

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah analisis yang dibantu dengan program ETABS V.18.1.1. Analisis dilakukan dengan cara pemodelan struktur gedung secara 3 dimensi dari mulai kolom, balok, pelat lantai, pelat atap, dan komponen struktur gedung lainnya kedalam program. Setelah pemodelan selesai baru dilakukan analisis dari hasil output ETABS V.18.1.1.

Studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah struktur beton bertulang sembilan lantai pada gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia yang berlokasi di Jalan Dr. Setiabudi No.229, Kel. Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat.



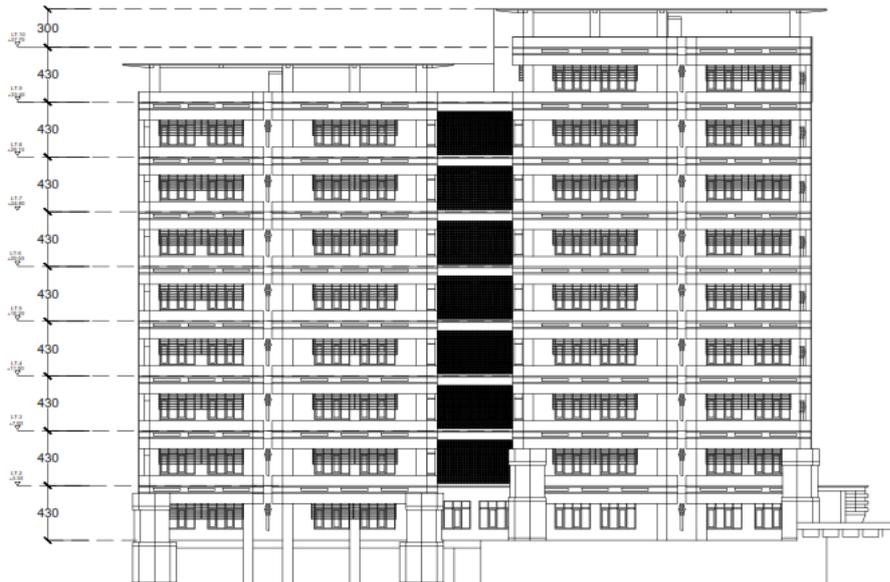
Gambar 3.1 Lokasi Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan
Indonesia

