

## **EVALUASI KINERJA DINAMIK STRUKTUR FLAT SLAB DENGAN DROP PANEL TERHADAP PENGARUH INTERAKSI ANTAR BANGUNAN DI KAWASAN SEISMIK**

**Dewa Gede Ari Kama Guna<sup>1</sup>, I Putu Ellsa Sarassantika<sup>1\*</sup>, Cokorda Agung Yujana<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa

*Email: iputuellsas@gmail.com*

**Masuk:**24-07-2024, **revisi:** 07-07-2025, **diterima** untuk diterbitkan: 31-10-2025

---

### **ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja struktur bangunan bertingkat dengan sistem flat slab yang dilengkapi drop panel, baik dalam kondisi berdiri tunggal maupun berdampingan dengan struktur lain. Latar belakang penelitian ini berangkat dari kondisi seismik di Indonesia yang tinggi serta kebutuhan akan sistem struktur yang efisien, estetis, dan mudah dalam pelaksanaan konstruksi. Tujuan utama penelitian adalah mengevaluasi perbandingan simpangan lateral pada kedua model struktur serta menilai kesesuaiannya terhadap batasan drift yang ditetapkan dalam SNI 1726:2019. Metode penelitian dilakukan melalui pemodelan dan analisis numerik menggunakan perangkat lunak ETABS, dengan pembebanan mengacu pada standar SNI 1727:2020 untuk pembebanan minimum dan SNI 2847:2019 untuk kekuatan elemen beton bertulang. Model struktur terdiri dari pelat flat slab setebal 200 mm dengan drop panel setebal 300 mm, serta elemen kolom dan balok yang dirancang sesuai kebutuhan kapasitas lentur dan geser. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai simpangan maksimum pada arah X sebesar 34,584 mm dan pada arah Y sebesar 12,832 mm, keduanya masih berada di bawah batas simpangan yang diizinkan. Struktur yang berdampingan memiliki simpangan rata-rata 1,25 kali lebih kecil pada arah X dan 3,75 kali lebih kecil pada arah Y dibandingkan struktur tunggal, menunjukkan pengaruh interaksi antar bangunan terhadap peningkatan kekakuan lateral. Seluruh elemen struktur, termasuk pondasi tiang pancang dengan kedalaman 7,6 meter, telah memenuhi persyaratan kekuatan dan kestabilan berdasarkan hasil perhitungan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem flat slab dengan drop panel dapat digunakan sebagai solusi struktur efisien dan aman terhadap beban seismik, serta dapat menjadi referensi dalam perencanaan bangunan bertingkat di wilayah rawan gempa.

**Kata kunci:** Building structure; drop panel; flat slab; lateral displacement; seismic performance

### **ABSTRACT**

*This study was conducted to analyze the performance of multi-story building structures using a flat slab system with drop panels, both in single and adjacent configurations. The research was motivated by Indonesia's high seismic activity and the growing need for efficient and easily constructed structural systems that also provide aesthetic benefits. The main objective was to evaluate and compare the lateral displacement behavior of both structural models and assess their compliance with the drift limits specified in SNI 1726:2019. The analysis was performed through numerical modeling using ETABS software, with load combinations following SNI 1727:2020 for minimum design loads and SNI 2847:2019 for reinforced concrete strength provisions. The structural models consisted of a 200 mm thick flat slab and a 300 mm thick drop panel, supported by beams and columns designed to meet flexural and shear capacity requirements. The analysis results indicated that the maximum displacement was 34.584 mm in the X direction and 12.832 mm in the Y direction, both within the allowable drift limits. The adjacent building model exhibited average lateral displacements 1.25 times smaller in the X direction and 3.75 times smaller in the Y direction compared to the single structure, indicating a stiffness improvement due to inter-building interaction. All structural components, including the 7.6-meter-deep pile foundation, satisfied the strength and stability criteria. It was concluded that the flat slab system with drop panels is structurally efficient and seismically safe, providing a reliable alternative for building design in earthquake-prone regions..*

