

## **PERBANDINGAN ANTARA SRPMK DAN SISTEM GANDA PADA GEDUNG RUMAH SAKIT GIGI MULUT UNIVERSITAS UDAYANA**

**<sup>1</sup>I Gusti Bagus Tri Anggana Wibawa, <sup>2</sup>I Putu Ellsa Sarassantika, <sup>3</sup>Ida Ayu Cri Vinantya Laksmi, <sup>4</sup>I Wayan Gde Erick Triswandana, <sup>5</sup>I Putu Deny Surastika Aditama**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa

Email: [angganawibawa1@gmail.com](mailto:angganawibawa1@gmail.com), [iputuellsas@gmail.com](mailto:iputuellsas@gmail.com), [vinantyalaksmi@gmail.com](mailto:vinantyalaksmi@gmail.com),  
[ericktriswandana@gmail.com](mailto:ericktriswandana@gmail.com), [deny.aditama@warmadewa.ac.id](mailto:deny.aditama@warmadewa.ac.id)

Masuk: **24-07-2024**, revisi: **06-10-2024**, diterima untuk diterbitkan: **31-10-2024**

### **ABSTRAK**

Bali adalah salah satu provinsi yang menjadi tujuan wisata mancanegara dan domestik. Hal ini menyebabkan Bali harus mengikuti perkembangan di beberapa sektor, salah satunya sektor konstruksi. Tentunya setiap bangunan yang ada di Bali haruslah dijamin keamanannya dan juga kenyamanannya. Terutama pada bangunan infrastruktur, yang tentunya harus dijamin keamanannya karena menyangkut keselamatan banyak orang di dalamnya. Seperti bangunan rumah sakit yang termasuk dalam kategori resiko IV yang perlu diperhatikan terkait dengan simpangannya. Seperti pada gedung rumah sakit gigi mulut universitas udayana yang sebelumnya direncanakan dengan menggunakan SRPMK yang memperoleh nilai simpangan desain sudah memenuhi syarat atau tidak melebihi simpangan ijin. Gedung rumah sakit gigi mulut ini akan direncanakan ulang dengan menggunakan sistem ganda Sehingga kedua sistem struktur ini dipilih untuk dilakukan perbandingan terkait nilai simpangan diantara keduanya untuk memberikan informasi terkait sistem struktur mana yang lebih optimal. Pada penulisan kali ini analisis menunjukkan bahwa nilai simpangan yang dihasilkan oleh sistem ganda lebih kecil dari sistem rangka pemikul momen khusus. Yakni dengan besaran nilai maksimum sistem ganda sebesar 8,9 mm dan SRPMK dengan besaran nilai maksimum sebesar 21,6 mm dengan ijin 30,7 mm pada lantai 2 di arah x dan di arah Y besaran nilai maksimum sistem ganda sebesar 12,6 mm dan SRPMK dengan besaran nilai maksimum sebesar 20 mm dengan ijin 26,9 mm pada lantai 3.

**Kata kunci:** Rumah Sakit; Simpangan; Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus; Sistem Ganda.

### **ABSTRACT**

*Bali is one of the provinces that are destinations for foreign and domestic tourists. This causes Bali to follow developments in several sectors, one of which is the construction sector. Of course, every building in Bali must guarantee its safety and comfort. Especially in infrastructure buildings, the security of which must be guaranteed because it involves the safety of many people inside. For example, hospital buildings included in risk category IV need to pay attention to their deviations. For example, in the Udayana University oral dental hospital building which was previously planned using SRPMK, the design deviation value met the requirements or did not exceed the permit deviation. This oral dental hospital building will be re-planned using a dual system. So these two structural systems are chosen for comparison regarding the deviation values between the two to provide information regarding which structural system is more optimal. In this writing, the analysis shows that the deviation value produced by the dual system is smaller than the special moment resisting frame system. Namely, with a maximum value of the double system of 8.96 mm and SRPMK with a maximum value of 21.696 mm with a clearance of 30.77 mm on the 2nd floor in the x direction and in the Y direction the maximum value of the double system is 12.60mm and SRPMK with the The maximum value is 20.07 mm with a permit of 26.92 mm on the 3rd floor.*