Sumber : Google Earth Pro



Gambar 3.2 Tampak Depan Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia

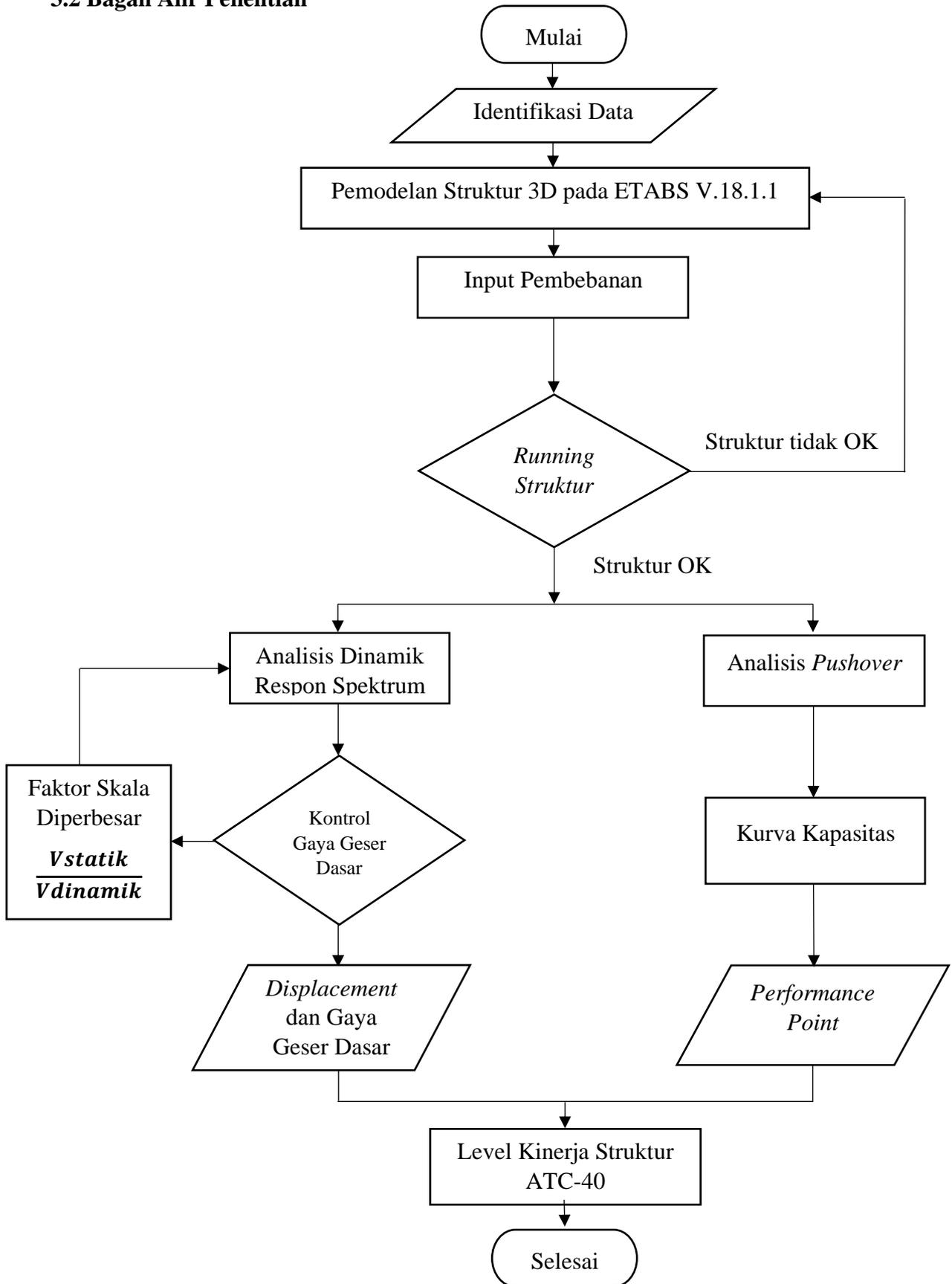
Sumber : PT. Munasa Kreasi Nusantara



Gambar 3.3 Tampak Samping Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia

Sumber : PT. Munasa Kreasi Nusantara

3.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian

3.3 Tahapan Analisis Data

3.3.1 Identifikasi Data

Data yang didapat adalah data struktur dan *shop drawing* gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia yang digunakan untuk pemodelan struktur 3D. Adapun data teknis gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia sebagai berikut:

1. Fungsi gedung : Fasilitas pendidikan
2. Jumlah lantai : 9 lantai
3. Tinggi gedung : 46,3 meter
4. Luas dan tinggi tiap lantai ditunjukkan pada Tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Data Teknis Gedung

Lantai	Luas (m ²)	Tinggi Lantai (m)
1	896	3,3
2	1536	4,3
3	1536	4,3
4	1536	4,3
5	1536	4,3
6	1536	4,3
7	1536	4,3
8	1536	4,3
9	1536	4,3
<i>Rooftop</i>	640	4,3

5. Struktur utama
 - a) Balok : Struktur beton bertulang
 - b) Kolom : Struktur beton bertulang
 - c) Pelat : Struktur beton bertulang
6. Dimensi elemen struktur
 - a) Dimensi balok

Tabel 3.2 Tipe balok

Nama Balok	Dimensi (mm)
B1	150 x 300
B2	200 x 400
B3	250 x 500
B4	300 x 600
B5	350 x 700
B6	400 x 800
B7	500 x 800
LP1	100 x 700
LP2	100 x 500

b) Dimensi kolom

Tabel 3.3 Tipe Kolom

Nama Kolom	Dimensi (mm)
K2	600 x 700
K3	700 x 800
K4	700 x 900
K5	800 x 1000
K6	900 x 1200

