidak menghasilkan hasil yang sesuai, maka perlu diperiksa kembali pada tahap perhitungan dan *input* pembebanan dengan software ETABS. Apabila hasilnya sesuai, maka melanjutkan ke tahap analisis *time history* dengan *software* ETABS. Setelah dianalisis akan muncul hasil dari *story shear*, *story displacement*, dan *story drift* dalam bentuk tabel yang disajikan oleh *software* Etabs. Kemudian menentukan nilai maksimum dari *story displacement* dan *story drift*. Tahap terakhir yaitu membuat grafik hubungan dari *displacement* dan *drift* dengan tinggi bangunan/lantai dari hasil yang telah didapatkan sebelumnya.

3.5. Data Strukur Gedung

3.5.1. Tampak Bangunan

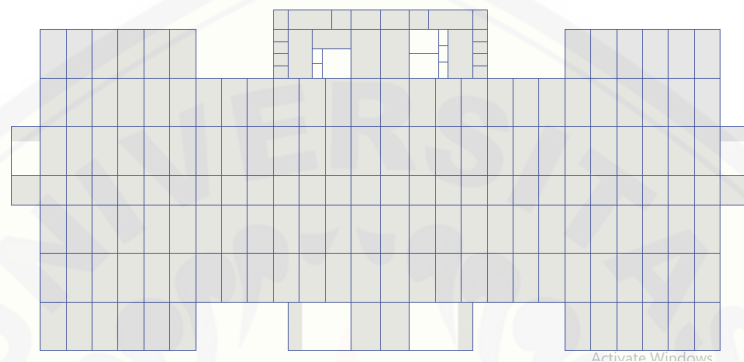


Gambar 3.3 Sketsa Tampak Bangunan

(Sumber : Dokumentasi Perusahaan PT. Dewi Permata Mandiri)

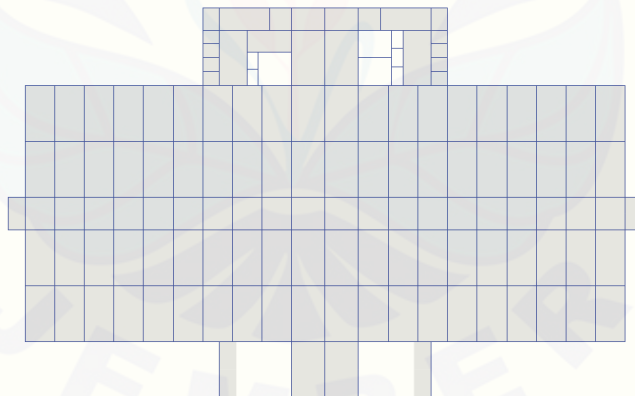
Gambar 3.3 merupakan tampak dari sketsa bangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember yang terdiri dari 6 lantai dan terletak persis di utara Kantin Fakultas Teknik Universitas Jember.

3.5.2. Denah Pembalokan Bangunan



Gambar 3.4 Denah Pembalokan Bangunan Lt 1

(Sumber : Etabs v.17.0.1)



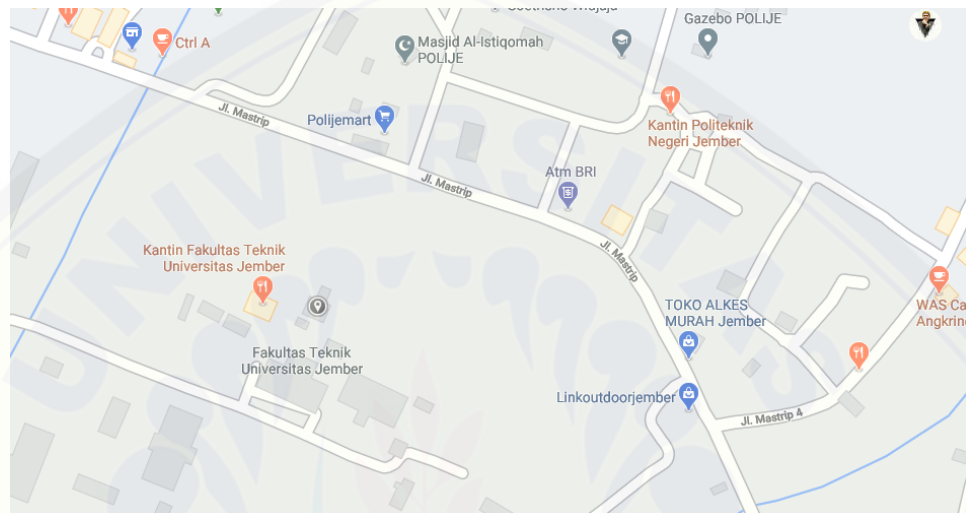
Gambar 3.5 Denah Pembalokan Bangunan Lt 2 – rooftop

(Sumber : Etabs v.17.0.1)

Pada gambar 3.4 dan gambar 3.5 merupakan denah pembalokan bangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember. Denah Pembalokan pada lantai 1 (gambar 3.4) berbeda dengan lantai di atasnya yaitu lantai 2-rooftop (gambar 3.5).

3.5.3. Lokasi Penelitian

Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember terletak di Jalan Kalimantan No.37, Kampus Tegalboto, Sumbersari, Krajan Timur, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121, disebelah jalan Mastrip dan bersebrangan dengan Politeknik Negeri Jember.



