

## Studi Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Rumah Susun Institut Teknologi Sumatera (ITERA) dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

### *Study of Structure Redesign of Institut Teknologi Sumatera (ITERA) Building Using Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) Method*

Sari Utama Dewi<sup>1\*</sup>, Muhammad Munfarid<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Lampung, Indonesia  
E-mail : [saridewi.dewi1981@gmail.com](mailto:saridewi.dewi1981@gmail.com)

#### Abstrak

Bencana Gempa bumi sering sekali terjadi di Indonesia sebab Indonesai merupakan negara yang secara geografis terletak di antara tiga pertemuan lempeng utama di dunia yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Maka perencanaan gedung di Indonesia harus di Desain mampu menahan beban gempa. Oleh karena itu perencanaan Rumah Susun Intitut Teknologi Sumatera yang dengan jumlah lantai 5 di desain menggunakan SRPMK atau Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus. Gedung Rumah susun institut teknologi sumatera direncanakan ulang menggunakan metode SRPMK yang mana awalnya menggunakan Dinding Geser. Pada penelitian ini hanya untuk Studi dalam merencanakan sistem Struktur Tahan Gempa menggunakan SRPMK. Metode yang digunakan untuk analisis yaitu dengan metode dinamik respons spektrum dibantu dengan software ETABS V.19. dalam perencanaan ini mengacu Pada Peraturan SNI yaitu Perencanaan Bangunan Tahan Gempa SNI 1726 : 2019, Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 2847 : 2019 dan SNI 1727 : 2019. Untuk perhitungan analisis struktur menggunakan software ETABS V.19. Hasil perencanaan struktur berupa beban gempa yang di rencanakan sesuai dengan peraturan SNI 1726 : 2019, simpangan antar lantai, dan dimensi penampang serta penulangan di setiap komponen struktur SRPMK. Dimensi kolom utama dengan ukuran 50 x 50 cm, Kolom Teras 30 x 30 cm, Balok Induk G1 30 x 60, Balok induk G2 30 x 45 cm dan pelat lantai 13 cm.

**Kata Kunci :** Dimensi Komponen Struktur, *Respons Spektrum*, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

#### Abstract

*Earthquake disasters often occur in Indonesia because Indonesia is a country that is geographically located between three major plate meetings in the world, namely the Indo-Australian, Eurasian and Pacific plates. So building planning in Indonesia must be designed to be able to withstand earthquake loads. Therefore, the planning for the Sumatran Institute of Technology flats with 5 floors was designed using SRPMK or Special Moment Resisting Frame Structure System. The Sumatra Institute of Technology flats building was re-planned using the SRPMK method which initially used sliding walls. This study is only for studies in planning an earthquake resistant structural system using SRPMK. The method used for analysis is the dynamic spectrum response method assisted by ETABS V.19 software. In this planning, it refers to regulations, namely Earthquake Resistant Building Planning SNI 1726: 2019, Concrete Structure Planning for Buildings SNI 2847: 2019 and SNI 1727: 2019. For structural analysis calculations use ETABS V.19 software The results of the structural planning are earthquake loads which are planned in accordance with SNI 1726: 2019 regulations, deviations between floors and cross-sectional dimensions and reinforcement in each SRPMK structural component. The dimensions of the main column are 50 x 50 cm, terrace column 30 x 30 cm, main beam G1 30 x 60, main beam G2 30 x 45 cm and floor plate 13 cm.*

*Keywords: Dimensions of Structural Components, Response Spectrum, Special Moment Resisting Frame System*

## PENDAHULUAN

Bangunan gedung berfungsi sebagai tempat untuk melakukan kegiatan dan aktivitas tertentu seperti tempat tinggal, tempat pendidikan, tempat pelayanan umum, perkantoran, tempat ibadah dan lainnya. Perkembangan pembangunan gedung di era saat ini sangat pesat mengingat ketersediaan lahan yang digunakan cukup sempit hal ini yang menjadi salah satu faktor pemicu pembuatan gedung bertingkat tinggi ke arah vertikal, di sisi lain Rentannya struktur gedung bertingkat terhadap gaya lateral seperti gempa bumi mengharuskan struktur pada bangunan tersebut harus cukup kuat menahan beban yang terjadi. Bangunan gedung harus memiliki standar untuk memberikan keamanan dan kenyamanan bagi penggunanya.

Bencana Gempa bumi sering sekali terjadi di Indonesia sebab Indonesai merupakan negara yang secara geografis terletak di antara tiga pertemuan lempeng utama di dunia yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Wilayah-wilayah ini dikenal sebagai lingkaran api pasifik, maka tingkat resiko terjadinya gempa akan sangat tinggi sehingga dalam merencanakan struktur bangunan gedung tinggi harus mampu menahan terjadinya gaya gempa yang terjadi.