c) Tebal pelat

Tabel 3.4 Tipe Pelat

Nama Pelat	Dimensi (mm)
S1	80
S2	100
S3	120

d) Dimensi tulangan : Ø10, D13, D16, D19, D22, D25, D32

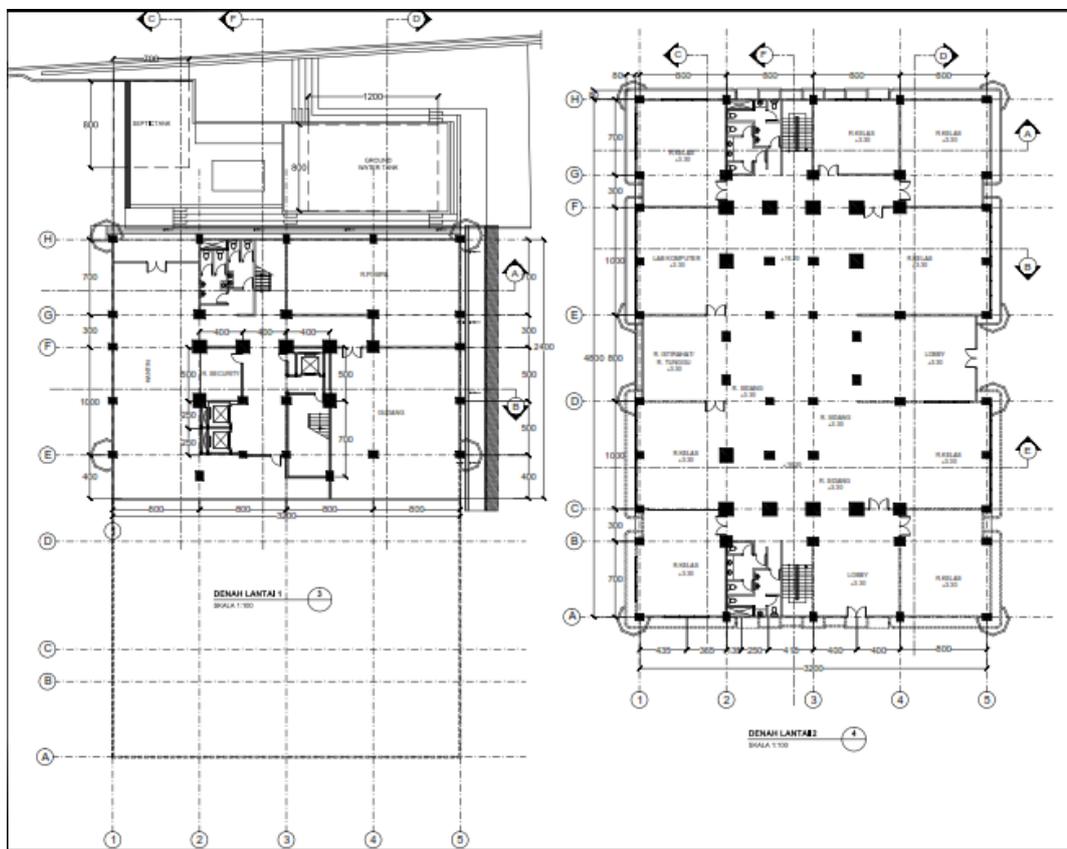
e) Tebal selimut beton :

- Pelat = 20 mm
- Kolom = 30 mm

- Balok = 30 mm
- 7. Mutu beton : K-300 ($f_c' = 24,9 \text{ MPa}$)
- 8. Mutu baja tulangan :
 - $\emptyset < 13 \text{ mm}$, $f_y = 240 \text{ MPa}$
 - $D \geq 13 \text{ mm}$, $f_y = 400 \text{ MPa}$
- 9. Sistem pengecoran : *Ready mixed*
- 10. Penutup atap : Struktur beton bertulang