Gambar 3.6 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber : Google maps)

3.5.4. Detail Spesifikasi Bangunan

Nama Proyek	Perencanaan Gedung Laboratorium Terpadu
Pemilik	Universitas Negeri Jember
Lokasi	Jalan Kalimantan No.37, Kampus Tegalboto, Sumbersari, Krajan Timur, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121.
Bangunan	6 Lantai
Ketinggian Lantai	- Lantai 1 (5 m) - Lantai 2-6 (4 m)
Luas Bangunan	2173 m ²

Mutu Beton - 26,4 Mpa (plat)
- 26,4 Mpa (balok dan kolom)

Mutu Baja Tulangan $F_y = 370$ Mpa

Ulir, U.39

Dimensi Kolom - Kolom 1 0,3 x 0,3 m
- Kolom 2 0,4 x 0,4 m
- Kolom 3 0,5 x 0,5 m
- Kolom 4 0,6 x 0,6 m
- Kolom 5 0,7 x 0,7 m

Dimensi Balok - Balok 1 0,3 x 0,8 m
- Balok 2 0,4 x 0,8 m
- Balok 3 0,3 x 0,7 m
- Balok 4 0,3 x 0,5 m
- Balok 5 0,3 x 0,6 m
- Balok 6 0,2 x 0,4 m
- Balok 7 0,2 x 0,3 m
- Balok 8 0,3 x 0,4 m

3.6. Data Gempa Time History

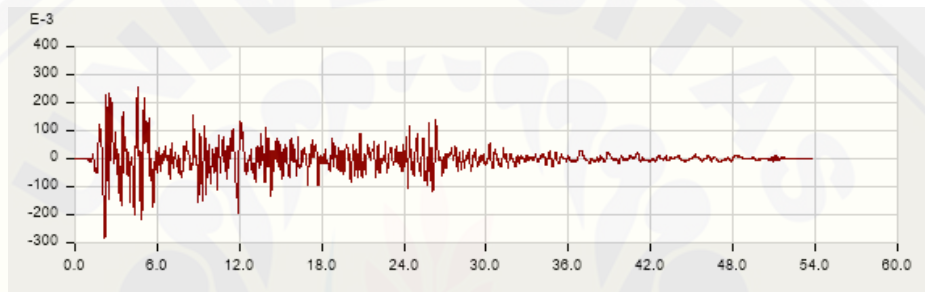
Data *Time History* gempa yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data catatan riwayat Gempa Imperial Valley, Gempa Sukabumi, Gempa Tasikmalaya dan Gempa Pandeglang Banten.

a. Gempa Imperial Valley

Percepatan Puncak : 0,28 g

Durasi : 53,74 Detik

Akselelogram :



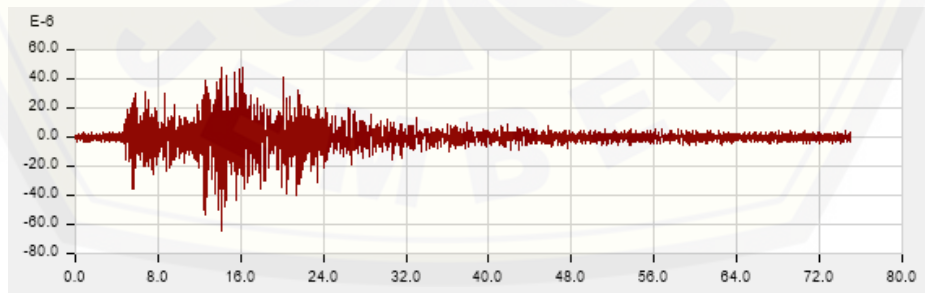
Gambar 3.7 Riwayat Waktu Gempa Imperial Valley

b. Gempa Tasikmalaya

Percepatan Puncak : 0,000063 g

Durasi : 74,99 Detik

Akselelogram :



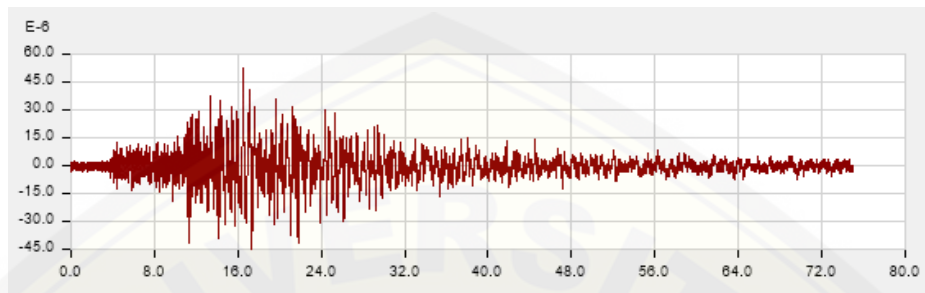
Gambar 3.8 Riwayat Waktu Gempa Tasikmalaya

c. Gempa Sukabumi

Percepatan Puncak : 0,000052 g

Durasi : 74,99 Detik

Akselelogram :

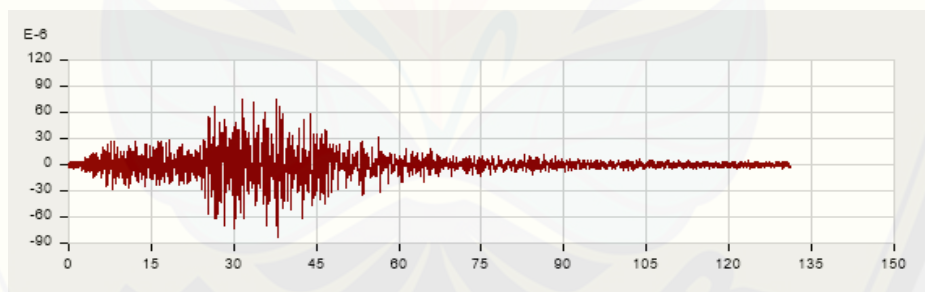
**Gambar 3.9** Riwayat Waktu Gempa Sukabumi

d. Gempa Pandeglang Banten

Percepatan Puncak : 0,000083 g

Durasi : 130,99 Detik

Akselelogram :

**Gambar 3.10** Riwayat Waktu Gempa Pandeglang Banten

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukan analisis sebagai berikut :

Dari analisis yang dilakukan pada ke-4 beban *time history* gempa Sukabumi, gempa Pandeglang Banten, gempa Tasikmalaya, dan gempa Imperial Valley pada Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember menghasilkan level kinerja struktur paling rendah yaitu IO (*Immediate Occupancy*). Pada level ini (IO) berarti terjadi kerusakan yang kecil atau tidak berarti pada struktur, kekakuan struktur hampir sama pada saat belum terjadi gempa.

Dari kesimpulan diatas dapat diketahui bahwa struktur bangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember dinilai masih layak.