**Keywords:** Hospital; Deviation; Special moment resisting frame system; Dual System.

## **1. PENDAHULUAN**

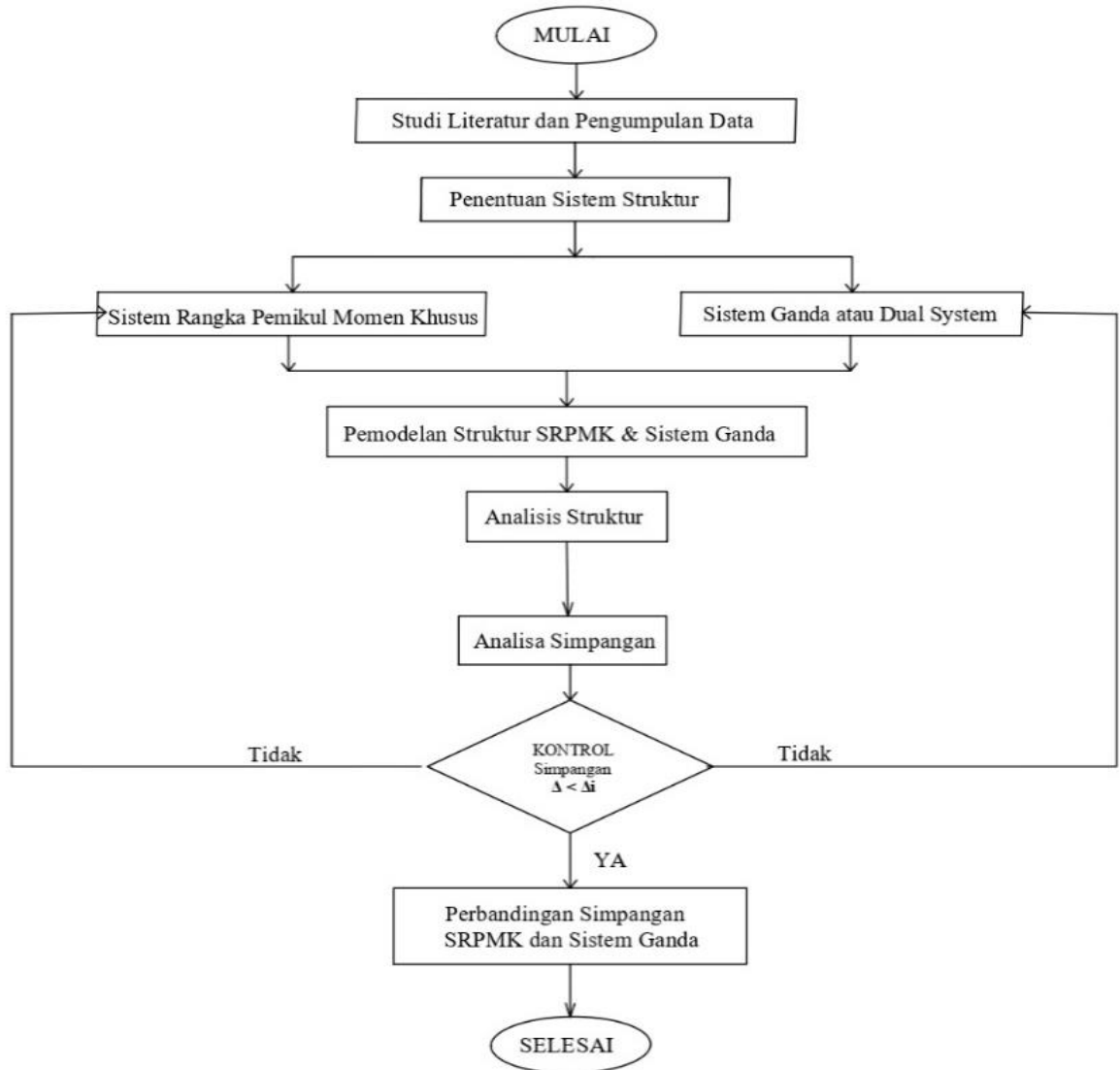
Bali adalah salah satu provinsi yang menjadi tujuan wisata mancanegara dan domestik. Hal ini menyebabkan Bali harus mengikuti perkembangan di beberapa sektor, salah satunya sektor konstruksi. Tentunya setiap bangunan yang ada di Bali haruslah dijamin keamanannya dan juga kenyamanannya. Hal ini, membuat perencanaan bangunan di Bali harus direncanakan sedemikian rupa demi memberikan rasa aman dan rasa nyaman.

