

## Perbandingan Perencanaan Gedung Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah Studi Kasus: Gedung Grand UMI Tower

Ismail Batara<sup>1</sup>, Ahmad Firdaus Umar<sup>2</sup>, Hanafi Ashad<sup>3</sup>, Toni Utina<sup>4</sup>, Anwar Mappiasse<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia  
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231  
Email: <sup>1</sup>ismailbatara@gmail.com; <sup>2</sup>ahmadfirdausumar@gmail.com; <sup>3</sup>hanafiashad@umi.ac.id;  
<sup>4</sup>toni.utina@umi.ac.id; <sup>5</sup>anwar.mappiasse@umi.ac.id

---

### ABSTRAK

Saat ini jenis sistem struktur yang biasa digunakan pada bangunan bertingkat di wilayah Indonesia yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana besarnya pengaruh gaya gempa dan perbandingan jumlah luasan tulangan pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) pada Gedung Grand UMI Tower di wilayah dengan tingkat kegempaan sedang (kategori desain seismic C). Adapun Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis struktur Gedung dengan memanfaatkan software bantu yaitu Etabs v16.2.1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh gaya geser dasar gempa yang bekerja pada struktur bangunan pada model I (SRPMK) lebih kecil dibandingkan dengan bangunan model II (SRPMM) yaitu selisih 28,83% pada gempa arah x-x dan 28,77% pada gempa arah y-y. Dari hasil desain penulangan pada model I (SRPMK) jumlah luas tulangan longitudinal elemen balok dan kolom sebesar 121673 mm<sup>2</sup> dan 183577 mm<sup>2</sup> sedangkan pada model II (SRPMM) sebesar 118916 mm<sup>2</sup> dan 183577 mm<sup>2</sup>. Untuk luas tulangan geser balok dan kolom model I (SRPMK) sebesar 70393 mm<sup>2</sup>/m dan 172160 mm<sup>2</sup>/m sedangkan pada model II (SRPMM) sebesar 63436 mm<sup>2</sup>/m dan 56872 mm<sup>2</sup>/m

**Kata Kunci:** Struktur gedung, Daktilitas, SRPMK, SRPMM.

---

### ABSTRACT

*Currently, the type of structural system commonly used in multi-story buildings in the Indonesian region is the Moment Resisting Frame (MRF). The purpose of this study is to determine how much influence the earthquake force and the ratio of the area of reinforcement in the Special Moment Resisting Frame (SMRF) and the Intermediate Moment Resisting Frame (IMRF) at the Grand UMI Tower Building in areas with moderate seismicity (seismic design category C). The method used in this research is the method of building structure analysis using the auxiliary software, namely Etabs v16.2.1. The results showed that the effect of the basic shear forces acting on the building structure in model I (SMRF) was smaller than that of the model II (IMRF), namely a difference of 28.83% and 28.77% in the x-x and y-y direction earthquake. From the results of the reinforcement design in model I (SMRF), the total area of longitudinal reinforcement of beam and column elements is 121673 mm<sup>2</sup> and 183577 mm<sup>2</sup>, while in model II (IMRF) it is 118916 mm<sup>2</sup> and 183577 mm<sup>2</sup>. For the area of beam and column shear reinforcement model I (SMRF) of 70393 mm<sup>2</sup>/m and 172160 mm<sup>2</sup>/m, while the model II (IMRF) is 63436 mm<sup>2</sup>/m and 56872 mm<sup>2</sup>/m*

**Keywords:** Building structure, Ductility, SMRF, IMRF.

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar belakang

Dalam beberapa tahun terakhir ini, banyaknya kasus bencana gempa yang terjadi di wilayah Indonesia seperti gempa Aceh pada tahun 2004 dengan 9,2 SR, gempa Pangandara di tahun 2006 dengan 7,7 SR, gempa Yogyakarta di tahun 2006 dengan 6,3 SR, gempa Padang di tahun 2009 dengan 7,6 SR, gempa Mentawai di tahun 2010 dengan 7,2 SR, gempa Lombok di tahun 2018 dengan 7,0 SR dan yang terakhir gempa Palu Donggala beserta tsunami tahun 2018 dengan 7,7 SR. Banyak menimbulkan kerusakan pada bangunan dan menyebabkan ribuan korban jiwa

Banyak kasus gempa yang sering terjadi tersebut karena wilayah Indonesia terletak di dua zona yaitu jalur gempa asia (*Trans Asiatic Earthquake Belt*) dan jalur gempa pasifik (*Circum Pasific Earthquake Belt*). Untuk meminimalisir resiko akibat bencana gempa tersebut perlu direkayasa dan dirancang struktur bangunan tahan gempa (Imran, I. Hendrik, 2014). Berdasarkan SNI 1726:2012, kota Makassar telah diklasifikasikan termasuk kedalam zona gempa sedang (KDS C) dengan percepatan gempa 0.1 - 0.15 gravitasi

Pada penelitian ini, bangunan Gedung Grand Tower UMI akan di *redesign* ulang dengan metode deskriptif. Hasil *redesign* ulang struktur ini akan dibandingkan berdasarkan desain model SRPMM dan desain model SRPMK.

