



**KINERJA STRUKTUR GEDUNG KULIAH DENGAN METODE**

***PUSHOVER***

**(STUDI KASUS : GEDUNG FAKULTAS HUKUM)**

**SKRIPSI**

oleh :

**Vivi Dwi Darmawati**

**151910301037**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2019**



**KINERJA STRUKTUR GEDUNG KULIAH DENGAN METODE  
*PUSHOVER*  
(STUDI KASUS : GEDUNG FAKULTAS HUKUM)**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Vivi Dwi Darmawati**

**151910301037**

**PROGRAM STUDI STRATA 1  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbilalamin, segala puji bagi Allah SWT. Karena atas segala rahmat dan hidayahNya, penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik dan semoga bisa bermanfaat untuk kedepannya. Sholawat serta salam selalu terlimpahkan ke junjungan nabi besar Nabi Muhammad SAW. Semoga selalu mendapatkan syafaatnya hingga hari akhir.

Penelitian yang istimewa ini saya persembahkan kepada orang – orang yang penting dalam sejarah perjalanan hidup saya

1. Kedua orang tua saya Bapak H. Matra'I, Ibu (alm) HJ. Rustiningsih dan Ibu HJ. Zehro yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan baik secara moril, doa, dan motivasi. Semoga dengan ini bisa menjadi hal dari sekian banyak hal yang dapat membahagiakan mereka berdua
2. Mas Eko Purnomo dan Adik Ika Adelia yang selalu memberikan motivasi kepada saya untuk terus berjuang
3. Kepada teman, sahabat, dan keluarga saya selama di Jember yang mempunyai nilai spesial Ajeng (*roommate*), Ananta (teman makan), Indy (teman ml), Intan (teman nonton), Ines (teman belanja), Florina (teman ngakak), Icho (selir), Kevin (tongpo), Enggal (teman curhat)
4. Ananta Maulana Rosadi yang telah memberikan semangat, perhatian, dan selalu membantu segala kesulitan setiap saat
5. Kepada teman seperjuangan Bagas, Hafid, Yusuf, Machmud yang membantu dalam mengerjakan skripsi
6. Teman – teman KUPU – KUPU 15 yang selalu menjadi wadah kekeluargaan dalam perjuangan bersama selama masa perkuliahan ini
7. Teman – teman KKN 301 Fatma, Siska, Elok, Mutia, Laina, Citra, Adi, Muklis, Machmud

**MOTTO**

“Hidup ini seperti sepeda. Agar tetap seimbang, kau harus tetap bergerak.”



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vivi Dwi Darmawati

NIM : 151910301037

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "KINERJA STRUKTUR GEDUNG KULIAH DENGAN METODE PUSHOVER (STUDI KASUS : GEDUNG FAKULTAS HUKUM)" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 April 2019

Yang menyatakan,

Vivi Dwi Darmawati

NIM. 151910301037

**SKRIPSI**

**KINERJA STRUKTUR GEDUNG KULIAH DENGAN METODE  
*PUSHOVER*  
(STUDI KASUS : GEDUNG FAKULTAS HUKUM)**

Oleh

Vivi Dwi Darmawati  
NIM 151910301037

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Gati Annisa Hayu, ST., MT., M,Sc

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul "Kinerja Struktur Gedung Kuliah Dengan Metode Pushover (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)" telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Jum'at, 26 April 2019

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

**Tim Penguji:**

Ketua,

Anggota I



Dwi Nurtanto, ST., MT.  
NIP. 19731015 199802 1 001



Gati Annisa Hayu, ST., MT., M,Sc  
NIP. 760015715

Anggota II

Anggota III



Ir. Hernu Suyoso, S.T., M.T.  
NIP. 19551112 198702 1 001



Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.  
NIP. 760016772

Mengesahkan  
Dekan



Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M  
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

**KINERJA STRUKTUR GEDUNG KULIAH DENGAN METODE PUSHOVER (STUDI KASUS : GEDUNG FAKULTAS HUKUM);** Vivi Dwi Darmawati; 151910301037; 2019; 82 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kedatangan gempa bumi tidak dapat diprediksi kapan datangnya, oleh karena itu bangunan tahan gempa sangat dibutuhkan untuk daerah-daerah di Indonesia yang rawan terhadap gempa tidak terkecuali daerah Jember. Salah satu perencanaan untuk bangunan tahan gempa adalah *Performance Based Seismic Design* dengan metode analisis beban dorong static atau analisis *Pushover*.

Dalam penelitian ini akan membahas bangunan Fakultas Hukum yang terletak di Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegalboto. Fakultas Hukum merupakan bangunan 6 lantai dengan luas 45,6 m x 22,2 m. Pada penelitian ini, bangunan tersebut akan didesain ulang sebanyak 8 lantai. Tujuan penelitian adalah mengetahui kapasitas dan kinerja struktur dari bangunan Fakultas Hukum.

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan Momen maksimum balok berada pada frame 11 (B1) dengan nilai sebesar 21,273 ton meter (tm), geser maksimum pada frame 11 (B1) dengan nilai sebesar 14,499 ton, dan aksial maksimum kolom berada pada frame 3384 (K1) dengan nilai sebesar 339,138 ton berdasarkan nilai momen maksimum dan nilai aksial maksimum. Nilai *displacement* maksimal yang dilihat dari *performance point* dengan metode ATC-40 untuk arah x sebesar 4,2 cm dan arah y sebesar 4,3 cm, FEMA-356 untuk arah x sebesar 17,6 cm dan arah y sebesar 16,3 cm, FEMA-440 untuk arah x sebesar 18 cm dan arah y sebesar 18 cm. Nilai base shear maksimal yang dilihat dari *performance point* dengan metode ATC-40 untuk arah x sebesar 1445,708 ton dan arah y sebesar 1532,709 ton, FEMA-356 untuk arah x sebesar 4920,903 ton dan arah y sebesar 4734,240 ton, FEMA-440 untuk arah x sebesar 5003,403 ton dan arah y sebesar 4734,240 ton. Struktur memberikan perilaku nonlinier yang terjadi sendi plastis pada balok. Level kinerja operasional (B). Hal ini berarti saat terjadi gempa rencana



terlampau gedung masih sangat aman dan dapat dipakai tanpa melakukan perbaikan sehingga bangunan dapat digunakan kembali.



## SUMMARY

### **PERFORMANCED STRUCTURE OF COLLEGE BUILDING WITH PUSHOVER METHOD (CASE STUDY : FACULTY OF LAW BULDING);**

Vivi Dwi Darmawati; 151910301037; 2019; 82 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

The arrival of the earthquake cannot be predicted when it will arrive, therefore earthquake resistant buildings is very much needed for areas in Indonesia that is prone to earthquakes, including the Jember area. One of the plans for earthquake resistant buildings is Performance Based Seismic Design with static push load analysis methods or Pushover analysis.

In this study will discuss the building of the Faculty of Law located on Kalimantan Street 37 Tegalboto Campus. The Faculty of Law is 6-stories building with an area of 45,6 m x 22,2 m. In this study, the building will be redesigned as many as 8 floors. The purpose of the study was to determine the structure capacity and performance of the Faculty of Law building.

Based on the analysis, the maximum beam moment is at frame 11 (B1) with a value of 21,273 ton meter (tm), the maximum shear is at frame 11 (B1) 14,499 ton the maximum axial column is at frame 3384 (K1) with a value of 339,138 ton based on the maximum moment value and maximum axial value. The maximum displacement value seen from the Pont performance with ATC-40 method for x direction is 4,2 cm and y direction is 4,3 cm, FEMA-356 for x direction is 17,6 cm and y direction is 16,3 cm, FEMA-440 for x direction is 18 cm and y direction is 18 cm. The maximum base shear value seen from the Point performance with ATC-40 method for x direction is 1445,708 ton and y direction is 1532,709 ton, FEMA-356 for x direction is 4920,903 ton and y direction is 4734,240 ton, FEMA-440 for the direction of x is 5003,403 ton and the direction of y is 4734,240 ton. The structure provides nonlinear behavior that occurs in plastic joints in the beam. Operational performance level (B). This means that

when an earthquake occurs, the plan beyond the building is still very safe and can be used without making repairs so that the building can be reused.



## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kinerja Struktur Gedung Kuliah Dengan Metode *Pushover* (Studi Kasus : Gedung Fakultas Hukum)”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember sekaligus selaku Tim Penguji.
3. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember
4. Dwi Nurtanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Gati Annisa Hayu, S.T., M.T.,M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T selaku Tim Penguji yang bersedia memberikan pengarahan guna terselesainya skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi pembaca, karena banyak kekurangan yang masih harus diperbaiki. Kritik dan saran akan penulis terima untuk kesempurnaan skripsi ini.

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>SKRIPSI</b> .....	i
<b>SKRIPSI</b> .....	ii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN</b> .....	v
<b>SKRIPSI</b> .....	vi
<b>PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan</b> .....	2
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Dasar Teori</b> .....	4
2.1.1 Konsep Perencanaan Gedung Tahan Gempa.....	6
2.1.2 Jenis Beban.....	7
2.1.3 Kombinasi Pembebanan .....	9
2.1.4 Ketentuan Umum Bangunan Gedung Dalam Pengaruh Gempa.....	9
<b>2.2 Prosedur Klasifikasi Situs Untuk Desain Seismik</b> .....	12
2.2.1 Klasifikasi Situs .....	12
2.2.2 Definisi Kelas situs .....	13

<b>2.3 Wilayah Gempa Dan Spektrum Respons</b> .....	14
2.3.1 Parameter percepatan terpetakan .....	14
2.3.2 Koefisien-koefisien situs dan paramater-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) .....	15
2.3.3 Parameter Percepatan Spektral Desain .....	17
2.3.4 Spektrum Respons Desain .....	17
<b>2.4 Analisis Statik Ekuivalen</b> .....	18
2.4.1 Gaya Dasar Seismik.....	18
<b>2.5 Perencanaan Berbasis Kinerja</b> .....	19
<b>2.6 Analisa Respon Struktur</b> .....	21
<b>2.7 Analisa Pushover</b> .....	21
2.7.1 Metode Koefisien Perpindahan (FEMA 356).....	22
2.7.2 Metode Spektrum Kapasitas (ATC-40).....	23
2.7.3 Metoda Koefisien Perpindahan Yang Diperbaiki (FEMA 440) .....	24
<b>2.8 Kinerja Bangunan</b> .....	25
<b>BAB III METODOLOGI</b> .....	26
<b>3.1 Data Struktur Gedung</b> .....	26
<b>3.2 Lokasi Penelitian</b> .....	26
<b>3.3 Waktu</b> .....	28
<b>3.4 Pengumpulan Data</b> .....	28
<b>3.5 Tahapan Pemodelan</b> .....	29
<b>3.6 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)</b> .....	31
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b> .....	32
<b>4.1 Perencanaan Dimensi Struktur</b> .....	32
4.1.1 Perencanaan Dimensi Balok .....	32
4.1.2 Perencanaan Dimensi Pelat.....	34
4.1.3 Perencanaan Dimensi Kolom .....	42
<b>4.2 Perencanaan Pembebanan</b> .....	44
<b>4.3 Perbandingan Perhitungan Program Bantu Komputer dengan     Perhitungan Manual</b> .....	48

<b>4.4 Pemodelan Struktur dengan Program Komputer .....</b>	<b>51</b>
<b>4.5 Perhitungan Berat Bangunan .....</b>	<b>52</b>
<b>4.6 Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen .....</b>	<b>52</b>
4.6.1 Perhitungan Spektrum Respons Percepatan Periode Pendek .....	53
4.6.2 Perhitungan Percepatan Spektral Desain .....	53
4.6.3 Perhitungan Koefisien Respon Seismik ( $C_s$ ).....	53
4.6.4 Perhitungan Geser Dasar Seismik ( $V$ ).....	54
4.6.5 Perhitungan Distribusi Gaya Gempa ( $F$ ) .....	54
<b>4.7 Pemeriksaan Keruntuhan Gedung .....</b>	<b>55</b>
4.7.1 Pemeriksaan Keruntuhan Struktur Sebelum Memasukkan Data <i>Pushover</i> .....	55
4.7.2 Kurva Kapasitas.....	60
4.7.3 Distribusi Sendi Plastis .....	62
4.7.4 Evaluasi Performance Based Design .....	68
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>80</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>80</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>81</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>82</b>