Provinsi Lampung memiliki tingkat risiko gempa yang cukup tinggi, sehingga penting untuk memperhitungkan penggunaan sistem struktur tahan gempa dalam perencanaan bangunan gedung. Perhitungan untuk merencanakan bangunan bertingkat dalam menghadapi risiko gempa dapat dilakukan melalui beberapa metode sistem struktur seperti yang dijelaskan pada SNI 1726-2019 Tata cara Perencanaan

ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Beberapa metode yang digunakan meliputi Sistem Dinding Struktural (SDS) dan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Pemilihan sistem struktur didasarkan pada Kategori Desain Seismik (KDS). Untuk mencapai struktur yang kuat terhadap beban gempa yang terjadi, struktur di desain sedemikian rupa agar mempunyai tingkat daktilitas yang cukup untuk berdeformasi saat gempa kuat terjadi, sehingga struktur tetap berdiri walaupun berada dalam kondisi di ambang keruntuhan.

Dalam perencanaan penelitian ini memanfaatkan studi kasus sebuah struktur bangunan rumah susun Institut Teknologi Sumatera yang terletak di kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA) di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung dengan desain awal menggunakan dinding geser (shear wall).

Dengan fungsi gedung sebagai rumah susun yang memiliki kategori risiko II dan faktor keutamaan gempa 1,0 maka dalam tugas akhir ini, direncanakan ulang struktur bangunan rumah susun di Institut Teknologi Sumatera (ITERA) dengan menerapkan alternatif lain, yakni Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), yang sebelumnya telah menggunakan penahan gaya dari gempa merupakan dinding geser (shearwall). Pada Penelitian ini dilakukan hanya untuk studi dalam menyusun tugas akhir.

Dalam perhitungan dan perencanaan penulangan struktur bangunan mengacu pada SNI 2847:2019 tentang perhitungan struktur beton. Serta tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung (SNI 1726:2019) Dan juga mengacu pada SNI 1727:2019 Tentang pembebanan minimum struktur dan struktur lainnya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merincikan proses pengumpulan data proyek pembangunan Gedung Rumah Susun Institut Teknologi Sumatera dan tahapan-tahapan penyelesaian penelitian. Tahapan tersebut dimulai dari pengumpulan data, studi

literatur, perencanaan awal (preliminary design), perhitungan struktur sekunder, analisis pembebanan, pemodelan struktur, pengendalian pemodelan, proses penulisan, metodologi pelaksanaan, hingga hasil akhir berupa gambar teknis serta simpulan akhir dari penelitian ini.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian  
Sumber : Google Earth, 2023

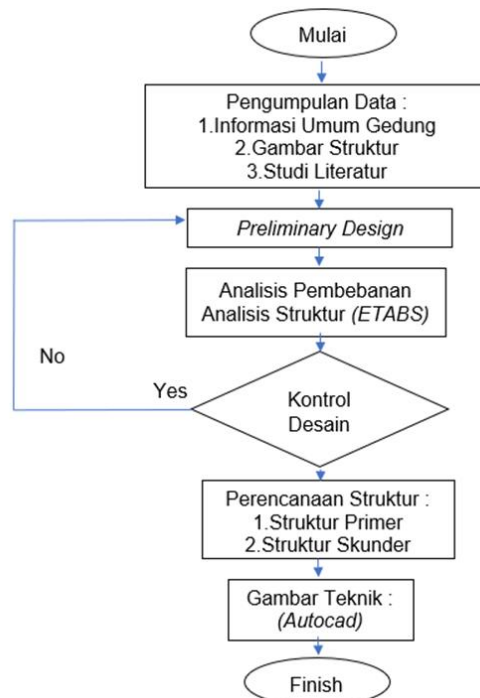
### *Metode Pengumpulan Data*

Informasi yang diperlukan untuk perencanaan ini terdiri dari dua jenis, yaitu data primer berupa survey langsung ke lapangan, mencari data mengenai nama proyek, fungsi gedung, lokasi gedung, jenis struktur bangunan, jumlah lantai, sistem struktur, struktur atap dan gambar struktur sedangkan data sekunder berupa hasil data tanah yang dihasilkan dari uji CPT di lapangan. Semua data primer dan sekunder ini akan digunakan untuk bahan analisis dengan menggunakan *Software* ETABS V19.

### *Metode Analisis*

Tahapan metode penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

- Mendesai respons Spektrum Rencana
- Menentukan Kategori Desain Seismik dan Sistem Struktur Penahan Gempa
- Menentukan Sistem Struktur Penahan Gempa
- Desain Dimensi Kolom
- Melakukan Analisis Pembebanan
- Pemodelan Struktur dengan Program ETABS V19



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis oleh program analisis struktur (ETABS) serta akan diperiksa berdasarkan peraturan yang telah ditentukan oleh SNI 1726 : 2019, SNI 2847 : 2019 dan SNI 1727 : 2020 dengan analisa beban dinamik metode respon spektrum. Pada Bab ini struktur akan diperiksa nilai partisipasi massa ragam terkombinasi sesuai dengan SNI, kemudian kontrol desain dengan mengecek ketidakberaturan struktur, Simpangan antar lantai dan efek P delta sesuai dengan SNI 1726 :2019 yang dilanjutkan menghitung kebutuhan tulangan struktur beton bertulang balok, kolom dan pelat lantai menggunakan persyaratan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

