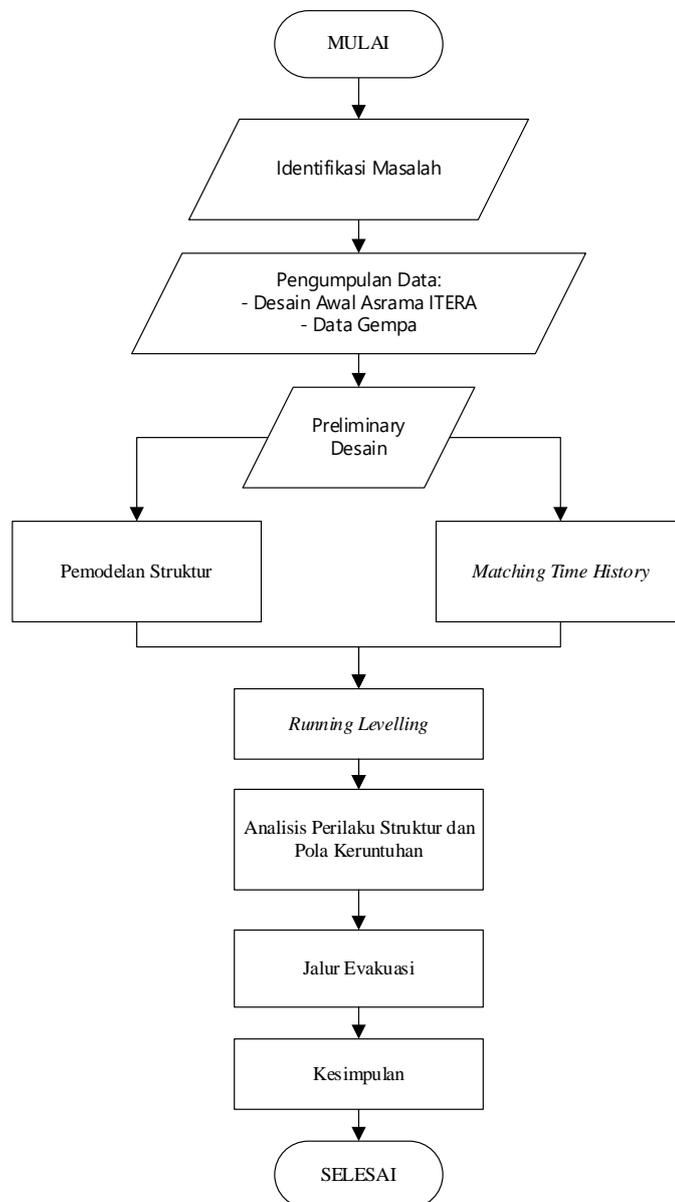


BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis numerik dengan metode *Levelling Time History* serta meningkatkan Aog atau PGA *Time History* secara bertahap hingga struktur mulai mengalami kegagalan sampai kegagalan struktur terjadi keseluruhan. Pada tugas akhir ini tahapan umum penelitian dilakukan adalah seperti diagram alir pada **Gambar 3.1.** berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir

3.2. Identifikasi Masalah

Pada penelitian kali ini identifikasi masalah merupakan langkah awal dalam menentukan pentingnya penelitian ini dilakukan. Permasalahan yang muncul yaitu Indonesia merupakan wilayah yang sering kali terjadi gempa terutama dalam kasus penelitian ini yang berlokasi di Lampung Selatan lebih khususnya di Insitut Teknologi Sumatera. Gempa yang terjadi akan menjadi beban yang diteima oleh suatu struktur bangunan, dan harus dipastikan struktur bangunan harus tetap aman jika terjadi gempa. Struktur yang digunakan pada konstruksi gedung umumnya adalah struktur beton, struktur beton pracetak dan struktur baja yang dalam hal ini gedung Asrama ITERA yang akan dibangun menggunakan struktur beton pracetak. Karena salah satu yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan suatu struktur adalah beban gempa yang akan diterima oleh suatu struktur, maka dengan memberikan beban gempa yang berbeda-beda sehingga mendapatkan pola keruntuhan yang berbeda dan jalur evakuasi yang berbeda pula. Hasil akhir dari perumusan masalah tersebut yang diwujudkan dalam judul pada penelitian ini.