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan .....	7
Tabel 2. 2Beban Hidup Pada Lantai Gedung.....	8
Tabel 2. 3 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung.....	8
Tabel 2. 4 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur lainnya untuk beban gempa .....	10
Tabel 2. 5 Faktor Keutamaan I untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan.....	12
Tabel 2. 6 Klasifikasi situs.....	13
Tabel 2. 7 Koefisien situs, $F_a$ .....	16
Tabel 2. 8 Koefisien situs $F_v$ .....	16
Tabel 2. 9 Batasan Rasio <i>Drift</i> atap sesuai ATC-40 .....	24
Tabel 2. 10 Tingkat Kerusakan Struktur Akibat terbentuknya Sendi Plastis dalam Program komputer .....	26
Tabel 4. 1 Dimensi Balok .....	33
Tabel 4. 2 Dimensi Kolom.....	44
Tabel 4. 3 <i>Output Base Reactions</i> dari SAP2000v17 .....	48
Tabel 4. 4 Perhitungan Manual Berat Sendiri Pelat Lantai .....	48
Tabel 4. 5 Perhitungan Manual Berat Sendiri Pelat Atap.....	49
Tabel 4. 6 Perhitungan Manual Berat Sendiri Balok .....	50
Tabel 4. 7 Perhitungan Manual Berat Sendiri Kolom.....	51
Tabel 4. 8 Perhitungan Geser Dasar Seismik (V) .....	54
Tabel 4. 9 Perhitungan Geser Dasar Seismik (V) .....	55
Tabel 4. 10 Kurva Kapasitas <i>push-x</i> .....	61
Tabel 4. 11 Kurva Kapasitas <i>push-y</i> .....	62
Tabel 4. 12 Parameter Spektrum Kapasitas .....	68
Tabel 4. 13 Parameter Spektrum Kapasitas .....	69
Tabel 4. 14 Parameter Koefisien Perpindahan FEMA-356 .....	70
Tabel 4. 15 Parameter Koefisien Perpindahan FEMA-440 .....	72



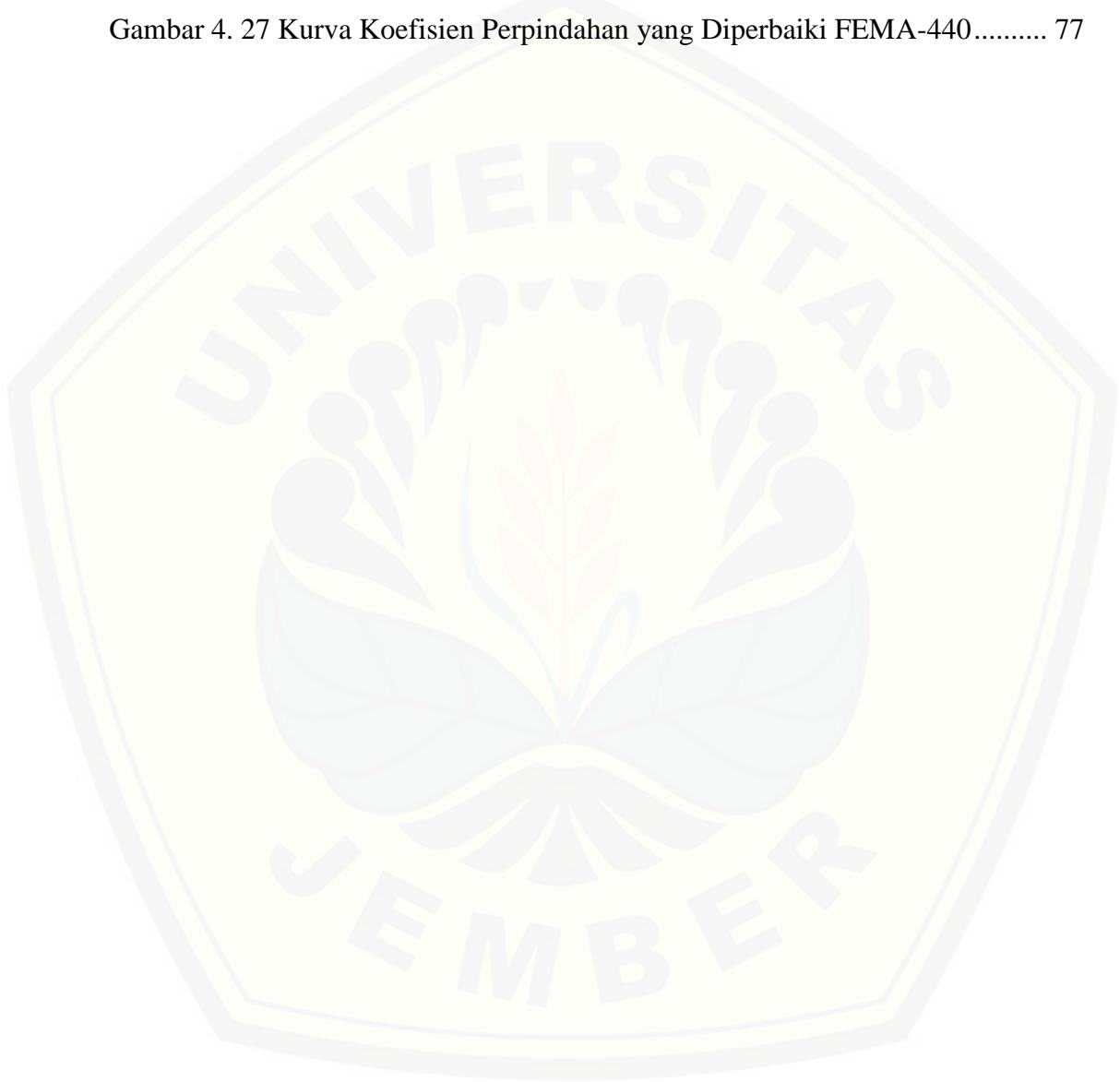
Tabel 4. 16 Parameter Spektrum Kapasitas .....	74
Tabel 4. 17 Parameter Spektrum Kapasitas .....	75
Tabel 4. 18 Parameter Koefisien Perpindahan FEMA-356 .....	76
Tabel 4. 19 Parameter Koefisien Perpindahan FEMA-440 .....	78
Tabel 4. 20 Simpangan antar lantai.....	79
Tabel 4. 21 Rangkuman target perpindahan .....	79



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Zonasi Gempa Indonesia .....	15
Gambar 2. 2 Spektrum Respons Desain .....	18
Gambar 2. 3 Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja ( ATC 58 ) .....	20
Gambar3. 1 Lokasi Proyek Fakultas Hukum .....	28
Gambar 4. 1 Gambar perencanaan Balok .....	33
Gambar 4. 2 Gambar denah perencanaan pelat.....	34
Gambar 4. 3 Gambar denah perencanaan K1 .....	43
Gambar 4. 4 Letak koordinat Fakultas Hukum.....	46
Gambar 4. 5 Hasil perhitungan respons spektrum desain.....	47
Gambar 4. 6 Pemodelan 3D .....	52
Gambar 4. 7 Pemeriksaan Kekuatan Struktur.....	56
Gambar 4. 8 Pemeriksaan Kekuatan Struktur.....	57
Gambar 4. 9 Pemeriksaan Kekuatan Struktur.....	57
Gambar 4. 10 Pemeriksaan Kekuatan Struktur.....	58
Gambar 4. 11 Pemeriksaan Kekuatan Struktur.....	58
Gambar 4. 12 Pemeriksaan Kekuatan Struktur.....	59
Gambar 4. 13 Pemeriksaan Kekuatan Struktur.....	59
Gambar 4. 14 Kurva Kapasitas <i>push-x</i> .....	60
Gambar 4. 15 Kurva Kapasitas <i>push-y</i> .....	61
Gambar 4. 16 Distribusi Sendi Plastis <i>Step 0</i> .....	62
Gambar 4. 17 Distribusi Sendi Plastis <i>Step 1</i> .....	63
Gambar 4. 18 Distribusi Sendi Plastis <i>Step 2</i> .....	63
Gambar 4. 19 Distribusi Sendi Plastis <i>Step 3</i> .....	64
Gambar 4. 20 Distribusi Sendi Plastis <i>Step 0</i> .....	65
Gambar 4. 21 Distribusi Sendi Plastis <i>Step 1</i> .....	65
Gambar 4. 22 Distribusi Sendi Plastis <i>Step 2</i> .....	66

Gambar 4. 23 Distribusi Sendi Plastis <i>Step 3</i> .....	66
Gambar 4. 22 Kurva Spektrum Kapasitas ATC-40 .....	68
Gambar 4. 23 Kurva Koefisien Perpindahan FEMA-356.....	70
Gambar 4. 24 Kurva Koefisien Perpindahan yang Diperbaiki FEMA-440.....	72
Gambar 4. 25 Kurva Spektrum Kapasitas ATC-40 .....	73
Gambar 4. 26 Kurva Koefisien Perpindahan FEMA-356.....	76
Gambar 4. 27 Kurva Koefisien Perpindahan yang Diperbaiki FEMA-440.....	77



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gempa sering terjadi di Indonesia. Tingginya potensi gempa bumi disebabkan letak geografis Indonesia yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia. Gempa bumi terjadi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang *seismic*. Gempa bumi bisa disebabkan oleh pergeseran lempeng bumi.

Kedatangan gempa bumi tidak dapat diprediksi kapan datangnya, oleh karena itu bangunan tahan gempa sangat dibutuhkan untuk daerah-daerah di Indonesia yang rawan terhadap gempa tidak terkecuali daerah Jember. Getaran gempa bersifat merusak segala sesuatu yang ada di permukaan bumi seperti struktur bangunan. Suatu analisis tentang kinerja struktur bangunan terhadap gempa bumi dibutuhkan untuk mengetahui kondisi bangunan akibat gempa sehingga dapat meminimalisir adanya kerusakan pada struktur bangunan. Desain bangunan tahan gempa sangat diperlukan untuk mengantisipasi keruntuhan bangunan sehingga dapat meminimalisir korban jiwa.

Salah satu perencanaan untuk bangunan tahan gempa adalah *Performance Based Seismic Design* yang memanfaatkan teknik analisa *nonlinier* berbasis komputer untuk menganalisa perilaku inelastik struktur dari berbagai macam intensitas gempa, sehingga dapat diketahui kinerjanya pada kondisi kritis. Tujuan dari perencanaan bangunan berbasis kinerja adalah agar perencana dapat menetapkan kondisi apa yang terjadi pada bangunan saat gempa maksimum terjadi. (Febriana, dkk. 2016)

Analisis *pushover* merupakan salah satu unsur *Performance Based Seismic Design* yang memanfaatkan program komputer untuk menganalisis perilaku keruntuhan bangunan terhadap gempa dimana pengaruh gempa rencana pada bangunan dianggap sebagai beban statik yang besarnya dibesarkan secara bertahap sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya

pelelehan (sendi plastis) disatu atau lebih lokasi di struktur tersebut, dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk elasto-plastis yang besar hingga mencapai kondisi di ambang keruntuhan. Tujuan analisis *pushover* adalah untuk memperkirakan gaya deformasi maksimum yang terjadi akibat pembebanan lateral hingga diperoleh titik kritisnya. Selanjutnya dilihat bagian-bagian yang terjadi kerusakan dan memerlukan perhatian khusus.

