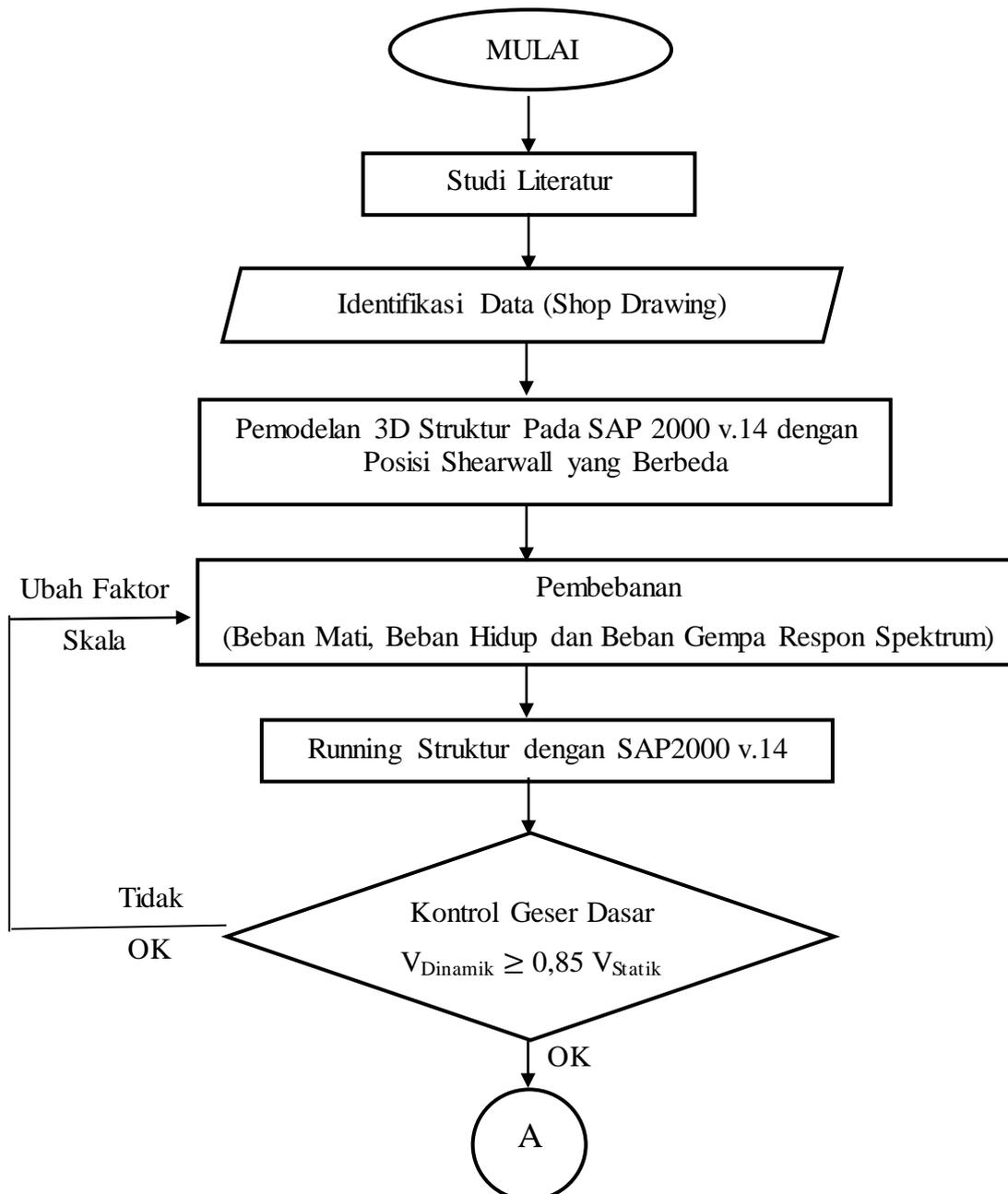
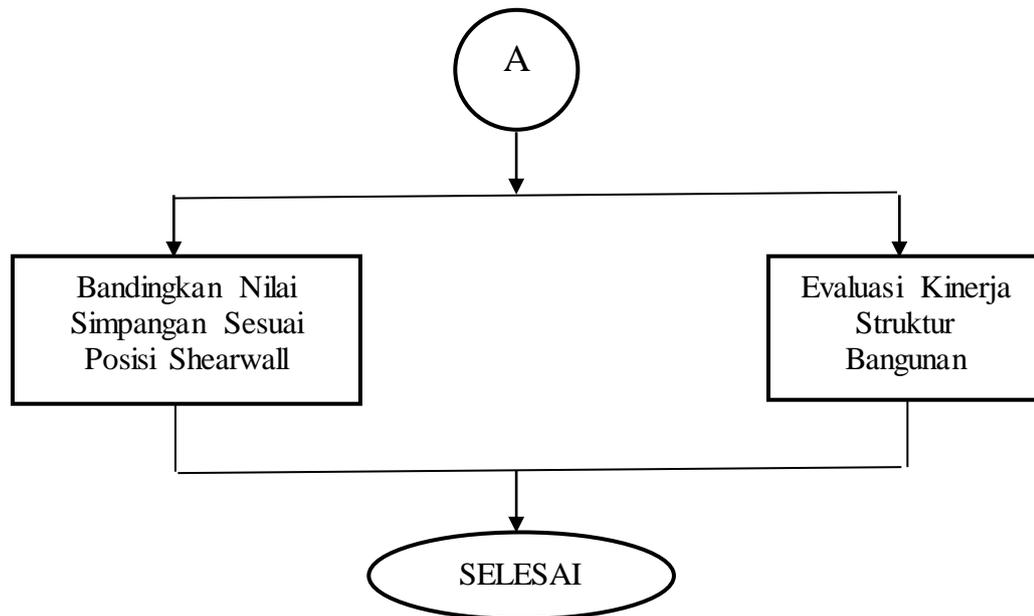


3.2 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis pada Gedung apartemen Landmark dengan menggunakan metode dinamik respons spektrum, adapun langkah-langkah yang akan dilakukan penulis dalam penelitian ini seperti pada diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Lanjutan Diagram Alir Penelitian

3.3 Tahapan Penelitian

a. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan merupakan proses pencarian informasi dari buku, jurnal dan penelitian yang pernah dilakukan yang berkaitan dengan analisis metode respon spectrum dan dinding geser. Pedoman yang digunakan dalam penelitian ini adalah SNI 1726-2012 tentang “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”. Untuk buku-buku yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini diantaranya buku tentang “Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa”, “Fundamentals of Earthquake Engineering” dan yang lainnya serta digunakan pula buku yang menjelaskan bagaimana analisis gempa respons spektrum dilakukan dengan menggunakan program yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu SAP2000 v.14.

b. Identifikasi Data

Identifikasi data merupakan proses pengumpulan data-data dilakukan dengan mencari shop drawing yang terdiri dari gambar struktur dan gambar arsitektur yang nantinya akan digunakan sebagai acuan pemodelan struktur tiga

dimensi dengan program SAP2000 v.14 dan akan dianalisis dengan metode respons spektrum. Pada program SAP2000 v.14 hanya dimodelkan elemen struktural. Gedung Apartemen Landmark memiliki denah tipikal yaitu dari lantai 3 sampai lantai 13 dan dari lantai 14 sampai lantai atap serta tinggi tiap lantai gedung sebesar 3,2 m. Berikut adalah data deskripsi struktur Apartemen Landmark:

Tabel 3.1 Dekripsi Gedung Apartemen Landmark

DESKRIPSI GEDUNG APARTEMEN LANDMARK	
Fungsi Struktur	Apartemen
Jumlah Lantai	18
Tinggi Lantai Dasar - Lantai 17	3,2 m
Tinggi Maksimum Gedung	57,55 m

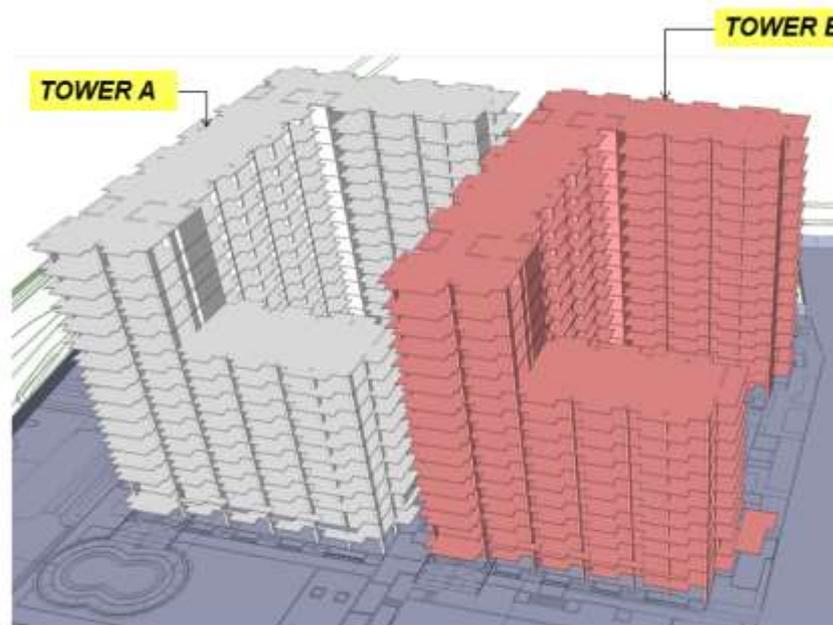
Sumber:PT.PP Persero Tbk

c. Pemodelan Struktur 3D

Pemodelan struktur bangunan berupa pemodelan tiga dimensi yang sesuai dengan data shop drawing bangunan apartemen landmark. Pemodelan dilakukan dengan program struktur SAP2000 v.14, dalam program ini terdapat sistem koordinat yaitu koordinat global dan koordinat lokal. Koordinat global merupakan koordinat tiga dimensi dimana pada koordinat ini seperti aturan tangan kanan, dalam koordinat ini terdapat tiga buah sumbu yaitu X, Y dan Z yang saling tegak lurus, dalam SAP2000 selalu mengasumsikan bahwa sumbu Z memiliki arah vertikal ke atas yang bernilai positif (+) dan arah ke bawah bernilai negatif (-). Koordinat lokal merupakan koordinat yang terdapat pada setiap elemen frame yang digunakan untuk menentukan beban, property dan gaya output, dalam koordinat ini terdapat tiga buah sumbu yaitu 1, 2 dan 3 yang saling tegak lurus.

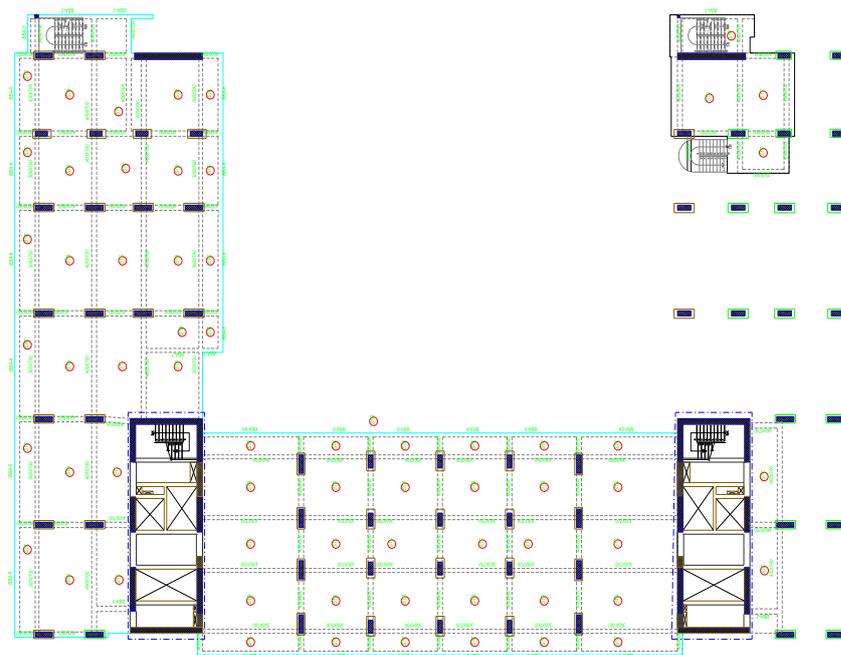
Pada pemodelan tiga dimensi dimulai dengan mendefinisikan dimensi dan material elemen struktur yang akan digunakan sesuai dengan shop drawing apartemen landmark seperti balok, kolom dan dinding geser. Setelah mendefinisikan elemen struktur yang akan digunakan gambarkan elemen struktur sesuai dengan posisi yang terdapat pada shop drawing. Tidak terdapat delatasi pada Gedung Apartemen Landmark. Dalam penelitian ini akan menggunakan empat pemodelan yaitu struktur tanpa dinding geser (tipe A), struktur dengan

dinding geser eksisting (tipe B), struktur dengan dinding geser di bagian luar yang biasa disebut *framewall* (tipe C) dan struktur dengan dinding geser melintang bangunan (tipe D) dengan pertimbangan bahwa beban lateral yang datang pada arah melintang akan lebih besar sehingga perlu adanya penahan beban lateral berupa dinding geser.



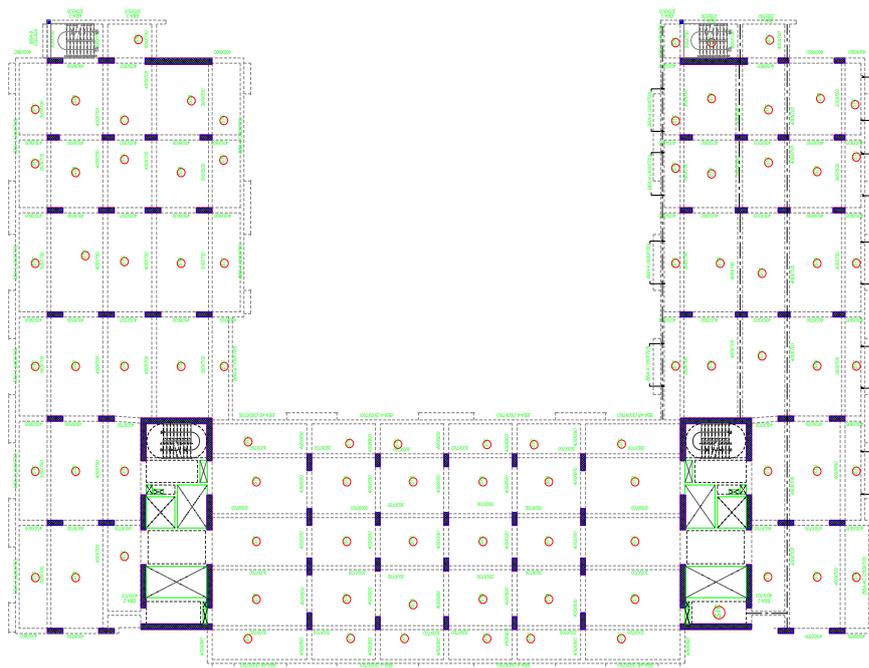
Gambar 3.4 Model 3D Tower A dan Tower B Gedung Aartemen Landmark