5.2 Saran

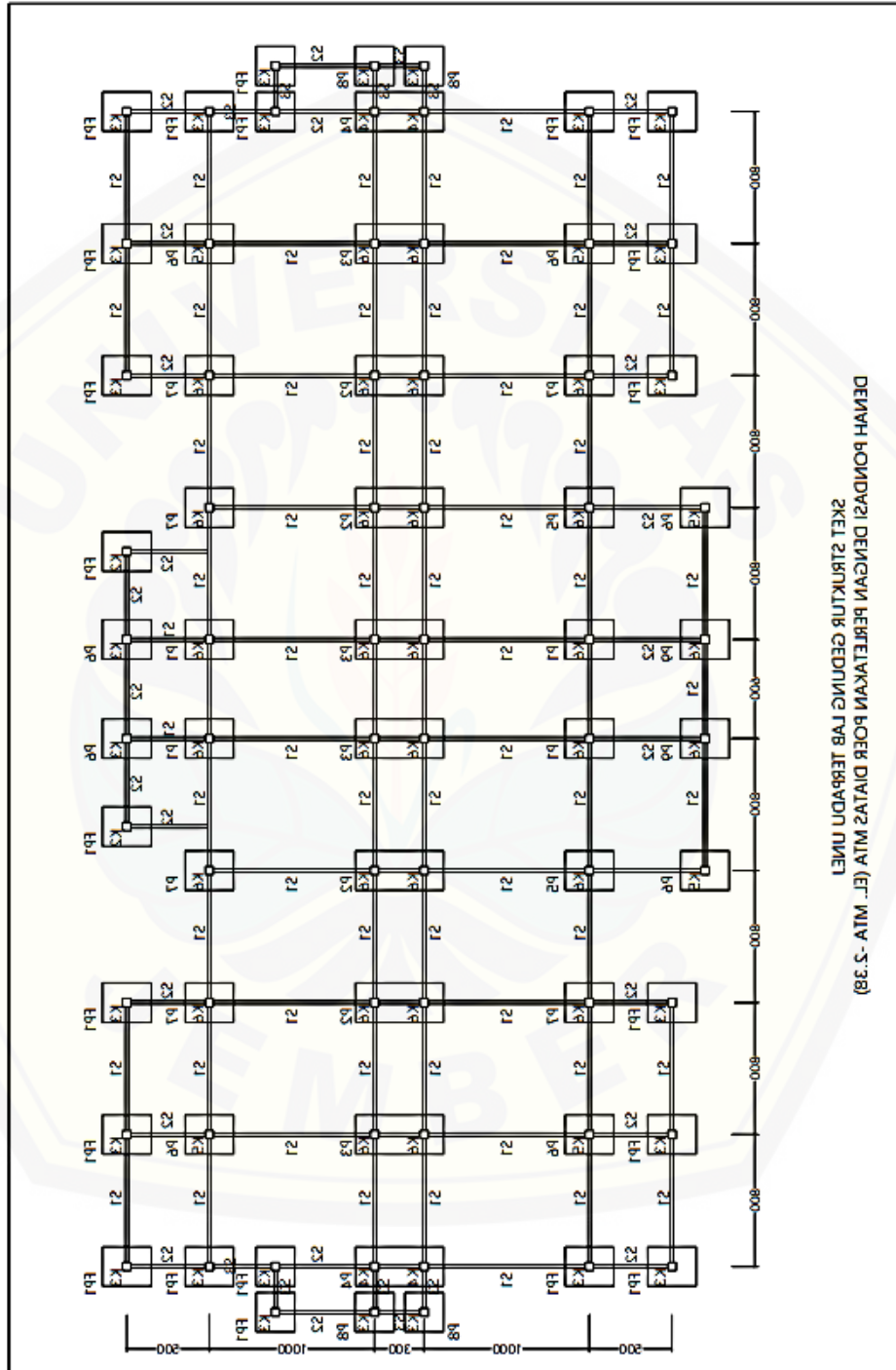
Diajukan beberapa saran apabila dimasa yang akan datang terdapat penelitian lanjutan :

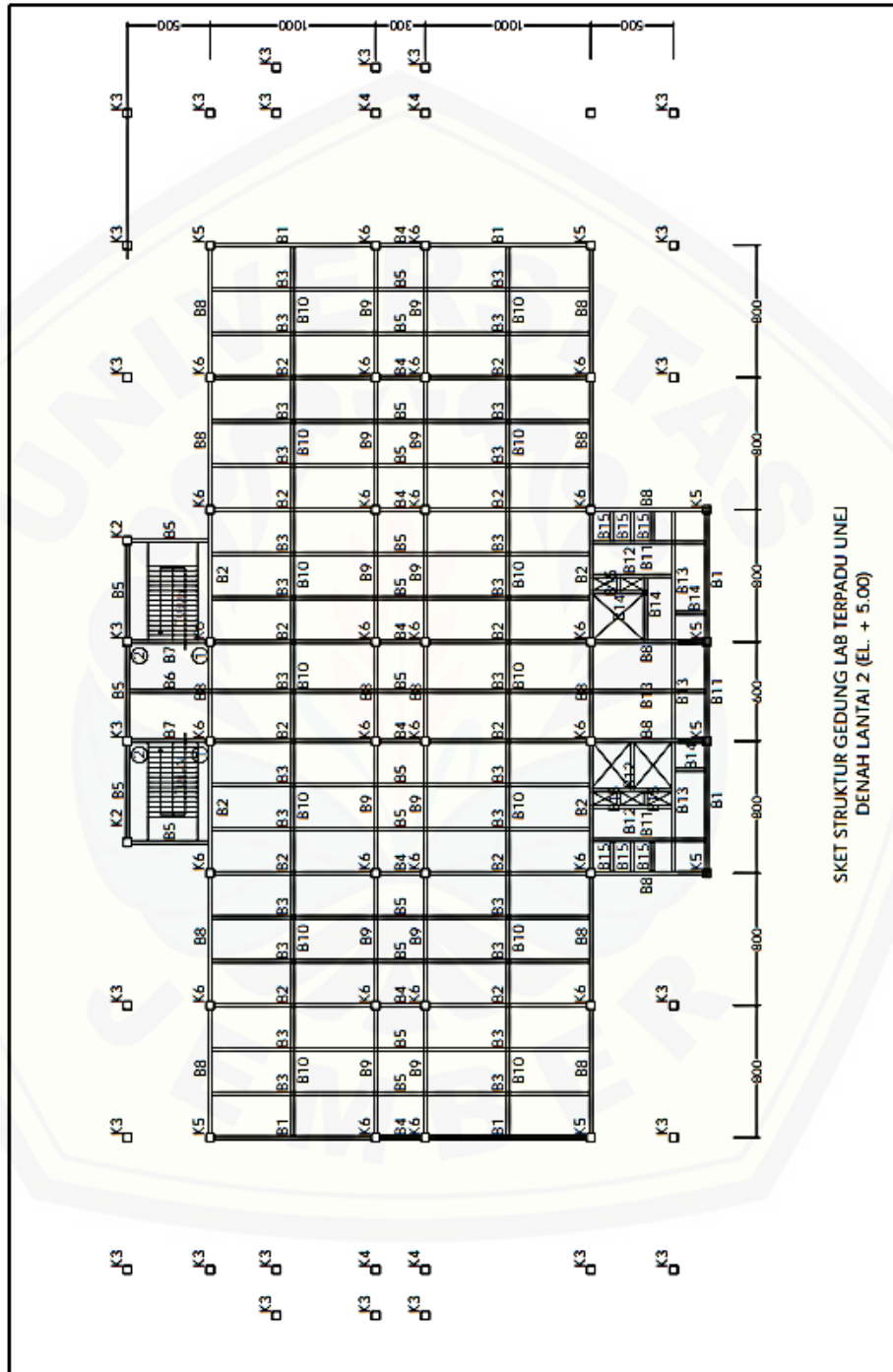
1. Peraturan yang digunakan dimasa yang akan datang nantinya adalah peraturan terbaru yang sudah berlaku atau telah resmi dengan kondisi realisasi dimasa saat penelitian dilakukan.
2. Analisis *time history* perlu diaplikasikan ke bangunan gedung bertingkat lebih banyak dari penelitian yang dilakukan oleh penulis pada tugas akhir ini yang hanya bertingkat 6 (enam). Sehingga nantinya lebih mendalami perilaku seismik pada gedung lebih tinggi.

