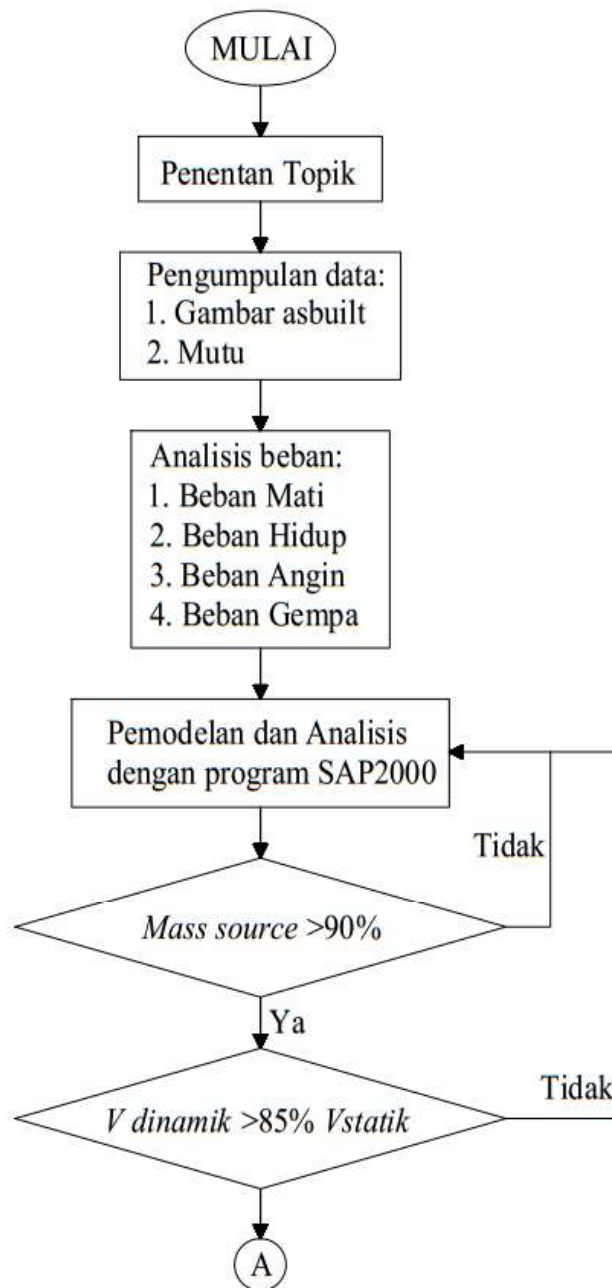
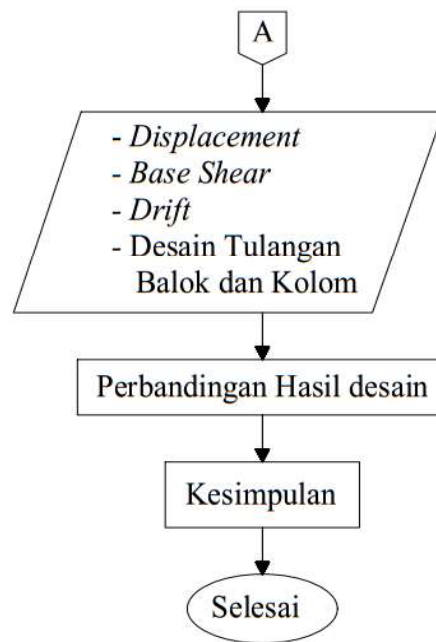


BAB III.
METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian desain ulang gedung dengan penambahan *outrigger* dan *shear wall* pada proyek hotel el royale malioboro dapat dilihat pada Gambar 3.1





Gambar 3. 1 *Flowchart* garis besar tahapan pelaksanaan penelitian.