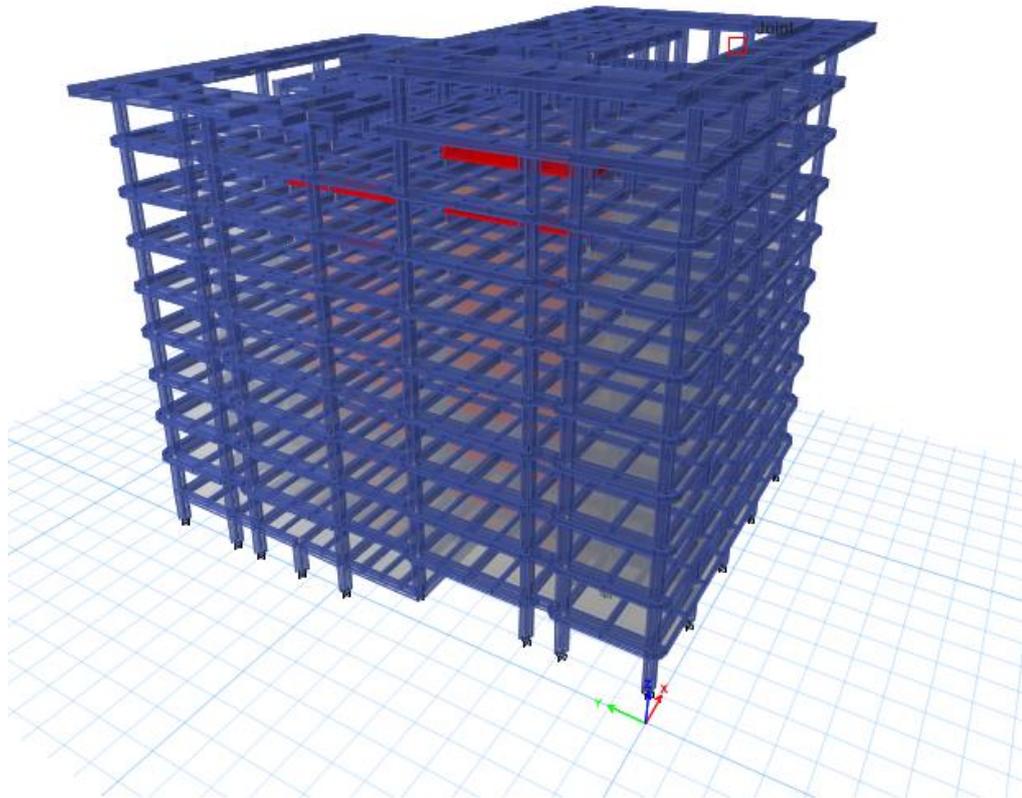
3.3.2 Pemodelan Struktur 3D dengan ETABS V.18.1.1

Pemodelan seluruh elemen struktur dimulai dengan membuat grid-data, membuat material, dimensi elemen struktur, dan menggambar elemen struktur sesuai denah pada gambar kerja gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia.



Gambar 3.5 Denah lantai 1 dan 2 gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia

Sumber : PT. Munasa Kreasi Nusantara



Gambar 3.6 Pemodelan 3D gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia

Sumber : Gambar penulis dengan program ETABS V.18.1.1

3.3.3 Input Pembebanan

Perhitungan pembebanan dihitung sesuai dengan Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPURG 1987). Untuk beban gempa dihitung sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non gedung (SNI 1726-2019) dengan wilayah gempa di Kota Bandung.

a. Beban Mati

Dengan menggunakan dimensi dari masing-masing komponen struktur pada gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia, dapat diketahui berat sendiri komponen struktur gedung, seperti pelat, balok, dan kolom.

$$1) \text{ Berat balok} = \text{Volume balok} \times \rho \text{ beton}$$

2) Berat kolom = Volume kolom x ρ beton

3) Berat pelat = Volume pelat x ρ beton

Keterangan :

ρ beton bertulang = 2400 kg/m²

Volume (m³) = Panjang x Lebar x Tinggi

Untuk komponen struktur lainnya disesuaikan dengan PPPURG 1987, seperti pada tabel 2.11 pada bab sebelumnya.

b. Beban Hidup

Beban hidup pada struktur disesuaikan dengan PPPURG 1987, seperti pada tabel 2.12 pada bab sebelumnya.