**Keywords:** Building structure; drop panel; flat slab; lateral displacement; seismic performance

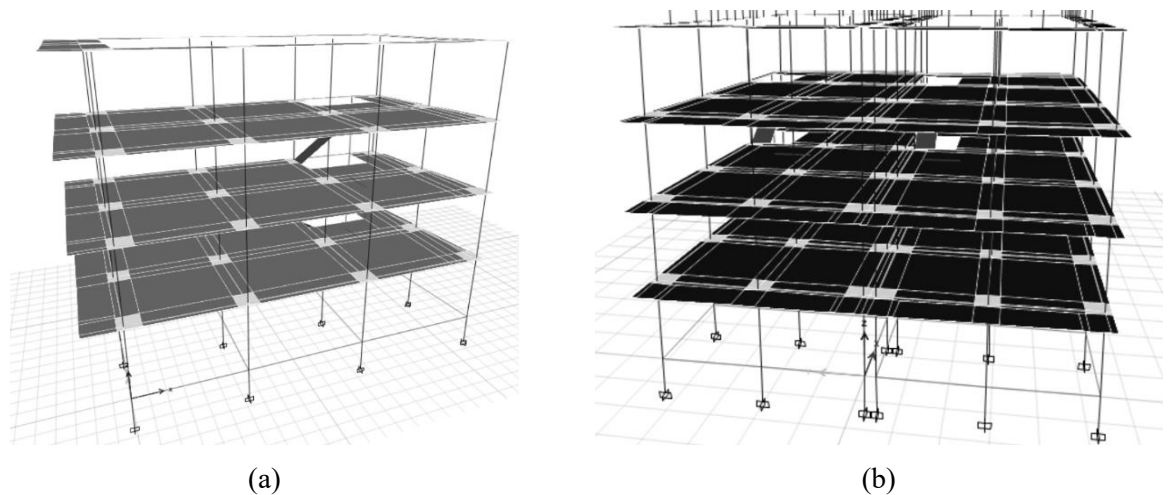
## 1. PENDAHULUAN

Struktur bangunan merupakan sistem yang terdiri atas elemen-elemen utama yang berfungsi menahan beban gravitasi dan lateral untuk menjaga kestabilan dan keselamatan struktur (Setiawan, 2016). Kondisi geotektonik Indonesia yang berada pada pertemuan empat lempeng utama Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Filipina menjadikan wilayah ini sangat rawan terhadap gempa bumi (Natawidjaja, 2010). Akibatnya, evaluasi dan peningkatan kinerja struktur terhadap beban gempa menjadi fokus utama dalam rekayasa sipil modern (Fernandus & Sarasantika, 2022; I. P. Ellsa Sarasantika et al., 2019; Ramadhan et al., 2025; E. Sarasantika, 2018; Silaban et al., 2023; Sulaksitaningrum et al., 2019; Tampubolon et al., 2022). Selain itu, kepadatan bangunan di kawasan perkotaan menyebabkan banyak gedung berdampingan tanpa jarak pemisah yang memadai. Fenomena ini menimbulkan risiko *pounding effect* atau benturan antar bangunan selama gempa, yang dapat memperbesar kerusakan struktural (Bhatt & Lamichhane, 2019). Penelitian terkini menunjukkan bahwa interaksi antar bangunan yang saling berdekatan memengaruhi simpangan lateral dan distribusi gaya internal secara signifikan (Kumar & Karuna, 2015; Simbolon et al., 2023). Oleh karena itu, analisis perilaku dinamik bangunan yang berdampingan menjadi penting untuk meningkatkan ketahanan seismik kawasan perkotaan.

Dalam upaya efisiensi ruang dan estetika, sistem pelat beton tanpa balok (*flat slab system*) semakin banyak digunakan pada bangunan bertingkat. Sistem ini memungkinkan distribusi beban langsung ke kolom tanpa perantara balok, sehingga memberikan fleksibilitas tata ruang dan kemudahan instalasi mekanikal-elektrikal. Beberapa studi menunjukkan bahwa sistem *flat slab* dengan *drop panel* mampu meningkatkan kapasitas lentur dan mengurangi tegangan geser di sekitar kolom (Ayu et al., 2018; Dewa Ngakan Made Dwiva Cahyana et al., 2022; Hartawan et al., 2023; I Gusti Ngurah Agung Eka Arya et al., 2023). Namun, penggunaan sistem *flat slab* juga memerlukan kajian terhadap respons dinamik, terutama saat struktur berdampingan dengan bangunan lain. Hasil penelitian eksperimental dan numerik menunjukkan bahwa deformasi lateral, torsi, dan mekanisme transfer beban pada sistem ini sangat dipengaruhi oleh konfigurasi kolom dan kondisi batas (Sarasantika et al., 2023; Sarasantika & Windah, 2022). Di sisi lain, upaya peningkatan performa struktur dapat dilakukan melalui penguatan dengan material inovatif seperti serat karbon (FRP) atau *lever-armed dampers* untuk meningkatkan kapasitas deformasi dan daktilitas sistem (Andreasnata et al., 2022; I. P. E. Sarasantika & Hsu, 2022, 2023). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbandingan simpangan lateral pada struktur *flat slab* yang berdiri tunggal dengan struktur *flat slab* yang berdampingan dengan struktur lain, sehingga dapat dipahami pengaruh interaksi antar bangunan terhadap respons dinamik dan stabilitas sistem. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan desain struktur bangunan bertingkat yang lebih aman dan adaptif terhadap kondisi seismik di Indonesia.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan analitis dan pemodelan numerik untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan bertingkat menggunakan sistem *flat slab* dengan *drop panel*, baik pada kondisi berdiri tunggal maupun berdampingan dengan struktur lain. Penelitian difokuskan pada analisis simpangan lateral dan perilaku *drift* antar lantai guna mengetahui pengaruh interaksi antar bangunan terhadap respons struktur. Gambar 1 menunjukkan pemodelan struktur yang digunakan.