3.2. Data Bangunan

Data bangunan merupakan gambaran umum mengenai bangunan yang akan dirancang. Adapaun data perancangan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Lokasi Bangunan

Hotel El Royale terletak di Jalan Dagen No. 06 Daerah Istimewa Yogyakarta.

b. Fungsi Bangunan

Gedung dengan jumlah 10 lantai dan 2 *basement* ini berfungsi untuk hotel yang ada di daerah jl. Malioboro.

c. Data Spesifik Gedung

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data awal dari perencana yang terdiri dari:

1. Mutu Bahan

- | | |
|------------------------------|--|
| a) Mutu beton (f_c') | = 30 MPa |
| b) Modulus elastisitas baja | = 200.000 MPa |
| c) Modulus Elastisitas beton | = 23.500 Mpa |
| d) Mutu baja tulangan | = $\varnothing < 13\text{mm}$ ($f_y = 240\text{MPa}$) |
| | $\varnothing \geq 13\text{mm}$ ($f_y = 400\text{MPa}$) |

2. Dimensi elemen struktur

a) Dimensi balok dan *tiebeam* sebagai berikut :

- 1) B1 = 300mm x 600mm
- 2) B2 = 350mm x 700mm
- 3) B3 = 300mm x 500mm
- 4) B4 = 200mm x 400mm
- 5) BA1 = 250mm x 500mm
- 6) BA2 = 250mm x 500mm
- 7) BK1 = 300mm x 600mm
- 8) BK2 = 200mm x 400mm
- 9) TB1 = 300mm x 600mm
- 10) TB2 = 250mm x 500mm

b) Dimensi kolom sebagai berikut:

- a) K1 = 600mm x 900mm
- b) K2 = 500mm x 700mm

c) Tebal plat yang di gunakan sebagai berikut :

- a) Plat atap = 100mm
- b) Plat kolam = 150mm
- c) Plat lantai = 120mm

d) Tebal elemen perkuatan

- a) *Shear wall* = 250mm
- b) *Outrigger* = 250mm

3.3.Pemodelan

- a. Pemodelan struktur menggunakan program yaitu software *SAP2000* dengan membuat propertis material, elemen struktur dengan dimensi berdasarkan data-data perencanaan yang didapatkan.
- b. Struktur yang dimodelkan hanya struktur atas rangka beton bertulang dengan atap berupa struktur beton bertulang.
- c. Dalam pemodelan beban dinding diasumsikan sebagai beban merata pada balok utama.
- d. Memasukkan semua beban yang bekerja ke dalam program *SAP2000*.

- e. Pemodelan plat lantai dimodelkan sebagai elemen 2 dimensi atau elemen datar. Elemen datar adalah elemen yang ketebalannya lebih kecil dari pada ukuran panjangnya.
- f. Pemodelan kolom dan balok pada program *SAP2000* dimodelkan sebagai elemen satu dimensi atau elemen garis lurus. . Elemen garis dapat dibedakan menjadi elemen lurus dan elemen melengkung. Elemen garis merupakan elemen yang panjang dan langsing dengan potongan melintang nya lebih kecil dibandingkan ukuran panjangnya
- g. Membuat tumpuan pada join yang dianggap sebagai penahan sruktur dengan menggunakan tumpuan berjenis jepit karena struktur bangunan diharapkan mampu menahan gaya dari segala arah dan momen yang terjadi.
- h. Massa yang diperhitungkan sebagai beban gempa, terdiri dari 30% beban hidup dan 100 % beban mati.
- i. Tangga tidak dimodelkan dalam pemodelan struktur utama.
- j. Dinding *basement* tidak dimodelkan dalam pemodelan.
- k. Mengasumsikan setiap join pada elemen kolom dan balok adakah kaku dengan memasukan *joint rigid factor* sebesar 0,5

3.4. Standar Acuan

Dalam analisis ini peraturan-peraturan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Pedoman Perencanaan Pembeban Untuk Rumah Dan Gedung 1987.
- b. Peraturan Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain (SNI 1727:2013).
- c. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012).
- d. Peta Gempa Indonesia 2017.
- e. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).