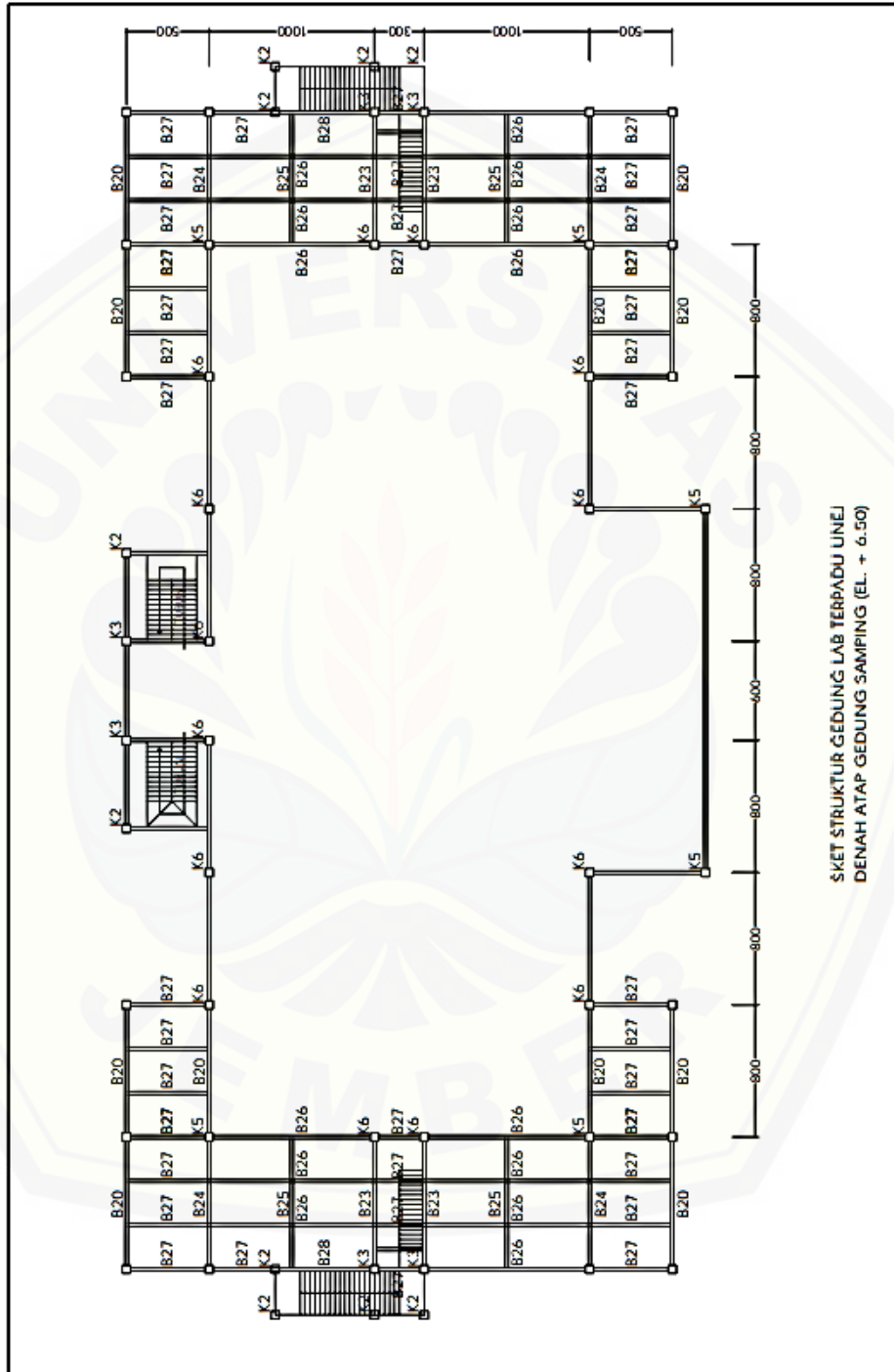
DAFTAR PUSTAKA

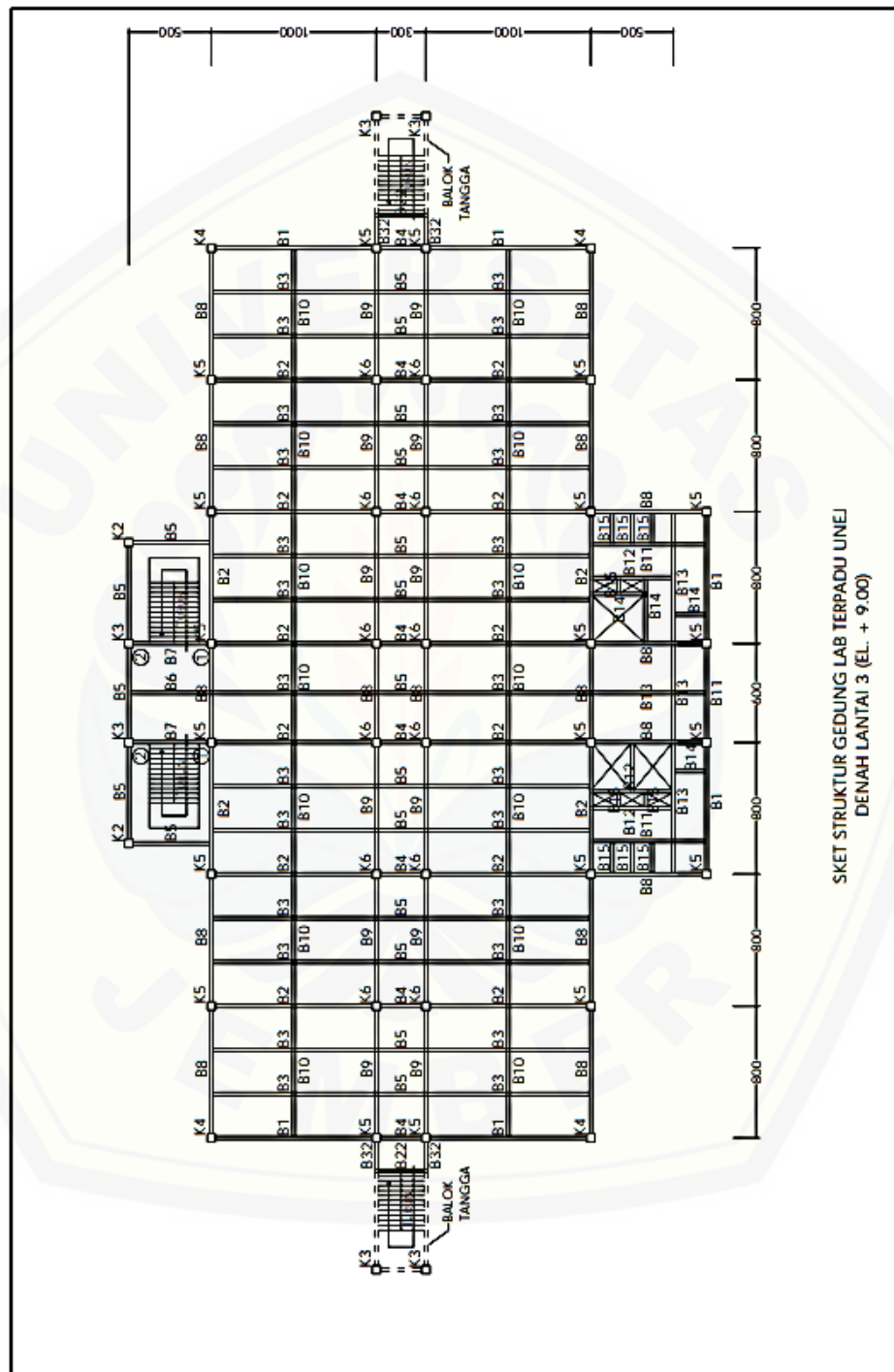
- Anggen, W. S. (2014). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Analisis Dinamik Time History Menggunakan Etabs Studi Kasus : *Hotel di Karanganyar*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- ATC 40, 1996, Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Applied Technology Council, Redwood City, California.
- Djauhari, Z., Kurniawandy, A., dan Rendra, R. 2015. Kinerja Struktur Akibat Beban Gempa Dengan Metode Respon Spektrum Dan *Time History* Hotel SKA Pekanbaru. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Pratama, F. (2014). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Dengan Analisis *Time History* Pada Tinjauan *Drift* Dan *Displacement* Menggunakan Software ETABS. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rendra.R. 2015. Analisis Kinerja Struktur Akibat Beban Gempa Dengan Metode Respon Spektrum dan *Time History*. Riau : Universitas Riau
- Sari, D. A. (2013). Evaluasi Kinerja Struktur pada Gedung Bertingkat dengan Analisis Riwayat Waktu Menggunakan Software ETABS V 9.5 (Studi Kasus : Gedung Solo *Center Point*). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- SNI 1726-2019. 2019. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2847-2013. 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Wibowo, A. S. (2011). Analisis Kinerja Struktur Pada Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan Dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Riwayat Waktu. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