Gambar 1. Model Struktur: (a) Tunggal; (b) berdampingan.

## 2.1 Pengumpulan Data dan Pemodelan

Tahap awal penelitian diawali dengan pengumpulan data arsitektur dan data teknis struktur, meliputi denah bangunan, data mutu material, serta pembebanan rencana. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS v.20, yang berbasis metode elemen hingga (finite element method). Mutu beton yang digunakan adalah  $f'c = 30$  MPa untuk elemen pelat dan balok, serta  $f'c = 42$  MPa untuk pondasi tiang pancang. Kuat leleh baja tulangan yang digunakan adalah  $f_y = 400$  MPa. Semua proses perencanaan dan analisis mengacu pada SNI 1726:2019 (ketahanan gempa), SNI 2847:2019 (struktur beton bertulang), dan SNI 1727:2020 (pembebanan minimum).

## 2.2 Pembebanan dan Kombinasi Beban

Jenis beban yang dianalisis meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, beban hujan, dan beban gempa, sebagaimana diatur dalam SNI 1727:2020. Parameter seismik ditentukan berdasarkan lokasi tapak di Kota Denpasar, Bali, yang termasuk wilayah dengan aktivitas seismik sedang hingga tinggi. Kombinasi pembebanan yang digunakan mengikuti ketentuan dalam SNI 1726:2019, antara lain:

- $1,4D$
- $1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$
- $1,2D + 1,0E + L + 0,2SDSD$
- $0,9D \pm 1,0E$

di mana: D = beban mati, L = beban hidup,  $L_r$  = beban atap, R = beban hujan, dan E = beban gempa.

## 2.3 Perencanaan Sistem *Flat Slab* dan *Drop Panel*

Sistem *flat slab* merupakan salah satu bentuk konstruksi pelat beton bertulang dua arah yang langsung ditumpu oleh kolom tanpa menggunakan balok sebagai elemen perantara. Dengan demikian, flat slab hanya memiliki elemen horizontal berupa pelat yang bekerja dalam dua arah utama. Ciri khas sistem ini adalah tidak adanya balok sepanjang garis kolom dalam, sedangkan pada tepi struktur, balok tepi dapat digunakan atau dihilangkan sesuai kebutuhan perencanaan. Sistem ini banyak digunakan karena memberikan ruang bebas di bawah pelat, mempermudah instalasi mekanikal-elektrikal, serta menghasilkan tampilan arsitektural yang lebih bersih dan efisien.

## **2.4 Analisis Gaya Geser pada Pelat**

Menurut SNI 2847:2019 Pasal 22.5.5.1, untuk elemen struktur beton bertulang non-prategang tanpa gaya aksial, kekuatan nominal terhadap geser dapat dihitung menggunakan persamaan umum berikut:

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'c}b_wd \quad (1)$$

Untuk pelat dua arah, nilai gaya geser yang digunakan diambil dari nilai terkecil antara hasil perhitungan pada arah X dan Y, sebagaimana diatur pada Pasal 22.6.5.2 SNI 2847:2019. Nilai ini menggambarkan kemampuan pelat dalam menahan gaya geser yang bekerja di sekitar tumpuan kolom tanpa menyebabkan kegagalan geser atau punching shear.