Analisis ini akan membahas bangunan Fakultas Hukum yang terletak di Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegalboto. Fakultas Hukum merupakan bangunan 6 lantai dengan luas 45,6 m x 22,2 m. Pada analisis ini, bangunan tersebut akan didesain ulang sebanyak 8 lantai. Dalam kajian ini dicoba untuk menganalisis kinerja struktur dari bangunan Fakultas Hukum menggunakan analisis *pushover* dengan bantuan program komputer. Analisis ini diharapkan dapat mengetahui kapasitas dan kinerja struktur dari bangunan Fakultas Hukum.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah adalah :

1. Bagaimana kapasitas bangunan Fakultas Hukum dilihat dari bidang *M,D,N,displacement* dan *base shear*?
2. Bagaimana kinerja struktur bangunan Fakultas Hukum menggunakan analisa *pushover*?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian

1. Untuk mengetahui kapasitas bangunan Fakultas Hukum dilihat dari bidang *M,D,N,displacement* dan *base shear*
2. Untuk mengetahui kinerja struktur bangunan Fakultas Hukum dengan analisis *pushover*

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Hanya membahas kinerja struktur yang terjadi akibat adanya penambahan beban gempa dengan metode analisis *pushover*
2. Gedung Fakultas Hukum berfungsi sebagai tempat perkuliahan
3. Mutu beton K350
4. Mutu baja BJ 40 untuk ulir
5. Mutu baja BJ 24 untuk polos
6. Pembebanan gempa berdasarkan SNI 1726-2012 dengan menghitung beban gempa (respon spektrum untuk wilayah Jember)
7. Pembebanan berdasarkan SNI 2847-2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung
8. Gedung Fakultas Hukum terletak di Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegalboto
9. Dimensi elemen-elemen struktur bangunan yang ditinjau, yaitu, ukuran balok, ukuran kolom dan pelat
10. Tidak memperhitungkan tangga dan tulangan

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari analisis ini adalah:

1. Bagi Mahasiswa  
Menambah wawasan dan kemampuan dalam menerapkan analisis *pushover* dengan bantuan program komputer
2. Bagi Masyarakat  
Menambah referensi dalam menganalisis dan mengevaluasi kinerja struktur bangunan

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Dasar Teori

Gempa bumi adalah getaran dari kulit bumi yang bersifat tidak abadi dan kemudian menyebar kesegala arah. Gempa bumi harus memiliki waktu awal dan waktu akhir yang jelas.(Howel.2004)

Menurut UBC 1997, kaidah untuk perencanaan bangunan tahan gempa umumnya didasarkan atas ketentuan sebagai berikut :

1. Akibat gempa ringan: bangunan tidak terjadi kerusakan baik *structural* maupun *non structural*
2. Akibat gempa sedang: *structural* tidak boleh mengalami kerusakan dan *non structural* boleh mengalami kerusakan tetapi masih dapat diperbaiki
3. Akibat gempa kuat: terjadi kerusakan *structural* dan *non structural*, namun kerusakan yang terjadi tidak sampai menyebabkan bangunan runtuh

Menurut SNI 1726 2012 dilakukannya perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung bertujuan :

1. Menghindari terjadinya korban jiwa saat gedung runtuh akibat gempa kuat
2. Mengurangi kerusakan gedung sehingga dapat diperbaiki akibat gempa ringan hingga sedang
3. Mengurangi ketidaknyamanan penghuni gedung saat terjadi gempa ringan hingga sedang
4. Memperhatakan fungsi dan layanan gedung

Menurut Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung SNI 1726 2012, Struktur bangunan gedung ditetapkan sebagai struktur bangunan gedung beraturan, apabila memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Tinggi struktur bangunan gedung diukur dari taraf penjepitan lateral tidak lebih dari 10 tingkat atau 40m.
2. Denah struktur bangunan gedung adalah persegi panjang tanpa tonjolan dan

3. walaupun mempunyai tonjolan, panjang tonjolan tersebut tidak lebih dari 25% dari ukuran terbesar denah struktur bangunan gedung dalam arah tonjolan tersebut.
4. Denah struktur bangunan gedung tidak menunjukkan coakan sudut dan walaupun mempunyai coakan sudut, panjang sisi coakan tersebut tidak lebih dari 15% dari ukuran terbesar denah struktur bangunan gedung dalam arah sisi coakan tersebut.
5. Sistem struktur bangunan gedung terbentuk oleh subsistem-subsistem pemikul beban lateral yang arahnya saling tegak lurus dan sejajar dengan sumbu-sumbu utama ortogonal denah struktur bangunan gedung secara keseluruhan.
6. Sistem struktur bangunan gedung tidak menunjukkan loncatan bidang muka dan walaupun mempunyai loncatan bidang muka, ukuran dari denah struktur bagian gedung yang menjulang dalam masing-masing arah, tidak kurang dari 75% dari ukuran terbesar denah struktur bagian gedung sebelah bawahnya. Dalam hal ini, struktur rumah atap yang tingginya tidak lebih dari dua tingkat tidak perlu dianggap menyebabkan adanya loncatan bidangmuka.
7. Sistem struktur bangunan gedung memiliki kekakuan lateral yang beraturan, tanpa adanya tingkat lunak. Tingkat lunak adalah suatu tingkat, di mana kekakuan lateralnya adalah kurang dari 70% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80% kekakuan lateral rerata tiga tingkat di atasnya. Dalam hal ini, yang dimaksud dengan kekakuan lateral suatu tingkat adalah gaya geser yang bila bekerja di tingkat itu menyebabkan satu satuan simpangan antar- tingkat.
8. Sistem struktur bangunan gedung memiliki berat lantai tingkat yang beraturan, artinya setiap lantai tingkat memiliki berat yang tidak lebih dari 150% dari berat lantai tingkat di atasnya atau di bawahnya. Berat atap atau rumah atap tidak perlu memenuhi ketentuan ini.
9. Sistem struktur bangunan gedung memiliki unsur-unsur vertikal dari sistem pemikul beban lateral yang menerus, tanpa perpindahan titik beratnya, kecuali bila perpindahan tersebut tidak lebih dari setengah ukuran unsur dalam arah perpindahan tersebut.



10. Sistem struktur bangunan gedung memiliki lantai tingkat yang menerus, tanpa lubang atau bukaan yang luasnya lebih dari 50% luas seluruh lantai tingkat. Kalaupun ada lantai tingkat dengan lubang atau bukaan seperti itu, jumlahnya tidak boleh melebihi 20% dari jumlah lantai tingkat seluruhnya.

Untuk struktur bangunan gedung beraturan, pengaruh Gempa Rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga menurut Standar ini analisisnya dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen.

Struktur gedung yang tidak memenuhi ketentuan diatas, ditetapkan sebagai struktur gedung tidak beraturan. Untuk struktur gedung tidak beraturan, pengaruh gempa rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan gempa dinamik, sehingga analisisnya harus dilakukan berdasarkan analisis respon dinamik.

#### 2.1.1 Konsep Perencanaan Gedung Tahan Gempa

Menurut Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung SNI 1726 2012 dalam perencanaan bangunan tahan gempa struktur yang didesain harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. Di bawah gempa ringan (gempa dengan periode ulang 50 tahun dengan probabilitas 60% dalam kurun waktu umur gedung) struktur harus dapat berespon elastik tanpa mengalami kerusakan baik pada elemen structural (balok, kolom, pelat dan pondasi struktur) dan elemen non structural (dinding bata, plafond dan lain-lain).
- b. Dibawah gempa sedang (gempa dengan periode ulang 50-100 tahun) struktur bangunan boleh mengalami kerusakan ringan pada lokasi yang mudah diperbaiki yaitu pada ujung-ujung balok di muka kolom, yang diistilahkan sendi plastis, struktur pada tahap ini disebut tahap *First Yield* yang merupakan parameter penting karena merupakan batas antara kondisi elastik (tidak rusak) dan kondisi plastik (rusak) tetapi tidak roboh atau disingkat sebagai kondisi batas antara beban gempa ringan dan gempa kuat.

- c. Di bawah gempa kuat (gempa dengan periode ulang 200-500 tahun dengan probabilitas 20%-10% dalam kurun waktu umur gedung) resiko kerusakan harus dapat diterima tapi tanpa keruntuhan struktur. Jadi, kerusakan struktur pada saat gempa kuat terjadi harus didesain pada tempat-tempat tertentu sehingga mudah diperbaiki setelah gempa kuat terjadi.

### 2.1.2 Jenis Beban

#### 1. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian- penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

Tabel 2. 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan

Bahan bangunan	Beban
Baja	7850 Kg/m <sup>3</sup>
Batu alam	2600 Kg/m <sup>3</sup>
Batu belah, batu bulat, batu gunung ( berat tumpuk)	1500 Kg/m <sup>3</sup>
Batu karang ( berat tumpuk )	700 Kg/m <sup>3</sup>
Batu pecah	1450 Kg/m <sup>3</sup>
Besi tuang	7250 Kg/m <sup>3</sup>
Beton ( <sup>1</sup> )	2200 Kg/m <sup>3</sup>
Beton bertulang ( <sup>2</sup> )	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Kayu ( kelas 1 ) ( <sup>3</sup> )	1000 Kg/m <sup>3</sup>
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1650 Kg/m <sup>3</sup>
Pasangan bata merah	1700 Kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200 Kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu cetak	2200 Kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu karang	1450 Kg/m <sup>3</sup>
Pasir ( kering udara sampai lembab )	1600 Kg/m <sup>3</sup>
Pasir ( jenuh air )	1800 Kg/m <sup>3</sup>
Pasir kerikil, koral ( kering udara sampai lembab )	1850 Kg/m <sup>3</sup>
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1700 Kg/m <sup>3</sup>
Tanah, lempung dan lanau ( basah )	2000 Kg/m <sup>3</sup>
Timah hitam ( timbel )	1140 Kg/m <sup>3</sup>

Sumber: SNI 1727-2013

## 2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk bebanbeban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan atau beban akibat air hujan pada atap.

Tabel 2. 2Beban Hidup Pada Lantai Gedung

Hunian atau Penggunaan	Beban
Rumah Tinggal semua ruang kecuali tangga balkon	200 Kg/m <sup>2</sup>
Tangga dan jalan keluar	500 Kg/m <sup>2</sup>
Sistem lantai akses	
Ruang kantor	250 Kg/m <sup>2</sup>
Ruang komputer	500 Kg/m <sup>2</sup>
Sekolah	
Ruang kelas	200 Kg/m <sup>2</sup>
Koridor diatas lantai pertama	400 Kg/m <sup>2</sup>
Koridor lantai pertama	500 Kg/m <sup>2</sup>
Rumah sakit	
Ruang operasi	300 Kg/m <sup>2</sup>
Ruang pasien	200 Kg/m <sup>2</sup>
Perpustakaan	
Ruang baca	300 Kg/m <sup>2</sup>
Ruang penyimpanan	800 Kg/m <sup>2</sup>
Pabrik	
Ringan	650 Kg/m <sup>2</sup>
Berat	1300 Kg/m <sup>2</sup>
Gedung perkantoran	
Lobi dan koridor lantai pertama	500 Kg/m <sup>2</sup>
Kantor	250 Kg/m <sup>2</sup>
Koridor diatas lantai pertama	400 Kg/m <sup>2</sup>
Tempat rekreasi	
Kolam renang	400 Kg/m <sup>2</sup>
Ruang dansa	500 Kg/m <sup>2</sup>
Stadium dan tribun	300 Kg/m <sup>2</sup>

Sumber: SNI 1727-2013

Tabel 2. 3 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung

Beban Mati	Beban
Batu alam	2600 Kg/m <sup>3</sup>
Beton berlubang	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Spesi per cm tebal	21 Kg/m <sup>2</sup>

Dinding pasangan $\frac{1}{2}$ bata	250 Kg/m <sup>2</sup>
Langit-langit + penggantung	18 Kg/m <sup>2</sup>
Penutup lantai dari semen Portland	24 Kg/m <sup>2</sup>

Sumber: SNI 1727-2013

### 3. Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang diakibatkan dari gerakan tanah akibat gempa tersebut .

#### 2.1.3 Kombinasi Pembebanan

Menurut SNI 1726-2012 pasal 4.2.2, kombinasi beban yang dipakai dalam penelitian ini yaitu :

- $U = 1,4D$
- $U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
- $U = 1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
- $U = 1,2 D + 1 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
- $U = 1,2 D + 1,0L + 1,0E$

Dimana:

U= Kuat Perlu

D= Beban Mati

L= Beban Hidup

R= Beban Hujan

W= Beban Angin

E= Beban Gempa

#### 2.1.4 Ketentuan Umum Bangunan Gedung Dalam Pengaruh Gempa

##### Faktor Keutamaan

Untuk berbagai kategori gedung bergantung pada probabilitas terjadinya keruntuhan struktur gedung selama umur gedung yang diharapkan.

Pengaruh gempa rencana terhadap struktur gedung harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan (I).

Tabel 2. 4 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur lainnya untuk beban gempa

<b>Jenis Pemanfaatan</b>	<b>Kategori Resiko</b>
Gedung dan struktur lainnya yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas Pertanian.</li> <li>- Fasilitas sementara tertentu</li> <li>- Fasilitas gedung yang kecil</li> </ul>	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan.</li> <li>- Rumah took dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industry</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
Gedung dan non gedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk tidak dibatasi untuk : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan</li> </ul>	III

---

unit gawat darurat

- Fasilitas penitipan anak
- Penjara
- Bangunan untuk orang jompo

Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori resiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan /atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari - hari bila terjadi kegagalan, termasuk tetapi tidak dibatasi untuk :

- Pusat pembangkit listrik biasa
- Fasilitas penanganan air
- Fasilitas penanganan limbah.
- Pusat telekomunikasi.

Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori resiko IV, (termasuk tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses penanganan penyimpangan, Penggunaan atau tempat penyimpanan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak), yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.

---

Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: IV

- Bangunan-bangunan monumental
  - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan
  - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat
  - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat
  - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai,
-

---

dan tempat perlindungan darurat lainnya

- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat
- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat
- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran ) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat

Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.

---

*Sumber: SNI 1726-2012*

Tabel 2. 5 Faktor Keutamaan I untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan

<b>Kategori Resiko Bangunan</b>	<b>I<sub>e</sub></b>
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

*Sumber: SNI 1726-2012*

## 2.2 Prosedur Klasifikasi Situs Untuk Desain Seismik

### 2.2.1 Klasifikasi Situs

Klasifikasi suatu situs untuk memberikan kriteria desain seismik berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Dalam perumusan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs, maka situs tersebut harus diklasifikasikan terlebih dahulu. Profil tanah di situs

harus diklasifikasikan sesuai dengan Tabel 3 dan 5.3, berdasarkan profil tanah lapisan 30 m paling atas.