(Sumber:PT.PP Persero Tbk)



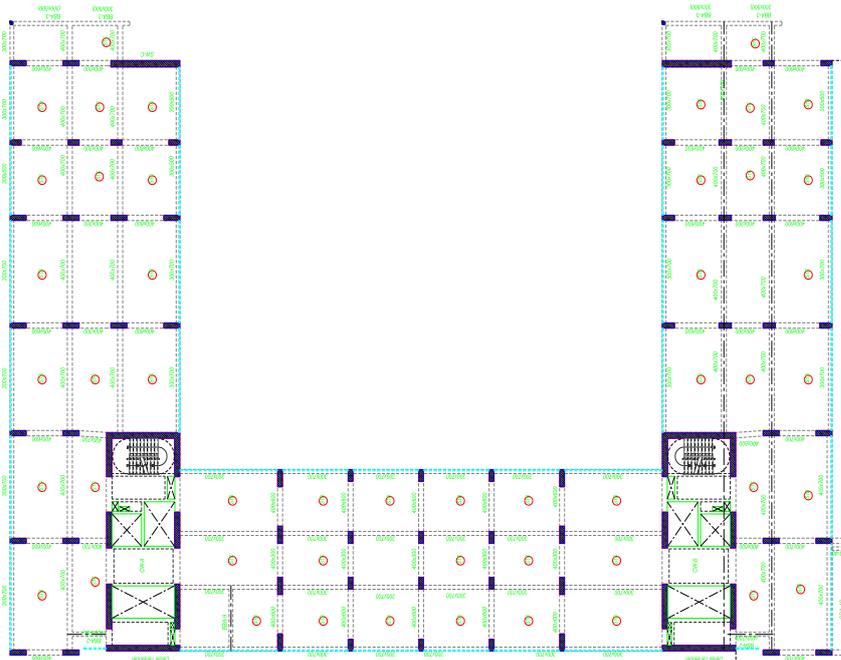
Gambar 3.5 Denah Lantai 1 Tower B

(Sumber:PT.PP Persero Tbk)



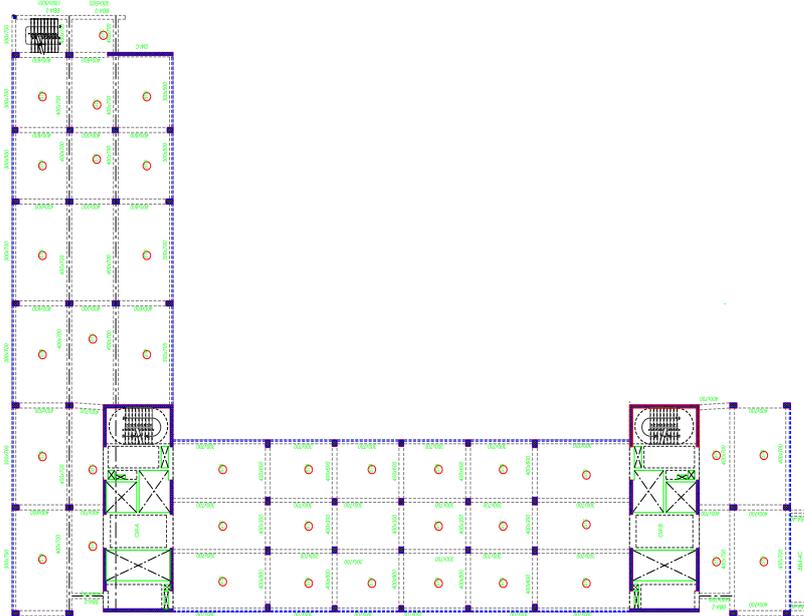
Gambar 3.6 Denah Lantai 2 Tower B

(Sumber:PT.PP Persero Tbk)



Gambar 3.7 Denah Lantai 3 sampai Lantai 13 Tower B

(Sumber:PT.PP Persero Tbk)