LAMPIRAN

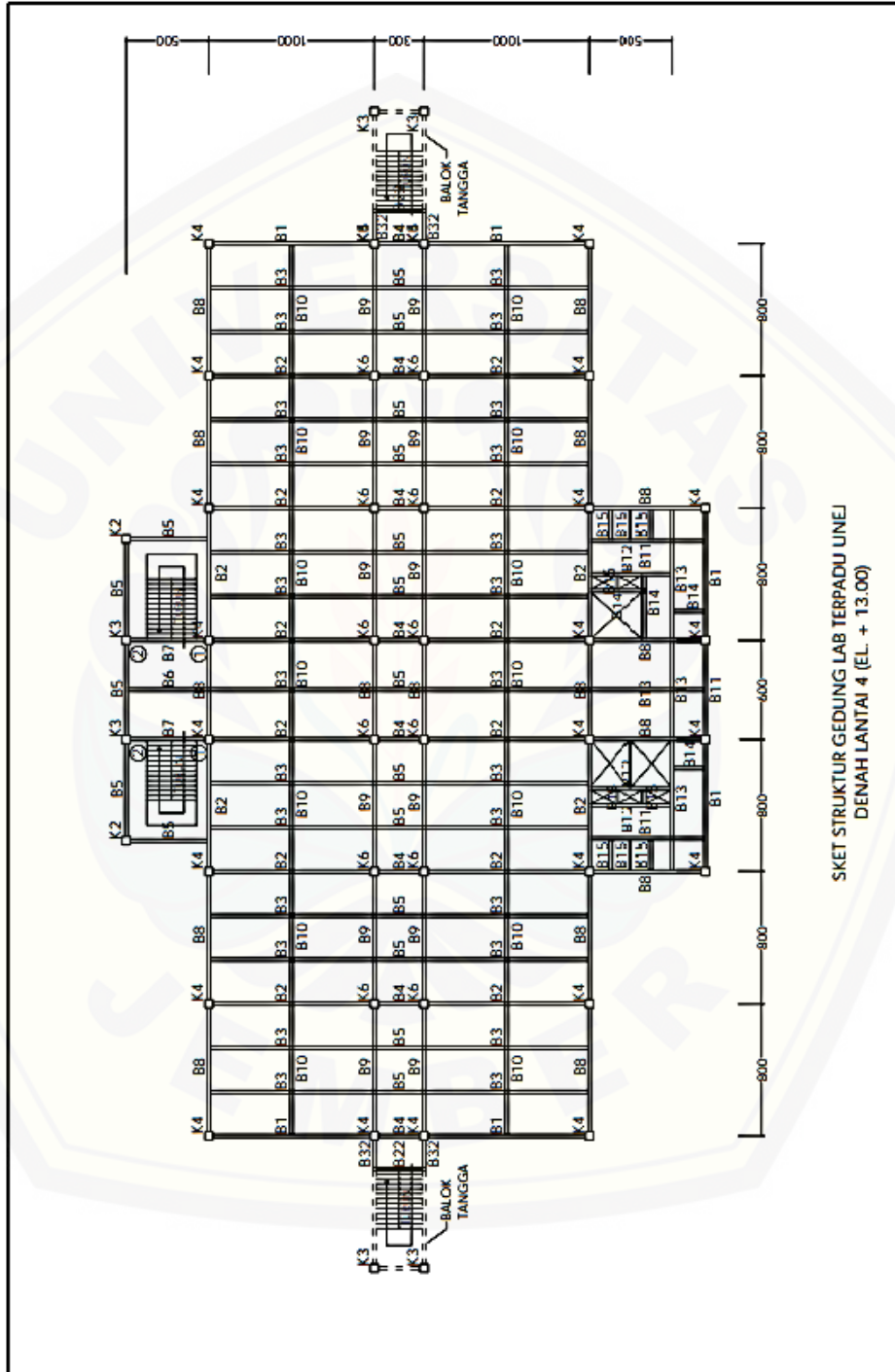




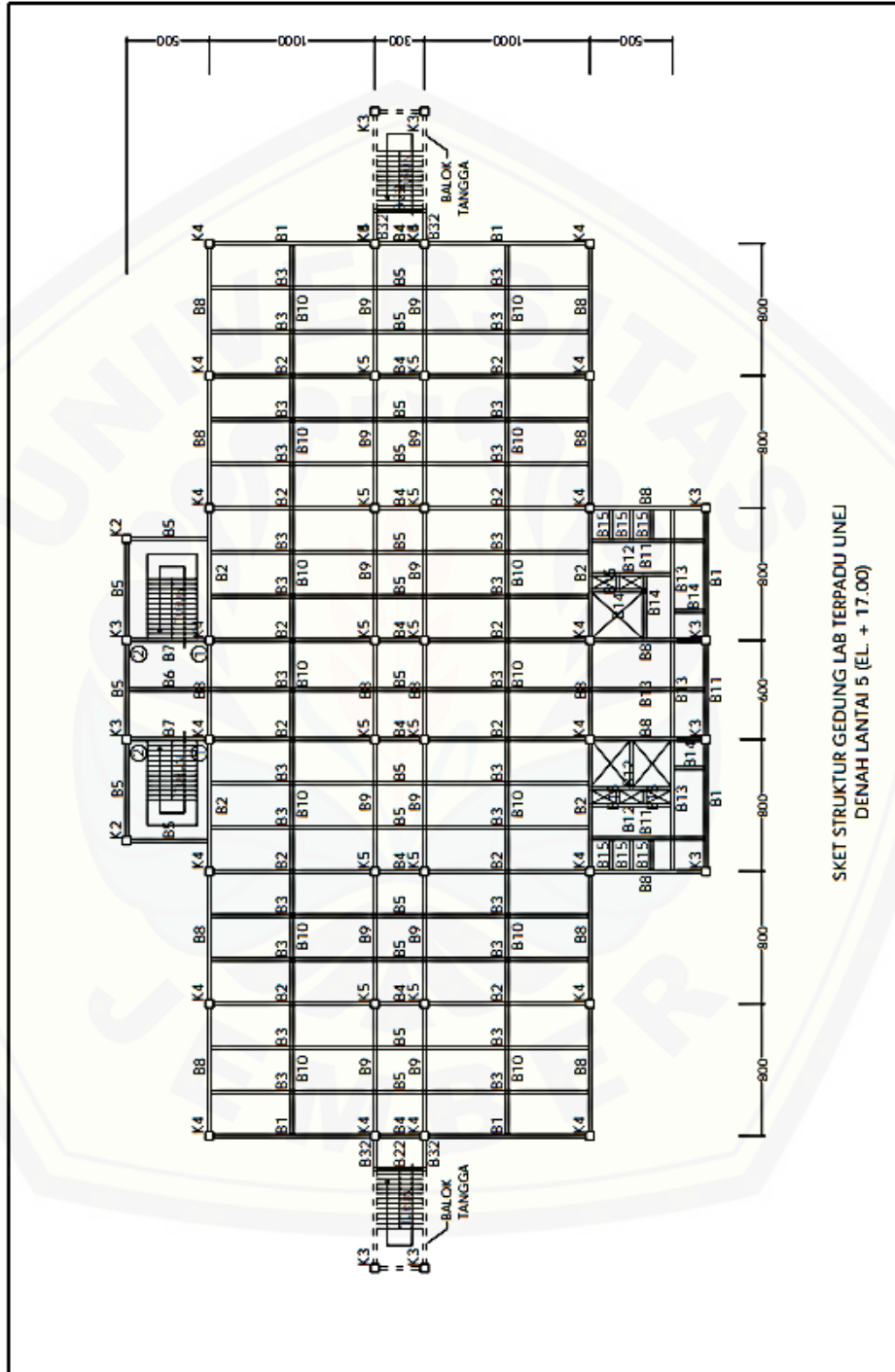