3.3. Pengumpulan Data

Penelitian ini membutuhkan data-data penunjang yang akan digunakan. Data-data tersebut berupa data struktur gedung Asrama ITERA yang akan dibahas lebih detail pada subbab *input* data struktur. Selain itu data gempa juga dibutuhkan dalam penelitian ini yang merupakan data gempa spektrum desain dan data gempa Kobe, Loma Prieta, Northridge. Setelah data-data sudah terkumpulkan, maka akan dilakukan proses kompilasi data yang kemudian akan dilakukan permodelan pada SAP2000.

3.4. Input Data Struktur

3.4.1. Data Bangunan

Data-data teknis yang akan digunakan pada model struktur adalah sesuai dengan desain awal gedung Asrama ITERA yang akan dirancang. Data ini akan digunakan

sebagai acuan dalam permodelan pada tugas akhir ini. Adapun data tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Lokasi Bangunan : Lampung Selatan
- b. Fungsi bangunan : Asrama (Tempat Tinggal)
- c. Jenis Tanah : Tanah Keras (SC)
- d. Jumlah Lantai : 6 (termasuk lantai atap)
- e. Tinggi per-Lantai : 3,4 meter
- f. Tinggi Lantai Atap : 3,05 meter

3.4.2. Mutu Bahan

Mutu material beton yang digunakan pada permodelan struktur adalah seperti pada

Tabel 3.1 :

Tabel 3.1. Material *Properties* Beton

Material		Mutu	Modulus Elastisitas	Modulus Geser
Beton Bertulang	Beton	$F_c = 29,5 \text{ Mpa}$	25527,5 MPa	11098,9 Mpa

Dimana nilai modulus elastisitas untuk beton normal, E_c diizinkan diambil sebesar $4700 \sqrt{f_c'}$. Mutu material tulangan baja dapat dilihat seperti pada **Tabel 3.2.** yang terdiri dari dua jenis mutu.

Tabel 3.2. Material *Properties* Tulangan Baja

Material		Yield Stress (Fy)	Tensile Stress (Fu)	Modulus Elastisitas
Baja	BJ 41	250 MPa	410 MPa	200.000 Mpa

3.4.3. Prelimenary Desain

Pada permodelan struktur dibutuhkan dimensi awal (*prelimenary* desain) dari struktur utama (balok dan kolom). Dimensi awal untuk rangka pemikul momen beton bertulang didapat dari desain awal gedung Asrama ITERA seperti yang diberikan pada **Tabel 3.3.:**

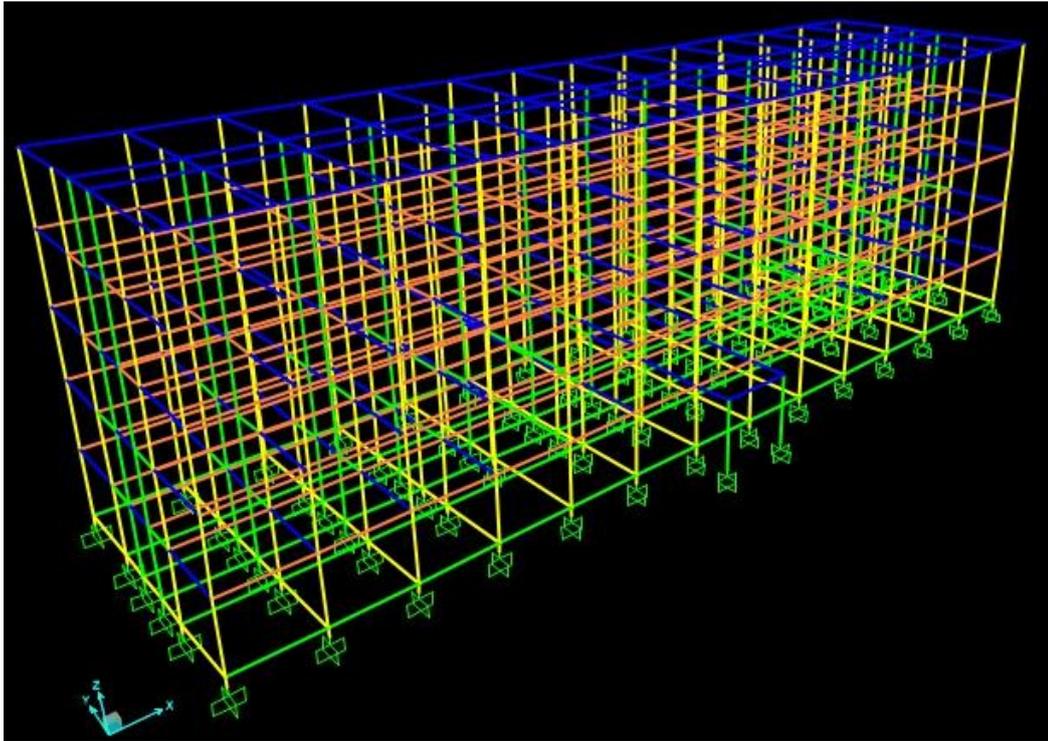
Tabel 3.3 Dimensi Elemen Struktur Beton Bertulang