Dalam penelitian ini perhitungan untuk bangunan gedung *Grand Tower UMI* menggunakan *Software ETABS V16.2.1* dan perhitungan gaya gempa yang bekerja dengan menggunakan *Analisis linier Dinamik Respons Spektrum*.

### 1.2 Rumusan Masalah

- 1) Berapa besarnya pengaruh beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan gedung *Grand Tower Universitas Muslim Indonesia*?

- 2) Bagaimana merencanakan ulang superstruktur pada gedung *Grand Tower Universitas Muslim Indonesia* dengan perencanaan SRPMK dan SRPMM?
- 3) Bagaimana Perbandingan hasil perencanaan superstruktur antara perencanaan SRPMK dan SRPMM Gedung *Grand Tower Universitas Muslim Indonesia*, termasuk aspek jumlah material dan luas material?

### 1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Mengetahui besarnya pengaruh beban gempa yang bekerja pada gedung *Grand Tower Universitas Muslim Indonesia*
- 2) Merencanakan Superstruktur pada gedung *Grand Tower Universitas Muslim Indonesia* dengan perencanaan SRPMK dan SRPMM
- 3) Mengetahui sebagaimana perbandingan jumlah material dan luas material dari perbandingan perencanaan SRPMK dan SRPMM

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada perencanaan gedung meliputi data umum bangunan, gambar bangunan, spesifikasi material, data element struktur, data gempa dan literatur-literatur penunjang yang diperlukan dalam perhitungan Perancangan Gedung *Grand Tower Universitas Muslim Indonesia*.

#### 2.1.1 Data Umum Bangunan

1. Nama bangunan: Gedung Grand UMI Tower
2. Sistem Struktur : Dual System Wall-frame beton bertulang
3. Fungsi : Gedung Perkantoran
4. Lokasi bangunan : Kampus II Universitas Muslim Indonesia, Jalan Urip Sumoharjo Km. 5 Makassar
5. Jumlah lantai : 23 Lantai
6. Jumlah lantai basemen : 1
7. Tinggi lantai tipikal : 4 m
8. Tinggi lantai Basemen : 3,5 m
9. Tinggi total gedung : 91,5 m
10. Luas Total gedung : 12.397 m<sup>2</sup>

11. Lantai bangunan : Pelat dua arah dengan balok

### 2.1.2 Spesifikasi Material

1. Mutu Beton  
Mutu beton dan modulus elastisitas yang digunakan adalah :  
Balok :  
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$  dan  $E = 25743 \text{ Mpa}$   
Kolom,  
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$  dan  $E = 25743 \text{ Mpa}$   
Pelat Lantai :  
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$  dan  $E = 25743 \text{ Mpa}$   
Dinding geser :  
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$  dan  $E = 25743 \text{ Mpa}$
2. Mutu baja tulangan  
 $f_y = 400 \text{ Mpa}$  dan  $E = 200000 \text{ Mpa}$

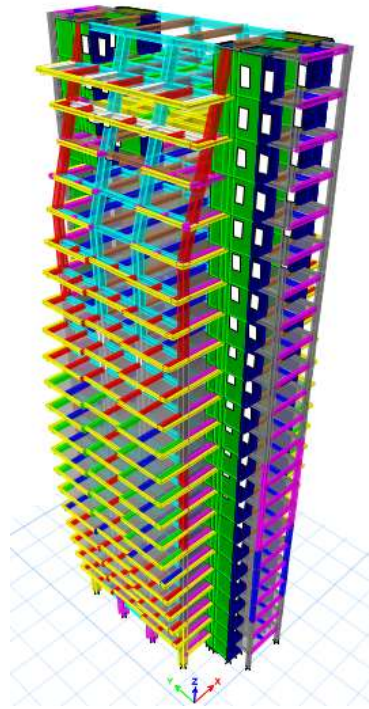
### 2.1.3 Data Elemen Struktur

1. Balok B1 1 (400 mm x 600 mm) untuk lantai 2 – lantai 23
2. Balok B1 2 (350 mm x 600 mm) untuk lantai 2 – lantai 23
3. Balok B1 3 (300 mm x 500 mm) untuk lantai 2 – lantai 23
4. Balok B1 4 (200 mm x 400 mm) untuk lantai 2 – lantai 23
5. Balok B1 5 (250 mm x 400 mm) untuk lantai 2 – lantai 23
6. Balok B1 6 (500 mm x 1200 mm) untuk lantai 22
7. Balok B1 7 (300 mm x 500 mm) untuk lantai 2 2
8. Balok B1 8 (450 mm x 1200 mm) untuk lantai 23
9. Balok Ba 1 (300 mm x 550 mm) untuk lantai 2 – lantai 23
10. Balok Ba 2 (250 mm x 400 mm) untuk lantai 22 – lantai 23
11. Balok Ba 3 (250 mm x 400 mm) untuk lantai 2 – lantai 23
12. Balok Bo 1 (300 mm x 500 mm) untuk lantai 2 – lantai 23
13. Balok Bo 2 (250 mm x 400 mm) untuk lantai 2 – lantai 23
14. Balok Bo 3 (300 mm x 600 mm) untuk lantai 7 – lantai 13
15. Balok Bo 4 (400 mm x 700 mm) untuk lantai 8 – lantai 13