3.5. Pembebanan

a. Beban mati pada balok

Tabel 3. 1 Beban mati pada balok

Material	Berat	Jumlah	sat
Pasangan setengah bata	250 kg/m ²	250	kg/m ²
		250	kg/m ²
		2.45	kN/m ²

b. Beban mati pada plat lantai

Tabel 3. 2 Beban mati pada plat lantai

Material	Dimensi	Berat	Jumlah	Sat
Keramik		24kg/m ²	24	kg/m ²
Pasir	0,05	1600kg/m ²	80	kg/m ²
Spesi	0,02	2100 kg/m ²	42	kg/m ²
TOTAL			146	kg/m ²
			1.43	kN/m ²

c. Beban Hidup Untuk Lantai

Beban Hidup didapat dari SNI-1723-2013 beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain.

Tabel 3. 3 Beban hidup merata pada plat lantai

No.	Fungsi Ruang	Beban Hidup (kN/m ²)
1.	Ruang Tidur	1,44
2.	Ruang pertemuan(Hall)	4,79
3.	Tangga/Bordes	4,79
4.	Dak atap	0,96
5.	Balkon	2,16
6.	Parkir	1,92
7.	Kolam	11,77
8.	Restoran	4,79

d. Beban Angin

Untuk mendapatkan beban angin harus terlebih dahulu menentukan parameter sesuai dengan struktur dan lingkungannya, berikut adalah parameter yang di pakai dalam penelitian ini

1. Kecepatan angin dasar di daerah Yogyakarta di asumsikan 10 km/jam
2. Untuk faktor arah angin (k_d) adalah 0,85
3. Kategori eksposurnya adalah eksposur B
4. Faktor topografi (k_z) adalah 1
5. Faktor tiupan angin (G) adalah 0,85
6. Klasifikasi ketertutupanya dalah termasuk bangunan tertutup
7. Koefisien tekan internal, G_{cpi} adalah $\pm 0,18$

Perhitungan koefisien eksposur tekanan velositas menggunakan persamaan 2.1

$$k_z = 2,01 \times \left(\frac{z}{z_g}\right)^{\frac{2}{\alpha}}$$

$$k_z = 2,01 \times \left(\frac{32,6}{111,48}\right)^{\frac{2}{7}}$$

$$k_z = 1,415$$

Perhitungan tekanan velositas (q) menggunakan persamaan 2.2

$$q = 0,613 \times k_z \times k_{zt} \times k_d \times V^2$$

$$q = 0,613 \times 1,415 \times 1 \times 0,85 \times \left(10 \times \frac{1000}{3600}\right)^2$$

$$q = 5,69 \text{ N/m}^2$$

Perhitungan tekanan angin pada suatu sisi angin datang menggunakan persamaan 2.3

$$P = q \times G \times c_p$$

$$P = 5,69 \times 0,85 \times 0,8$$

$$P = 3,87 \text{ N/m}^2$$

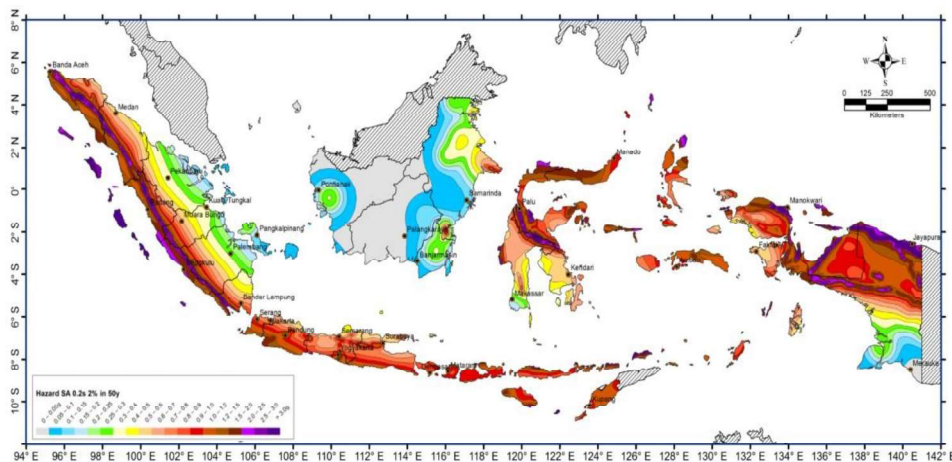
Untuk tekanan angin pada sisi angin pergi adalah sebesar $-2,42 \text{ N/m}^2$