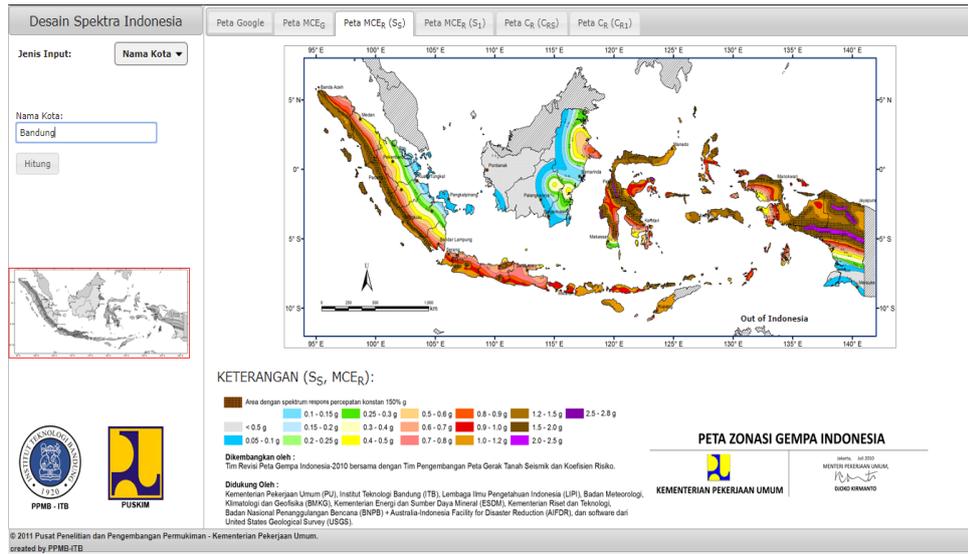
c. Beban Gempa

Perhitungan beban gempa dihitung sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non gedung (SNI 1726-2019). Pada penelitian ini beban gempa yang digunakan untuk menentukan level kinerja struktur berdasarkan tiga model analisis, yaitu Analisis Respon Spektrum, Analisis Pushover, dan Analisis Statik Ekuivalen.

1. Analisis Respon Spektrum

Pada analisis respon spektrum perhitungan dimulai dengan, menentukan kategori risiko bangunan gedung untuk beban gempa, menentukan parameter percepatan gempa batuan dasar pada periode pendek dan periode 1 detik untuk daerah lokasi proyek, menentukan kelas situs tanah berdasarkan batuan dasar permukaan tanah, menentukan parameter dan koefisien situs respons spektral percepatan gempa maksimum yang mempertimbangkan risiko tertarget (MCER), selanjutnya menentukan spektrum respons desain.

Untuk menentukan nilai parameter percepatan gempa batuan dasar pada periode pendek dan periode 1 detik, atau nilai S_{DS} dan S_{D1} yang digunakan untuk membuat kurva respon spektrum desain berdasarkan program yang telah disediakan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada *website* berikut.



Gambar 3.7 Peta Zonasi Gempa Indonesia

Sumber : http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/

2. Analisis Pushover

Pada analisis pushover langkah-langkah yang digunakan yaitu:

a. Pendefinisian sendi plastis

Sendi plastis pada setiap elemen balok dan kolom didefinisikan pada program ETABS V.18.1.1 secara otomatis dengan menu *assign hinge properties*. Pada program ETABS V.18.1.1 secara otomatis melakukan analisis untuk menentukan letak sendi plastis yang terjadi pada elemen-elemen struktur.

b. Menentukan beban dorong lateral

Beban dorong lateral ini didistribusikan pada sepanjang struktur bangunan melalui setiap kolom pada masing-masing lantai, kemudian beban lateral ini secara otomatis oleh program ETABS V.18.1.1 ditingkatkan secara bertahap sampai target perpindahan yang telah ditentukan.

c. Hasil dari analisis *pushover*

Hasil yang didapatkan dari analisis ini adalah kurva kapasitas struktur atau *capacity curve*. Kemudian kurva

kapasitas ini secara otomatis di konversi menjadi kurva kapasitas spektrum oleh program ETABS V.18.1.1 untuk mendapatkan titik performa atau *performance point*.

3. Analisis Statik Ekuivalen

Pada analisis statik ekuivalen perhitungan dilakukan dengan menggunakan gaya geser dasar seismik yang terjadi di tingkat dasar struktur dihitung menggunakan persamaan 2.11 yang ada pada bab sebelumnya. Kemudian distribusi vertikal gaya seismik dihitung menggunakan persamaan 2.12 dan 2.13 pada bab sebelumnya. Gaya seismik tersebut dibagikan ke sepanjang struktur bangunan melalui setiap kolom pada masing-masing lantai.