16. Balok Bo 5 (400 mm x 700 mm) untuk lantai 22 – lantai 23
17. Kolom K1 (1400 mm x 1400 mm) untuk Base – lantai 4
18. Kolom K2 (1200 mm x 1200 mm) untuk Base – lantai 4
19. Kolom K3 (1000 mm x 1000 mm) untuk Base – lantai 4
20. Kolom K4 (500 mm x 500 mm) untuk Base – lantai 4
21. Kolom K1 - 1 (1400 mm x 1400 mm) untuk Base – lantai 4
22. Kolom K2 - 1 (1200 mm x 1200 mm) untuk Base – lantai 4
23. Kolom K3 - 1 (1000 mm x 1000 mm) untuk Base – lantai 4
24. Kolom K4 - 1 (500 mm x 500 mm) untuk Base – lantai 4
25. Kolom K1 - 2 (1400 mm x 1400 mm) untuk Base – lantai 4
26. Kolom K2 - 2 (1200 mm x 1200 mm) untuk Base – lantai 4
27. Kolom K3 - 2 (1000 mm x 1000 mm) untuk Base – lantai 4
28. Kolom K4 - 2 (500 mm x 500 mm) untuk Base – lantai 4
29. Kolom K1 - 3 (1400 mm x 1400 mm) untuk Base – lantai 4
30. Kolom K2 - 3 (1200 mm x 1200 mm) untuk Base – lantai 4
31. Kolom K3 - 3 (1000 mm x 1000 mm) untuk Base – lantai 4
32. Kolom K1 - 4 (1400 mm x 1400 mm) untuk Base – lantai 4
33. Kolom K2 - 4 (1200 mm x 1200 mm) untuk Base – lantai 4
34. Kolom K3 - 4 (1000 mm x 1000 mm) untuk Base – lantai 4
35. Pelat Lantai (120 mm)

### 2.2 Pemodelan Struktur

Pemodelan Gedung dirancang sebagai struktur Gedung sistem ganda. Pemodelan awal dilakukan dengan bantuan program Etabs dengan dimodelkan sebagai sebuah system grid. Model yang dianalisis dan didesain berupa struktur atas dan dianggap terjepit pada taraf lantai base (Computers and Structures, 2017). Berikut ini diperlihatkan gambar model 3D Struktur.



Gambar 1. Pemodelan 3D struktur gedung Grand Tower UMI

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 1.1 Analisis Struktur Primer

Untuk melakukan analisis struktur primer, dilakukan dengan menggunakan program Etabs V16.2.1. dan Model analisis gempa yang digunakan adalah linier dinamik respons spectrum yang telah dikalikan *scale factor* guna memenuhi syarat geser dasar minimum 85% geser dasar static ekuivalen (SNI 1726:2012, 2012).

Pembebanan yang diperhitungkan meliputi:

##### 1. Beban mati

Beban mati terdiri dari beban mati tambahan dan berat sendiri struktur.

Beban mati tambahan :

- Beban mati tambahan pada pelat lantai 2 – lantai 23 =  $1,91 \text{ kN/m}^2$
- Beban mati tambahan pada pelat lantai mesin lift =  $7,18 \text{ kN/m}^2$
- Beban mati tambahan pada balok dinding bata  $\frac{1}{2}$  Batu adalah  $8,5 \text{ kN/m}$
- Beban mati tambahan pada balok Curtain wall kaca + rangka adalah  $2,04 \text{ kN/m}$

Berat sendiri struktur :

Beban Material Beton bertulang :  $23,6 \text{ kN/m}^2$  (ASCE 7-10 Table C3-1,

Concrete, Reinforced Stone) (Tavio. Wijaya, 2018)

##### 2. Beban hidup yang dimasukkan ke dalam program Etabs sesuai ketentuan SNI Pembebanan 2013 (SNI 1727:2013, 2013), adalah sebagai berikut:

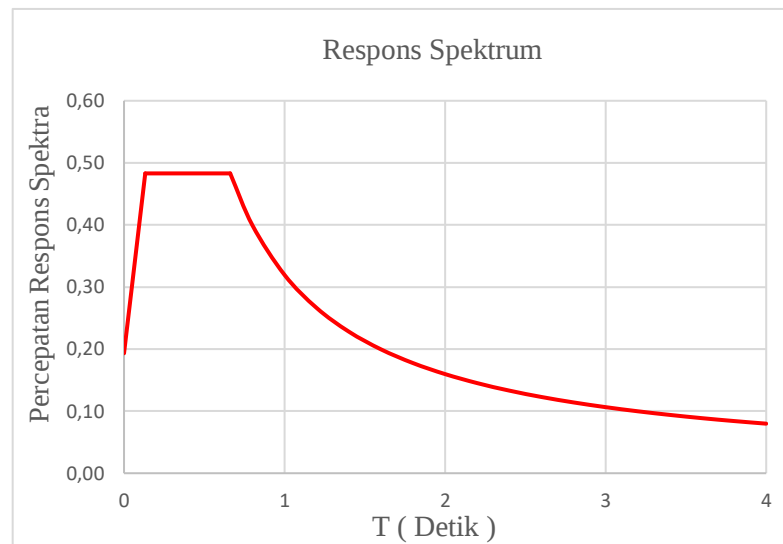
- Beban hidup lantai 2 – 23 ruang kantor =  $2,4 \text{ kN/m}^2$
- Beban hidup lantai 2 – 23 koridor lift =  $3,83 \text{ kN/m}^2$
- Beban hidup lantai 2 – 23 perlengkapan dapur, Kamar Mandi =  $2,87 \text{ kN/m}^2$
- Beban hidup lantai 17 ruang komputer =  $4,79 \text{ kN/m}^2$
- Beban hidup lantai 19 dan 23 ruang makan dan restoran =  $4,79 \text{ kN/m}^2$
- Beban hidup lantai 16 ruang pertemuan =  $4,79 \text{ kN/m}^2$