Terlebih lagi pada gedung infrastruktur, yang tentunya harus dijamin keamanannya karena menyangkut keselamatan banyak orang di dalamnya. Pada studi kasus kali ini gedung yang diteliti merupakan salah satu gedung infrastruktur, yaitu Gedung Rumah Sakit Gigi Mulut Universitas Udayana, yang mana gedung ini ditujukan untuk menunjang pelayanan kesehatan yang tentunya harus direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis guna memastikan keamanannya. Perencanaan dari gedung ini pun diharapkan mampu menahan segala macam beban yang terjadi pada struktur tersebut (Fernandus & Sarasantika, 2022; Kazaz dkk., 2024; Sarasantika & Hsu, 2023). Karena perencanaan memiliki peran penting dalam kelangsungan sebuah bangunan dalam berdiri dengan kokoh (Khosravi Larijani & Tehrani, 2024; Silaban dkk., 2023; Simanjuntak dkk., 2022; Srinath & Gopikrishna, 2024). Serta diharapkan mampu menahan gaya geser akibat gempa, yang mana berdasarkan pada penelitian (Tampubolon dkk., 2022) dinyatakan bahwa Bali merupakan daerah yang rawan gempa bila ditinjau dari riwayat atau catatan sejarah terkait fenomena gempanya.

Pada penulisan ini penulis memilih dua pendekatan yakni sistem rangka pemikul momen khusus dan sistem ganda. Yang mana pada penelitian ini dilakukan perbandingan diantara keduanya untuk mengetahui kinerja dari kedua sistem struktur tersebut dalam menahan beban-beban serta gaya geser akibat gempa apabila diterapkan pada perancangan Gedung Rumah Sakit Gigi Mulut Universitas Udayana. Pemilihan dari dua pendekatan ini didasari oleh beberapa penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) secara inheren memiliki daktilitas penuh dan diwajibkan untuk digunakan di zona yang memiliki resiko gempa tinggi (Sarasantika, Putra, dkk., 2023; Sarasantika, Sulistiana, dkk., 2023; Sarasantika & Hsu, 2022; Sulaksitaningrum dkk., 2019) dimana Bali dan sekitarnya menempati zona gempa tinggi karena diapit oleh dua penyebab gempa bumi utama yaitu pertemuan lempeng indo-australia dan lempeng eurasia pada bagian selatan. Serta pada bagian utara terdapat patahan naik (back arc thrust). Adapun pemilihan dari sistem ganda (gabungan SRPMK dan Dinding Geser) adalah karena menurut (Pradesh, 2016) sistem ganda merupakan sistem struktur yang penggunaannya cocok untuk konstruksi struktur bangunan di daerah gempa kuat (Filipus, C., Simanjuntak, P, dkk., 2024).

## **2. METODE**

Suatu struktur haruslah mampu menahan semua beban yang terjadi pada struktur, tak terkecuali beban gempa. Suatu struktur juga perlu memperhitungkan terkait dengan nilai simpangan, yang mana simpangan berpengaruh pada kenyamanan pengguna saat gempa terjadi. Sehingga 2 pendekatan yang digunakan dalam mendapatkan struktur yang memiliki nilai simpangan yang lebih baik. yakni sistem ganda dan sistem rangka pemikul momen khusus yang mana nantinya hasil simpangan yang diperoleh akan dibandingkan untuk mengetahui struktur mana yang menghasilkan nilai simpangan yang lebih baik. Pemodelan kedua sistem struktur ini dilakukan dengan bantuan software ETABS (ATKINS, t.t.; Computer and Structures.Inc (CSI), 2013), dan perhitungan untuk mendapati hasil output nilai simpangan penulis menggunakan aplikasi excel. Berikut merupakan alur pikir yang digunakan dalam penyelesaian tulisan ini.



**Gambar 1.** Alur Pikir Perencanaan  
Sumber : Penulis

Berikut merupakan Langkah-langkah dalam perencanaan struktur:

1. Mengumpulkan data perencanaan  
Pengumpulan data bertujuan untuk mencari informasi serta data yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Menentukan Sistem Struktur  
Pada tahap ini ditentukan sistem mana yang nantinya akan dimodelkan, disini penulis mengambil 2 sistem antara lain Sistem rangka pemikul momen khusus dan Sistem ganda.
3. Pemodelan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)  
Pada tahap ini dilakukan pemodelan dengan menggunakan software Etabs secara 3D untuk memperoleh output yang akan digunakan dalam perhitungan analisisnya.
4. Pemodelan Sistem Ganda  
Pemodelan eksisting yang telah diinput beban, dilakukan penambahan dinding geser guna merubah sistem struktur yang tadinya SRPMK menjadi sistem ganda.
5. Analisa struktur

Setelah pemodelan selesai maka dilakukan analisa struktur.