### *Analisa Struktur (ETABS) Pemeriksaan terhadap Model struktur*

Pada gerak ragam pertama struktur menunjukkan gerak translasi sejajar dengan sumbu - X dan waktu getar alami

fundamental sebesar  $T_x = 1,0840$  detik, Gerak ragam pertama struktur menunjukkan gerak translasi sejajar dengan sumbu Y. Dan memberikan waktu getar alami fundamental sebesar  $T_y = 1,063$  detik. Untuk gerak ragam pertama yang menunjukkan gerak rotasi karena mengalami puntir terhadap sumbu Z dengan  $T_z = 0,999$  detik.

### *Kontrol Periode Getar Struktur*

Berdasarkan SNI 1726:2019, untuk tipe struktur gedung tertentu, nilai parameter periode pendekatan  $C_t$  adalah 0,0466 menurut tabel 18 dan  $\alpha = 0,90$ . Dengan ketinggian struktur = 17,2 m, didapatkan nilai

$$T_a = C_t \times h^{\alpha} = 0,0466 \times (17,2)^{0,9} = 0,603 \text{ detik } (T_a) \text{ Minimum}$$

Untuk menentukan batas atas, dibutuhkan koefisien batas atas ( $C_u$ ) yang dapat ditentukan dari SNI 1726 : 2019.

Karena nilai  $Sd1 = 0,5260$ , maka didapatkan nilai  $Cu = 1,4$  sehingga didapatkan nilai batas atas yaitu :

$Ta \times cu = 0,603 \times 1,4 = 0,8443$  detik  
Ta (Maksimum)

Berdasarkan analisa dengan program ETABS, didapatkan periode struktur sebesar  $Tc = 1,063$  detik untuk arah Y,  $Tc = 1,0840$  untuk arah X . Karena nilai  $Tc > Cu \times Ta$  maka nilai

yang diambil adalah  $Cu \times Ta$  atau  $Ta \text{ Max} = 0,84429$  detik.

### **Kontrol Partisipasi Massa**

Dengan program bantu ETABS V19, didapatkan hasil rasio partisipasi massa sebagai berikut.

**Tabel 1. Rasio Partisipasi Massa**

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
		sec						
modal	1	1,08	0,82	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00
modal	2	1,06	0,00	0,82	0,00	0,82	0,82	0,00
modal	3	1,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,82	0,00
modal	4	0,32	0,11	0,00	0,00	0,93	0,82	0,00
modal	5	0,32	0,00	0,11	0,00	0,93	0,93	0,00
modal	6	0,30	0,00	0,00	0,00	0,93	0,93	0,00
modal	7	0,17	0,04	0,00	0,00	0,97	0,93	0,00
modal	8	0,16	0,00	0,04	0,00	0,97	0,97	0,00
modal	9	0,16	0,00	0,00	0,00	0,97	0,97	0,00
modal	10	0,10	0,02	0,00	0,00	0,99	0,97	0,00
modal	11	0,10	0,00	0,02	0,00	0,99	0,99	0,00
modal	12	0,10	0,00	0,00	0,00	0,99	0,99	0,00
modal	13	0,07	0,01	0,00	0,00	1,00	0,99	0,00
modal	14	0,07	0,00	0,01	0,00	1,00	1,00	0,00
modal	15	0,07	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
modal	16	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
modal	17	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
modal	18	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
modal	19	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
modal	20	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00

Sumber : Program Etabs v19

Dari hasil analisis struktur diketahui partisipasi massa mencapai 90% pada mode ke – 5 yaitu untuk partisipasi massa arah Y yaitu sebesar 93,1% dan partisipasi massa arah X yaitu sebesar 93,31%.

### **Penentuan Koefisien Respons Seismik (Cs)**

$Sds = 0,633$   
 $Sd1 = 0,526$

Untuk nilai  $S1 = 0,420$  dan nilai  $0,6g = 0,6 (9,81) = 5,886$ , sehingga tidak perlu ditetapkan nilai  $Cs$  untuk struktur yang berlokasi dimana  $S1 > 0,6g$ . Kontrol  $Cs \text{ min} < Cs \text{ pakai} < Cs \text{ maks}$ , Karena nilai  $Cs$  yang dihitung melebihi dari  $Cs \text{ maks}$ , diambil adalah nilai  $Cs \text{ maks} = 0,07794$ .