Elemen Struktur		Dimensi (mm)
Kolom	K1	300 x 300
	K2	400 x 400
	K3	425 x 425
	K3	450 x 450
Balok	Balok 1	500 x 300
	Balok 2	400 x 200
	Balok 3	350 x 350
	Balok 4	350 x 200
Tee Beam	TB 1	450 x 300
	TB 2	400 x 250

3.5. Pemodelan Struktur

Dalam penelitian ini permodelan struktur menggunakan *software* analisis struktur yaitu SAP2000 versi 20. Desain awal gedung Asrama ITERA dimodelkan menggunakan sistem struktur beton pracetak.

Dimensi pada permodelan struktur beton didapat dari desain awal gedung Asrama ITERA dengan ukuran dimensi seperti yang dijelaskan pada **Tabel 3.3.** berikut merupakan permodelan struktur menggunakan *software* analisis stuktur SAP2000 versi 20 seperti pada **Gambar 3.2.** :



Gambar 3.2. Pemodelan Struktur Gedung Asrama ITERA
Sumber : Data SAP2000

3.6. Pembebanan Struktur

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi performa dari perilaku struktur yang ditinjau. Oleh karena itu pada struktur beton pracetak yang sudah dimodelkan akan diberikan beban-beban untuk melihat performa dari struktur tersebut. Pada saat permodelan struktur balok dan kolom dimodelkan sebagai *open frame* sehingga beban-beban yang bekerja akan langsung diterima elemen struktur.

Kombinasi pembebanan paling dominan pada penelitian ini adalah beban gempa. Beban gempa yang akan diterima oleh struktur adalah beban gempa *time history* yang akan dimodifikasi kemudian. Untuk kombinasi beban gempa yang digunakan merupakan *time history* kombinasi (TH Kombinasi) yang merupakan kombinasi non linier dari fungsi riwayat waktu. Dapat dinyatakan dalam bentuk TH kombinasi = 1E (E adalah beban gempa nonlinier *time history*). Selain beban gempa, kombinasi pembebanan yang digunakan dalam studi kasus gedung Asrama ITERA merupakan pembebanan yang diatur pada peraturan pembebanan yang berlaku di

Indonesia seperti beban-beban yang akan bekerja secara langsung pada struktur. Pembebanan struktur didesain berdasarkan SNI 1727-2015 dan PPIUG 1983. Beban yang diterima oleh struktur adalah sebagai berikut:.

1. Beban SIDL (*Super Imposed Dead Load*)

- Plesteran = 21 Kg/m²
- Keramik = 50 kg/m²
- Plafon = 10 kg/m²
- Meja = 40 kg/m²
- Kursi = 30 kg/m²
- Lemari = 50 kg/m²
- Lain-lain = 100 kg/m²

2. Beban Hidup (*Live Load*)

- Beban Pekerja = 100 kg/m²
- Beban Rumah tinggal = 250 kg/m²

3. Beban Angin (*Wind Load*)

- Beban angin = 40 kg/m²

4. Beban Gempa (*Eartquake Load*)

Beban gempa yang digunakan pada penelitian ini adalah beban gempa dinamik analisis *time history* (riwayat waktu) yang kemudian akan dimatch menjadi beban respons spektrum. Hal ini disebabkan oleh data *time history* pada lokasi gedung Asrama ITERA tidak tersedia sehingga digunakan solusi membuat mencocokkan data dari *time history* menjadi respons spektrum yang sesuai dengan lokasi gedung Asrama ITERA berada. Rekaman catatan gempa ini merupakan hasil dari rekaman gempa Kobe, Loma Prieta, Northridge.

3.7. Kombinasi Pembebanan pada Permodelan Struktur

Pada Kombinasi Pembebanan pada gedung didesain berdasarkan SNI 2487-2013 dan SNI 1726-2012.