## **2.5 Perencanaan Drop Panel**

Drop panel merupakan bagian dari sistem flat slab berupa penebalan pelat di sekitar area kolom. Fungsi utama drop panel adalah untuk meningkatkan kapasitas geser dan momen negatif pada daerah tumpuan, serta mengurangi risiko terjadinya kegagalan geser pons (punching shear) akibat gaya konsentris dari kolom ke pelat. Menurut (Dewa Ngakan Made Dwiva Cahyana et al., 2022; Hartawan et al., 2023; I Gusti Ngurah Agung Eka Arya et al., 2023), keberadaan drop panel secara signifikan meningkatkan kekuatan lentur negatif di sekitar tumpuan dan memperkecil deformasi pelat di sekitar kolom. Berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019, perencanaan drop panel harus memenuhi dua syarat geometris utama:

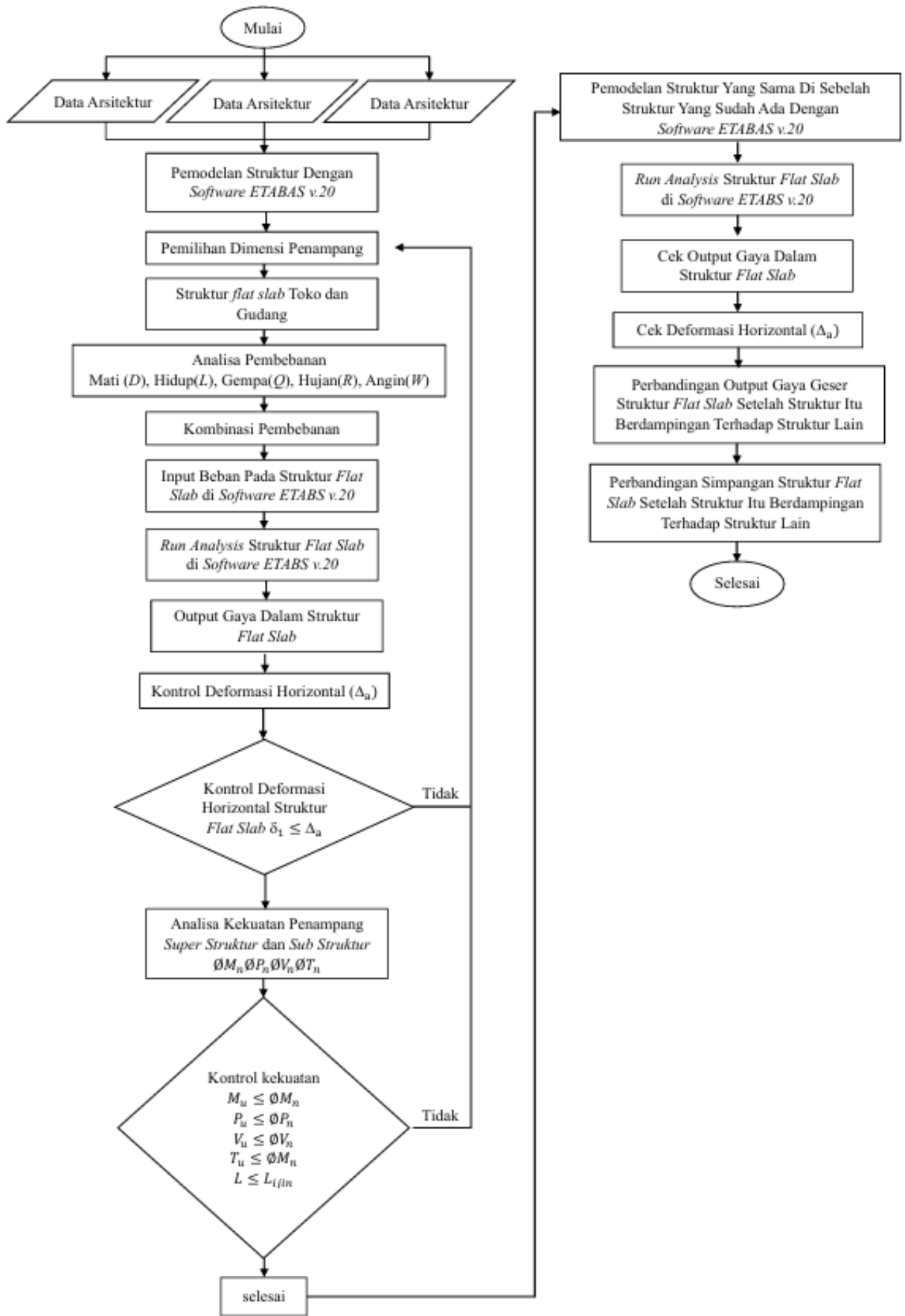
Penebalan drop panel harus menjorok ke bawah pelat dengan tinggi sekurang-kurangnya seperempat tebal pelat di sekitarnya, sebagaimana ditunjukkan dalam Persamaan (2):