##### 3. Beban gempa

Berdasarkan ketentuan SNI 1726:2012 pembebanan gempa untuk bangunan Grand UMI Tower yang terletak di Kota Makassar memiliki parameter sebagai berikut :

- Ketegri Resiko, = II
- Faktor keutamaan,  $I_e = 1$
- Klas Situs = SE (Tanah Lunak)

- d) Percepatan gempa MCER terpetakan pada periode pendek,  $S_s = 0,317 g$
  - e) Percepatan gempa MCER terpetakan pada periode 1 detik,  $S_1 = 0,142 g$
  - f) Faktor amplikasi seismik percepatan pada periode pendek,  $F_a = 2,286$
  - g) Faktor amplikasi seismik percepatan pada periode 1 detik,  $F_v = 3,374$
  - h) Parameter *respon spectrum* percepatan pada periode pendek,  $S_{MS} = 0,725 g$
  - i) Parameter *respon spectrum* percepatan pada periode 1 detik,  $S_{M1} = 0,479 g$
  - j) Parameter percepatan desain untuk periode pendek,  $S_{DS} = 0,483 g$
  - k) Parameter percepatan desain untuk periode 1 detik,  $S_{D1} = 0,319 g$
  - l) Periode getar fundamental struktur  
 $T_o = 0,2 \times \frac{SD1}{SD_s} = 0,132 \text{ detik}$   
 $T_s = \frac{SD1}{SD_s} = 0,660 \text{ detik}$
  - m) Spektrum percepatan desain, Untuk  $T < T_o$ ,  
maka,  $S_a = S_{DS} (0,4 + 0,6 \frac{T}{T_o})$   
Untuk  $T_o \leq T \leq T_s$ ,  
maka,  $S_a = S_{DS}$   
Untuk  $T \geq T_s$ , maka,  $S_a = \frac{SD1}{T}$
- Dari parameter *response spectra* diatas, *spectrum design* adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.** Spektrum percepatan desain makassar tanah lunak

#### 4. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban harus direncanakan sedemikian rupa hingga kuat rencananya melebihi atau sama dengan pengaruh beban terfaktor. Kombinasi beban ditentukan sesuai dengan SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012.

$$S_{DS} = 0,483g$$

$$\rho = 1 \text{ (faktor redundansi)}$$

$$(1,2 + 0,2 S_{DS})D = 1,297D$$

$$(0,9 - 0,2 S_{DS})D = 0,803D$$

$$U = 1,4D$$

$$U = 1,2D + 1,6L$$

$$U = 1,297D + L \pm Ex \pm 0,3Ey$$

$$U = 1,297D + L \pm 0,3Ex \pm Ey$$

$$U = 0,803D \pm Ex \pm 0,3Ey$$

$$U = 0,803D \pm 0,3Ex \pm Ey$$

#### 1.2 Kontrol Perilaku Struktur

##### 1) Kontrol Jumlah Ragam

Berdasarkan SNI Gempa Ps. 7.9.1. Analisis harus memenuhi jumlah ragam paling sedikit 90% dari massa struktur untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi dalam tiap arah horisontal orthogonal dan respons yang ditinjau oleh model (SNI 1726:2012, 2012). Berikut adalah rekapitulasi modal struktur dengan menampilkan 15 mode pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Ringkasan partisipasi massa struktur dari 15 mode

| Number of Mode | Period Sec | UX          | UY          | RZ   |
|----------------|------------|-------------|-------------|------|
| 1              | 3,00       | 0,71        | 0,00        | 0,00 |
| 2              | 2,49       | 0,00        | 0,65        | 0,00 |
| 3              | 1,57       | 0,00        | 0,00        | 0,76 |
| 4              | 0,79       | 0,14        | 0,00        | 0,00 |
| 5              | 0,60       | 0,00        | 0,17        | 0,00 |
| 6              | 0,49       | 0,00        | 0,00        | 0,11 |
| 7              | 0,36       | 0,05        | 0,00        | 0,00 |
| 8              | 0,26       | 0,00        | 0,00        | 0,04 |
| 9              | 0,25       | 0,00        | 0,07        | 0,00 |
| 10             | 0,21       | 0,03        | 0,00        | 0,00 |
| 11             | 0,16       | 0,00        | 0,00        | 0,03 |
| 12             | 0,14       | 0,02        | 0,00        | 0,00 |
| 13             | 0,14       | 0,00        | 0,04        | 0,00 |
| 14             | 0,11       | 0,00        | 0,00        | 0,02 |
| 15             | 0,10       | 0,01        | 0,00        | 0,00 |
| <b>Total</b>   |            | <b>0,96</b> | <b>0,93</b> |      |