Penetapan kelas situs harus melalui penyelidikan tanah di lapangan dan di laboratorium, yang dilakukan oleh otoritas yang berwenang atau ahli desain geoteknik bersertifikat, dengan minimal mengukur secara independen dua dari tiga parameter tanah yang tercantum dalam Tabel 3. Dalam hal ini, kelas situs dengan kondisi yang lebih buruk harus diberlakukan. Apabila tidak tersedia data tanah yang spesifik pada situs sampai kedalaman 30 m, maka sifat-sifat tanah harus diestimasi oleh seorang ahli geoteknik yang memiliki sertifikat/ijin keahlian yang menyiapkan laporan penyelidikan tanah berdasarkan kondisi getekniknya. Penetapan kelas situs SA dan kelas situs SB tidak diperkenankan jika terdapat lebih dari 3 m lapisan tanah antara dasar telapak atau rakit fondasi dan permukaan batuan dasar.

### 2.2.2 Definisi Kelas situs

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklasifikasi sebagai kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, atau SF. Bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak bisa ditentukan kelas situs-nya, maka kelas situs SE dapat digunakan kecuali jika pemerintah/dinas yang berwenang memiliki data geoteknik yang dapat menentukan kelas situs SF (SNI-1726-2012)

Tabel 2. 6 Klasifikasi situs

Kelas Situs	Vs (m/detik)	N atau N <sub>ek</sub>	S <sub>u</sub> (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras)	350 sampai 750	>50	≥100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50

Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut:



- 
1. Indeks plastisitas,  $PI > 20$
  2. Kadar air,  $w \geq 40\%$
  3. Kuat geser niralir  $S_u < 25 \text{ kPa}$
- 

SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geotek)

Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut:

- Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah
- Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan  $H > 3 \text{ m}$ )
- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan  $H > 7,5 \text{ m}$  dengan Indeks Plastisitas  $PI > 75$ )

Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan  $H > 35$  dengan  $S_u < 50 \text{ kPa}$

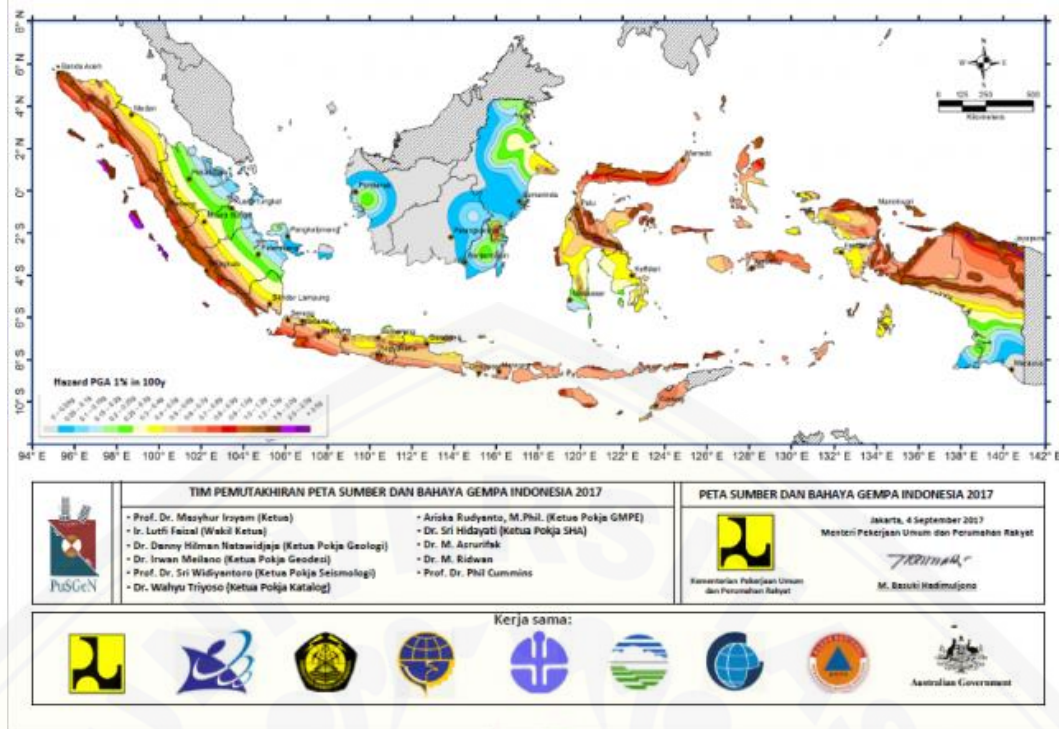
---

*Sumber: SNI 1726-2012*

## 2.3 Wilayah Gempa Dan Spektrum Respons

### 2.3.1 Parameter percepatan terpetakan

Parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik pada pasal 14 dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun (MCER, 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila  $S_1 \leq 0,04g$  dan  $S_s \leq 0,15g$ , maka struktur bangunan boleh dimasukkan ke dalam kategori desain seismik A, dan cukup memenuhi persyaratan dalam 6.6 (SNI 1726-2012).



Gambar 2. 1 Peta Zonasi Gempa Indonesia

Sumber: Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017

### 2.3.2 Koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER)

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek ( $F_a$ ) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik ( $F_V$ ). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek ( $S_{MS}$ ) dan perioda 1 detik ( $S_{M1}$ ) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini:

$$S_{MS} = F_a S_S \dots\dots\dots(2.1)$$

$$S_{M1} = F_V S_1 \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$S_5$  = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk perioda pendek

$S_1$  = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk perioda 1,0 detik

Tabel 2. 7 Koefisien situs,  $F_a$

Kelas Situs	Parameter respons spectral percepatan gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode pendek $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s$ 0,25	$S_s$ 0,5	$S_s$ 0,75	$S_s$ 1,0	$S_s$ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	$SS^M$				

Sumber: SNI 1726-2012

Tabel 2. 8 Koefisien situs  $F_v$

Kelas Situs	Parameter respons spectral percepatan gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode pendek $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,1$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	$SS^b$				

Sumber: SNI 1726-2012

### 2.3.3 Parameter Percepatan Spektral Desain

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek,  $S_{DS}$  dan pada perioda 1 detik,  $S_{D1}$ , harus ditentukan melalui perumusan berikut ini:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

### 2.3.4 Spektrum Respons Desain

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 1 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

1. Untuk perioda yang lebih kecil dari  $T_0$  , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

2. Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $S_T$ , spektrum respons percepatan desain  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$
3. Untuk perioda lebih besar dari  $S_T$  , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$  , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

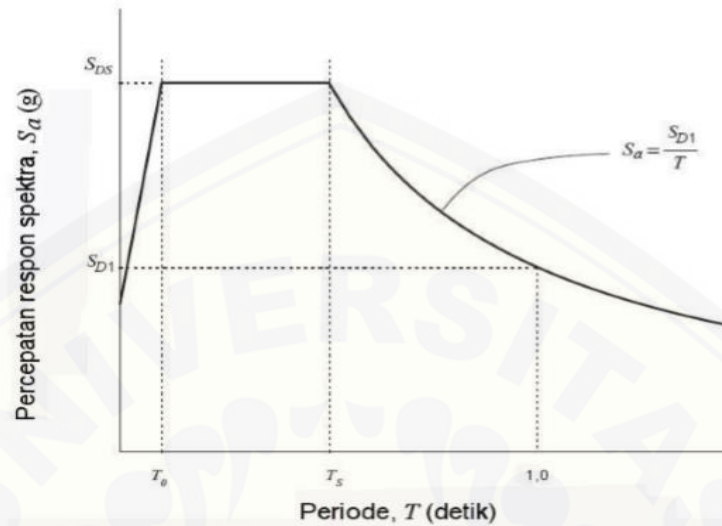
$S_{DS}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek

$S_{D1}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik

$T$  = perioda getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots(2.8)$$



Gambar 2. 2 Spektrum Respon Desain

Sumber: SNI 1726-2012 hal 23

**2.4 Analisis Statik Ekuivalen**

Analisis static ekuivalen merupakan metode menganalisis struktur bangunan beraturan yang ketinggiannya tidak lebih dari 40 m atau 10 tingkat yang diukur dari taraf penjepitan lateral. Apabila gaya gempa rencana pada struktur bangunan dengan ketinggian lebih dari 40 m atau 10 tingkat harus dihitung menggunakan analisis dinamik.(Faizah,R.2015)

**2.4.1 Gaya Dasar Seismik**

Gaya geser dasar seismic yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$V = C_s \cdot W_i \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

$C_s$  = Koefisien respon seismik

$W_i$  = Berat seismik

Untuk mendapatkan nilai  $C_s$ , maka dibutuhkan nilai  $S_{DS}$ ,  $R$  dan nilai  $I_e$ , setelah mendapatkan nilai-nilai tersebut maka dapat dicari nilai  $C_s$  berdasarkan persamaan:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R/I_e} \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

Nilai  $C_s$  yang dihitung harus kurang dari

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01 \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Beban geser dasar seismic ( $V$ ) dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen ( $F_x$ ) pada pusat massa lantai tingkat ke  $I$  atau  $x$  berdasarkan persamaan :

$$F_x = \frac{W_x}{\sum W_i} \cdot V \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

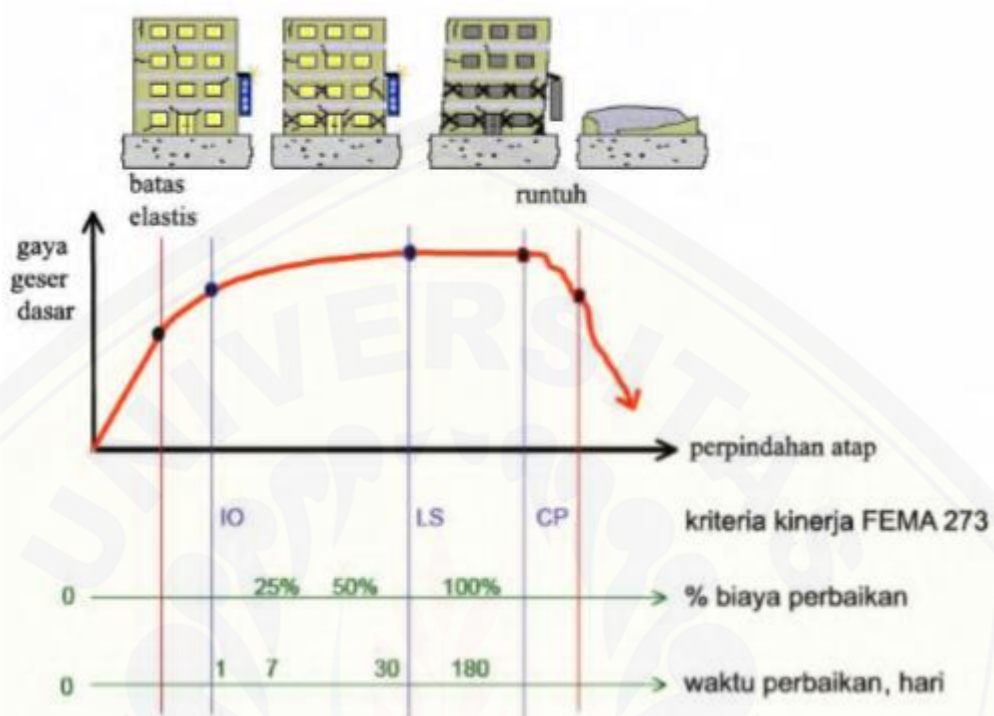
$W_x$  = bagian dari berat seismik efektif struktur ( $W$ ) di tingkat  $i$  atau  $x$

$\sum W_i$  = Berat seismik total

## 2.5 Perencanaan Berbasis Kinerja

Konsep terbaru untuk perencanaan bangunan tahan gempa adalah Perencanaan Tahan Gempa Berbasis Kinerja (*Performance Based Seismic Design*). Konsep *Performance Based Seismic Design* digunakan pada bangunan baru maupun bangunan perkuatan untuk meminimalisir kerugian harta benda, keselamatan penghuni, dan kesiapan pakai. Salah satu pendekatan analisis yang dapat digunakan adalah analisis dinamik non-linear atau analisis pushover (ATC 40, 1997). Analisis ini dilakukan dengan memberikan beban statik secara terus menerus ditiap lantainya hingga struktur mengalami keruntuhan pada batas tertentu. Tujuan dari *Performance Based Seismic Design* adalah mencitakan bangunan tahan gempa yang daya gunanya dapat diperhitungkan oleh pihak

perencana sehingga dapat mengatur ulang resiko kerusakan yang dapat diterima sesuai dengan resiko biaya yang dikeluarkan. Sasaran kinerja adalah bahaya gempa (*seismic hazard*) dan tingkat kinerja (*performance level*).