$$h_d \geq \frac{1}{4}h_s \quad (2)$$

Drop panel harus diperpanjang ke setiap arah dari sumbu tumpuan sejauh tidak kurang dari seperenam panjang bentang bersih antar tumpuan dalam arah tersebut, sebagaimana pada Persamaan (3):

$$L_d \geq \frac{1}{6}L_s \quad (3)$$

Dengan memenuhi ketentuan tersebut, sistem flat slab dengan drop panel dapat menahan gaya geser dan momen negatif secara optimal serta memberikan kinerja struktur yang aman terhadap beban gravitasi maupun beban lateral seperti gempa.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## 2.6 Prosedur Analisis

Analisis struktur dilakukan secara linier dinamis dengan bantuan perangkat lunak ETABS. Setiap model struktur baik tunggal maupun berdampingan diberi kombinasi pembebanan lengkap untuk mendapatkan gaya dalam, momen, geser, dan simpangan antar lantai. Hasil analisis berupa displacement dan interstory drift dibandingkan dengan batasan yang ditentukan dalam SNI 1726:2019. Selanjutnya, data hasil analisis diolah menggunakan Microsoft Excel untuk melakukan evaluasi dan perbandingan antara kedua model.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Desain Struktur

Perencanaan superstructure pada gedung toko dan gudang di Jalan Raya Pura Demak, Denpasar, dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi struktur, kemudahan pelaksanaan, serta kesesuaian terhadap ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Sistem utama yang digunakan adalah flat slab dengan drop panel, yang berfungsi sebagai elemen penyalur beban gravitasi sekaligus penahan gaya lateral akibat gempa. Pelat dirancang dengan sistem flat slab setebal 200 mm dan drop panel setebal 300 mm dengan bentang 1×1 m pada setiap kolom utama. Tabel 4 menunjukkan rekapitulasi tulangan pelat untuk lantai 2, 3, dan 4. Tulangan utama pada lajur kolom arah X dan Y menggunakan D19–100 mm di bagian tumpuan dan D13–200 mm di bagian lapangan, sedangkan lajur tengah menggunakan konfigurasi D13–100 mm dan D13–200 mm.

Tabel 1. Detail Penulangan Pelat

Lajur	Bagian	As D- S	As' D- S
Lajur Kolom X	Tumpuan	D19 - 100	D19 - 200
	Lapangan	D13 - 100	D13 - 200
Lajur Kolom Y	Tumpuan	D19 - 100	D19 - 200
	Lapangan	D13 - 100	D13 - 200
Lajur Tengah X	Tumpuan	D13 - 100	D13 - 200
	Lapangan	D13 - 100	D13 - 200
Lajur Tengah Y	Tumpuan	D19 - 100	D19 - 200
	Lapangan	D19 - 100	D19 - 200

Sumber: penulis

Penambahan *drop panel* terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas geser pelat di sekitar kolom serta mengurangi risiko kegagalan punching shear. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan drop panel pada sistem flat slab mampu meningkatkan kekakuan lokal dan distribusi gaya di sekitar tumpuan, sehingga deformasi dapat diminimalkan.

Dua tipe balok digunakan dalam sistem ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Detail Dimensi dan Penulangan Balok

Frame	Dimensi mm	Bagian	Tulangan		Mu (kN.m)	Mr (kN.m)	Kontrol
			Atas	Bawah			
B1	150x200	Tumpuan	4-D10	3-D8	16.1	18.9	OK
		Lapangan	3-D8	4-D10	9.8	18.9	OK
B2	300x400	Tumpuan	6-D19	3-D19	77.4	84.3	OK
		Lapangan	3-D19	6-D19	33.4	44.3	OK

Sumber: penulis

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh balok telah memenuhi persyaratan kekuatan lentur dan geser berdasarkan hasil analisis elemen hingga (finite element analysis). Nilai momen terfaktor (Mu) lebih kecil dari momen rencana (Mr), menandakan bahwa kapasitas desain telah memenuhi syarat kekuatan yang ditetapkan oleh SNI 2847:2019. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang membuktikan bahwa dimensi dan konfigurasi penulangan serupa memberikan performa optimal terhadap kombinasi beban lateral dan gravitasi. Kolom berfungsi sebagai elemen vertikal utama yang menyalurkan gaya aksial dan momen dari pelat serta balok ke pondasi. Dua tipe kolom dirancang diantaranya di tunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi Detail Dimensi dan Tulangan Kolom