Dari Tabel. 1 Jumlah partisipasi massa pada 15 mode untuk arah x-x dan arah y-y sebesar 96 % dan 93%. Telah memenuhi syarat yaitu > 90%

## 2) Kontrol Periode Fundamental Struktur

Periode Fundamental struktur dapat dihitung dengan mangacu pada ketentuan 7.8.2.1 SNI Gempa(SNI 1726:2012, 2012). Sistem struktur yang direncanakan merupakan rangka beton pemikul momen sehingga:

- Periode minimum:  
 $T_{min} = C_t \times H_n^x$   
 $T_{min} = 0,0488 \times 91.5^{0,75}$   
 $= 1,44$  detik
- Periode maksimum :  
 $T_{max} = C_u \times T_{min}$   
 $T_{max} = 1,4 \times 1,4437 = 2,02$  detik
- Periode arah X dan Y pada Etabs  
 $T_a X = 3,00$  detik  
 $T_a Y = 2,49$  detik
- Periode yang digunakan  
Setelah dilakukan perhitungan, maka nilai T yang digunakan untuk arah X maupun Y adalah menggunakan T maksimum sebesar:  
 $T$  arah X = 2,02 detik  
 $T$  arah Y = 2,02 detik

## 3) Kontrol Geser Dasar Seismik

Berdasarkan ketentuan SNI Gempa Ps. 7.9.4.1. Geser dasar gempa dinamik *response spectrum* harus sama atau melebihi dari 85% geser dasar nominal statik ekuivalen.

Geser dasar nominal statik ekuivalen dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$V = C_s \cdot W_t$$

Untuk gedung dengan SRPMK

$$C_{Smin} = 0,044.S_{DS}.I_e \geq 0,01$$

$$C_{Smin} = 0,044 (0,483) (1) \geq 0,01$$

$$C_{Smin} = 0,0212 \geq 0,01$$

$$C_{Shitung} = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,483}{\left(\frac{7}{1}\right)} = 0,069$$

$$C_{Smax} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,319}{2,0212 \left(\frac{7}{1}\right)} = 0,022$$

$$C_{Smin} < C_s < C_{Smax} =$$

$$0,0212 < 0,069 > 0,0225$$

Karena nilai  $C_{Shitung}$  lebih besar dari  $C_{Smax}$ , maka digunakan nilai  $C_{Smax}$  sebagai nilai koefisien respons seismic sebesar 0,0225

Dari analisis Etabs, diperoleh nilai berat efektif struktur gedung adalah:

**Tabel 2.** Reaksi dasar struktur

| Output case | FX | FY | FZ        |
|-------------|----|----|-----------|
| Text        | Kn | kN | kN        |
| D+0,3L      | 0  | 0  | 212712,26 |

Maka diperoleh gaya geser dasar statik ekivalen di kedua arah adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_{\text{statik}} &= C_s \cdot W \\ &= 0,0225 \times 212712,26 \\ &= 4786,0260 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sedangkan nilai geser dasar dinamik *response spectrum* diambil dari output hasil analisis Etabs. Yang diperoleh pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Gaya geser dasar dinamik respons spektrum SRPMK

| Beban Gempa | FX       | FY       |
|-------------|----------|----------|
| Text        | kN       | Kn       |
| Gempa X     | 2981,845 | 1,305    |
| Gempa Y     | 1,307    | 3759,074 |

Kontrol:

$$C_{s\min} = 0,0212 \geq 0,01$$

Untuk gempa arah X:

$$C_{s\text{hitung}} = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,483}{\left(\frac{5}{1}\right)} = 0,0966$$

$$V_d \geq 85\% V_s$$

$$2981,845 \geq 85\% \times 4786,026$$

$$2981,845 \leq 4068,1221 \text{ kN}$$

(tidak memenuhi)

$$C_{s\max} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,319}{2,0212\left(\frac{5}{1}\right)} = 0,0316$$

$$C_{s\min} < C_s < C_{s\max} =$$

Untuk gempa arah Y:

$$0,0212 < 0,0966 > 0,0316$$

$$V_d \geq 85\% V_s$$

$$3759,074 \geq 85\% \times 4786,026$$

$$3759,074 \leq 4068,1221 \text{ kN}$$

(tidak memenuhi)

Karena nilai  $C_{s\text{hitung}}$  lebih besar dari  $C_{s\max}$ , maka digunakan nilai  $C_{s\max}$  sebagai nilai koefisien respons seismik sebesar 0,0316

Diperlukan faktor pembesaran gempa sebesar :

$$FS_x = \frac{4068,122}{2981,845} = 1,364 \text{ untuk arah X}$$

$$FS_y = \frac{4068,122}{3759,074} = 1,082 \text{ untuk arah Y}$$

Dari Tabel 2 didapat berat total struktur adalah 212712,26 kN. Maka:

$$V_{\text{statik}} = C_s \cdot W$$

$$= 0,0316 \times 212712,26$$

$$= 6721,7076 \text{ kN}$$

Nilai geser dasar dinamik *response spectrum* untuk model SRPMM diambil dari output hasil analisis Etabs. Yang diperoleh pada Tabel 4 berikut.