3.6. Pembebanan Gempa Menurut SNI 03-1726-2012

Beban Gempa ditentukan berdasarkan pada peta hazard gempa dan kelas situs tanah, yang ditunjukkan dengan parameter-parameternya sebagai berikut:

a. Data Gempa

Diketahui data proyek bahwa kelas situs tanah pada lokasi Hotel El Royale Jl. Dagen Daerah Istimewa Yogyakarta ini berada di tanah sedang (SD), sehingga jika dilihat pada peta gempa 2017 didapati nilai S_S adalah 1,212 g dan S_1 adalah 0,444 g seperti terlihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 3. 2 Peta Gempa 2017 untuk nilai S_s .

Tabel 3. 4 Nilai Parameter F_a dan F_v

Kelas Situs	Peta Gempa	Parameter Gempa			
		S_S	F_a	S_1	F_v
	2017	1,212	1,000	0,444	1,500

- b. Parameter-parameter yang telah didapatkan dari situs tersebut, selanjutnya akan digunakan untuk menghitung nilai parameter percepatan *respons spektrum* dan percepatan spektrum desain dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.10) – (2.13).

$$\begin{aligned} S_{MS} &= F_a \cdot S_S \\ &= (1)(1,212) &= 1,212 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{M1} &= F_v \cdot S_1 \\ &= (1,5)(0,444) &= 0,666 \end{aligned}$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{3}(1,212) &&= 0,808 \\
 S_{D1} &= \frac{2}{3}S_{MI} \\
 &= \frac{2}{3}(0,666) &&= 0,444
 \end{aligned}$$

- c. Menentukan periode getar fundamental dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.16) dan (2.17)

$$\begin{aligned}
 T_0 &= 0,2 \frac{SD1}{SDS} \\
 &= 0,2 \frac{0,444}{0,808} &&= 0,110 \\
 T_s &= \frac{SD1}{SDS} \\
 &= \frac{0,444}{0,808} &&= 0,550
 \end{aligned}$$

- d. Menentukan nilai spektrum *respons* desain

Untuk $T \leq T_0$, menggunakan persamaan (2.14) :

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

$$S_a = 0,808 \left(0,4 + 0,6 \frac{0}{0,110} \right) = 0,323$$

$$S_a = 0,808 \left(0,4 + 0,6 \frac{0,02}{0,110} \right) = 0,411$$

$$S_a = 0,808 \left(0,4 + 0,6 \frac{0,04}{0,110} \right) = 0,499$$

Untuk $T_0 \leq T \leq T_s$, maka nilai $S_a = S_{DS}$

$$T = 0,110 \text{ maka } S_a = 0,808$$

$$T = 0,2 \text{ maka } S_a = 0,808$$

$$T = 0,3 \text{ maka } S_a = 0,808$$

Untuk $T \geq T_s$, maka menggunakan persamaan (2.15) untuk menghitung nilai S_a .