Gambar 2. 3 Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja ( ATC 58 )

*Sumber: Jurnal tentang Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover*

Kurva tersebut dihasilkan dari analisa statik non-linier khusus yang dikenal sebagai analisa pushover, sehingga disebut juga sebagai kurva pushover. Sedangkan titik kinerja (*performance point*) merupakan besarnya perpindahan titik pada atap pada saat mengalami gempa rencana, dapat dicari menggunakan metoda yang akan dijelaskan pada bab berikutnya. Selanjutnya diatas kurva pushover dapat digambarkan secara kualitatif kondisi kerusakan yang terjadi pada level kinerja yang ditetapkan agar awam mempunyai bayangan seberapa besar kerusakan itu terjadi. Selain itu dapat juga dikorelasikan dibawahnya berapa prosentase biaya dan waktu yang diperlukan untuk perbaikan. Informasi itu tentunya sekedar gambaran perkiraan, meskipun demikian sudah mencukupi

untuk mengambil keputusan apa yang sebaiknya harus dilakukan terhadap hasil analisis bangunan tersebut. (Dewobroto Wiryanto, 2005)

## 2.6 Analisa Respon Struktur

Struktur gedung saat menerima beban gempa, maka akan mengalami *base shear*. *Base shear* tiap lantai merupakan fungsi dari massa ( $m$ ) dan kekakuan ( $k$ ) dari tiap lantai tersebut. *Base shear* mengakibatkan tiap lantai bergeser / *displacement* dari kedudukan semula. Apabila sifat geometri struktur simetris maka simpangan yang terjadi hanya pada satu bidang (2-dimensi) yaitu simpangan suatu massa pada setiap saat hanya mempunyai posisi / ordinat tunggal sehingga dapat dianggap sebagai satu kesatuan *Single Degree of Freedom* (SDOF) dengan parameter *displacement* yang diukur adalah pada atap. Saat gaya gempa bekerja, maka gedung akan merespon beban gempa tersebut dengan memberikan gaya-gaya dalam. Apabila gaya-gaya dalam tersebut melebihi kemampuan / kapasitas gedung, maka gedung akan berperilaku inelastis apabila sifat struktur cukup daktail tetapi langsung hancur apabila kurang daktail. (Mamesah, Hizkia Yehezkiel.S.R.2014.).

## 2.7 Analisa Pushover

Analisis *pushover* adalah analisis statik nonlinier dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban-beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca-elastik yang besar sampai mencapai kondisi elastis. Kemudian disusul pelelehan (sendi plastis) dilokasi yang lain distruktur tersebut. (Yosafat A.P, 2006)



### 2.7.1 Metode Koefisien Perpindahan (FEMA 356)

Metode Koefisien Perpindahan atau *Displacement Coefficient Method* (DCM) merupakan metode yang terdapat dalam FEMA 356 untuk prosedur statik nonlinier. Penyelesaian dilakukan dengan memodifikasi respons elastis linier dari sistem SDOF ekuivalen dengan faktor koefisien  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  dan  $C_3$  sehingga dapat dihitung target perpindahan ( $\delta_t$ ),

$$\delta_t = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 S_a \cdot \left(\frac{T_e}{2\pi}\right)^2 \cdot g \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

$\delta_t$  = targetperpindahan

$T_e$  = waktu getar alami efektif

$C_0$  = koefisien faktor bentuk, untuk merubah perpindahan spectralmenjadi perpindahan atap, umumnya memakai faktor partisipasi ragam yang pertama atau berdasarkan Tabel 3-2 dari FEMA 356.

$C_1$  = faktor modifikasi untuk menghubungkan perpindahan inelastic maksimum dengan perpindahan respons elastik linier. Nilai  $C_1 = 1,0$  untuk  $T_e \geq T_s$  dan untuk  $T_e < T_s$

$C_2$  = koefisien untuk memperhitungkan efek “*pinched hysteresis shape*” pada perpindahan maksimum dari hubungan beban deformasi akibat degradasi kekakuan dan kekuatan, nialinya berdasarakan tabel 3-3 dari FEMA-356.

$C_3$  = koefisien untuk memperhitungkan pembesaran lateral akibat adanya efek  $P\delta$ . Untuk gedung dengan perilaku kekakuan pasca-leleh bernilai positif maka  $C_3 = 1,0$ . Sedangkan untuk gedung dengan perilaku kekakuan pasca- leleh negatif,

$$C_3 = 1,0 + \frac{|\alpha|(R-1)^{3/2}}{T_e} \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

$\alpha$  = rasio kekakuan pasca leleh terhadap kekakuan elastisefektif.

$R$  = rasio “kuat elastis perlu” terhadap “koefisien kuat lelehterhitung”.

$S_a$  = akselerasi respon spektrum yang bekesesuaian dengan waktu getar alami efektif pada arak yang ditinjau.

$V_y$  = gaya geser dasar pada saatleleh.

$W$  = total beban mati dan beban hidup yang dapat direduksi.

$C_m$  = faktor massa efektif yang diambil dari Tabel 3-1 dari FEMA356

$g$  = percepatan gravitasi 9,81 m/det<sup>2</sup>

### 2.7.2 Metode Spektrum Kapasitas (ATC-40)

Metode Spektrum Kapasitas atau *Capacity Spectrum Method* (CSM) merupakan salah satu cara untuk mengetahui kinerja suatu struktur. Dalam analisis statik *pushover* nonlinier ini didapatkan kurva kapasitas kemudian diolah lebih lanjut dengan metode Spektrum Kapasitas (ATC-40). Metode ini telah *build-in* dalam program SAP 2000 yang akan digunakan. Hasil analisis statis *pushover* nonlinier adalah kurva *pushover* yang menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar (*Base Shear*) dan simpangan atap (*Roof Displacement*). Hubungan tersebut dinamakan kurva kapasitas struktur. Metode ini sederhana namun informasi yang dihasilkan sangat berguna karena mampu menggambarkan respon *inelastic* bangunan. Kurva Kapasitas hasil *pushover* diubah menjadi kapasitas spektrum seperti pada gambar 3 melalui persamaan:

$$S_a = \frac{v}{\alpha_1} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$S_d = \frac{\Delta_{roof}}{PF1\phi_{roof.1}} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$PF = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(w_i\phi_{i1})}{g}}{\sum_{i=1}^n \frac{(w_i\phi_{i1}^2)}{g}} \right] \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\alpha_1 = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n \frac{(w_i\phi_{i1})}{g} \right]^2}{\left[ \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{g} \right] \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(w_i\phi_{i1}^2)}{g} \right]} \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan:

$S_a$  = Spectral acceleration

$S_d$  = Spectral displacement

PF1 = modal participation untuk modal pertama

$\alpha_1$  = modal mass coefficient untuk modal pertama

$\phi_{i1}$  = amplitude of first untuk leveli

V = gaya geserdasar

W = berat mati bangunan ditambah beban atap

$\Delta_{\text{roof}}$  = roof displacement

$w_i/g$  = massa pada leveli

Tabel 2. 9 Batasan Rasio *Drift* atap sesuai ATC-40

<i>Performance level</i>				
Parameter	IO	<i>Damage Control</i>	LS	<i>Structural stability</i>
Maksimum total <i>drift</i>	0,01	0,01 – 0,02	0,02	0,33
Maksimum inelastik <i>drift</i>	0,005	0,005 – 0,015	<i>No limit</i>	<i>No limit</i>

### 2.7.3 Metoda Koefisien Perpindahan Yang Diperbaiki (FEMA 440)

Metode Koefisien Perpindahan atau *Displacement Coefficient Method* (DCM) merupakan metode yang terdapat dalam FEMA untuk prosedur statik nonlinier. Penyelesaian dilakukan dengan memodifikasi respon elastis linier dari sistem SDOF ekuivalen dengan faktor koefisien  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  dan  $C_3$  sehingga dapat dihitung target perpindahan ( $\delta_t$ ):

$$\delta_t = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot S_a \cdot \left(\frac{T_e}{2\pi}\right)^2 \cdot g \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

## 2.8 Kinerja Bangunan

Tingkat kinerja sebuah bangunan menunjukkan kondisi bangunan setelah mengalami gempa. Kondisi ini dijelaskan melalui deskripsi kerusakan fisik yang dialami bangunan, tingkat bahaya akibat kerusakan yang terjadi terhadap pengguna bangunan, dan kemampuan layan bangunan pasca gempa. Dalam dokumen ATC 40, tingkat kinerja bangunan diklasifikasikan menjadi beberapa kategori (*Applied Tecnology Council*, 1996):

1. *Immediate Occupancy*, SP-1: Bila terjadi gempa, hanya sedikit kerusakan struktural yang terjadi. Karakteristik dan kapasitas sistem penahan gaya vertikal dan lateral pada struktur masih sama dengan kondisi dimana gempa belum terjadi, sehingga bangunan aman dan dapat langsung dipakai.
2. *Damage Control*, SP-2: Dalam kategori ini, pemodelan bangunan baru dengan beban gempa rencana dengan nilai beban gempa yang peluang dilampauinya dalam rentang masa layan gedung 50 tahun adalah 10%.
3. *Life Safety*, SP-3: Bila terjadi gempa, mulai muncul kerusakan yang cukup signifikan pada struktur, akan tetapi struktur masih dapat menahan gempa. Komponen-komponen struktur utama tidak runtuh. Bangunan dapat dipakai kembali jika sudah dilakukan perbaikan, walaupun kerusakan yang terjadi kadangkala membutuhkan biaya yang tidak sedikit.
4. *Limited Safety*, SP-4: Kondisi bangunan tidak sebaik level life safety dan tidak seburuk level structural stability, termasuk ketika level life safety tidak efektif atau ketika hanya beberapa kerusakan struktur kritis yang dapat dikurangi.
5. *Structural Stability*, SP-5: Level ini merupakan batas dimana struktur sudah mengalami kerusakan yang parah. Terjadi kerusakan pada struktur dan nonstruktur. Struktur tidak lagi mampu menahan gaya lateral karena penurunan.
6. *Not Considered*, SP-6: Pada kategori ini, struktur sudah dalam kondisi runtuh, sehingga hanya dapat dilakukan evaluasi seismik dan tidak

dapat dipakai lagi.

Tabel 2. 10 Tingkat Kerusakan Struktur Akibat terbentuknya Sendi Plastis dalam Program komputer

Keterangan	Simbol	Penjelasan
B		Menunjukkan batas linier yang kemudian diikuti terjadinya pelelehan pertama pada struktur
IO		Terjadi kerusakan yang kecil atau tidak berarti pada struktur, kekakuan struktur hampir sama pada saat belum terjadi gempa
LS		Terjadi kerusakan mulai dari kecil sampai tingkat sedang. Kekakuan struktur berkurang, tetapi masih mempunyai ambang yang cukup besar terhadap nilai keruntuhan
CP		Terjadi kerusakan yang parah pada struktur sehingga kekuatan dan kekakuannya berkurang banyak
C		Batas maksimum gaya geser yang masih mampu ditahan gedung
D		Terjadi degradasi kekuatan struktur yang besar, sehingga kondisi struktur tidak stabil dan hamper collapse
E		Struktur sudah tidak mampu menahan gaya geser dan hancur

## BAB III METODOLOGI

Metodologi penelitian adalah langkah atau tahapan perencanaan menggunakan metode, teknik, alat dengan tujuan membantu peneliti meminimalisir kegagalan. Pendekatan penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif, karena hasilnya berupa angka dari analisis struktur gedung menggunakan program komputer.

### 3.1 Data Struktur Gedung

Penelitian ini dilakukan pada bangunan gedung Fakultas Hukum.. Bangunan tersebut memiliki 8 lantai. Fungsi utama gedung adalah tempat perkuliahan dengan luas bangunan 45,60 m x 22,20 m, tinggi tiap lantai 4,2 m, mutu beton K350, tebal pelat 12.

Ukuran balok :

- B1 = 40 cm x 60 cm
- B2 = 30 cm x 45 cm
- B3 = 25 cm x 40 cm
- B4 = 25 cm x 30 cm

Ukuran kolom :

- K1 = 50 cm x 60 cm
- K2 = 40 cm x 40 cm

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada bangunan gedung Fakultas Hukum terletak di daerah Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegalboto Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.



Gambar3. 1 Lokasi Proyek Fakultas Hukum

Sumber: <http://maps.google.com>

### 3.3 Waktu

Waktu perencanaan penelitian tugas akhir dimulai pada bulan 31 Agustus 2018 sampai selesai.