### **Berat Seismik Efektif**

Tabel 2. Base Reaction

TABLE: Base Reactions				
Output Case	Case Type	FX	FY	FZ
		kN	kN	kN
Dead	LinStatic	0	0	20.708,33
Sw	LinStatic	0	0	24.379,37

Sumber : Program Etabs v19

Jadi total berat seismik efektif untuk desain + Dead + Sw adalah :

$$Sw = 24.379,37 \text{ kN}$$

$$Dead = 20.708,33 \text{ kN}$$

$$W = Dead + Sw$$

$$W = 20.708,330 + 24.379,37$$

$$W = 45.087,70 \text{ kN}$$

$$V = Cs W$$

Dengan :

Cs = koefisien respons seismik

W = berat seismik efektif

$$V = Cs \times W = 0,07794 \times 45.087,70 =$$

$$3.509,99 \text{ kN}$$

### Relasi Beban Gempa Statik dan Dinamik

#### Gaya Geser Dasar Seismik (Base Shear)

Tabel 3. Beban Gempa Dinamik

TABLE: Base Reactions					
Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ
			kN	kN	kN
RS_X	LinRespSpec	Max	2.247,25	687,52	0
RS_Y	LinRespSpec	Max	674,18	2.291,73	0

Sumber : Program Etabs v19

Syarat,  $V_{dinamik} > 100\% V_{statik}$   
 $Rs_x \ 2.247,25 < 3.509,99$  ( tidak memenuhi syarat)

$Rs_y \ 2.291,73 < 3.509,99$  ( tidak memenuhi syarat)

Berdasarkan Perhitungan diatas, nilai gaya geser dasar respon spektrum ( $V_t$ ) lebih kecil dari 100% gaya geser statik ekuivalen untuk arah x dan y. Sehingga perlu dilakukan penyesuaian skala terhadap gaya

respon spektrum tersebut. Faktor skala

Gempa Dinamik Respon Spektrum :

Kontrol nilai akhir respons spektrum :

a. Arah x :

$V_{dinamik} > V_{statik}$

$$3.528,1759 > 3.510,98 \dots \dots \dots \text{(ok)}$$

b. Arah y :

$V_{dinamik} > V_{statik}$

$$3.529,262 > 3.510,98 \dots \dots \dots \text{(ok)}$$

Tabel 4. Beban Gempa Dinamik Setelah Dikalikan Faktor *Scala V/VI*

TABLE: Base Reactions				
Output Case	Step Type	FX	FY	FZ
		kN	kN	kN
RS_X	Max	3528,1759	1079,4114	0
RS_Y	Max	1038,2309	3529,262	0

Sumber : Program Etabs v19

*Pengecekan terhadap Ketidakberaturan Horizontal*

Tabel 5. Simpang Antar Lantai Torsi Terhadap Arah X

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							
Story	Maximum	Average	Ratio	1.2 avg	1.4 avg	Check Irregularity	Check Extreme Irregularity
	mm	mm					
Story5	37,4	37,3	1,005	44,7	52,2	regular	regular
Story4	33,3	33,2	1,004	39,8	46,5	regular	regular
Story3	26,5	26,4	1,004	31,6	36,9	regular	regular
Story2	17,1	17,0	1,004	20,4	23,8	regular	regular
Story1	6,838	6,814	1,004	8,2	9,5	regular	regular

Sumber : Program Etabs v19

Tabel 6. Simpang Antar Lantai Torsi Terhadap Arah Y

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							
Story	Maximum	Average	Ratio	1.2 avg	1.4 avg	Check Irregularity	Check Extreme Irregularity
	mm	mm					
Story5	36,2	35,9	1,007	43,1	50,3	regular	regular
Story4	32,2	31,9	1,007	38,3	44,7	regular	regular
Story3	25,6	25,4	1,008	30,4	35,5	regular	regular
Story2	16,5	16,4	1,008	19,7	22,9	regular	regular
Story1	6,7	6,6	1,008	7,9	9,3	regular	regular

Sumber : Program Etabs v19

Pada analisis ketidakberaturan ditemukan bahwa pada arah simpangan lantai torsi arah x dan arah y tidak ditemukan adanya ketidakberaturan torsi tipe 1a dan ketidakberaturan torsi tipe 1b. Hal ini terjadi karena untuk nilai rasio tidak mencapai batas yang ditentukan dalam SNI

1726 :2019. Artinya analisis struktur dapat dilanjutkan kembali.

**Kontrol Desain**

Untuk melihat nilai simpangan maksimum tiap lantai pada ETABS.

Tabel 7. Simpang Maksimum Lantai Akibat Gempa Arah X

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	M		mm	Mm
Story5	17,2	Top	37,448	11,09
Story4	13,8	Top	33,329	9,857
Story3	10,4	Top	26,457	7,83
Story2	7	Top	17,053	5,062
Story1	3,6	Top	6,838	2,042
Base	0	Top	0	0

Sumber : Program Etabs v19

**Tabel 8.** Simpang Maksimum Lantai Akibat Gempa Arah Y

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	M		mm	Mm
Story5	17,2	Top	11,02	36,183
Story4	13,8	Top	9,808	32,164
Story3	10,4	Top	7,786	25,552
Story2	7	Top	5,018	16,521
Story1	3,6	Top	2,012	6,665
Base	0	Top	0	0