$$S_a = \frac{SD1}{T}$$

$$S_a = \frac{0,444}{0,6} = 0,74$$

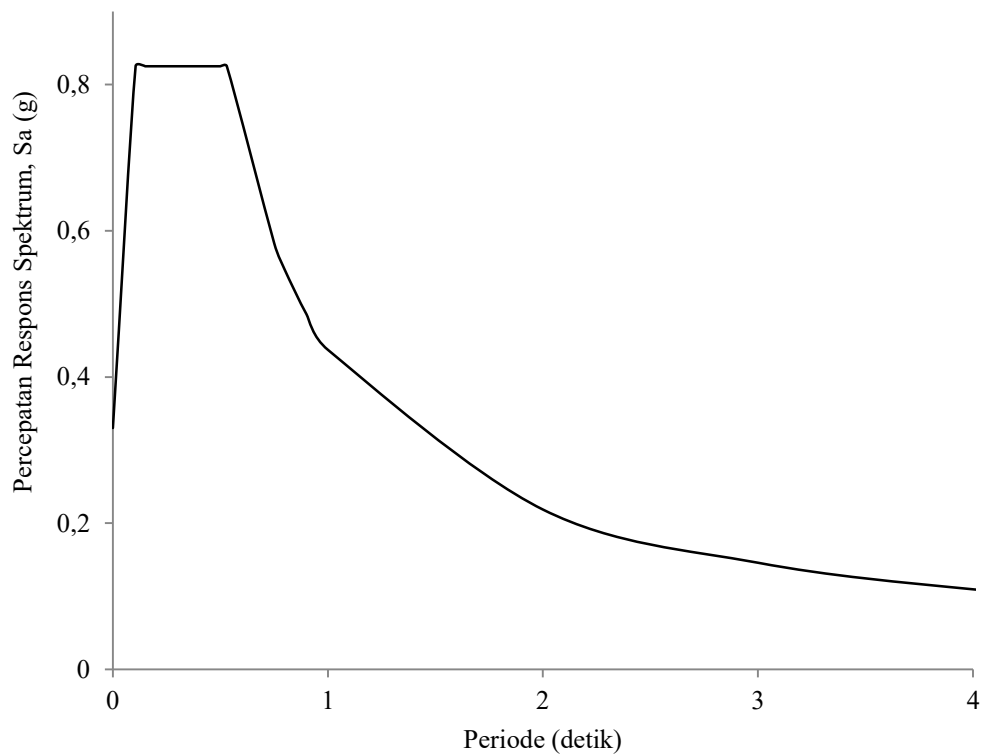
$$S_a = \frac{0,444}{0,8} = 0,555$$

$$S_a = \frac{0,444}{1} = 0,444$$

Tabel 3. 5 *Response Spektrum* SNI 03-1726-2012

TANAH SEDANG (SD)	
T (s)	Sa (g)
0,0000	0,3232
0,1099	0,8080
0,1500	0,8080
0,2000	0,8080
0,3000	0,8080
0,4000	0,8080
0,5000	0,8080
0,5495	0,8080
0,7500	0,5920
0,8000	0,5550
0,9000	0,4933
1,0000	0,4440
2,0000	0,2220
3,0000	0,1480
4,0000	0,1110

- e. Membuat grafik *respons spektrum* dengan hubungan antara waktu (T) dan faktor *respon* gempa (Sa).

Gambar 3. 3 *Respons spektrum* SNI 03-1726-2012.

3.7. Perhitungan Desain Seismik

Struktur dengan kategori risiko I, II, atau III yang berlokasi di mana parameter *respons* spectral percepatan terpetakan pada periode 1 detik, S_1 , lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain *seismic* E. Struktur yang berkategori berisiko kategori risiko IV yang berlokasi di mana parameter *respons* spectral percepatan terpetakan pada periode 1 detik, S_1 , lebih besar dari atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain *seismic* F. Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain *seismic*-nya berdasarkan kategori risikonya dan parameter *respons* spectral percepatan desainnya, S_{DS} dan S_{D1} (SNI 03-1726-2012 Pasal 6.5).

Berdasarkan fungsi bangunannya, Hotel El Royale masuk kedalam kategori risiko (II)

Untuk setiap gerakan tanah yang dianalisis, parameter-parameter *respons* individual harus dikalikan dengan scalar sebagai berikut :

Tabel 3. 6 Periode struktur arah X dan Y

Periode, T	Arah X	Arah Y
T_{approx}	1,005	1,005
T_{max}	1,407	1,407
T_{gross}	0,996	1,015
T_{eff}	1,368	1,393

- Parameter *respons* gaya harus dikalikan dengan I_e/R , dimana nilai I_e adalah faktor keutamaan gempa yang telah ditentukan berdasarkan jenis pemanfaatan struktur dan R adalah koefisien modifikasi *respons* yang telah disesuaikan dengan sistem penahan gaya seismik.
- Nilai C dinyatakan dengan percepatan gravitasi pada lokasi bangunan tersebut.