### 3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan agar analisis ini dapat berjalan. Semua data yang diperlukan dalam analisis ini diperoleh dari bagian perencanaan Universitas Jember. Data yang didapat yaitu

- a. *As-build Drawing*
- b. Ukuran dimensi struktur yaitu balok, kolom, pelat lantai

### 3.5 Tahapan Pemodelan

Tahapan penelitian ini meliputi pengumpulan data dan pengelolaan data dari perencana Universitas Jember. Metode penelitian ini menggunakan analisis *pushover* dengan program komputer. Pengumpulan data:

a. Tahap pertama merupakan persiapan pengumpulan data yang akan dilakukan untuk mendukung perencanaan struktur.

b. Preliminary desain

Tahap kedua yaitu menghitung perencanaan kolom, balok, dan pelat.

c. Pembebanan struktur utama

Tahap ketiga merupakan perhitungan pembebanan struktur utama yang meliputi:

1. Beban mati

Merupakan beban yang ditimbulkan oleh elemen-elemen struktur bangunan yaitu kolom, balok, dan pelat lantai.

2. Beban hidup

Merupakan semua beban yang diakibatkan oleh penghuni atau pengguna suatu bangunan yang bersifat tidak permanen.

3. Beban Gempa

Beban gempa rencana yang disajikan dalam bentuk grafik antara periode getar struktur  $T$ , lawan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Untuk menghitung beban gempa maka harus menentukan lokasi struktur yang akan dianalisis dan menentukan karakteristik tanah setempat.

d. Pemodelan

Tahap keempat melakukan pemodelan struktur 3D bangunan menggunakan program komputer, sehingga diperoleh hasil pemodelan.

e. Kontrol Validasi

Tahap ini merupakan tahap paling penting yang menentukan hasil dari perencanaan gedung. Apabila hasil kontrol desain kolom, balok, dan pelat lantai tidak memenuhi syarat, maka perencanaan struktur gedung diulang



ketahap ketiga yaitu preliminary desain. Jika hasil kontrol desain memenuhi syarat, maka perencanaan dilanjutkan ke tahap analisis kekuatan struktur .

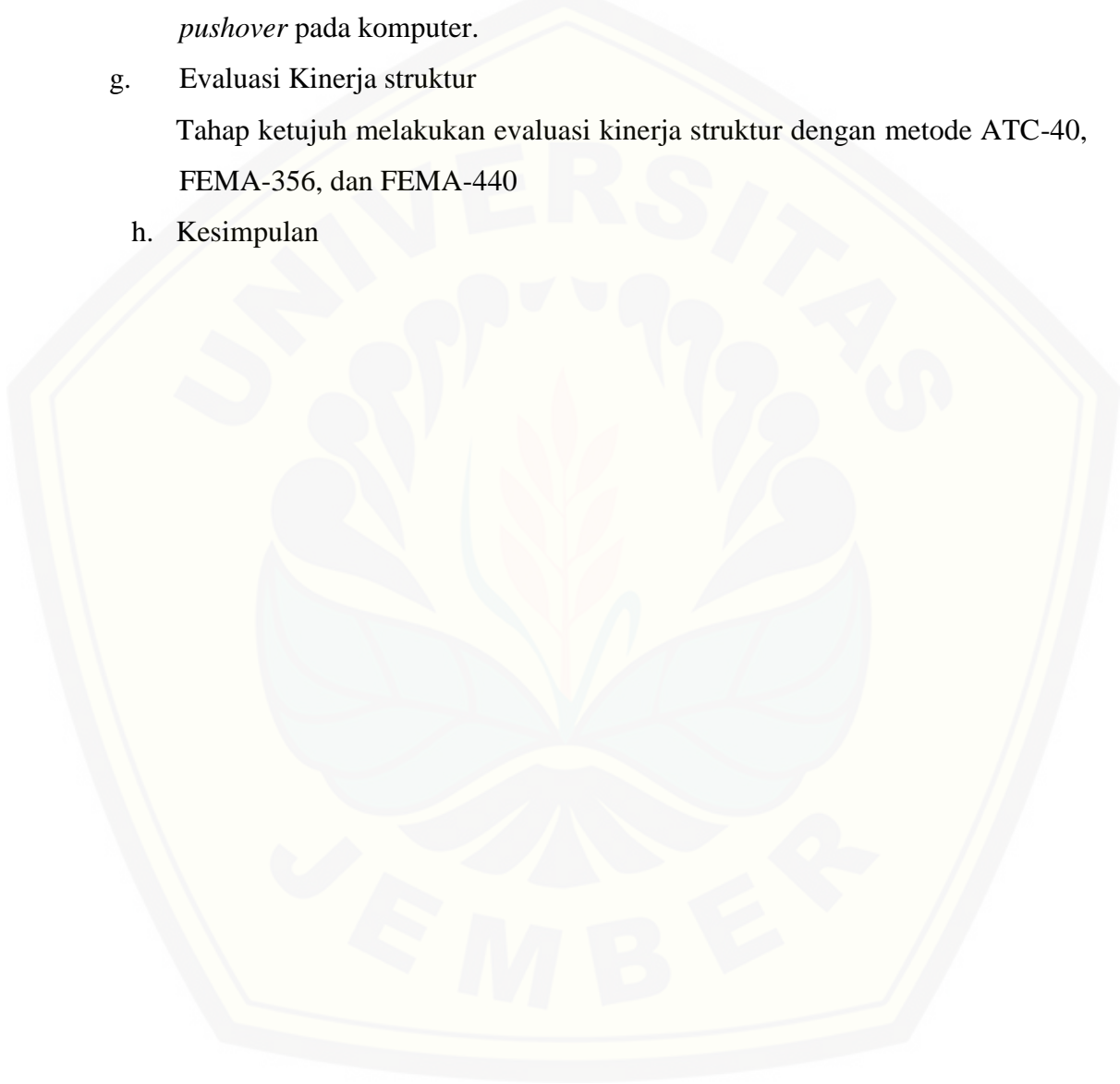
f. Analisis Kekuatan Struktur

Tahap keenam melakukan analisis struktur gedung terhadap bidang M,D,N, *displacement* dan *base shear* terhadap dimensi elemen struktur yang telah direncanakan. Selanjutnya dilanjutkan dengan memasukkan parameter *pushover* pada komputer.

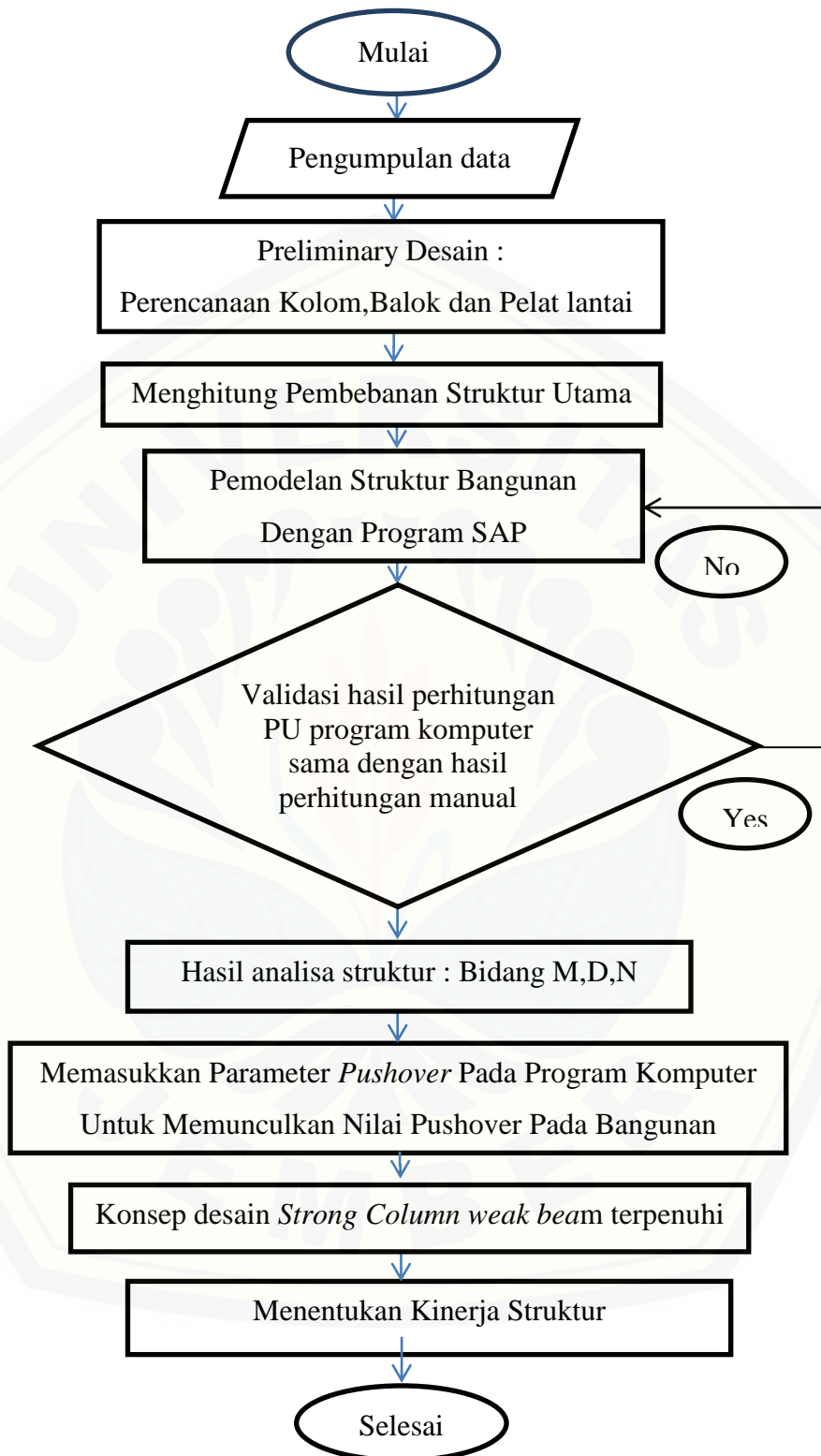
g. Evaluasi Kinerja struktur

Tahap ketujuh melakukan evaluasi kinerja struktur dengan metode ATC-40, FEMA-356, dan FEMA-440

h. Kesimpulan



## 3.6 Diagram Alir (Flowchart)



Gambar 3.2 Diagram Alir



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Kapasitas bangunan Fakultas Hukum dilihat dari bidang M,D,N , displacement dan base shear adalah
  - a. Momen maksimum balok berada pada frame 11 (B1) dengan nilai sebesar 21,273 ton meter (tm), geser maksimum pada frame 11 (B1) dengan nilai sebesar 14,499 ton, dan aksial maksimum kolom berada pada frame 3384 (K1) dengan nilai sebesar 339,138 ton berdasarkan nilai momen maksimum dan nilai aksial maksimum
  - b. Nilai *displacement* dilihat dari *performance point* dengan metode ATC-40 untuk arah x sebesar 4,2 cm dan arah y sebesar 4,3 cm , FEMA-356 untuk arah x sebesar 17,6 cm dan arah y sebesar 16,3 cm , FEMA-440 untuk arah x sebesar 18 cm dan arah y sebesar 18 cm
  - c. Nilai base shear dilihat dari *performance point* dengan metode ATC-40 untuk arah x sebesar 1445,708 ton dan arah y sebesar 1532,709 ton , FEMA-356 untuk arah x sebesar 4920,903 ton dan arah y sebesar 4734,240 ton , FEMA-440 untuk arah x sebesar 5003,403 ton dan arah y sebesar 4734,240 ton
2. Berdasarkan hasil grafik analisis *pushover*, struktur bangunan dalam kondisi aman. Hal ini ditunjukkan *displacement performance point* pada evaluasi kinerja tidak ada yang melebihi syarat pada SNI-1726-2012. Sendi plastis termasuk dalam level kinerja operasional (B) namun pada perhitungan *drift rasio* berdasarkan ketentuan ATC-40 dalam level kinerja *immediate occupancy* (IO). Hal ini berarti saat terjadi gempa rencana terlampaui gedung masih aman dan dapat langsung dipakai.