Untuk gedung dengan SRPMM

$$C_{s\min} = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

$$C_{s\min} = 0,044 (0,483) (1) \geq 0,01$$

**Tabel 4.** Gaya geser dasar dinamik respons spektrum SRPMM

| Beban Gempa | FX       | FY       |
|-------------|----------|----------|
| Text        | kN       | kN       |
| Gempa X     | 4174,583 | 1,829    |
| Gempa Y     | 1,829    | 5262,703 |

Kontrol:

$$5262,703 \geq 85\% \times 6721,7076$$

$$5262,703 \leq 5713,451 \text{ kN}$$

(tidak memenuhi)

Untuk gempa arah X:

$$V_d \geq 85\% V_s$$

$$4741,583 \geq 85\% \times 6721,7076$$

$$4741,583 \leq 5713,451 \text{ kN}$$

(tidak memenuhi)

Diperlukan faktor pembesaran gempa sebesar :

$$FS_x = \frac{5713,451}{4174,581} = 1,369 \text{ untuk arah X}$$

$$FS_y = \frac{5713,451}{5262,703} = 1,086 \text{ untuk arah Y}$$

Untuk gempa arah Y:

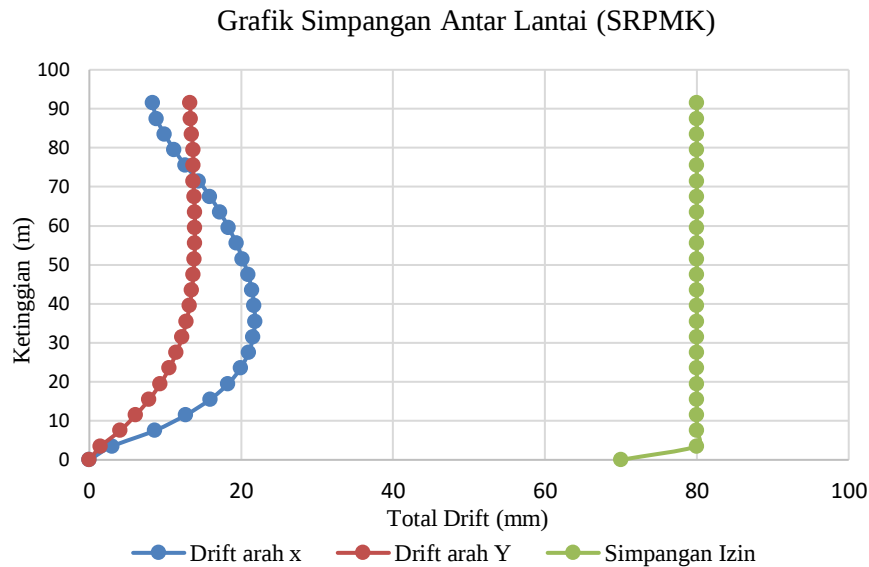
$$V_d \geq 85\% V_s$$

#### 4) Kontrol Simpangan Antarlantai Tingkat

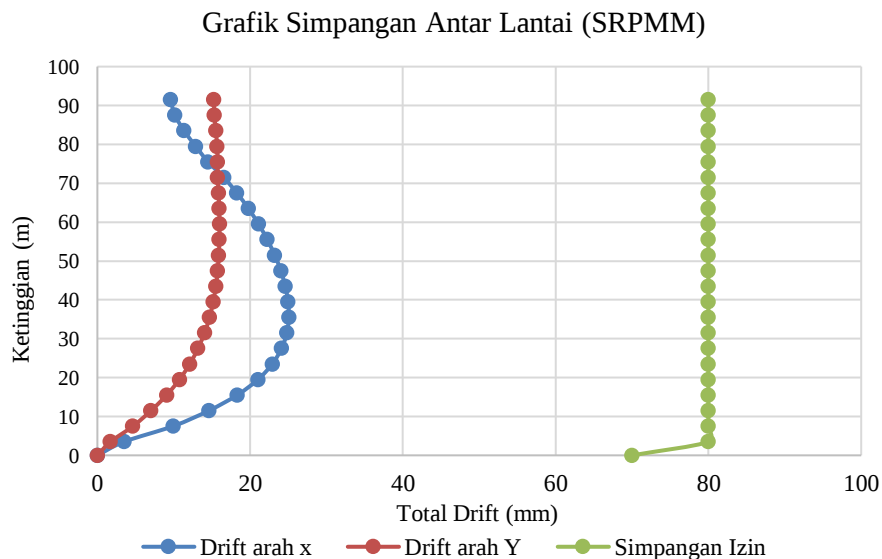
Berdasarkan ketentuan SNI 1726:2012 Ps. 7.12.1. “Perpindahan antar lantai akibat pengaruh gaya gempa harus lebih kecil atau sama dengan dari simpangan izin.” Simpangan antar lantai ditentukan berdasarkan persamaan berikut.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e}$$

Dengan  $C_d = 5,5$  untuk SRPMK; 4,5 untuk SRPMM dan  $I_e = 1,0$  pada masing-masing lantai dalam arah orthogonal X dan Y. Hasil pengecekan simpangan antar lantai disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut.



**Gambar 3.** Grafik pengecekan simpangan antarlantai SRPMK



**Gambar 4.** Grafik pengecekan simpangan antarlantai SRPMM

Dari hasil pengecekan perpindahan antar lantai tersebut, dapat disimpulkan bahwa

struktur bangunan telah memenuhi kriteria simpangan izin.