Tabel 3. 7 Faktor Skala Spektrum *Respon* Gempa Rencana

Percepatan Gempa	Arah	Faktor Skala (I_e/R) x g
RSX	U1 (100%)	1,226
RSY	U1 (100%)	1,226

3.8. Periode fundamental pendekatan

Menghitung Nilai T_a minimal dan T_a maksimal berdasarkan SNI

Periode getar desain arah X,

T_x	= Model tanpa perkuatan	= 1,568
	Model dengan perkuatan <i>Outrigger</i>	= 1,330
	Model dengan perkuatan <i>shear wall</i>	= 1,445

Periode getar desain arah Y,

T_y	= Model tanpa perkuatan	= 1,438
	Model dengan perkuatan <i>Outrigger</i>	= 1,184
	Model dengan perkuatan <i>shear wall</i>	= 1,332

$$S_{D1} = 0,444$$

$$C_u = 1,4$$

$$C_t = 0,0466$$

$$x = 0,9$$

Perhitungan periode getar minimum sebagai pendekatan arah X dan arah Y

$$\begin{aligned} T_{a \min} &= C_t \cdot h^x \\ &= 0,0466 \cdot 39,4^{0,9} \\ &= 1,272 \end{aligned}$$

Perhitungan periode getar maximum sebagai pendekatan arah X dan arah Y

$$\begin{aligned} T_{a \max} &= C_u \cdot T_{a \min} \\ &= 1,4 \cdot 1,272 \\ &= 1,780 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat } T_{a \min} < T < T_{a \max}$$

3.9. Perhitungan Geser Dasar Seismik Rencana

3.9.1. Model Penampang Utuh

a. Perhitungan Koefisien Rencana Seismik (C_s)

Data Lokasi :

Lokasi	= Yogyakarta
Jenis Tanah	= SD (Tanah Sedang)
Nilai S_1	= 0,444
Nilai S_s	= 1,212

Nilai Fa	= 1,0
Nilai Fv	= 1,5
S _{DS}	= 0,808
S _{D1}	= 0,444
R	= 8
I _e	= 1
T _x	= 1,568
T _y	= 1,438

b. Koefisien Geser Dasar Seismik Arah X

$$C_s \text{ max} = \frac{S_{DS}}{R/I_e}$$

$$= \frac{0,808}{8/1}$$

$$= 0,101$$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T_x(R/I_e)}$$

$$= \frac{0,444}{1,568(8/1)}$$

$$= 0,0354$$

$$C_s \text{ min} = 0,044 \times S_{DS} \times I_e$$

$$= 0,044 \times 0,808 \times 1$$

$$= 0,0359$$

Digunakan : $C_s = 0,0359$

Geser Dasar Seismik

$$V = V_x = C_s \times W_t$$

$$= 0,0359 \times 60481,042$$

$$= 2171,269 \text{ kN}$$

$$V_{\text{statik}} = 85\% \times 2171,269$$

$$= 1845,579 \text{ kN}$$

$$V_{\text{rsx}} = 3040,974 \text{ kN}$$

c. Distribusi Horizontal Arah Y

$$C_s \text{ max} = \frac{S_{DS}}{R/I_e}$$

$$= \frac{0,808}{8/1}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,101 \\
 C_s &= \frac{SD_1}{T_y(R/I_e)} \\
 &= \frac{0,444}{1,438 (8/1)} \\
 &= 0,0386 \\
 C_s \text{ min} &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\
 &= 0,044 \times 0,808 \times 1 \\
 &= 0,0359
 \end{aligned}$$

Digunakan : $C_s = 0,0386$

Geser Dasar Seismik

$$\begin{aligned}
 V = V_y &= C_s \times W_t \\
 &= 0,0386 \times 60481,042 \\
 &= 2334,568 \text{ kN} \\
 V_{\text{statik}} &= 85\% \times 2334,568 \\
 &= 1984,383 \text{ KN} \\
 V_{\text{rsy}} &= 3197,383 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3.9.2. Model Dengan Perkuatan *Outrigger*

a. Perhitungan Koefisien Rencana Seismik (C_s)

Data Lokasi :