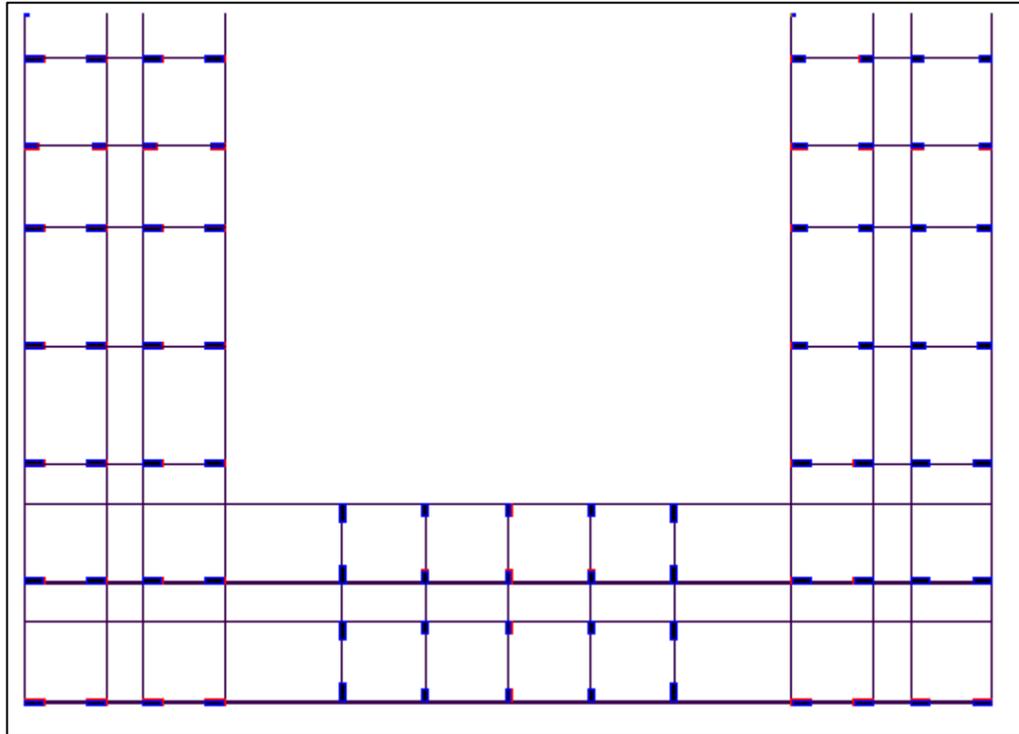


Gambar 3.8 Denah Lantai 14 Sampai Lantai Atap Tower B

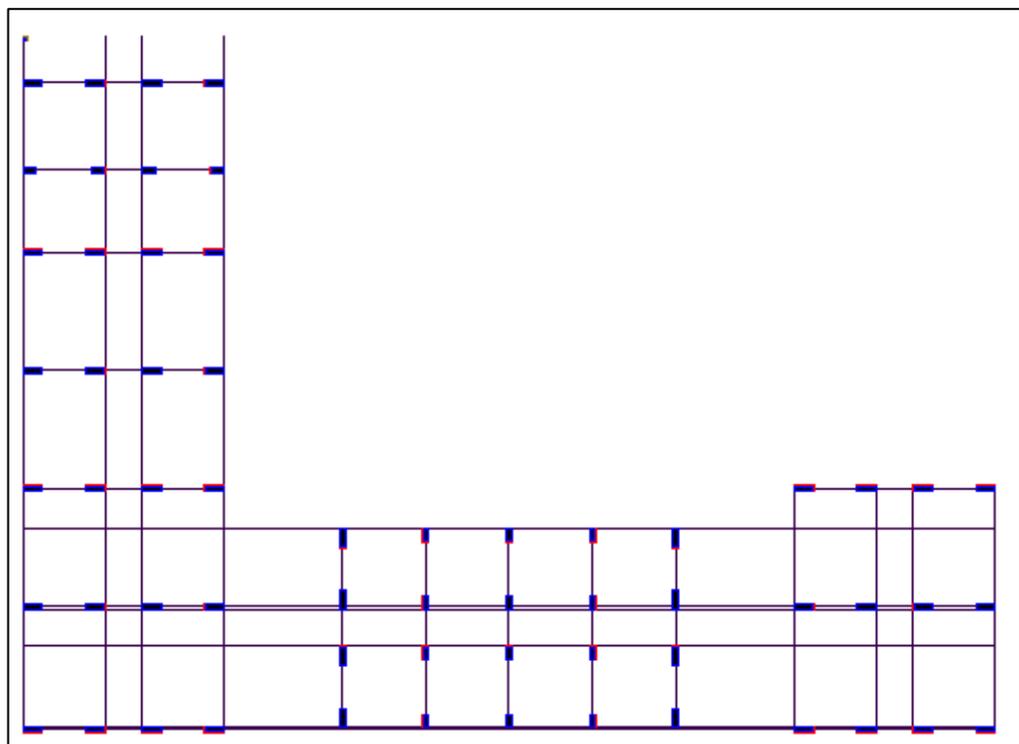
(Sumber:PT.PP Persero Tbk)

Adapun dalam proses pemodelan terdapat empat buah model struktur yang akan dianalisis, empat pemodelan tersebut adalah:

1. Gedung Apartemen Landmark tanpa menggunakan dinding geser (Tipe A).

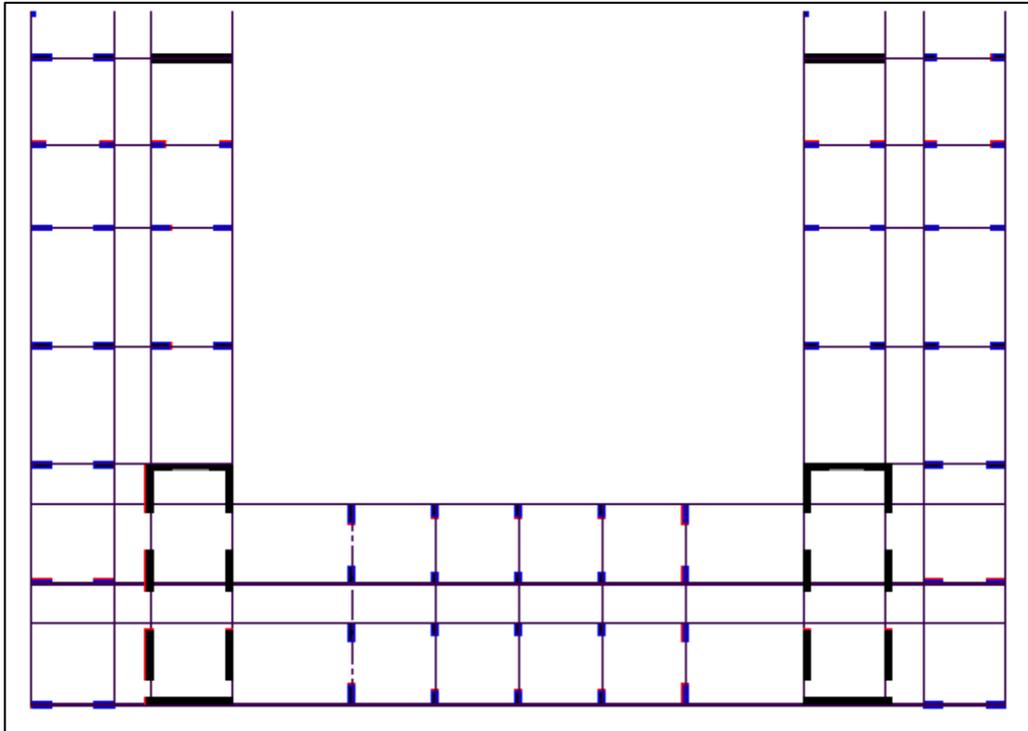


Gambar 3.9 Denah Kolom Gedung Tanpa Dinding Geser Lantai Dasar Sampai Lantai 13 Tipe A