Section	Dimensi (mm)	Tulangan Longitudinal	Tulangan <i>Transversal</i>	
			Tumpuan	Lapangan
K1	500x500	20 D 25	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150
K3	400x400	20 D 19	Ø 10 - 100	Ø 10 - 100

Sumber: Penulis

Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua tipe kolom memiliki kapasitas tekan dan lentur yang memenuhi batas aman berdasarkan diagram interaksi kolom sesuai SNI 2847:2019. Rasio penulangan longitudinal juga masih berada dalam batas 1%–8%, yang menandakan keseimbangan antara kekakuan dan daktilitas. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa keseimbangan rasio tulangan berpengaruh signifikan terhadap perilaku daktil struktur kolom beton bertulang.

### 3.2. Simpangan Struktur

Analisis simpangan dilakukan pada dua model struktur, yaitu struktur flat slab tunggal dan struktur flat slab berdampingan. Hasil perhitungan simpangan horizontal (arah X dan Y) serta drift antar lantai disajikan pada Tabel 4. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan nilai drift hasil analisis terhadap batas maksimum yang diizinkan oleh SNI 1726:2019, yaitu 0,02 kali tinggi tingkat (story height). Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh nilai simpangan antar lantai ( $\Delta x$  dan  $\Delta y$ ) masih berada di bawah batas drift yang diizinkan, baik untuk struktur tunggal maupun berdampingan. Dengan demikian, kedua model dinyatakan aman terhadap deformasi lateral dan memenuhi kriteria serviceability limit state (SLS).