3.3.4 Running Struktur

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi bangunan yang dimodelkan pada ETABS V.18.1.1 memenuhi kriteria keamanan, dilihat dari visual yang ada pada ETABS V.18.1.1 yang apabila gedung tersebut tidak memenuhi tingkat keamanan terhadap pembebanan yang diberikan, maka gambar elemen struktur akan terlihat berwarna merah.

Jika elemen struktur tidak berada pada rentang antara warna biru muda hingga kuning, maka struktur dinyatakan tidak kuat menahan beban yang bekerja, dan diperlukan pengecekan ulang terhadap dimensi tiap elemen struktur. Bila yang terlihat elemen struktur berada pada rentang warna biru muda hingga kuning.

3.3.5 Analisis Dinamik Respon Spektrum

Pada tahapan ini analisis dengan metode respon spektrum yang dilakukan menggunakan program ETABS V.18.1.1 untuk mendapatkan nilai gaya geser dasar dan simpangan.

3.3.6 Kontrol Desain

1. Kontrol Gaya Geser Dasar

Nilai gaya geser dasar dari hasil analisis dinamik (V_t) harus lebih besar sama dengan 100% V_{statik} atau $V_t \geq 100\% V$. Ketentuan mengenai kontrol gaya geser dasar diatur dalam SNI-1726-2019, pasal 7.9.1.4.1, mengenai penskalaan gaya. Jika gaya geser dasar hasil analisis respon spektrum lebih kecil dari gaya geser dasar yang dihitung menggunakan metode statik ekuivalen, maka percepatan gempa harus diperbesar dengan cara dikalikan dengan V/V_t hingga memenuhi syarat.

2. Kontrol Simpangan Antar Lantai

Nilai simpangan antar lantai desain tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin. Ketentuan mengenai simpangan antar lantai diatur dalam SNI-1726-2019, pasal 7.12.1, mengenai batasan simpangan antar lantai.

3.3.7 Analisis *Pushover*

Jika beban gempa sudah dihitung sampai didapatkan kurva respon spektrum dan kondisi struktur yang aman, selanjutnya dilakukan analisis statik non linier atau analisis *pushover* menggunakan program ETABS V.18.1.1 untuk mendapatkan kurva kapasitas.

3.3.8 *Performance Point*

Hasil analisis statik non linier atau analisis *pushover* pada ETABS V.18.1.1 ialah kurva kapasitas yang menunjukkan perilaku struktur saat dikenai gaya geser pada level tertentu, kurva respon spektrum yang sesuai dengan wilayah gempa yang ada.

Perpotongan antara kurva kapasitas dengan kurva respon spektrum rencana dinamakan *performance point*. Dari *performance point* nantinya akan didapatkan informasi mengenai gaya geser bangunan (V) dan *displacement target* atau target perpindahan (D_t) akibat perubahan kekakuan struktur setelah adanya gaya gempa yang bekerja dan posisi sendi plastis dari bangunan yang ditinjau.

Dari gaya geser bangunan (V) dan *displacement target* atau target perpindahan (D_t) yang didapatkan dari hasil analisis maka dapat diketahui level kinerja struktur berdasarkan ATC-40, apakah struktur yang ditinjau masih mampu untuk menahan gaya gempa yang terjadi atau mengalami keruntuhan akibat dari gempa yang terjadi.

3.3.9 Level Kinerja Struktur

Dari hasil analisis didapatkan nilai *performance point*. Dari nilai *performance point* tersebut didapatkan informasi mengenai gaya geser bangunan akibat perubahan kekakuan struktur setelah adanya gaya gempa yang bekerja serta nilai *displacement target* atau target perpindahan dari bangunan yang ditinjau. Selanjutnya untuk mengetahui level kinerja struktur dapat dinyatakan dalam bentuk *maximum total drift* berdasarkan ATC-40, apakah struktur yang ditinjau masih mampu untuk menahan gaya gempa yang terjadi atau mengalami keruntuhan akibat gaya gempa yang terjadi. *Maximum total drift* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Maximum total drift} = \frac{D_t}{H}$$

Keterangan:

D_t = *displacement target* atau target perpindahan (m)

H = tinggi total bangunan (m)

Dari hasil perhitungan tersebut, dapat ditentukan level kinerja dari gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia berdasarkan batasan rasio *drift* sesuai pada tabel 2.16 pada bab sebelumnya.