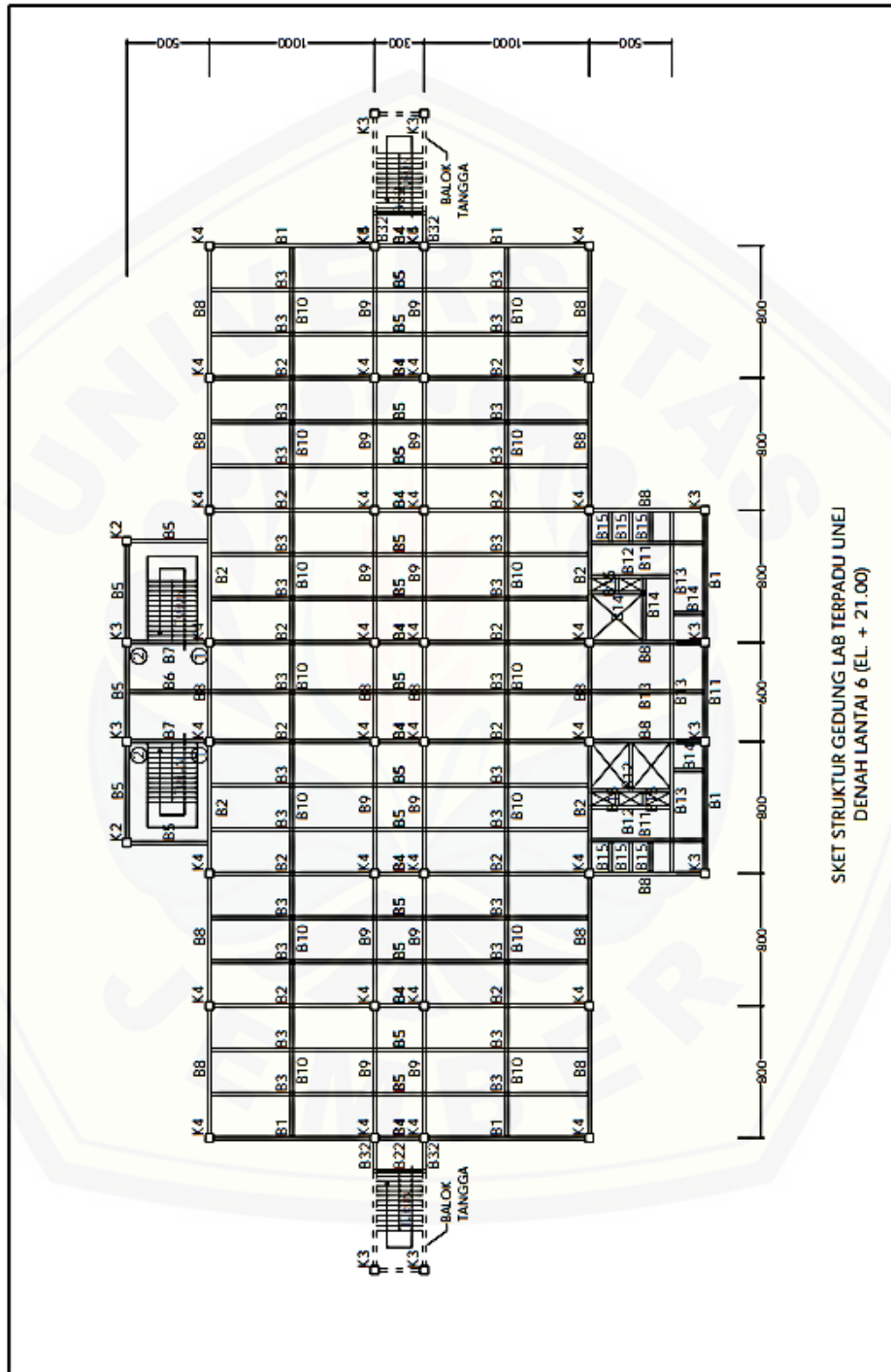
SKET STRUKTUR GEDUNG LAB TERPADU UNEJ
DENAH LANTAI 3 (EL. + 9.00)