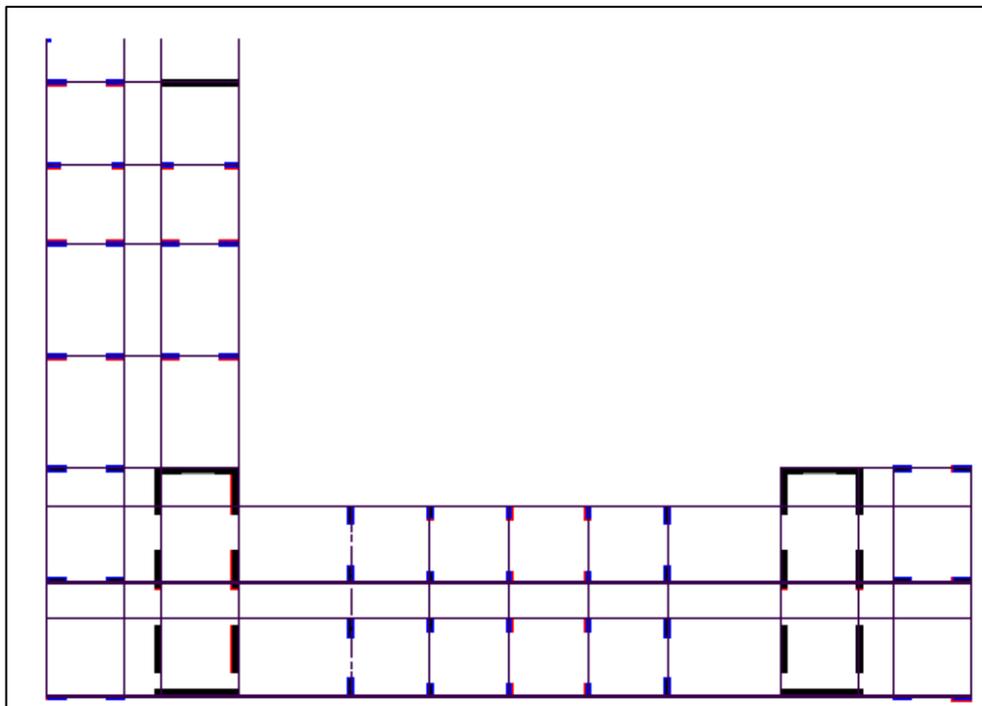


Gambar 3.10 Denah Kolom Gedung Tanpa Dinding Geser 14 Sampai Lantai Atap Tipe A

2. Gedung Aprtemen Landmark dengan dinding geser eksisting (Tipe B).

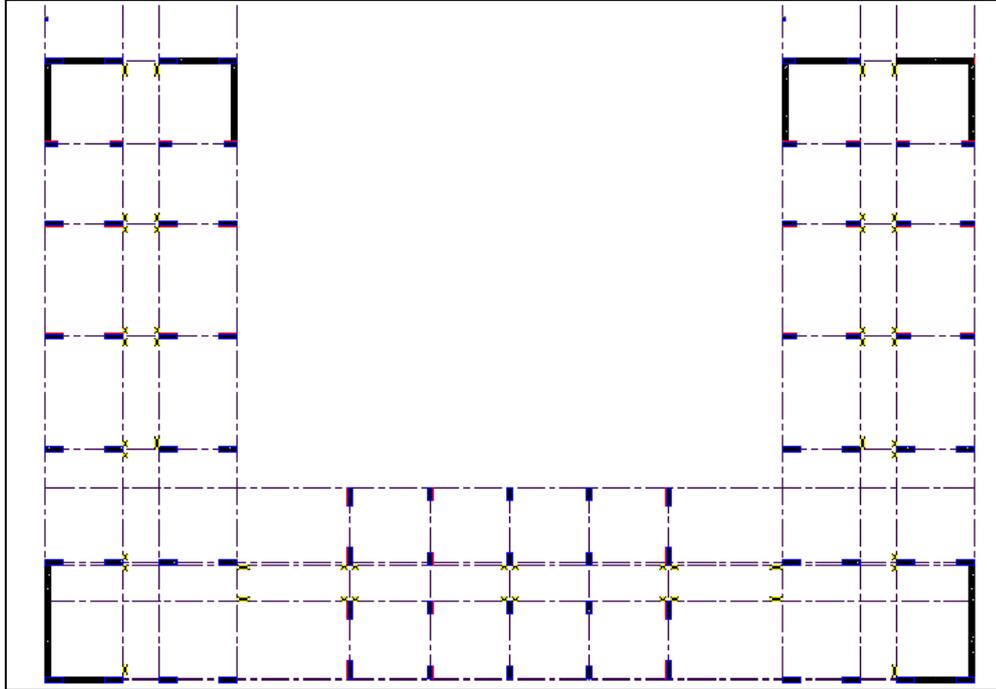


Gambar 3.11 Denah Kolom dan Dinding Geser Eksisting Lantai Dasar Sampai Lantai 13 Tipe B

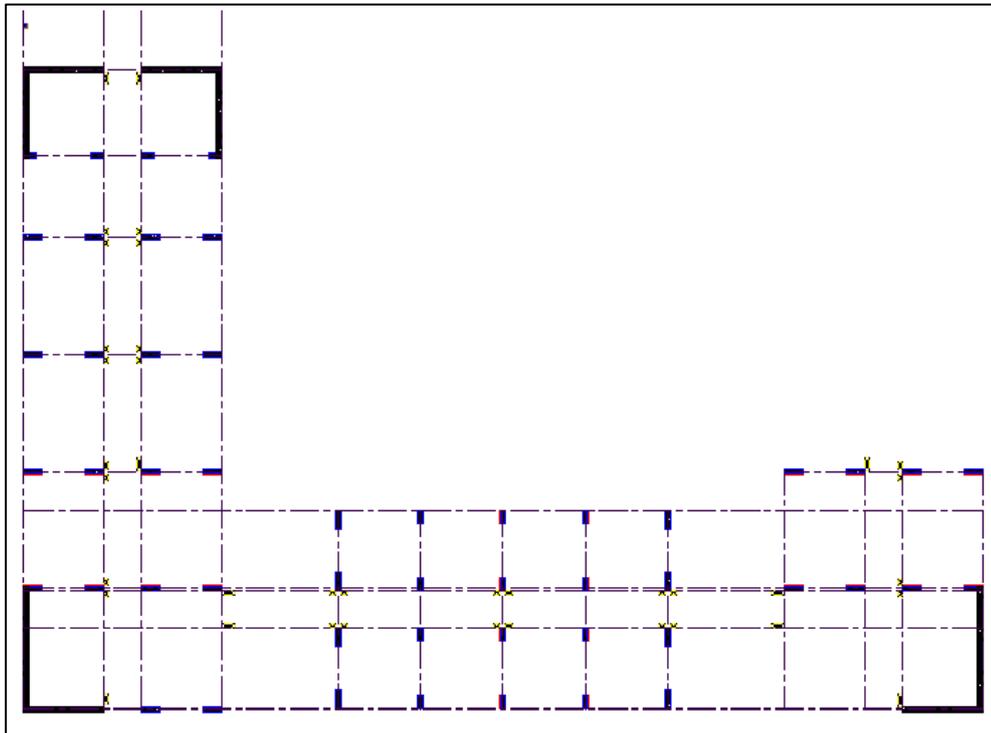


Gambar 3.12 Denah Kolom dan Dinding Geser Eksisting Lantai 14 Sampai Lantai Atap Tipe B