6. Kontrol simpangan  
Dilakukan kontrol simpangan antar lantai dari struktur dengan menggunakan sistem ganda
7. Perbandingan struktur  
Dilakukan perbandingan simpangan diantara struktur eksisting yang menggunakan SRPMK dan struktur modifikasi yang menggunakan sistem ganda.

## 2.1. Sistem Rangka Pemikul Momen

Terdapat beberapa cara dalam merencanakan struktur gedung beton bertulang tahan gempa, salah satunya dan yang telah umum digunakan yaitu sistem rangka pemikul momen. Yang mana menurut SNI 1726-2019, Sistem struktur rangka ini mengandalkan elemen utamanya dalam menanggung gaya-gaya momen (Sarasantika & Hsu, 2022, 2023). Sistem rangka pemikul momen dapat digolongkan sebagai SRBKB (rangka bresing konsentris biasa) atau sistem rangka bresing konsentris khusus.

Sistem rangka pemikul momen adalah sistem yang dirancang khusus untuk menanggung beban gempa dalam desain (Sarasantika & Hsu, 2023). SRPM dipecah menjadi 3 metode yaitu Sistem rangka pemikul momen biasa atau SRPMB, sistem rangka pemikul momen menengah atau disingkat SRPMM, dan sistem rangka pemikul momen khusus atau yang biasa disebut SRPMK. Manfaat dari sistem ini terletak pada desain arsitekturnya yang simpel, tetapi kelemahannya terletak pada kompleksitas detailnya yang bisa mempersulit proses pelaksanaannya (Hirel dkk., 2018), yang mana pada penulisan kali ini digunakan SRPMK dikarenakan klasifikasi situs tanah yang digunakan mengacu pada Tanah Lunak (SE) yang mana bila ditinjau pada Tabel 1 SNI 1726-2019 sistem rangka pemikul momen dengan material beton bertulang yang memenuhi syarat TB (tidak batas) pada kategori desain seismik E adalah rangka beton bertulang pemikul momen khusus.

**Tabel 1.** Sistem pemikul gaya seismik

Sistem Pemikul Gaya Seismik	Parameter	SRPMK
Rangka Beton Bertulang	( R )	8
Pemikul Momen Khusus	( $\Omega 0$ )	3
	(Cd)	5,5

Sumber : SNI 1726-2019

## 2.2. Sistem Ganda

Sistem struktural ini dirancang menggunakan rangka ruang lengkap yang diperuntukan dalam menanggung beban akibat gravitasi, sementara ketahanan terhadap gempa dicapai melalui gabungan sistem rangka pemikul momen dan rangka bresing (SNI 1726-2019).

Dalam SNI 1726:2019 tercantum persyaratan terkait dengan pembagian kinerja antara struktur rangka dan dinding geser yang harus proporsi dan seimbang dengan besaran sekitar 25% pada sistem rangka pemikul momen dan sebesar 75% pada dinding geser. Dikarenakan menggunakan SRPMK maka sistem ganda yang dipakai menurut SNI 1726-2019 tertera pada opsi D seperti pada tabel 2 dengan material beton bertulang sehingga diperoleh seperti berikut:

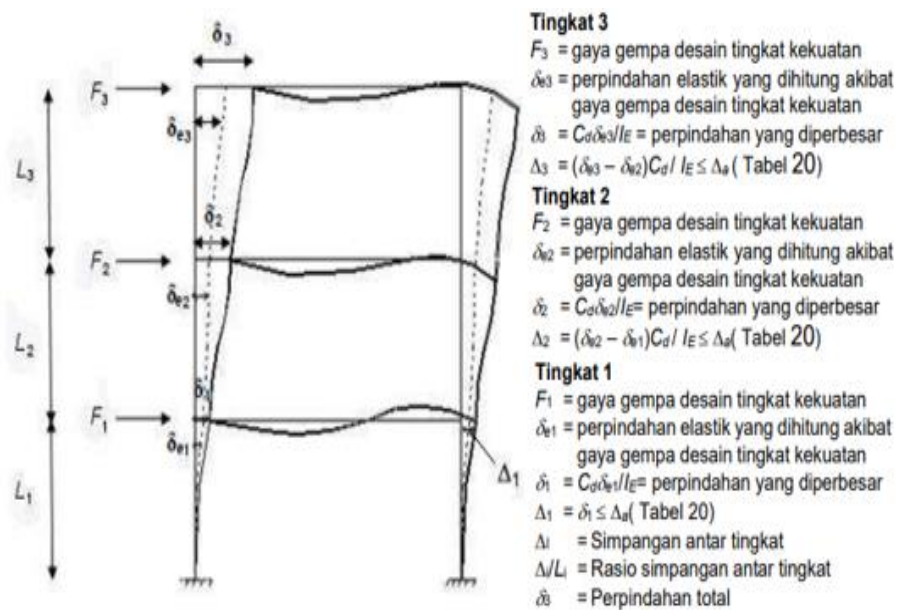
**Tabel 2.** Sistem pemikul gaya seismik sistem ganda