Sumber : Program Etabs v19

**Tabel 9.** Simpang Antar Tingkat Ijin Arah Y

TABLE: Story Response						
Story	Hsx	Perpindahan Elastis (δe)	Perpindahan Total δ=(Cd δxe)/Ie	Simpangan Antar Lantai Δ	Syarat ΔIjin=0,020hs	Ket
	mm	Mm	mm	mm	mm	
Story5	3400	36,18	199,01	22,10	68	oke
Story4	3400	32,16	176,90	36,37	68	oke
Story3	3400	25,55	140,54	49,67	68	oke
Story2	3400	16,52	90,87	54,21	68	oke
Story1	3400	6,67	36,66	36,66	68	oke
Base	3600	0,00	0,00	0,00	72	oke

Sumber : Program Etabs v19

Contoh perhitungan penentuan simpangan antar tingkat/ lantai 5 story untuk gempa arah Y adalah sebagai berikut:

$$\delta_5 = \frac{C_d \delta_{e5}}{I_e}$$

$$\delta_5 = \frac{5,5 \times 36,18}{1}$$

$$\delta_5 = 199,01 \text{ mm}$$

$$\delta_4 = \frac{C_d \delta_{e4}}{I_e}$$

$$\delta_4 = \frac{5,5 \times 32,16}{1}$$

$$\delta_4 = 176,90 \text{ mm}$$

$$\Delta_5 = \delta_5 - \delta_4$$

$$\Delta_5 = 199,01 - 176,90$$

$$\Delta_5 = 22,10 \text{ mm}$$

Simpangan antar lantai tingkat desain tidak boleh lebih simpangan antar lantai tinggi izin ( $\Delta_a$ ) yang diperoleh dari SNI 1726 : 2019

$$\Delta_{ijin} = 0,020 \times h_{sx}$$

$$\Delta_{ijin} = 0,020 \times 3400$$

$$\Delta_{ijin} = 68 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat, } \Delta_5 < \Delta_{ijin}$$

$$\Delta_5 = 22,10 < 68 \text{ mm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

### Desain Komponen Struktur

Desain Komponen struktur dilakukan dengan menggunakan persyaratan dan ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam peraturan SNI 2847 ; 2019 tentang “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung”. Setiap elemen struktur pemikul beban pada struktur diharapkan dapat bersifat daktail dalam menahan gaya-gaya yang terjadi. Sehingga pada saat terjadi gempa dapat menahan gaya gempa dengan baik tanpa menimbulkan keruntuhan secara tiba-tiba atau elemen struktur tidak getas. “Adapun struktur yang didesain antara lain Pelat, Balok, kolom joint (hubungan balok kolom).



**Kombinasi Pembebanan Struktur**

Komponen elemen struktur harus dirancang sedemikian rupa sehingga memiliki kekuatan yang sama atau melebihi dampak beban terfaktor yang dihasilkan dari kombinasi berikut:

- SDS = 0,633 (Lampung, Tanah Sedang)  
 $\rho$  = 1,3 (Faktor Redundansi SNI 1726 :2019 Pasal 7.3.4.2)
- 1 1,4 D + 1,4 SW
  - 2 1,2 D + 1,2 SW + 1,6 L
  - 3 (1,2 + 0,2 SDS) + DL + 1,0 LL+  $\rho$  0,3 EX +  $\rho$  1 EY
  - 4 (1,2 + 0,2 SDS) + DL + 1,0 LL+  $\rho$  0,3 EX -  $\rho$  1 EY
  - 5 (1,2 + 0,2 SDS) + DL + 1,0 LL-  $\rho$  0,3 EX +  $\rho$  1 EY
  - 6 (1,2 + 0,2 SDS) + DL + 1,0 LL-  $\rho$  0,3 EX -  $\rho$  1 EY
  - 7 (1,2 + 0,2 SDS) + DL + 1,0 LL+ $\rho$  1 EX +  $\rho$  0,3 EY
  - 8 (1,2 + 0,2 SDS) + DL + 1,0 LL+ $\rho$  1 EX -  $\rho$  0,3 EY

- 9 (1,2 + 0,2 SDS) + DL - 1,0 LL+ $\rho$  1 EX +  $\rho$  0,3 EY
- 10 (1,2 + 0,2 SDS) + DL - 1,0 LL+ $\rho$  1 EX -  $\rho$  0,3 EY
- 11 (0,9 - 0,2 SDS) + DL + $\rho$  0,3 EX +  $\rho$  1 EY
- 12 (0,9 - 0,2 SDS) DL +  $\rho$  0,3 EX -  $\rho$  1 EY
- 13 (0,9 - 0,2 SDS) DL -  $\rho$  0,3 EX +  $\rho$  1 EY
- 14 (0,9 - 0,2 SDS) DL -  $\rho$  0,3 EX -  $\rho$  1 EY
- 15 (0,9 - 0,2 SDS) DL +  $\rho$  1 EX +  $\rho$  0,3 EY
- 16 (0,9 - 0,2 SDS) DL +  $\rho$  1 EX -  $\rho$  0,3 EY
- 17 (0,9 - 0,2 SDS) DL -  $\rho$  1 EX +  $\rho$  0,3 EY
- 18 (0,9 - 0,2 SDS) DL -  $\rho$  1 EX -  $\rho$  0,3 EY
- 19 3.529,262 > 3.510,98.....(ok)