### 1.3 Desain Elemen Balok

#### 1) Desain Tulangan Longitudinal

Kebutuhan tulangan longitudinal di sepanjang bentang balok dihitung dari Output hasil analisis gaya-gaya dalam Etabs yaitu berupa momen ultimate maksimum

dari berbagai jenis beban kombinasi. Rekapitulasi perhitungan tulangan geser balok SRPMK dan SRPMM dilampirkan pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Rekapitulasi perhitungan luas tulangan longitudinal pada balok

| Balok | SRPMK                          |                                 | SRPMM                          |                                 |
|-------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|       | Tumpuan (-)<br>mm <sup>2</sup> | Lapangan (+)<br>mm <sup>2</sup> | Tumpuan (-)<br>mm <sup>2</sup> | Lapangan (+)<br>mm <sup>2</sup> |
| BI1   | 2015                           | 1648                            | 2186                           | 1673                            |
| BI2   | 1420                           | 658                             | 1882                           | 798                             |
| BI3   | 693                            | 463                             | 864                            | 463                             |
| BI4   | 543                            | 581                             | 535                            | 575                             |
| BI5   | 476                            | 299                             | 555                            | 299                             |
| BI6   | 3590                           | 1988                            | 3901                           | 1988                            |
| BI7   | 974                            | 567                             | 1044                           | 568                             |
| BI8   | 3236                           | 2189                            | 3459                           | 2179                            |
| Ba1   | 1710                           | 515                             | 1774                           | 515                             |
| Ba2   | 1176                           | 299                             | 1289                           | 299                             |
| Ba3   | 299                            | 299                             | 353                            | 299                             |
| Bo1   | 3001                           | 641                             | 3039                           | 513                             |
| Bo2   | 526                            | 299                             | 547                            | 299                             |
| Bo3   | 2941                           | 651                             | 2976                           | 564                             |
| Bo4   | 3607                           | 892                             | 3643                           | 892                             |
| Bo5   | 5530                           | 1191                            | 5499                           | 921                             |

#### 2) Desain Tulangan Transversal

Perhitungan luas tulangan transversal dihitung berdasarkan prinsip desain kapasitas . Rekapitulasi perhitungan

tulangan transversal balok SRPMK dan SRPMM dilampirkan pada Tabel 6 berikut.

**Tabel 6.** Rekapitulasi perhitungan luas tulangan transversal pada balok

| Balok | SRPMK                           |                                  | SRPMM                           |                                  |
|-------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|       | Tumpuan<br>(mm <sup>2</sup> /m) | Lapangan<br>(mm <sup>2</sup> /m) | Tumpuan<br>(mm <sup>2</sup> /m) | Lapangan<br>(mm <sup>2</sup> /m) |
| BI1   | 1713                            | 842                              | 1684                            | 842                              |
| BI2   | 1713                            | 842                              | 1684                            | 842                              |
| BI3   | 1426                            | 713                              | 1426                            | 713                              |
| BI4   | 1836                            | 918                              | 1836                            | 918                              |
| BI5   | 1836                            | 918                              | 1836                            | 918                              |
| BI6   | 2010                            | 611                              | 1508                            | 545                              |
| BI7   | 1426                            | 713                              | 1426                            | 713                              |
| BI8   | 2010                            | 568                              | 1508                            | 509                              |
| Ba1   | 1377                            | 640                              | 1280                            | 640                              |
| Ba2   | 1836                            | 918                              | 1836                            | 918                              |
| Ba3   | 1836                            | 918                              | 1836                            | 918                              |
| Bo1   | 2063                            | 1031                             | 2062                            | 1031                             |
| Bo2   | 1995                            | 918                              | 1836                            | 918                              |
| Bo3   | 2504                            | 1189                             | 1684                            | 842                              |
| Bo4   | 2294                            | 721                              | 1420                            | 710                              |
| Bo5   | 2732                            | 1099                             | 1420                            | 710                              |

## 1.4 Desain Elemen Kolom

### 1) Desain Tulangan Longitudinal

Kebutuhan tulangan longitudinal di sepanjang bentang kolom ditentukan dari momen ultimate saat gaya aksial maksimum dan momen ultimate saat gaya aksial minimum, sebab besarnya gaya aksial yang dipikul oleh kolom sangat menentukan kekuatan lentur kolom (SNI 2847:2013, 2013)

**Tabel 7.** Rekapitulasi perhitungan luas tulangan longitudinal pada kolom

| Kolom | SRPMK (mm <sup>2</sup> ) | SRPMM (mm <sup>2</sup> ) |
|-------|--------------------------|--------------------------|
| K1    | 19600                    | 19600                    |
| K2    | 14400                    | 14400                    |
| K3    | 10000                    | 10000                    |
| K4    | 2500                     | 2500                     |
| K1-1  | 14400                    | 14400                    |
| K2-1  | 12100                    | 12100                    |
| K3-1  | 6400                     | 6400                     |
| K4-1  | 2500                     | 2500                     |
| K1-2  | 12100                    | 12100                    |
| K2-2  | 10000                    | 10000                    |
| K3-2  | 6400                     | 6400                     |
| K4-2  | 2500                     | 2500                     |
| K1-3  | 10000                    | 10000                    |
| K2-3  | 8100                     | 8100                     |
| K3-3  | 6400                     | 6400                     |
| K1-4  | 10000                    | 10000                    |
| K2-4  | 8100                     | 8100                     |
| K3-4  | 6400                     | 6400                     |

### 2) Desain Tulangan Transversal

Dalam desain ini Kebutuhan tulangan Transversal SRPMK ditentukan berdasarkan persyaratan desain tulangan confinement. Sedangkan SRPMM ditentukan berdasarkan desain kapasitas dalam menahan geser.