Sistem Pemikul Gaya Seismik	Parameter	Sistem Ganda
Dinding Geser	( R )	7
Beton Bertulang Khusus	( $\Omega_0$ )	2,5
	(Cd)	5,5

Sumber : SNI 1726:2019

### 2.3. Simpangan Antar Tingkat

Berdasarkan SNI 1726:2019 apabila titik dari beban tidak berada segaris dalam arah vertikal, simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) dapat diperhitungkan dengan menggunakan perbedaan simpangan yang ditinjau pada titik beban atas dan bawah tingkat. Dalam kasus lain simpangan di dasar tingkat dapat dihitung dengan menggunakan proyeksi vertikal di atasnya.



**Gambar 2.** Simpangan antar tingkat

Sumber : SNI 1726:2019

Simpangan titik beban berada di tingkat  $x$  ( $\delta_x$ ) dengan satuan (mm) harus dihitung sesuai persamaan dibawah ini :

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (1)$$

Keterangan :

Cd = Faktor peningkatan simpangan lateral.

$\delta_{xe}$  = Simpangan di titik beban tingkat-x.

Ie = Faktor keutamaan gempa.

Berdasarkan SNI 1726:2019, simpangan desain ( $\Delta$ ) tidak diperbolehkan melewati nilai simpangan izin ( $\Delta_a$ ). nilai simpangan izin diperoleh sebesar 0,010h yang mana diperoleh berdasarkan kategori resiko pada studi kasus kali ini, gedung yang ditinjau adalah gedung rumah sakit dengan kategori resiko IV. Maka nilai yang diperoleh didasarkan pada ketentuan berikut:

**Tabel 3.** Simpangan antar tingkat izin

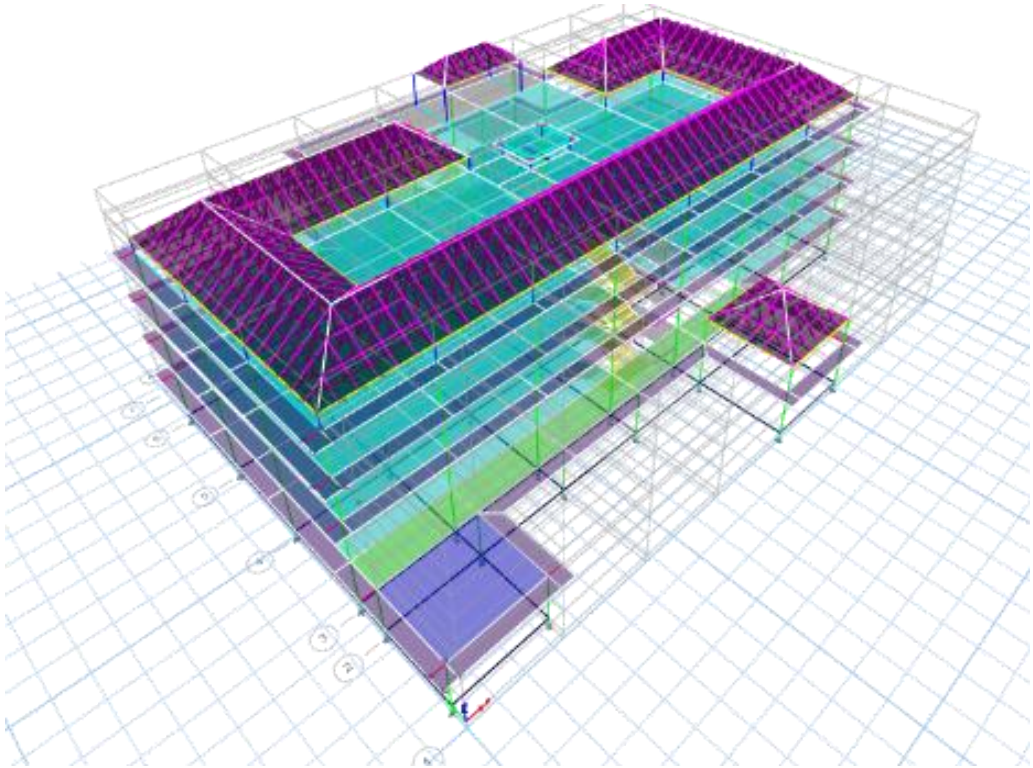
Struktur	Resiko IV
Semua Struktur Lainnya	0,010h