3. Gedung apartemen Landmark dengan dinding geser di bagian luar bangunan (Tipe C).

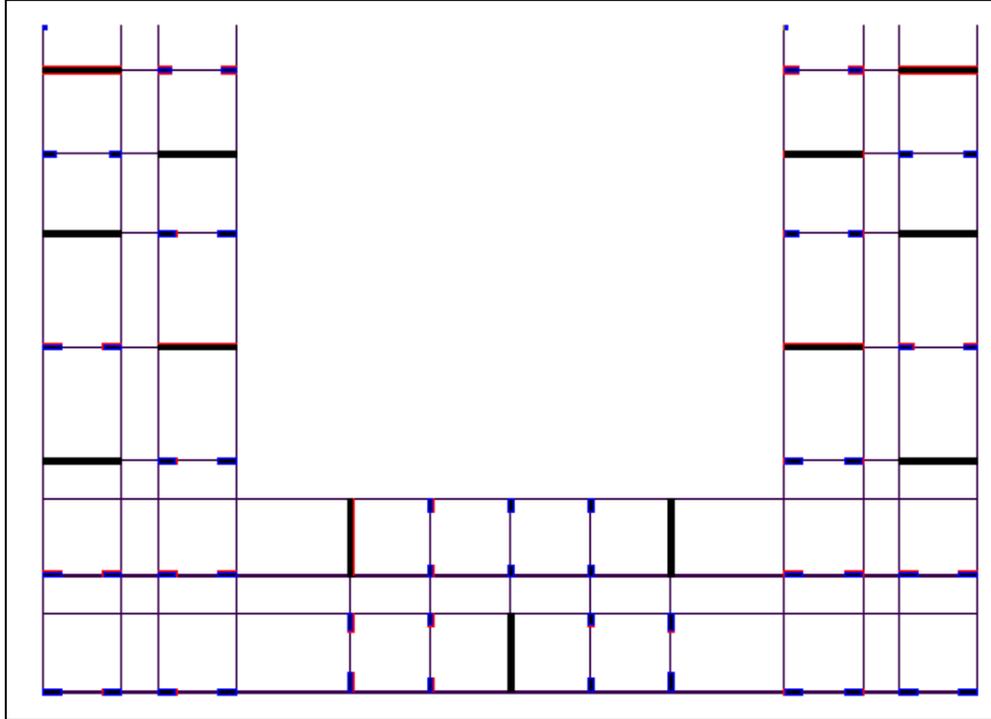


Gambar 3.13 Denah Kolom dan Dinding Geser Bagian Luar Lantai Dasar Sampai Lantai 13 Tipe C

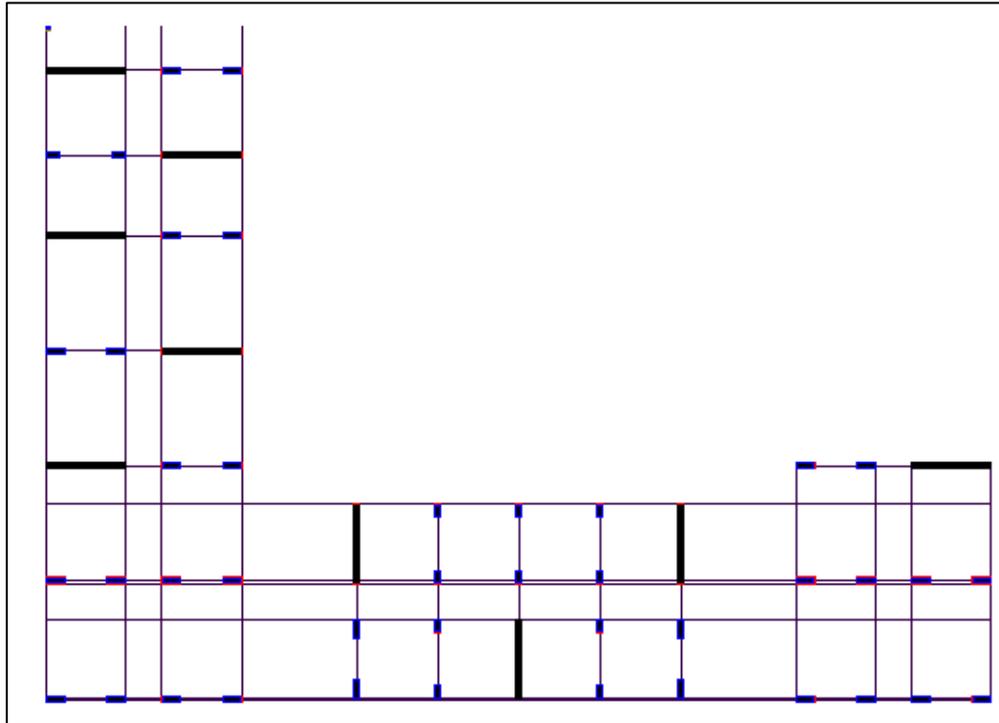


Gambar 3.14 Denah Kolom dan Dinding Geser Bagian Luar Lantai 14 Sampai Lantai Atap Tipe C

4. Gedung Apartemen Landmark dengan dinding geser melintang bangunan (Tipe D).



Gambar 3.15 Denah Kolom dan Dinding Geser Melintang Lantai Dasar Sampai Lantai 13 Tipe D



Gambar 3.16 Denah Kolom dan Dinding Geser Melintang Lantai 14 Sampai Lantai Atap Tipe D

d. Input Pembebanan

Pembebanan pada struktur apartemen landmark disesuaikan dengan peruntukan ruangan yang terdapat pada gambar arsitek, adapun beberapa beban adalah sebagai berikut:

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Beban yang muncul akibat berat sendiri elemen struktur maupun beban finishing. Berat sendiri elemen struktur seperti kolom, balok dan pelat lantai dihitung secara manual maupun secara otomatis dengan program SAP2000. Berat sendiri dari elemen struktur ini tergantung pada berat jenis material elemen struktur tersebut. Menghitung beban mati secara manual adalah dengan cara menghitung dimensi elemen lalu menghitung volume dan dikalikan dengan berat jenis dari elemen struktur tersebut, adapun beberapa mutu material yang digunakan pada Gedung Apartemen Landmark adalah sebagai berikut:

1. Beton

Beton yang digunakan dalam bangunan struktur apartemen landmark terdiri dari beberapa spesifikasi yaitu:

- a. Beton K-450
 Mutu beton ($f'c$) = 37,35 Mpa
 Modulus elastisitas beton = 28723,8837 Mpa
- b. Beton K-400
 Mutu beton ($f'c$) = 33,20 Mpa
 Modulus elastisitas beton = 27081,1373 Mpa
- c. Beton K-350
 Mutu beton ($f'c$) = 29,05 Mpa
 Modulus elastisitas beton = 25332,0844 Mpa
- d. Beton K-300
 Mutu beton ($f'c$) = 24,90 Mpa
 Modulus elastisitas beton = 23452,953 Mpa

2. Baja Tulangan

Baja tulangan yang digunakan dalam bangunan struktur apartemen landmark terdiri dari beberapa spesifikasi yaitu baja tulangan polos dengan BJTP 30 dengan nilai f_y sebesar 300 Mpa dan baja tulangan ulir (deform) dengan BJTD40 dengan nilai f_y sebesar 400 Mpa.

Tabel 3.2 Berat Jenis Material

No	Material	Berat jenis (kg/m^3)
1	Beton	2200
2	Beton Bertulang	2400
3	Bata Ringan	650

Sumber: *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*

Tabel 3.3 Beban Mati Tambahan

No	Material	Berat (kg/m^2)
1	Spesi (adukan semen) 1 cm	21
2	Keramik	24
3	Plafon dan penggantung	18

Sumber: Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)

Selain material adapun beberapa tipe elemen struktur pada gedung Apartemen Landmark sebagai berikut:

Tabel 3.4 Tipe Pelat Lantai

No	Tipe Plat	Tebal Pelat (mm)
1	S1A	150
2	S1B	150
3	S1C	150
4	S2A	200

Untuk pelat pada lantai dasar sampai dengan lantai 9 digunakan mutu beton K-400, pada lantai 10 digunakan mutu beton K-350 dan untuk lantai 11 sampai dengan lantai atap digunakan mutu beton K-300.

Tabel 3.5 Tipe Balok

No	Dimensi Balok (mm)
1	300 x 700
2	300 x 500
3	400 x 300
4	400 x 600
5	400 x 700
6	400 x 800
7	200 x 400
8	250 x 700
9	500 x 550

Untuk balok pada lantai dasar sampai dengan lantai 9 digunakan mutu beton K-400, pada lantai 10 digunakan mutu beton K-350 dan untuk lantai 11 sampai dengan lantai atap digunakan mutu beton K-300.