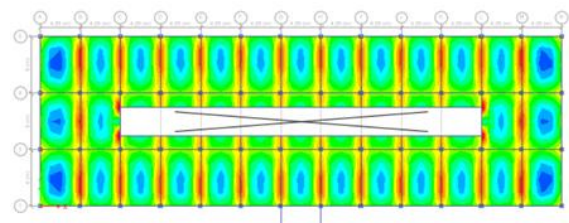
**Tabel 10.** Kombinasi Pembebanan Struktur

Kombinasi Pembebanan Struktur	
Comb 1	= 1,4 D + 1,4 SW
Comb 2	= 1,2 D + 1,4 SW + 1,6 L
Comb 3	= 1,33 D + 1,33 SW + 1 L + 0,39 EX + 1,30 EY
Comb 4	= 1,33 D + 1,33 SW + 1 L + 0,39 EX - 1,30 EY
Comb 5	= 1,33 D + 1,33 SW + 1 L - 0,39 EX + 1,30 EY
Comb 6	= 1,33 D + 1,33 SW + 1 L - 0,39 EX - 1,30 EY
Comb 7	= 1,33 D + 1,33 SW + 1 L + 1,30 EX + 0,39 EY
Comb 8	= 1,33 D + 1,33 SW + 1 L + 1,30 EX - 0,39 EY
Comb 9	= 1,33 D + 1,33 SW + 1 L - 1,30 EX + 0,39 EY
Comb 10	= 1,33 D + 1,33 SW + 1 L - 1,30 EX - 0,39 EY
Comb 11	= 0,77 D + 0,77 SW + 0,39 EX + 1,30 EY
Comb 12	= 0,77 D + 0,77 SW + 0,39 EX - 1,30 EY
Comb 13	= 0,77 D + 0,77 SW - 0,39 EX + 1,30 EY
Comb 14	= 0,77 D + 0,77 SW - 0,39 EX - 1,30 EY
Comb 15	= 0,77 D + 0,77 SW + 1,30 EX + 0,39 EY
Comb 16	= 0,77 D + 0,77 SW + 1,30 EX - 0,39 EY
Comb 17	= 0,77 D + 0,77 SW - 1,30 EX + 0,39 EY
Comb 18	= 0,77 D + 0,77 SW - 1,30 EX - 0,39 EY

Sumber : Desain Penelitian, 2023

**Perencanaan Pelat Lantai**

Beban yang bekerja pada pelat lantai berupa beban mati dan beban hidup, kombinasi pembebanan yang dipakai kombinasi maksimum terhadap beban gravitasi 1,2DL + 1,6 LL.



**Gambar 3.** Denah Pelat Lantai yang di tinjau  
 Sumber : Google Earth, 2023

Berikut hasil rekapitulasi perhitungan penulangan pelat lantai.

**Tabel 11.** Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Pelat Lantai

JENIS TULANGAN	TULANGAN		
Tulangan Tumpuan Arah X	D	10	- 200
Tulangan Lapangan Arah X	D	10	- 200
Tulangan Susut Arah X	D	10	- 200
Tulangan Tumpuan Arah Y	D	10	- 200
Tulangan Lapangan Arah Y	D	10	- 200
Tulangan Susut Arah Y	D	10	- 200

*Sumber : Desain Penelitian, 2023*

<b>Perencanaan Perhitungan Penulangan Balok</b>	Bentang Balok(L)	= 6000 mm	
	Lebar Balok (b)	= 300 mm	
	Tinggi Balok (h)	= 600 mm	
Mutu beton $f_c$	= 30 Mpa		
Baja Tulangan $f_y$	= 400 Mpa		
Faktor Reduksi Lentur $\phi$	= 0,9		
Faktor Reduksi Geser $\phi$	= 0,75		
	Selimit Beton (ts)	= 40 mm	

**Tabel 12.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Balok

Rekapitulasi Hasil Perhitungan Balok			
Balok	Lokasi	Tulangan Pokok	Tulangan Sengkang
600 x 300	Tumpuan Atas	6 D19	D10 - 100
	Tumpuan Bawah	3 D19	D10 - 100
	Lapangan Atas	3 D19	D10 - 200
	Lapangan Bawah	3 D19	D10 - 200

*Sumber : Desain Penelitian, 2023*

### **Tulangan Transversal**

#### **Gaya Geser Desain**

$$V_{ki} = \frac{M_{pr-} + M_{pr+}}{L_n} + \frac{q_u l_n}{2} = \frac{421,91194 + 220,4}{5,5} + \frac{23,0 \times 5,5}{2}$$

$$= 180,06582 \text{ kN}$$

$$V_{ka} = \frac{M_{pr+} + M_{pr-}}{L_n} - \frac{q_u l_n}{2} = \frac{220,4 + 421,911}{5,5} - \frac{23,01 \times 5,5}{2}$$

$$= 53,507053 \text{ kN}$$

#### **Kuat Geser Beton $V_c$**

Kuat geser beton  $V_c$  yang dipakai dalam desain SNI 2847 : 2019 18.6.5.2 menyatakan untuk penulangan geser sepanjang daerah  $l_o$  kuat geser beton  $V_c$  diambil nol apabila 50 % gaya geser total gaya geser maksimum lebih besar dari gaya geser total.