Sumber : SNI 1726:2019

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

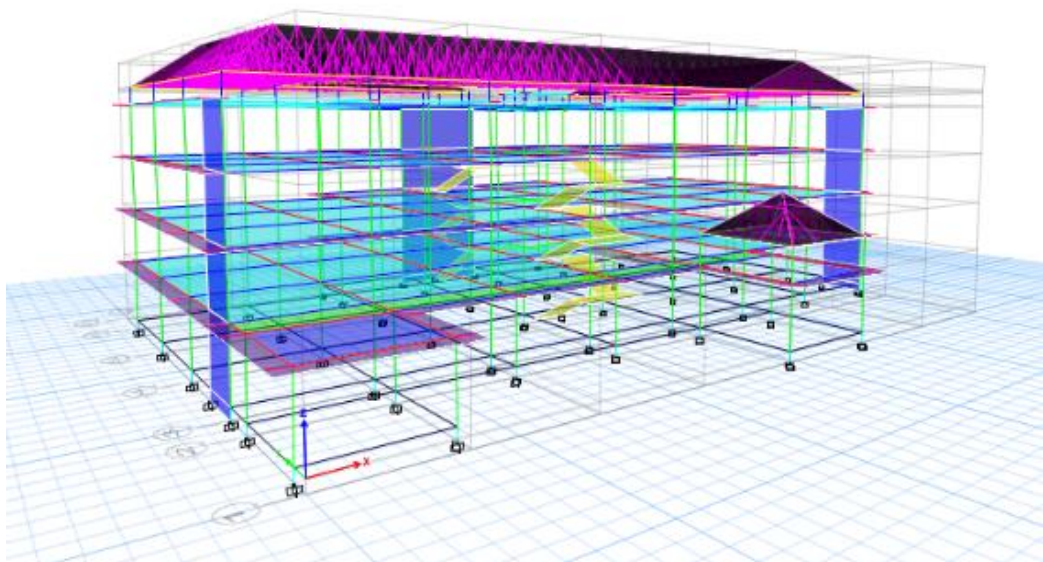
#### **3.1. Pemodelan**

Pemodelan dilakukan dengan bantuan dari software ETABS V20. Dengan hasil seperti berikut:



**Gambar 3.** Pemodelan SRPMK

Sumber : Penulis



**Gambar 4.** Pemodelan Sistem Ganda

Sumber : Penulis

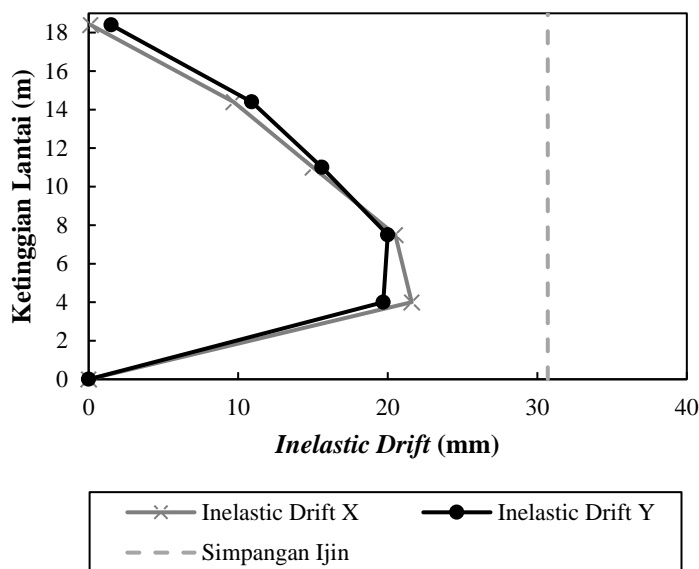
### 3.2. Analisa Simpangan

Berdasarkan pada ketentuan SNI 1726-2019 pada pasal 7.8.6 simpangan yang diakibatkan dari beban gempa yang terjadi perlu dibatasi guna menghindari deformasi yang terlalu besar. Perhitungan dilakukan guna mengetahui apakah simpangan yang terjadi telah sesuai dengan syarat yang berlaku atau belum.