Tabel 3.6 Tipe Kolom

No	Tipe Kolom	Dimensi Kolom (mm)	Mutu Beton
1	K1TB, K1TB'	400 x 1400	Lantai dasar – lantai 1 = K-450

2	K1TC, K1TC'	400 x 1300	Lantai 2 – lantai 3 = K-450
3	K1TD, K1TD'	400 x 1200	Lantai 4 – lantai 5 = K-400
4	K1TE, K1TE'	400 x 1100	Lantai 6 – lantai 7 = K-400
5	K1TF, K1TF'	400 x 1000	Lantai 8 – lantai 9 = K-400
6	K1TG, K1TG'	400 x 900	Lantai 10 – lantai 11 = K-350
7	K1B, K1B'	400 x 1400	Lantai dasar – lantai 1 = K-450
8	K1C, K1C'	400 x 1300	Lantai 2 – lantai 3 = K-450
9	K1D, K1D'	400 x 1200	Lantai 4 – lantai 5 = K-400
10	K1E, K1E'	400 x 1100	Lantai 6 – lantai 7 = K-400
11	K1F, K1F'	400 x 1000	Lantai 8 – lantai 9 = K-400
12	K1G, K1G'	400 x 900	Lantai 10 – lantai 11 = K-350
13	K1H, K1H'	400 x 800	Lantai 12 – lantai 13 = K-350
14	K1I, K1I'	400 x 700	Lantai 14 – lantai 15 = K-350
15	K1J, K1J'	400 x 600	Lantai 16 = K-350
16	K1K, K1K'	400 x 600	Lantai 17 = K-350
17	K2A, K2A'	400 x 1100	Lantai dasar = K-450
18	K2B, K2B'	400 x 1000	Lantai 1 – lantai 2 = K-450
19	K2C, K2C'	400 x 900	Lantai 3 = K-450 Lantai 4 – lantai 5 = K-400
20	K2D, K2D'	400 x 800	Lantai 6 – lantai 8 = K-400
21	K2E, K2E'	400 x 700	Lantai 9 = K-400 Lantai 10 – lantai 11 = K-350
22	K2F, K2F'	400 x 600	Lantai 12 – lantai 14 = K-350
23	K2G, K2G'	400 x 500	Lantai 15 – lantai 17 = K-350
24	K3A, K3A'	400 x 1200	Lantai dasar = K-450
25	K3B, K3B'	400 x 1100	Lantai 1 = K-450
26	K3C, K3C'	400 x 1000	Lantai 2 – lantai 3 = K-450
27	K3D, K3D'	400 x 900	Lantai 4 – lantai 5 = K-400
28	K3E, K3E'	400 x 800	Lantai 6 – lantai 7 = K-400
29	K3F, K3F'	400 x 700	Lantai 8 – lantai 9 = K-400
30	K3G, K3G'	400 x 600	Lantai 10 – lantai 11 = K-350

31	K3H, K3H'	400 x 500	Lantai 12 = K-350
32	K4A, K4A'	400 x 1100	Lantai dasar = K-450
33	K4B, K4B'	400 x 1000	Lantai 1 = K-450
34	K4C, K4C'	400 x 900	Lantai 2 – lantai 3 = K-450
35	K4D, K4D'	400 x 800	Lantai 4 – lantai 5 = K-400
36	K4E, K4E'	400 x 700	Lantai 6 – lantai 8 = K-400
37	K4F, K4F'	400 x 600	Lantai 9 = K-400 Lantai 10 = K-350
38	K4G, K4G'	400 x 500	Lantai 11 – lantai 12 = K-350

Tabel 3.7 Elemen Dinding Geser

No	Dinding Geser	Tebal (mm)	Mutu Beton
1	Corewall A dan Corewall B (Eksisting)	450	Lantai dasar = K-450 Lantai 1 – lantai 5 = K-400
		400	Lantai 6 – lantai 10 = K-400
		300	Lantai 11 – lantai 14 = K-400 Lantai 15 = K-350
		250	Lantai 16 – lantai 17 = K-350
2	Shearwall C dan Shearwall D (Eksisting)	500	Lantai dasar = K-450 Lantai 1 – lantai 5 = K-400
		400	Lantai 6 – lantai 10 = K-400
		300	Lantai 11 – lantai 14 = K-400 Lantai 15 = K-350
		250	Lantai 16 – lantai 17 = K-350
3	Dinding geser (Pemodelan tipe C dan tipe D)	450	Lantai dasar = K-450 Lantai 1 – lantai 5 = K-400
		400	Lantai 6 – lantai 10 = K-400
		300	Lantai 11 – lantai 14 = K-400 Lantai 15 = K-350
		250	Lantai 16 – lantai 17 = K-350

2. Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup dalam perencanaan disesuaikan dengan fungsi dari ruangan yang digunakan.

Tabel 3.8 Beban Hidup (Live Load)

No	Fungsi Ruangan	Beban Hidup (kg/m ²)
1	Unit Apartemen	250
2	Toilet	250
3	Koridor Apartemen	300
4	Atap Dak	100

Sumber: *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*

3. Beban Gempa (*Quake Load*)

Dalam penentuan beban gempa terdapat beberapa parameter yang harus ditentukan terlebih dahulu sebelum dibuatnya grafik respons spektrum yang nantinya digunakan sebagai fungsi beban dalam proses analisis, adapun parameter yang harus ditentukan adalah sebagai berikut:

Kategori Risiko Struktur

Nilai kategori risiko struktur bangunan apartemen landmark didapatkan dari tabel 2.2 atau pada SNI 1726-2012 (tabel 1). Sesuai dengan fungsi bangunan yaitu sebagai apartemen, maka gedung Apartemen Landmark masuk kedalam kategori risiko II.

Faktor Keutamaan Bangunan (I)

Nilai faktor keutamaan gedung dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.3 atau pada SNI 1726-2012 (tabel 2) dan disesuaikan dengan nilai kategori risiko struktur, maka didapatkan faktor keutamaan bangunan gedung Apartemen landmark sebesar 1,00.

Koefisien Modifikasi Respon (R)

Nilai dari koefisien modifikasi respon dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.4 atau SNI 1726-2012 (tabel 9) sesuai dengan jenis sistem struktur yang digunakan dalam pemodelan bangunan gedung apartemen landmark, maka didapatkan nilai