1. 1,4DL
2. 1,2DL + 1,2 SIDL + 1,6 LL + 0,5 (Lr atau H)
3. 1,2DL + 1,2SIDL + 1,6 (Lr atau H) + LL

4. $1,2DL + 1,2SIDL + LL + W + 0,5(Lr \text{ atau } H)$
5. $1,2DL + 1,2SIDL + E + LL$
6. $0,9DL + W$
7. $0,9DL + E$

3.8. Analisis Struktur

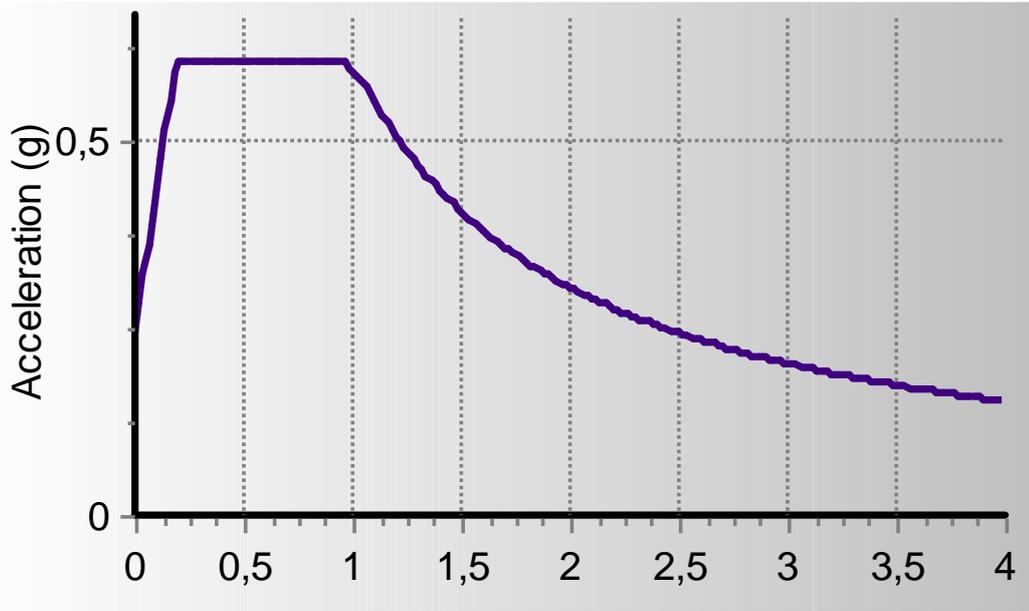
Dalam melakukan analisis struktur pada tugas akhir ini digunakan *software* SAP2000. Tahap awalnya adalah memasukkan data-data struktur gedung Asrama ITERA yang berupa model struktur, dimensi dari elemen struktur serta mutu dari masing-masing material yang digunakan. Kombinasi pembebanan seperti yang telah dijelaskan di atas akan dimasukkan ke dalam program SAP2000. Permodelan ini dilakukan untuk jenis material struktur yakni beton. Berikut adalah langkah-langkah permodelan pada *software* SAP2000 :

1. Permodelan
2. Pembebanan
3. Analisis respons dinamik

Analisis pada tugas akhir ini sangat erat kaitannya dengan beban gempa dinamik yang akan dimasukkan pada saat permodelan di *software* SAP. Pada akhirnya hasil dari analisis ini akan digunakan sebagai acuan terhadap parameter yang akan ditinjau pada jenis struktur beton pracetak.

3.8.1. Respons Spektrum

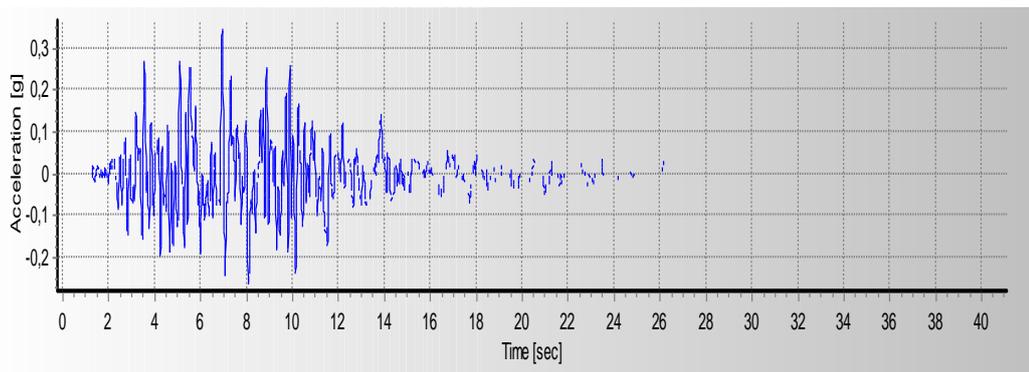
Respons spektrum dapat dihitung dan dibuat manual sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia yaitu berdasarkan SNI seperti yang telah dijelaskan pada bab 2. Respons spektrum yang digunakan akan disesuaikan dengan data respons spektrum tepat pada lokasi gedung Asrama ITERA yang akan dibangun. Fungsi respons spektrum ini sendiri disesuaikan dengan kelas situs di sekitar gedung Asrama ITERA. Berikut adalah hasil dari respons spektrum di gedung Asrama ITERA seperti pada **Gambar 3.3.**:



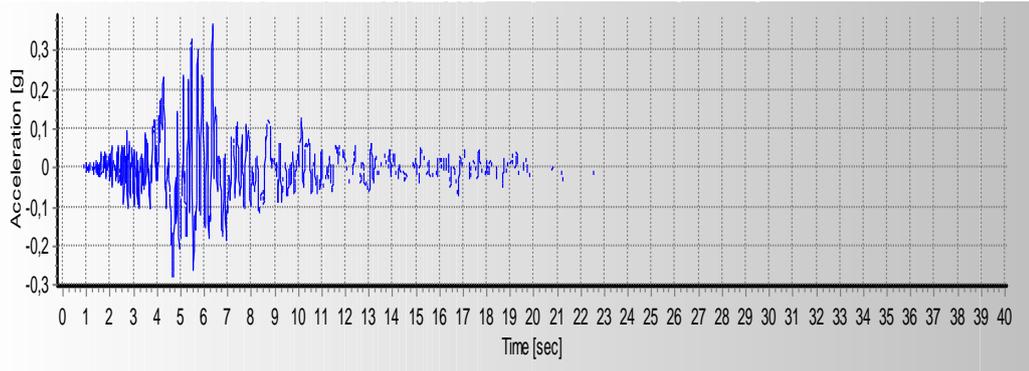
Gambar 3.3. Respon Spektrum Gedung Asrama ITERA
Sumber : Data Seismosoft

3.8.2. Akselogram

Beban gempa *time history* yang digunakan merupakan rekaman gempa berupa kurva percepatan (*acceleration*) dan waktu (*time*). Berikut adalah hasil akselogram dari data gempa yang diambil. Dalam hal ini akselogram Kobe (**Gambar 3.4.**) yang terekam pada 1995 di Jepang, Loma Prieta (**Gambar 3.5.**) yang terekam pada 1989 di bagian utara kota California dan Northridge (**Gambar 3.6.**) yang terekam pada 1997 di Los Angeles, California.

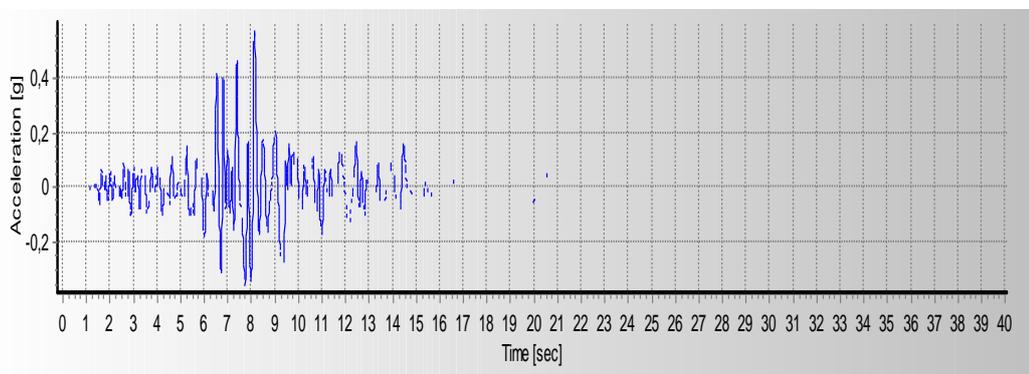


Gambar 3.4 Akselogram (Kobe, 1995)
Sumber : Data Seismosoft



Gambar 3.5. Akselogram (Loma Prieta, 1989)