**Tabel 4.** Simpangan antar lantai SRPMK

Story	Elevasi	Perpindahan		Simpangan Elastis		h	Simpangan Tak Elastis		Ijin	Cek
		$\delta_{ex}$ (mm)	$\delta_{ey}$ (mm)	$\delta_{ex}$ (mm)	$\delta_{ey}$ (mm)		$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)		
Atap Lift	18,4	18,3	18,5	0,035	0,4	1000	0,128	1,5	7,6	OK
Pelat Atap	14,4	18,2	18,1	2,6	2,9	3400	9,7	10,9	26,1	OK
Lt. 4	11	15,6	15,1	4,1	4,2	3500	15,0	15,6	26,9	OK
Lt. 3	7,5	11,5	10,8	5,6	5,4	3500	20,5	20	26,9	OK
Lt. 2	4	5,9	5,3	5,9	5,3	4000	21,6	19,7	30,7	OK

Sumber: Penulis



**Gambar 5.** Grafik Simpangan antar lantai SRPMK

Sumber : Penulis

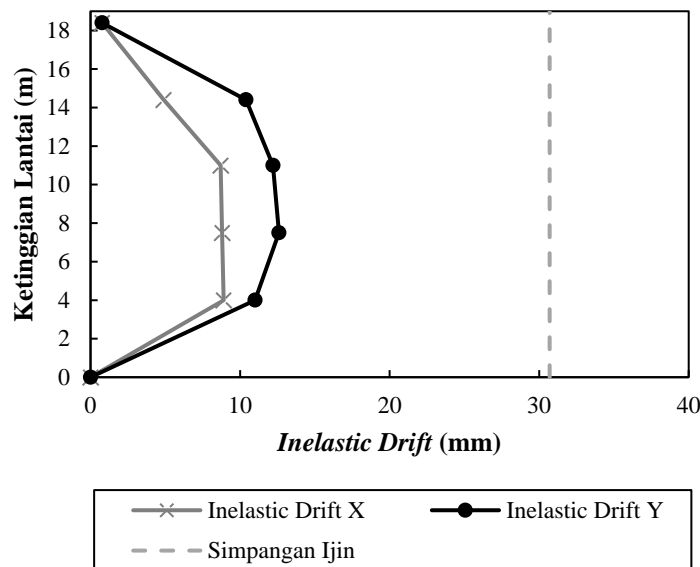
**Tabel 5.** Simpangan antar lantai sistem ganda

Story	Elevasi	Perpindahan		Simpangan Elastis		h	Simpangan Tak Elastis		Ijin	Cek
		$\delta_{ex}$ (mm)	$\delta_{ey}$ (mm)	$\delta_{ex}$ (mm)	$\delta_{ey}$ (mm)		$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)		
Atap Lift		8,7	12,8	0,192	0,211	1000	0,704	0,774	7,6	OK



Story	Elevasi	Perpindahan		Simpangan Elastis		h	Simpangan Tak Elastis		Ijin	Cek
		$\delta_{ex}$ (mm)	$\delta_{ey}$ (mm)	$\delta_{ex}$ (mm)	$\delta_{ey}$ (mm)		$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)		
Pelat Atap	14,4	8,6	12,6	1,3	2,8	3400	4,9	10,4	26,1	OK
Lt. 4	11	7,2	9,7	2,3	3,3	3500	8,7	12,2	26,9	OK
Lt. 3	7,5	4,8	6,4	2,4	3,4	3500	8,8	12,6	26,9	OK
Lt. 2	4	2,4	3,0	2,4	3,0	4000	8,9	11,0	30,7	OK