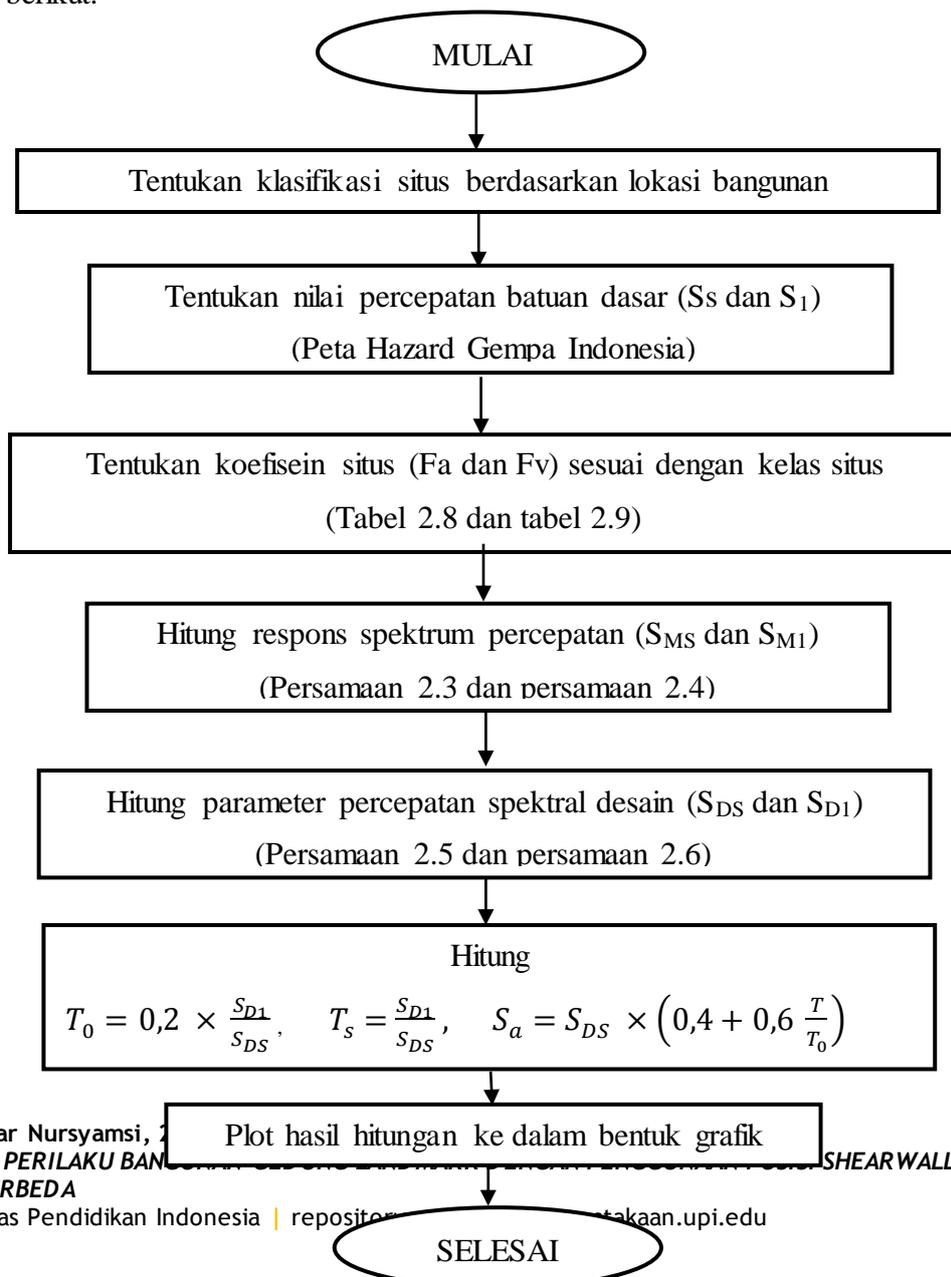
R sebesar 5 (pemikul momen) dan 6 (sistem ganda dengan dinding geser beton biasa).

Klasifikasi Situs

Klasifikasi situs dapat ditentukan berdasarkan data tanah setempat bangunan gedung yang akan dilakukan penelitian dan apabila data tanah diketahui maka diambil asumsi bahwa tanah setempat merupakan jenis tanah lunak.

Parameter Respons Spektrum

Dalam mencari parameter respons spektrum terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan, adapun tahapan yang dilakukan digambarkan pada diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.17 Diagram Alir Membuat Respon Spektrum

Kategori Desain Seismik

Dalam memilih kategori desain seismik dapat digunakan tabel 2.10 dan 2.11 atau pada SNI 1726-2012 (tabel 6 dan tabel 7) berdasarkan S_{DS} atau S_{D1} . Sehingga untuk Apartemen Landmark yang berlokasi di Bandung masuk kedalam kategori risiko desain seismik D.

e. Running Struktur

Analisis dengan metode respons spektrum yang dilakukan dengan program SAP2000 termasuk analisis beban gempa linier bukan non linier.

f. Kontrol Gaya Geser Dasar

Tahapan ini bertujuan untuk mengevaluasi beban gempa yang menjadi data masukan pada program SAP2000 berupa grafik respons spektrum Kota Bandung dengan jenis tanah lunak (SE). Dalam mendefinisikan beban gempa terdapat faktor skala yang digunakan sesuai dengan SNI, adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung faktor skala adalah:

$$FS = \frac{I g}{R} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.1)}$$

Dimana:

I = faktor keutamaan gempa

g = besaran gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

R = koefisien modifikasi respons

Faktor skala pada persamaan 3.1 merupakan faktor skala untuk beban gempa sebesar 100 persen sedangkan untuk beban gempa sebesar 30 persen maka tinggal dikalikan dengan faktor skala tersebut.

Untuk kontrol gaya geser dasar digunakan persamaan berikut:

$$V_{Dinamik} \geq 0,85 V_{Statik} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.2)}$$

$V_{Dinamik}$ = gaya geser yang didapatkan dari hasil analisis respon spectrum

V_{Statik} = gaya geser yang dihitung secara manual

Nilai dari V_{Statik} bisa dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V = C_s \times W \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.3)}$$

Keterangan:

C_s = koefisien respons seismik

W = berat seismik efektif

Nilai W (berat seismik efektif) merupakan berat bangunan gedung keseluruhan yang terdiri dari beban hidup dan beban mati yang dihitung secara manual maupun dengan program SAP2000 v.14.

Untuk mendapatkan nilai C_s dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.4)}$$

Keterangan:

S_1 = parameter percepatan spektrum respons desain pada perioda sebesar 1 detik

R = faktor modifikasi respons

I_e = faktor keutamaan gempa

T = perioda fundamental struktur (detik)

Apabila tidak memenuhi persamaan 3.2 maka faktor skala harus dirubah, adapun persamaan yang digunakan untuk merubah faktor skala adalah:

$$x = \frac{0.85 V_{Statik}}{V_{Dinamik}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.5)}$$

Hasil dari persamaan diatas digunakan sebagai faktor pengali faktor skala yang sebelumnya.

g. Hasil Analisis

Hasil analisis yang ditinjau adalah nilai simpangan dari beberapa pemodelan posisi dinding geser, sehingga dapat diketahui posisi yang bagaimana yang dapat mengurangi nilai simpangan yang terjadi. Dari nilai simpangan tersebut lalu ditentukan level kinerja berdasarkan ATC-40, adapun rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Maksimum Total Drift} = \frac{Dt}{H} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.6)}$$

$$\text{Maksimum In elastic drift} = \frac{Dt-D1}{H} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.7)}$$

Dimana:

- Dt = Simpangan yang terjadi pada lantai paling atas suatu bangunan (atap)
D₁ = perpindahan pada lantai dasar
H = Tinggi total bangunan

Setelah didapatkan nilai maksimum total drift dan maksimum inelastic drift dari hasil perhitungan selanjutnya bandingkan dengan tabel level kinerja yaitu pada tabel 2.12 sehingga dapat diketahui level kinerja dari gedung Apartemen Landmark.