### **Perencanaan Kolom**

Direncanakan kolom dengan dimensi 50 cm x 50 cm, mutu beton  $f_c$  30 mpa, baja tulangan 400 mpa bentang kolom 3900 mm, selimit beton 40 mm.

#### **Desain tulangan lentur :**

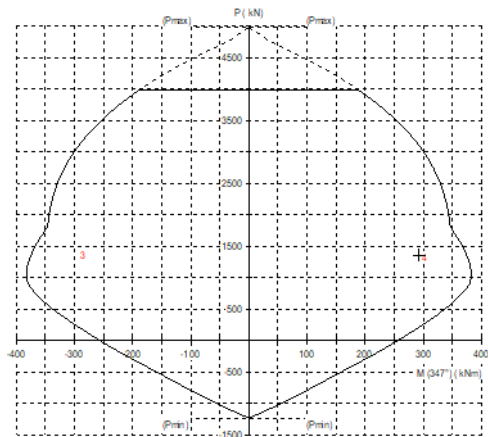
Kontrol syarat komponen struktur SRPMK

- a.  $P_u > A_g f_c / 10$   
 $A_g f_c / 10 = ( 500 \times 500 ) \times 30 / 10 = 750 \text{ kN}, 1552,5858 > 750 \text{ kN} \dots \text{Oke}$
- b. Ukuran terkecil dari penampahan kolom  $> 300 \text{ mm}$   
 $500 > 300 \dots \text{Oke}$
- c. Rasio ukuran kolom tidak boleh  $< 0,4$   
 $500 / 500 = 1 > 0,4 \dots \text{Oke}$

Sebagai desain awal, digunakan tulangan memanjang terdiri dari 12D19 dengan  $A_s = (3402,344844 \text{ mm}^2)$ .

Sesuai SNI 2847 : 2019, rasio tulangan  $\rho_g$  longitudinal kolom adalah 0,01 – 0,06

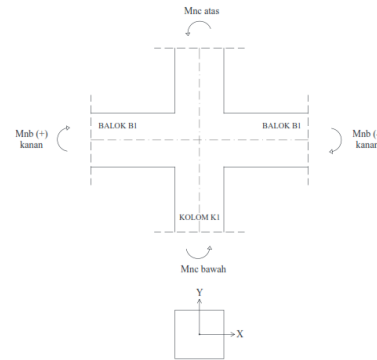
$$\rho_g = \frac{A_s}{h b} = \frac{3402,344844}{500 \times 500} = 0,01361$$



Gambar 4. Diagram Interaksi Kolom 50 x 50  
Sumber : Software sp column v.4

### Memeriksa Syarat Kolom Kuat Balok Lemah ( SCWB)

Sesuai SNI 2847 : 2019 Pasal 18.7.3.2 kolom harus memenuhi ketentuan  $\Sigma M_{nc} > (1,2) \Sigma M_{nb}$ .



Gambar 5. Mekanisme Kolom Kuat Balok Lemah K1 arah x

Pengecekan SCWB ditinjau K1 Lantai 1,  $M_{nc}$  diperoleh dengan bantuan program sp column, dengan mencari momen nominal terkecil dari beban aksial terfaktor.

Tabel 13. Gaya Dalam Kolom K1 Pada HBK ETABS

Kondisi	Kombinasi	P (KN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
Pmin	Comb4.1 RS	-1552,59	-251,784	-135,026
Pmax	Comb3.1 RS	-404,528	41,4139	17,121
M2min	Comb3.1 RS	-1552,59	-251,784	-135,026
M2max	Comb4.1 RS	-417,467	244,6096	135,0287
M3min	Comb4.5 RS	-791,814	-137,47	-247,275
M3max	Comb3.5 RS	-1178,24	130,2957	247,2775

Sumber : Desain Penelitian, 2023

Dari hasil diagram interaksi kolom K1 diatas di ambil  $\phi_{mny}$  dan  $\phi_{mnx}$  terbesar.