Sumber : Penulis



Gambar 6. Grafik Simpangan Antar Lantai Sistem Ganda  
 Sumber : Penulis

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pemodelan serta perhitungan analisa simpangan. Diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Simpangan desain pada arah X menghasilkan nilai simpangan yang telah memenuhi syarat baik dari sistem ganda maupun SRPMK dengan besaran nilai maksimum sistem ganda sebesar 8,9 mm dan SRPMK dengan besaran nilai maksimum sebesar 21,6 mm dengan ijin 30,7 mm pada lantai 2.
- Nilai simpangan desain pada arah Y yang dihasilkan oleh sistem ganda maupun SRPMK sudah memenuhi syarat. Yakni dengan besaran nilai maksimum sistem ganda sebesar 12,6 mm dan SRPMK dengan besaran nilai maksimum sebesar 20 mm dengan ijin 26,9 mm pada lantai 3.
- Berdasarkan hasil yang diperoleh, dinyatakan bahwa pada studi kasus kali ini, sistem ganda menghasilkan struktur dengan tingkat keamanan yang lebih baik bila dibandingkan dengan SRPMK.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapak terima kasih penulis sampaikan kepada PT.Kencana Adhi Karma yang sudah bersedia membantu penulis dengan memberikan data serta informasi yang penulis gunakan untuk membuat jurnal penelitian ini.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- ATKINS. (t.t.). *Manual for Analysis & Design Using ETABS*. Computer and Structures.Inc (CSI). (2013). *ETABS*. Computer and Structures, Inc (CSI).
- Filipus, C., Simanjuntak, P., & Tampubolon, S. P. (2024, August). Comparison of special moment resisting frame system and dual system on earthquake resistant reinforced concrete building structure based on SNI 1726: 2019. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3039, No. 1). AIP Publishing.
- Fernandus, B., & Sarasantika, I. P. E. (2022). *Reducing the torsional behavior in irregular special moment resisting frames with steel dampers*. *1*(2), 68–74.
- Hirel, P., Servie, K., Dapas, O., & Pandaleke, R. (2018). PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS. *Jurnal Sipil Statik*, *6*(Juni), 361–372.
- Kazaz, İ., Avşar, Ö., & Dilsiz, A. (2024). Importance of building inspection on the seismic response of a severely damaged RC structure during the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence. *Engineering Failure Analysis*, *162*. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2024.108410>
- Khosravi Larijani, A., & Tehrani, P. (2024). Investigating the effect of earthquake incident angle on seismic response and fragility analysis of irregular RC buildings with nonparallel systems. *Structures*, *68*. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.107135>
- Pradesh, A. (2016). *ANALYSIS OF A STEEL FRAMED BUILDING WITH AND WITHOUT*. *4*(12), 86–95.
- Sarasantika, I. P. E., & Hsu, H. L. (2022). Improving brace member seismic performance with amplified-deformation lever-armed dampers. *Journal of Constructional Steel Research*, *192*, 107221. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2022.107221>
- Sarasantika, I. P. E., & Hsu, H. L. (2023). Upgrading framed structure seismic performance using steel Lever-Armed dampers in the Braces. *Engineering Structures*, *280*(January), 115683. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.115683>
- Sarasantika, I. P. E., Putra, I. B. G. P., Tampubolon, S., & Sanjaya, I. G. D. P. (2023). ANALISA PERFORMA SEISMIC MERU (STRUKTUR BERTINGKAT PAGODA KHAS BALI): PRELIMINARY STUDY. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan*, *4*(1), 25–35.
- Sarasantika, I. P. E., Sulistiana, P. D., Sanjaya, I. G. D. P., Hartawan, I. M. N., Tejadinata, I. G. N. A. E. A., & Suwandi, K. Y. P. (2023). Seismic Performance Analysis of Meru (Bali Pagoda): Preliminary Study. *E3S Web of Conferences*, *445*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344501014>
- Silaban, G. T. N., Tampubolon, S. P., Sri Mulyani, A., & Felestin. (2023). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Analisis Respon Spektrum dan Analisis Riwayat Waktu. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, *9*(1). <https://doi.org/10.30738/st.vol9.no1.a14295>
- Simanjuntak, P., Tampubolon, S. P., & Amsal, H. P. (2022). EVALUASI RESPON SEISMIK STRUKTUR BANGUNAN UNIVERSITAS TERBUKA PALU TERHADAP GEMPA SULTENG 28 SEPTEMBER 2018. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan*, *3*.
- SNI 1726-2019. (t.t.). *SNI-1726-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung*.

- Srinath, G., & Gopikrishna, K. (2024). Influence of Repeated Earthquake events on Structural Response of Multi-storeyed RC buildings. *Structures*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.106911>
- Sulaksitaningrum, R., Umniati, B. S., Ellsa Sarasantika, I. P., Casita, C. B., Pratama, M. M. A., Santoso, E., & Sulton, M. (2019). The optimal damper placement configuration for three-dimensional RC building. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 669(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/669/1/012056>
- Tampubolon, S. P., Sarasantika, I. P. E., & Suarjana, I. W. G. (2022). Analisis Kerusakan Struktur Bangunan dan Manajemen Bencana Akibat Gempa Bumi, Tsunami, dan Likuifaksi di Palu. *Bentang : Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 10(2), 169–186. <https://doi.org/10.33558/bentang.v10i2.3263>