Lokasi	= Yogyakarta
Jenis Tanah	= SD (Tanah Sedang)
Nilai S_1	= 0,444
Nilai S_s	= 1,212
Nilai F_a	= 1,0
Nilai F_v	= 1,5
S_{DS}	= 0,808
SD_1	= 0,444
R	= 8
I_e	= 1
T_x	= 1,330

$$T_y = 1,184$$

b. Koefisien Geser Dasar Seismik Arah X

$$\begin{aligned} C_s \max &= \frac{SDS}{R/I_e} \\ &= \frac{0,808}{8/1} \\ &= 0,101 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{SD1}{T_x(R/I_e)} \\ &= \frac{0,444}{1,330(8/1)} \\ &= 0,0417 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s \min &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\ &= 0,044 \times 0,808 \times 1 \\ &= 0,0359 \end{aligned}$$

Digunakan : $C_s = 0,0417$

Geser Dasar Seismik

$$\begin{aligned} V &= V_x = C_s \times W_t \\ &= 0,0417 \times 61632,808 \\ &= 2570,088 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{statik}} &= 85\% \times 2570,088 \\ &= 2185,187 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{RSX} = 3511,485 \text{ kN}$$

c. Distribusi Horizontal Arah Y

$$\begin{aligned} C_s \max &= \frac{SDS}{R/I_e} \\ &= \frac{0,808}{8/1} \\ &= 0,101 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{SD1}{T_y(R/I_e)} \\ &= \frac{0,444}{1,184 (8/1)} \\ &= 0,0469 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s \min &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\ &= 0,044 \times 0,808 \times 1 \\ &= 0,0359 \end{aligned}$$

Digunakan : $C_s = 0,0469$

Geser Dasar Seismik

$$\begin{aligned}
 V &= V_y = C_s \times W_t \\
 &= 0,0469 \times 61632,808 \\
 &= 2890,579 \text{ kN} \\
 V_{\text{statik}} &= 85\% \times 2890,579 \\
 &= 2456,992 \text{ kN} \\
 V_{\text{rsy}} &= 3630,36 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3.9.3. Model Dengan Perkuatan *Shear wall*a. Perhitungan Koefisien Rencana Seismik (C_s)

Data Lokasi :

Lokasi	= Yogyakarta
Jenis Tanah	= SD (Tanah Sedang)
Nilai S_1	= 0,444
Nilai S_s	= 1,212
Nilai F_a	= 1,0
Nilai F_v	= 1,5
S_{DS}	= 0,808
S_{D1}	= 0,444
R	= 8
I_e	= 1
T_x	= 1,445
T_y	= 1,332

b. Koefisien Geser Dasar Seismik Arah X

$$\begin{aligned}
 C_s \text{ max} &= \frac{S_{DS}}{R/I_e} \\
 &= \frac{0,808}{8/1} \\
 &= 0,101 \\
 C_s &= \frac{S_{D1}}{T_x(R/I_e)} \\
 &= \frac{0,444}{1,445(8/1)} \\
 &= 0,0384
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s \text{ min} &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\
 &= 0,044 \times 0,808 \times 1 \\
 &= 0,0359
 \end{aligned}$$

Digunakan : $C_s = 0,0384$

Geser Dasar Seismik

$$\begin{aligned}
 V &= V_x = C_s \times W_t \\
 &= 0,0384 \times 61724,586 \\
 &= 2370,224 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{statik}} &= 85\% \times 2370,224 \\
 &= 2014,6904 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$V_{\text{rsx}} = 3570,537 \text{ kN}$$

c. Distribusi Horizontal Arah Y

$$\begin{aligned}
 C_s \text{ max} &= \frac{SDS}{R/I_e} \\
 &= \frac{0,808}{8/1} \\
 &= 0,101
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{SD1}{T_y(R/I_e)} \\
 &= \frac{0,444}{1,332 (8/1)} \\
 &= 0,0417
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s \text{ min} &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\
 &= 0,044 \times 0,808 \times 1 \\
 &= 0,0359
 \end{aligned}$$

Digunakan : $C_s = 0,0417$

Geser Dasar Seismik

$$\begin{aligned}
 V &= V_y = C_s \times W_t \\
 &= 0,0417 \times 61724,586 \\
 &= 2573,915 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{statik}} &= 85\% \times 2573,915 \\
 &= 2187,828 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$V_{\text{rsy}} = 3760,394 \text{ kN}$$