**Tabel 8.** Rekapitulasi perhitungan luas tulangan Transversal pada kolom

| Kolom | SRPMK                        |                               | SRPMM                        |                               |
|-------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|       | Tumpuan (mm <sup>2</sup> /m) | Lapangan (mm <sup>2</sup> /m) | Tumpuan (mm <sup>2</sup> /m) | Lapangan (mm <sup>2</sup> /m) |
| K1    | 8822                         | 5882                          | 1990                         | 995                           |
| K2    | 7472                         | 4982                          | 1990                         | 995                           |
| K3    | 6122                         | 4082                          | 1990                         | 995                           |
| K4    | 3821                         | 2547                          | 1990                         | 1895                          |
| K1-1  | 7472                         | 4982                          | 1990                         | 995                           |
| K2-1  | 6797                         | 4532                          | 1990                         | 995                           |
| K3-1  | 4772                         | 3182                          | 1990                         | 1106                          |
| K4-1  | 3821                         | 2547                          | 1990                         | 1895                          |
| K1-2  | 6797                         | 4532                          | 1990                         | 995                           |
| K2-2  | 6122                         | 4082                          | 1990                         | 995                           |
| K3-2  | 4772                         | 3182                          | 1990                         | 1106                          |
| K4-2  | 3821                         | 2547                          | 1990                         | 1895                          |
| K3-3  | 6122                         | 4082                          | 1990                         | 995                           |
| K2-3  | 5447                         | 3632                          | 1990                         | 995                           |
| K3-3  | 4772                         | 3182                          | 1990                         | 1106                          |
| K3-4  | 6122                         | 4082                          | 1990                         | 995                           |
| K2-4  | 5447                         | 3632                          | 1990                         | 995                           |
| K3-4  | 4772                         | 3182                          | 1990                         | 1106                          |

## 4. Penutup

### 4.1 Kesimpulan

Setelah Analisis dan Desain Struktur SRPMK dan SRPMM pada gedung Grand Tower Universitas Muslim Indonesia, maka penulis dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Gaya gempa yang bekerja pada model struktur SRPMM lebih besar dibandingkan dengan model SRPMK yaitu selisih 28,83%. Karena desain struktur SRPMM direncanakan dengan koefisien modifikasi respons yang lebih kecil, yaitu  $(R) = 5$ , sedangkan untuk SRPMK direncanakan dengan koefisien modifikasi respons yang lebih besar, yaitu  $(R) = 8$
2. Dari Hasil perhitungan penulangan diperoleh:
  - a. Hasil perhitungan penulangan Lentur Balok antara SRPMK dan SRPMM diperoleh bahwa hasil penulangan berdasarkan perhitungan SRPMK lebih besar dari pada perhitungan SRPMM yaitu selisih 2,27 %
  - b. Hasil perhitungan penulangan Geser Balok antara SRPMK dan SRPMM diperoleh bahwa hasil penulangan berdasarkan perhitungan SRPMK lebih besar dari pada perhitungan SRPMM yaitu selisih 9,88 %
  - c. Hasil perhitungan penulangan Lentur Kolom antara SRPMK dan SRPMM diperoleh bahwa hasil penulangan berdasarkan perhitungan SRPMK sama dengan perhitungan SRPMM
  - d. Hasil perhitungan penulangan Transversal Kolom antara SRPMK dan SRPMM diperoleh bahwa hasil penulangan berdasarkan perhitungan SRPMK lebih besar dari pada perhitungan SRPMM yaitu selisih 66,97 %
3. Desain SRPMM merupakan desain gedung yang paling efisien di banding

dengan desain SRPMK. tetapi memiliki nilai daktilitas yang rendah

### 4.2 Saran

1. Penggunaan desain SRPMM hanya dapat di terapkan di KDS: A, B dan C. Sedangkan pada desain SRPMK dapat diterapkan di semua KDS yaitu, A, B, C, dan D
2. Dalam analisis struktur bangunan ini, beban lateral yang ditinjau hanyalah analisis linier dinamik *response spectrum*. perlu dilakukan Analisa lebih lanjut menggunakan analisis linier dinamik Riwayat Waktu.
3. Untuk membuktikan parameter  $R$ ,  $C_d$  dan  $\Omega_0$  sebaiknya dilakukan *pushover analysis*

### Daftar Pustaka

- Computers and Structures, I. (2017). *Analysis Reference Manual*. California: Computers & Structures,inc.
- Imran, I. Hendrik, F. (2014). *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB Press.
- SNI 1726:2012. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.
- SNI 1727:2013. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: BSN.
- SNI 2847:2013. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Tavio. Wijaya, U. (2018). *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja*. Yogyakarta: Andi Offset.