Sumber : Data Seismosoft

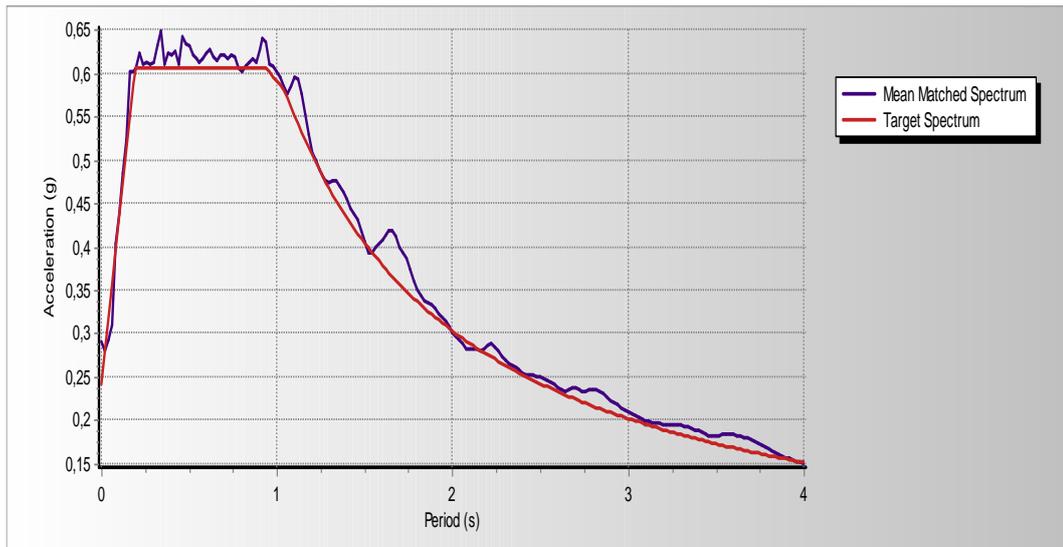


Gambar 3.6. Akselogram (Northridge, 1997)

Sumber : Data Seismosoft

Dengan data-data *time history* yang sudah ada maka akan dilakukan *matching* dengan mengalikan data rekaman gempa dengan satu bilangan sehingga percepatan awal gempa *time history* sama dengan percepatan awal gempa respons spektrum desain lokasi gedung Asrama ITERA. Data hasil perkalian yang merupakan data percepatan dan waktu akan dilakukan penggambaran menggunakan bantuan *software Seismomatch 2020*. Sehingga respons spektrum dari akselogram akan mendekati respons spektrum desain berdasarkan SNI.

Hasil perbandingan dari akselogram *time history* yang telah dicocokkan dan respons spektrum desain terlihat seperti **Gambar 3.5.** berikut ini :



Gambar 3.5. Perbandingan *Time History* dan Respons Spektrum
Sumber : Data Seismosoft

Dari Gambar 3.4 dapat diartikan bahwa beban gempa *time history* bergerak sesuai dengan respons spektrum pada wilayah yang akan ditinjau (gedung Asrama ITERA).

3.8.3. Parameter Perilaku Struktur

Analisis respons dinamik riwayat waktu dengan menggunakan beban *time history* yang akan ditingkatkan A_0 (percepatan awal gempa) beberapa kali hingga struktur mencapai *collapse* agar dapat melihat perilaku strukturnya secara bertahap. Adapun perilaku struktur yang akan ditinjau sebagai parameter untuk jenis struktur beton adalah sebagai berikut :

1. Cek Sendi Plastis

Setelah diketahui bagian struktur mana yang akan digunakan sebagai acuan dalam pengecekan desain plastis maka akan dilakukan peningkatan A_0 (percepatan gempa awal) hingga kondisi struktur mencapai runtuh (*collapse*).

2. Simpangan

Displacement (simpangan) dari puncak sistem struktur yang merupakan *output* dari SAP2000 akan dicek bersamaan dengan peningkatan A_0 (percepatan gempa) dengan membandingkan terhadap batas simpangan sesuai dengan aturan

pada SNI. Pada desain plastis juga akan dilakukan pengecekan simpangan yang sesuai dengan FEMA 356.

3. Rotasi

Nilai rotasi akan dilihat pada *output* SAP2000 dan kemudian dibandingkan dengan batas kondisi sendi plastis yang mengacu pada FEMA 356 seperti yang sudah dijelaskan pada bab 2.

3.9. Jalur Evakuasi

Dalam menentukan jalur evakuasi pada tugas akhir ini yaitu dengan melihat sendi plastis dan pola keruntuhan bangunan. Jalur evakuasi yang dibuat ada dua dengan memperhatikan desain arsitektur dan mengabaikan desain arsitektur.