- Analisa strong column weak beam arah x
- Analisa strong column weak beam arah y

$$\Sigma M_{nc-y} > 1,2 \Sigma M_{nb-x}$$

$$(\phi_{mnc1-y} + \phi_{mnc2-y}) > 1,2 \Sigma M_{nb-x}$$

$$(297,52 + 297,52) / 0,65 > 1,2 \times (337,530 + 176,331)$$

$$915,446 \text{ kNm} > 616,632 \text{ kNm} \dots \text{Oke}$$

$$\Sigma M_{nc-x} > 1,2 \Sigma M_{nb-y}$$

$$(\phi_{mnc1-x} + \phi_{mnc2-x}) > 1,2 \Sigma M_{nb-y}$$

$$(297,52 + 297,52) / 0,65 > 1,2 \times (200,419 + 125,296)$$

$$871,6538 \text{ kNm} > 325,715 \text{ kNm} \dots \text{Oke}$$

Kolom telah memenuhi syarat yang berlaku.

## KESIMPULAN

Sesuai dengan perancangan struktur [1] yang telah dilakukan dalam penelitian ini, beberapa kesimpulan dapat diambil, di antaranya adalah: Berdasarkan perhitungan analisis beban gempa, didapat gaya gempa statik Base Shear arah X 3.509,99 kN dan arah Y 3.509,99 kN. pada Base shear pembebanan gempa dinamik memiliki base shear arah X 2.247,25 kN dan arah Y 2.291,73 kN. Berdasarkan Perhitungan nilai gaya geser dasar respon spektrum (Vt) lebih kecil dari 100% gaya geser statik ekuivalen untuk arah x dan y. Sehingga perlu dilakukan penyesuaian skala terhadap gaya respon spektrum tersebut. Setelah dilakukan penskalaan gaya beban gempa dinamik sebesar arah X 3.528,17 kN dan arah Y 3.529,27 kN sudah > dari pada beban gempa statik sesuai dengan persyaratan. Besarnya simpangan antar lantai arah x dari lantai bawah yaitu 37,61 mm, 56,18 mm, 51,72 mm, 37,80 mm dan 22,96 mm dari simpangan tersebut sudah memenuhi batas syarat ijin dengan nilai 68 mm sesuai persyaratan SNI 1726 : 2019 Pasal 7.8.6. Hasil perhitungan pada Struktur Gedung Rumah Susun Institut Teknologi Sumatera (ITERA) dengan metode SRPMK diperoleh bahwa Hasil Perencanaan Struktur Kolom utama dengan ukuran 50 x 50 cm dengan jumlah tulangan Longitudinal 12D19. Untuk perencanaan balok induk diperoleh dengan dimensi sebesar 30 x 60 cm pada bentang 6 meter menggunakan tulangan dengan jumlah pada tumpuan atas 6D19, bawah 3D19 dan tulangan Lapangan atas 3D19, bawah 3D19. Untuk perencanaan balok induk diperoleh dengan dimensi sebesar 30 x 45 cm pada bentang 4,25 meter menggunakan tulangan pada tumpuan 5D16, bawah 3D19 dan tulangan Lapangan atas 3D19, bawah 3D19. Perencanaan Pelat lantai dua arah diperoleh tebal pelat 13 cm dengan tulangan D10 125 mm arah sumbu y dan D10 200 mm arah sumbu x.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ade Afaldi 1), M. 2), S. D. 3). (2022). Perencanaan Struktur Atas Pembangunan Kantor Camat Kecamatan Kinali Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*.
- Amrullah, W., Hartono Bagio, T., & Tistogondo, J. (2019). Desain Perencanaan Struktur Gedung 38 Lantai Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). *Media Informasi Teknik Sipil UNIJA*, 7(1).
- Badan Standar Nasional, J. Indonesia. (2019). *Standar Nasional Indonesia 1726:2019 Tata Cara Perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung*.
- Hendra Wijayana 1, E. S. 2, dan Y. S. 3. (2020). Studi Perbandingan Letak Shear Wall terhadap Perilaku Struktur dengan menggunakan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VIII 2020 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 467.
- Lintang Dika Pradhani, muhamda rizky. (2022). *Perbandingan sistem rangka pemikulmomen khusus (SRPMK) dan sistem ganda pada struktur gedung apartemen 15 lantai. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung. 1983 PPUG 1983*. (n.d.).
- Puskim Pu (2021). *Analisa Spektra Indonesia*, diakses dari <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>. (2021).
- Sodik, A. S. N., & Andayani, R. (2021). Pengaruh Penerapan SNI 1726: 2019 terhadap Desain Struktur Rangka Momen Beton Bertulang di

- Indonesia. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 17(1), 1–12.
- [9] Tito Putra Baitanu. (2020). *Perencanaan Ulang Struktur Gedung Rumah Sakit Bhayangkara Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)*.
- [10] Tugas Akhir Perencanaan Ulang Struktur Gedung Rumah Sakit Bhayangkara Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). (n.d.).
- [11] Wiyata, N. F., Daniswara, R. A., Sumirin, S., & Ahyar, M. R. (2020). *Perencanaan Struktur Atas Tahan Gempa Hotel Laras Asri Salatiga Berdasarkan SNI 1726-2019. Prosiding Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*.
- [12] Yuniar Dwi Ambarwati. (2017). *Analisis Perbandingan Sistem Ganda Dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Pada Desain Struktur Hotel Ammeerra JAKARTA*.