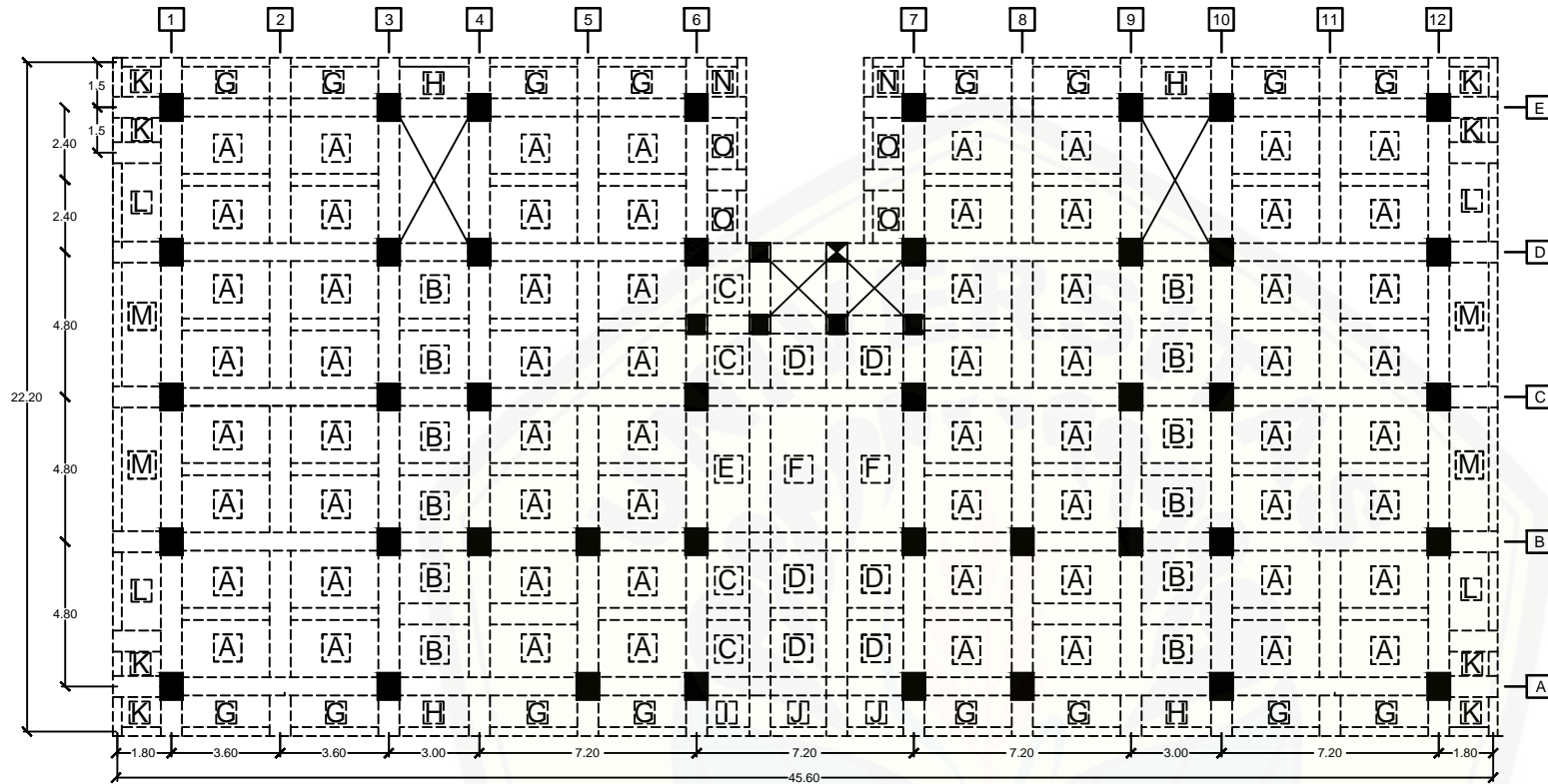
## 5.2 Saran

Dalam analisis ini, penulis menyarankan untuk melakukan analisis mengenai kekuatan kolom



**DAFTAR PUSTAKA**

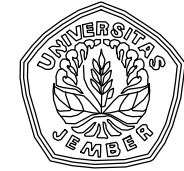
- Asroni, Ali.2016.Perencanaan Struktur Beton Bertulang.Jakarta:Erlangga
- Dewobroto, W.2005.Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover.Civil Engineering National Conference:Sustainability Construction & Structural Engineering Based on Professionalism:1-28.Semarang
- Febriana A, W. A.2016.Analisis Pushover Untuk Performance Based Design (Studi Kasus Gedung B Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya).Journal Rekayasa Sipil Universitas Brawijaya.Volume 1.676-685.
- Ibnu,A.E.2014.Evaluasi Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Pushover Menggunakan Software Etabs.eJurnal Matriks Teknik Sipil.Volume 2.116-123.
- SNI 1726-2012.2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.Jakarta:Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1727-2013.2013. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.Jakarta:Badan Standardisasi Nasional.
- Sultan, M. A.2016.Evaluasi Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Analisa Pushover. JurnalSIPILsain.Volume 06.1-8.
- Tavio.Wijaya,U.2018.Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja(Performance Based Design)Dilengkapi Contoh & Aplikasi Program Bantu ETABS.Yogyakarta:ANDI.
- Wisnumurti.I.A.2008.Analisis Pushover Pada Gedung Tidak Beraturan Dengan Study Kasus Pada Gedung Baru FIA UNIBRAW.Jurnal Rekayasa Sipil.Volume2 No 1.11-22.
- Yehezkiel Mamesah,H.S.R.2014.Analisis Pushover Pada Bangunan Dengan Soft First Story.Jurnal Sipil Statik.Volume 2 No 4.214-224.
- Zainal Arifin, S. S. 2015. Analisis Struktur Gedung POP Hotel Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Pushover Analysis. 427-440.



**KETERANGAN**

- |                     |                      |                     |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| A = 175 cm x 305 cm | F = 195 cm x 415 cm  | K = 85 cm x 135 cm  |
| B = 175 cm x 245 cm | G = 85 cm x 317,5 cm | L = 155 cm x 285 cm |
| C = 150 cm x 175 cm | H = 85 cm x 257,5 cm | M = 115 cm x 435 cm |
| D = 175 cm x 195 cm | I = 85 cm x 167,5 cm | N = 105 cm x 105 cm |
| E = 150 cm x 415 cm | J = 85 cm x 212,5 cm | O = 85 cm x 195 cm  |

 **PELAT LANTAI**  
SKALA 1 : 200



UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241  
web: www.unej.ac.id

**TUGAS AKHIR**

PEKERJAAN  
**KINERJA STRUKTUR GEDUNG  
KULIAH DENGAN METODE  
PUSHOVER**

GAMBAR

**RENCANA PELAT**

NAMA VIVI DWI DARMAWATI

NIM 151910301037

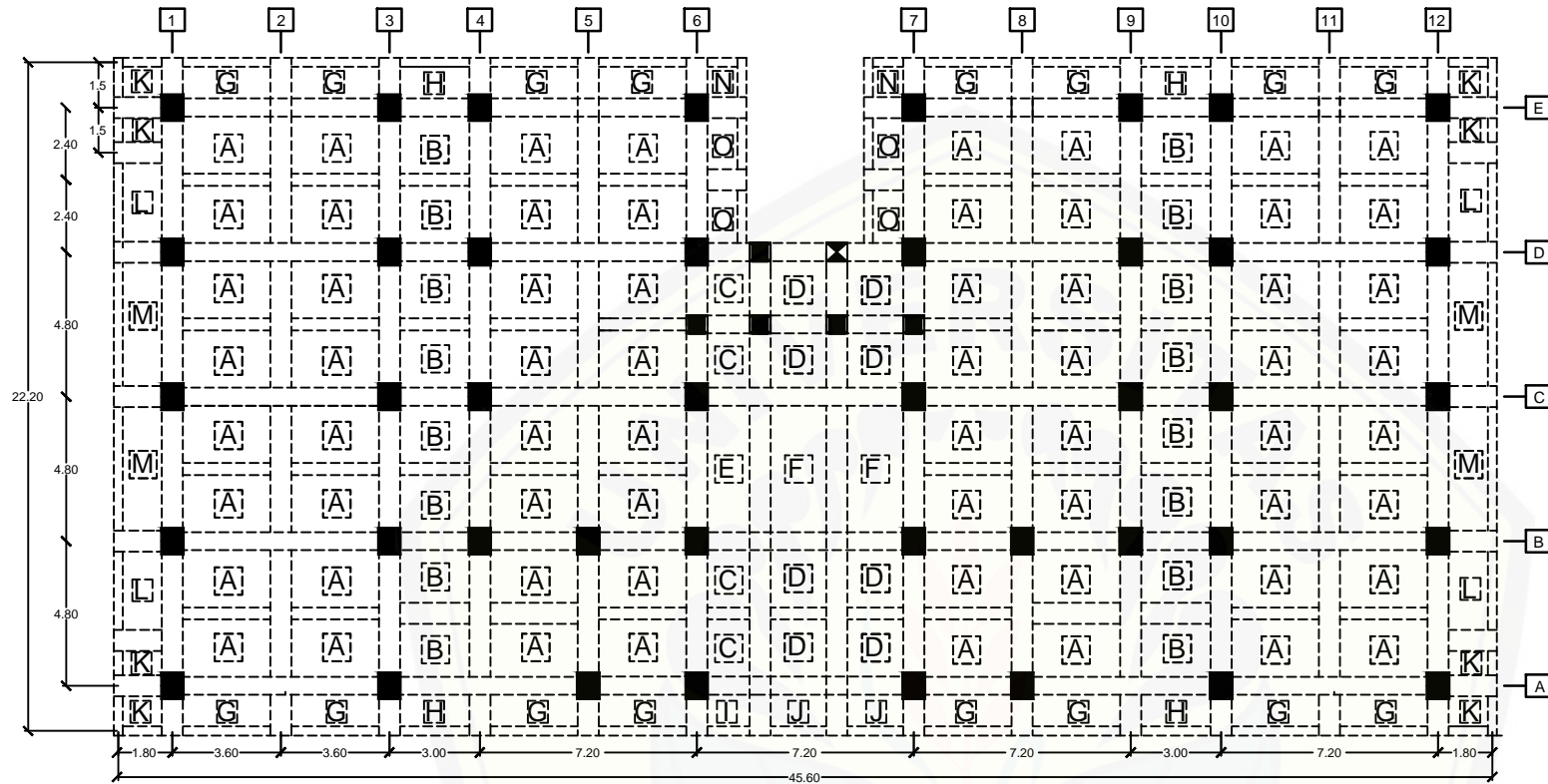
DOSEN PEMBIMBING

(DWI NURTANTO, S.T., M.T.)  
NIP. 19731015 199802 1 001

(GATI ANNISA HAYU, S.T., M.T., M.Sc)  
NIP. 760015715

SKALA	NOMOR	TANGGAL
-------	-------	---------

1:200		
-------	--	--



**KETERANGAN**

- |                     |                      |                     |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| A = 175 cm x 305 cm | F = 195 cm x 415 cm  | K = 85 cm x 135 cm  |
| B = 175 cm x 245 cm | G = 85 cm x 317,5 cm | L = 155 cm x 285 cm |
| C = 150 cm x 175 cm | H = 85 cm x 257,5 cm | M = 115 cm x 435 cm |
| D = 175 cm x 195 cm | I = 85 cm x 167,5 cm | N = 105 cm x 105 cm |
| E = 150 cm x 415 cm | J = 85 cm x 212,5 cm | O = 85 cm x 195 cm  |



UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241  
web: www.unej.ac.id

**TUGAS AKHIR**

PEKERJAAN  
**KINERJA STRUKTUR GEDUNG**  
KULIAH DENGAN METODE  
PUSHOVER

GAMBAR

**RENCANA PELAT**

NAMA VIVI DWI DARMAWATI

NIM 151910301037

DOSEN PEMBIMBING

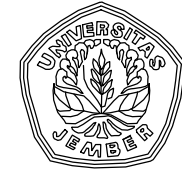
(DWI NURTANTO, S.T., M.T.)  
NIP. 19731015 199802 1 001

(GATI ANNISA HAYU, S.T., M.T., M.Sc)  
NIP. 760015715

SKALA	NOMOR	TANGGAL
-------	-------	---------

1:200		
-------	--	--





UNIVERSITAS JEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241  
 web: www.unej.ac.id