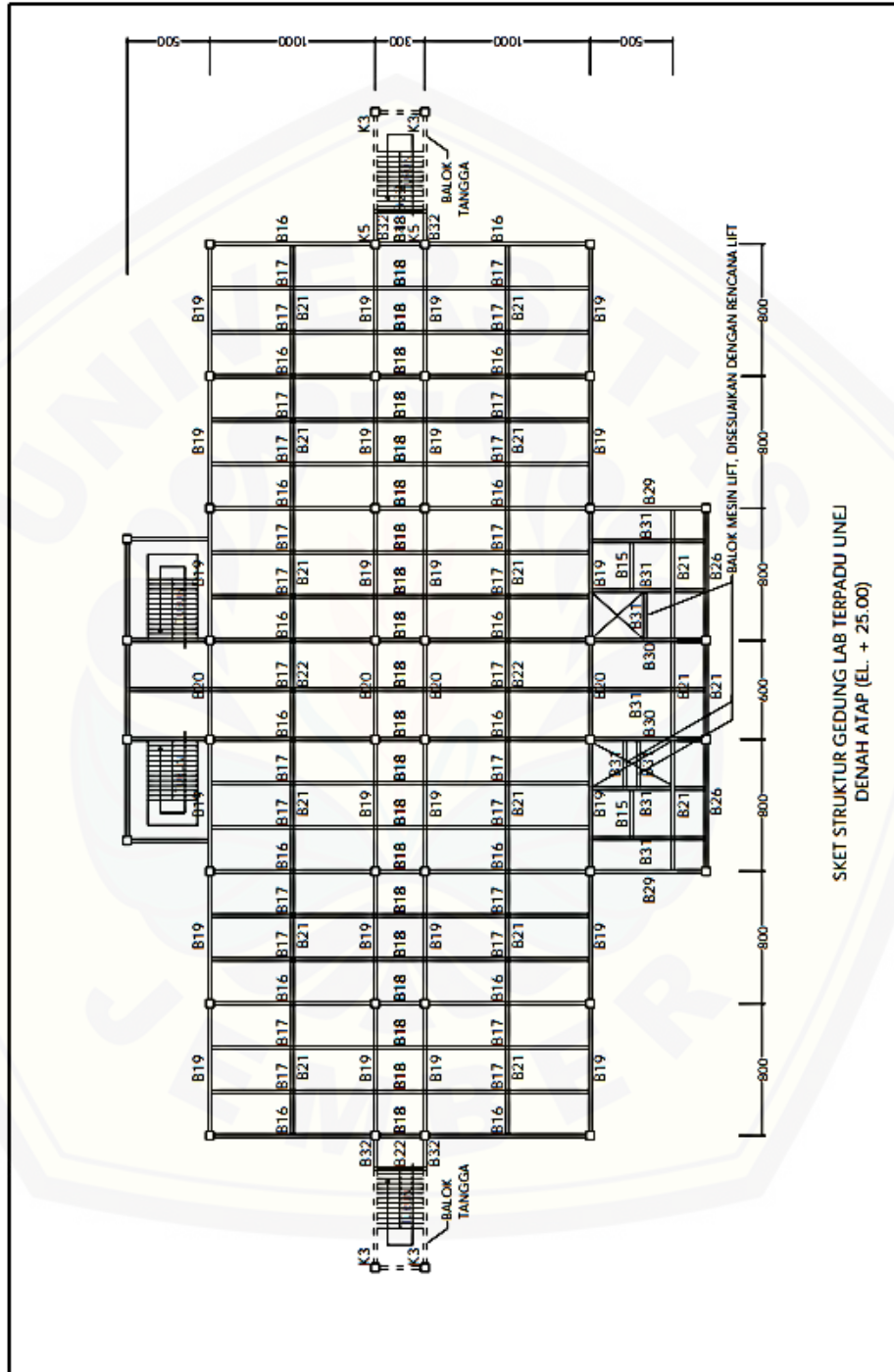
SKET STRUKTUR GEDUNG LAB TERPADU UNEJ
DENAH LANTAI 4 (EL. + 13.00)



SKET STRUKTUR GEDUNG LAB TERPADU UNEJ
DENAH LANTAI 5 (EL. + 17.00)



SKET STRUKTUR GEDUNG LAB TERPADU UNEJ
DENAH LANTAI 6 (EL. + 21.00)



TABEL BALOK

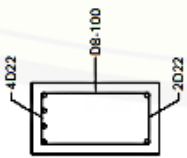
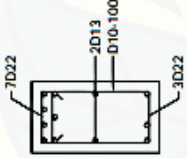
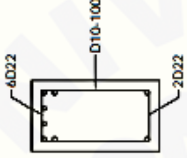
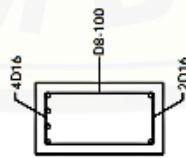
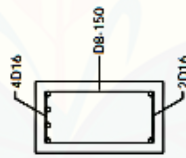
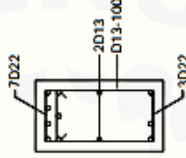
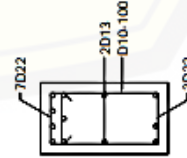
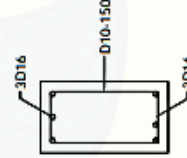
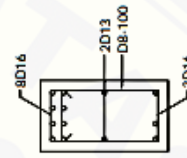
SEMUA MUTU BETON K. 300 DAN MUTU BAJA TULANGAN UJ. 39 KECUALI JIKA DISEBUTKAN LAIN

<p style="text-align: center;">B1 30/80 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">B2 40/80 TS 50 MM</p>	<p style="text-align: center;">B3 30/70 TS 40 MM</p>
<p style="text-align: center;">B4 30/50 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">B5 30/50 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">B6 30/60 TS 40 MM</p>
<p style="text-align: center;">B7 40/80 TS 50 MM</p>	<p style="text-align: center;">B8 30/80 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">B9 30/80 TS 40 MM</p>

TABEL BALOK
SEMUA MUTU BETON K. 300 DAN MUTU BAJA TULANGAN U. 39 KECUALI JIKA DISEBUTKAN LAIN

<p>B9 40/80 TS 50 MM</p>	<p>B10 30/60 TS 40 MM</p>	<p>B11 30/60 TS 40 MM</p>
<p>B12 30/50 TS 40 MM</p>	<p>B13 30/60 TS 40 MM</p>	<p>B14 20/40 TS 30 MM</p>
<p>B15 20/30 TS 30 MM</p>	<p>B16 30/70 TS 40 MM</p>	<p>B17 30/60 TS 40 MM</p>

TABEL BALOK
SEMUA MUTU BETON K. 300 DAN MUTU BAJA TUBANGAN U 39 KECUALI JIKA DISEBUTKAN LAIN

 <p style="text-align: center;">B18 30/50 IS 40 MM</p>	 <p style="text-align: center;">B19 30/70 IS 40 MM</p>	 <p style="text-align: center;">B20 30/60 IS 40 MM</p>
 <p style="text-align: center;">B21 30/60 IS 40 MM</p>	 <p style="text-align: center;">B22 30/50 IS 40 MM</p>	 <p style="text-align: center;">B23 30/70 IS 40 MM</p>
 <p style="text-align: center;">B24 30/70 IS 40 MM</p>	 <p style="text-align: center;">B25 30/60 IS 40 MM</p>	 <p style="text-align: center;">B26 30/70 IS 40 MM</p>

TABEL BALOK
SEMUA MUTU BETON K 300 DAN MUTU BAJA TULANGAN U 39 KECEJAL JIKA DISEBUTKAN LAIN

<p style="text-align: center;">B27 30/50 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">B28 30/70 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">B29 30/70 TS 40 MM</p>
<p style="text-align: center;">B30 30/80 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">B31 30/60 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">B32 30/80-50 TS 40 MM</p>
<p style="text-align: center;">S1 30/60 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">S2 30/50 TS 40 MM</p>	<p style="text-align: center;">S3 30/40 TS 40 MM</p>