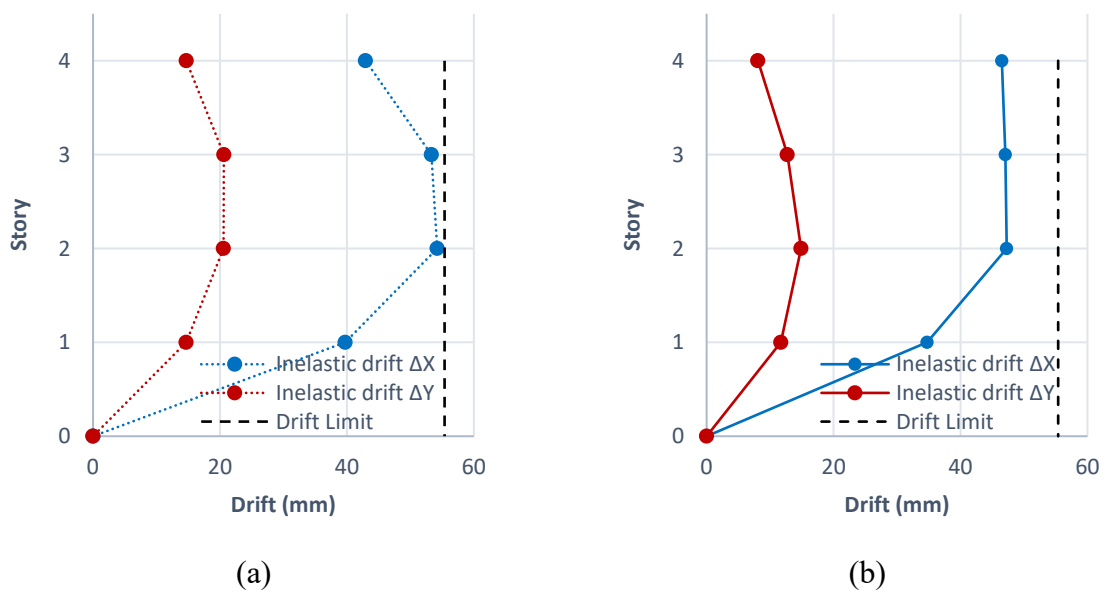
Tabel 4. Simpangan Struktur

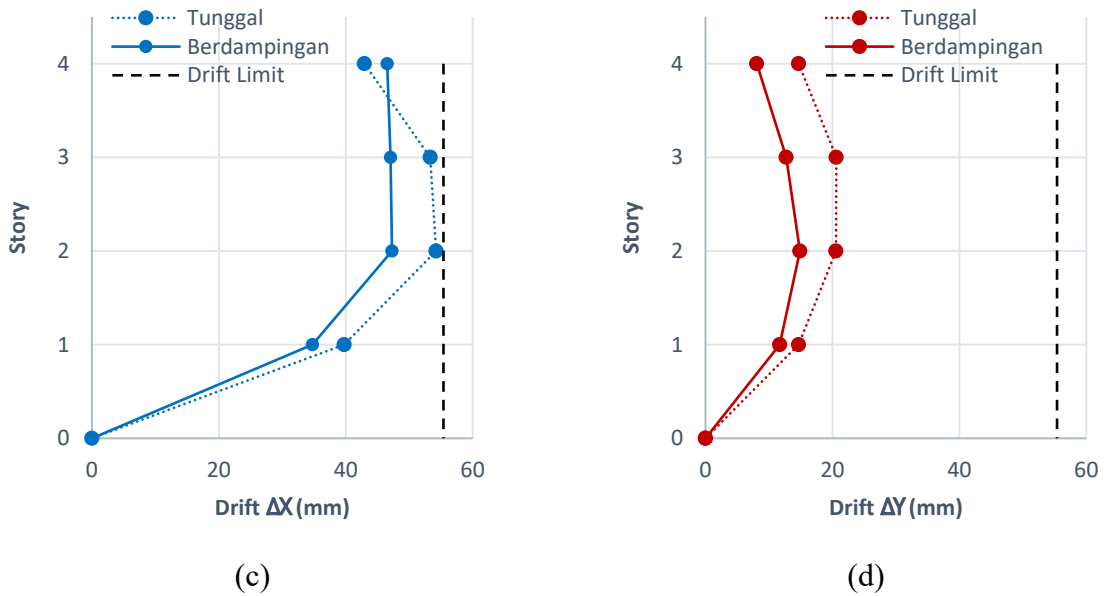
Story	Tunggal		Berdampingan		Drift Limit
	$\Delta_X$	$\Delta_Y$	$\Delta_X$	$\Delta_Y$	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
4	42.9	14.6	46.5	8.0	55.4
3	53.3	20.6	47.0	12.7	55.4
2	54.2	20.5	47.3	14.9	55.4
1	39.7	14.6	34.7	11.7	55.4

Sumber: penulis

Gambar 3 menunjukkan grafik perbandingan simpangan antar lantai pada arah X dan Y. Pola distribusi simpangan memperlihatkan bahwa deformasi maksimum terjadi pada lantai teratas, baik pada struktur tunggal maupun berdampingan. Namun, amplitudo simpangan pada struktur berdampingan tampak lebih kecil dibandingkan dengan struktur tunggal. Secara kuantitatif, simpangan maksimum struktur tunggal tercatat sebesar 54.2 mm pada arah X dan 20.6 mm pada arah Y, sedangkan batas maksimum yang diizinkan adalah 55.4 mm. Dengan demikian, kedua model masih berada dalam batas aman. Bila dibandingkan, struktur berdampingan memiliki simpangan rata-rata 1,1 kali lebih kecil pada arah X dan 1.5 kali lebih kecil pada arah Y dibandingkan struktur tunggal. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi antar bangunan yang saling berdekatan menghasilkan efek kekakuan tambahan, yang mampu mengurangi deformasi lateral dan menjaga kestabilan struktur. Dalam konteks penelitian ini, reduksi simpangan pada struktur berdampingan menunjukkan bahwa keberadaan bangunan tetangga berperan sebagai penahan lateral tambahan, sehingga meningkatkan stabilitas sistem secara keseluruhan.

Secara umum, hasil analisis memperkuat temuan penelitian sebelumnya bahwa sistem flat slab dengan drop panel mampu memberikan kinerja struktural yang efisien dan aman terhadap beban lateral, khususnya di wilayah rawan gempa seperti Denpasar, Bali. Struktur ini tidak hanya meningkatkan efisiensi ruang dan kemudahan pelaksanaan konstruksi, tetapi juga memberikan respon dinamik yang stabil dengan simpangan yang terkendali pada setiap tingkat lantai.





Gambar 3. Simpangan Struktur

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa sistem flat slab dengan drop panel memiliki kinerja seismik yang andal dan efisiensi struktur pada bangunan bertingkat, baik dalam kondisi berdiri tunggal maupun berdampingan dengan bangunan lain.