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN  
 KINERJA STRUKTUR GEDUNG  
 KULIAH DENGAN METODE  
 PUSHOVER

GAMBAR

RENCANA PEMBALOKAN

NAMA VIVI DWI DARMAWATI

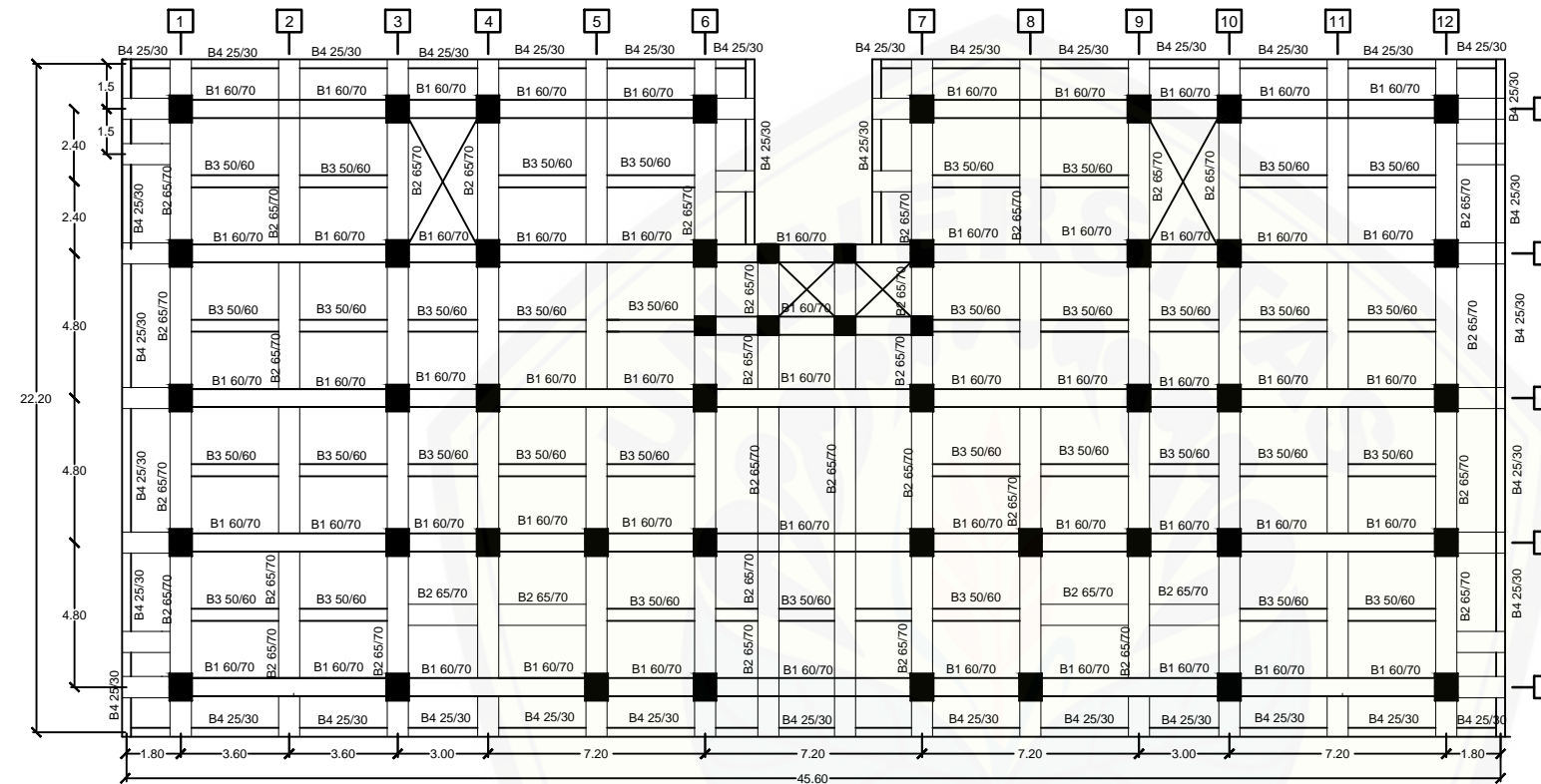
NIM 151910301037

DOSEN PEMBIMBING

(DWI NURTANTO, S.T., M.T.)  
 NIP. 19731015 199802 1 001

(GATI ANNISA HAYU, S.T., M.T., M.Sc)  
 NIP. 760015715

SKALA	NOMOR	TANGGAL
1:200		



KETERANGAN

B1 (60/70 cm)

B2 (65/70 cm)

B3 (50/60 cm)

B4 (25/30 cm)



RENCANA PEMBALOKAN LANTAI

SKALA 1 : 200



UNIVERSITAS JEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241  
 web: www.unej.ac.id

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN  
 KINERJA STRUKTUR GEDUNG  
 KULIAH DENGAN METODE  
 PUSHOVER

GAMBAR

RENCANA PEMBALOKAN

NAMA VIVI DWI DARMAWATI  
 NIM 151910301037

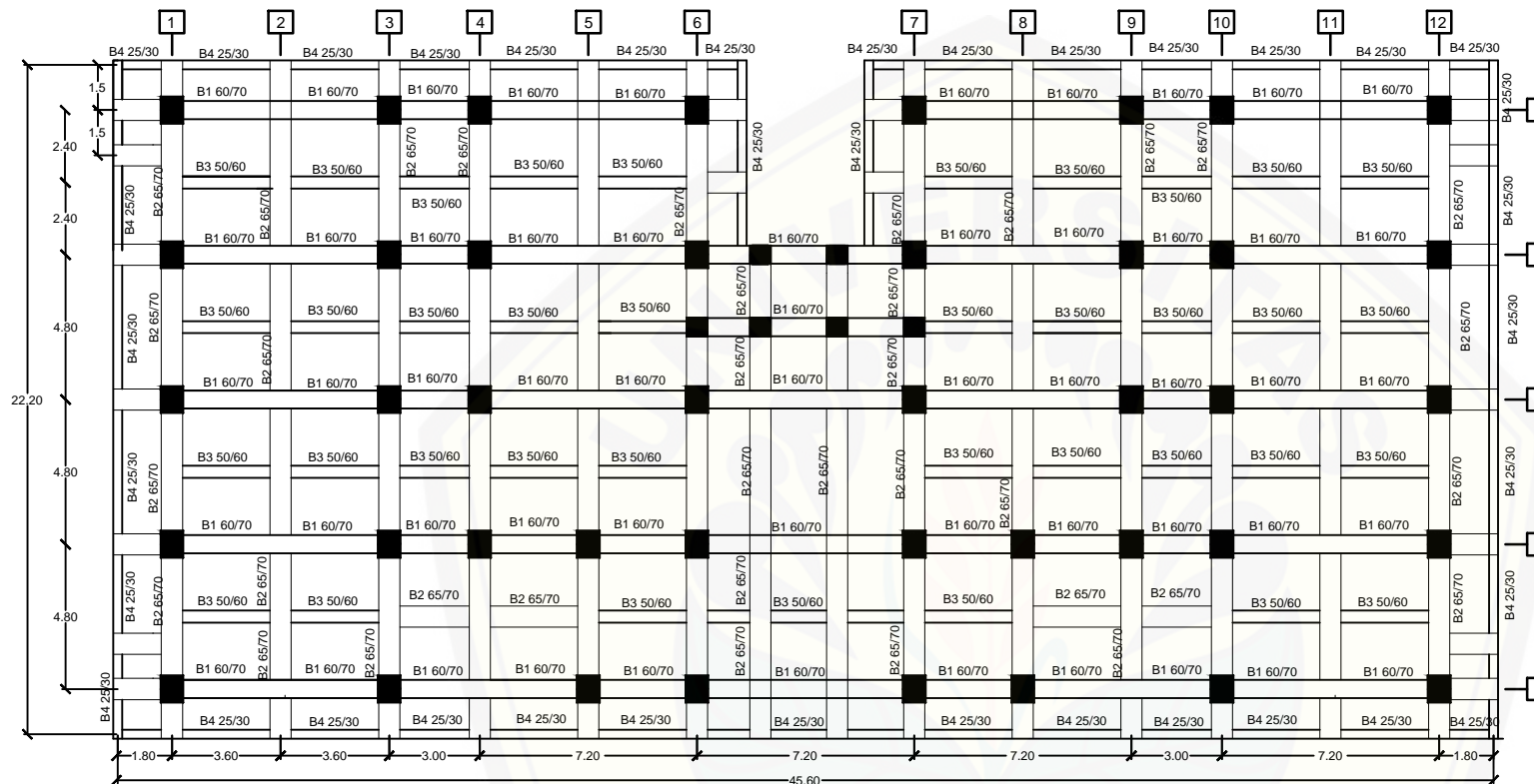
DOSEN PEMBIMBING

(DWI NURTANTO, S.T., M.T.)  
 NIP. 19731015 199802 1 001

(GATI ANNISA HAYU, S.T., M.T., M.Sc)  
 NIP. 760015715

SKALA	NOMOR	TANGGAL
-------	-------	---------

1:200		
-------	--	--



KETERANGAN

B1 (60/70 cm)

B2 (65/70 cm)

B3 (50/60 cm)

B4 (25/30 cm)



RENCANA PEMBALOKAN ATAP  
 SKALA 1 : 200



UNIVERSITAS JEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241  
 web: www.unej.ac.id

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN  
 KINERJA STRUKTUR GEDUNG  
 KULIAH DENGAN METODE  
 PUSHOVER

GAMBAR

RENCANA KOLOM

NAMA VIVI DWI DARMAWATI

NIM 151910301037

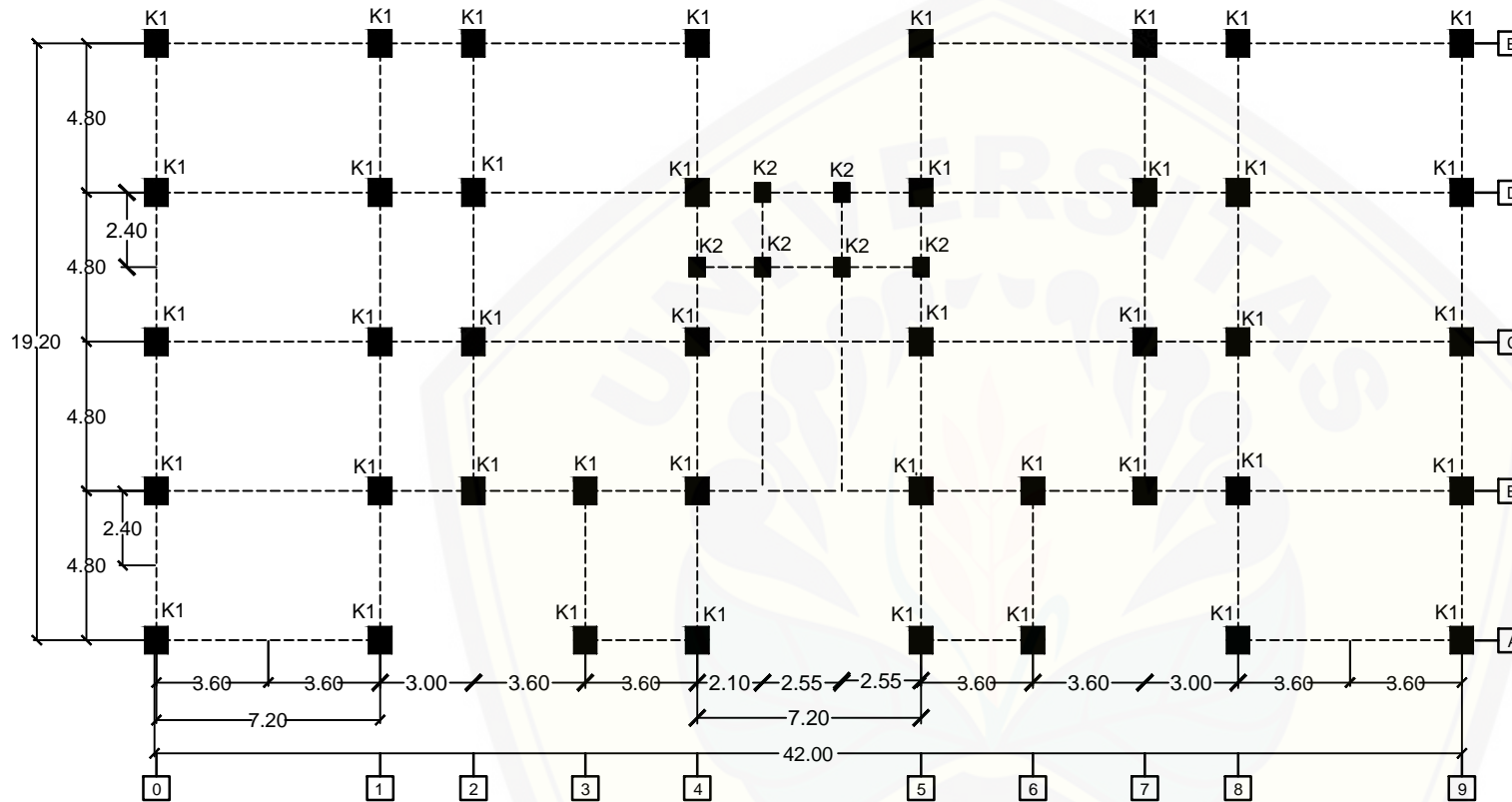
DOSEN PEMBIMBING

(DWI NURTANTO, S.T., M.T.)  
 NIP. 19731015 199802 1 001

(GATI ANNISA HAYU, S.T., M.T., M.Sc)  
 NIP. 760015715

SKALA NOMOR TANGGAL

1:200



KETERANGAN

K1 (75/85 cm)

K2 (55/65 cm)

**RENCANA KOLOM**  
 SKALA 1 : 200