1. Sistem flat slab dengan drop panel terbukti efektif dalam meningkatkan kekakuan dan kapasitas struktur terhadap beban lateral maupun gravitasi.
2. Perencanaan elemen struktural meliputi pelat, balok, kolom, telah memenuhi persyaratan kekuatan dan kestabilan sesuai SNI 2847:2019 dan SNI 1727:2020.
3. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa baik struktur tunggal maupun struktur yang berdampingan memenuhi persyaratan batas simpangan (drift) berdasarkan SNI 1726:2019, sehingga aman terhadap deformasi horizontal akibat beban gempa.
4. Struktur yang berdampingan menunjukkan simpangan lateral yang lebih kecil dibandingkan struktur tunggal, yang mengindikasikan adanya pengaruh interaksi antar bangunan terhadap peningkatan kekakuan sistem. Interaksi antar bangunan berdampingan memberikan kontribusi positif terhadap kinerja struktur. Kehadiran bangunan tetangga meningkatkan kekakuan lateral, sehingga simpangan struktur berkurang dibandingkan bangunan yang berdiri sendiri.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Warmadewa, khususnya Program Studi Teknik Sipil, atas dukungan fasilitas dan bantuan akademik selama penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada para dosen pembimbing atas bimbingan dan koreksinya, serta rekan-rekan yang membantu dalam proses pemodelan dan penyusunan artikel.

## 6. REFERENCES

- Andreasnata, I. W. M., Sinarta, I. N., Armaeni, N. K., & Sarasantika, I. P. E. (2022). Column structure strengthening with FRP (Fiber Reinforced Polymer) due to story addition. *Journal of Infrastructure Planning and Engineering*, 1(1), 38–45.
- Ayu, F., Dian, A., & Raka, I. G. P. (2018). *Desain Modifikasi Struktur Gedung Apartemen One East Surabaya Menggunakan Struktur Flat Slab dengan Penambahan Shear Wall*. 7(2).
- Bhatt, & Lamichhane. (2019). *Study and Analysis of Pounding Effect Between Adjacent RC Buildings*. 1(1), 123–132.
- Dewa Ngakan Made Dwiva Cahyana, I Nengah Sinarta, & I Putu Ellsa Sarasantika. (2022). The design of the flat slab system with drop panel in the Sukawati market building. *Journal of Infrastructure Planning and Engineering (JIPE)*, 1(2), 75–80. <https://doi.org/10.22225/jipe.1.2.2022.75-80>
- Fernandus, B., & Sarasantika, I. P. E. (2022). *Reducing the torsional behavior in irregular special moment resisting frames with steel dampers*. 1(2), 68–74.
- Hartawan, I. M. N., Nyoman Parthin Indra, M., I Nengah Sinarta, I. N. S., I Wayan Gde Erick, T., & I Putu Ellsa, S. (2023). Deflection of Flat Slab-Drop Panel in the G2 Building At Warmadewa University. *Journal of Infrastructure Planning and Engineering (JIPE)*, 2(2), 27–32. <https://doi.org/10.22225/jipe.2.2.2023.27-32>
- I Gusti Ngurah Agung Eka Arya, T., Nyoman Parthin Indra, M., I Nengah, S., I Wayan Gde Erick, T., & Putu Ellsa, S. (2023). Analysis of Penel Drop-Off on Shear Slip At Flat Slab in the Animal Hospital Education Building of the Faculty of Veterinary Medicine (Rshpfkh), Udayana University. *Journal of Infrastructure Planning and Engineering (JIPE)*, 2(2), 23–26. <https://doi.org/10.22225/jipe.2.2.2023.23-26>
- I. P. Ellsa Sarasantika, I Ketut Yasa Bagiarta, & I Gusti Nyoman Putra Wijaya. (2019). Peningkatan Performa Seismik pada Sistem Struktur dengan Kombinasi Dinding-Gap-Damper. *Konferensi Nasional Teknik Slipil Ke-13 (KoNTekS-13)*, II(September), 19–21.
- Kumar, P., & Karuna. (2015). *Effect of Seismic Pounding Between Adjacent Buildings and Mitigation Measures*. 208–216.
- Natawidjaja, D. H. (2010). *The Sumatran Fault Zone — from Source to Hazard*.
- Ramadhan, A. D., Sulaksitaningrum, R., & Sarasantika, I. P. E. (2025). Comparison of Seismic Performance of L-Shaped Multi-Story Structures with Eccentrically Braced Frame and Friction Dampers. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 13(1), 34–48.
- Sarasantika, E. (2018). *SEISMIC PERFORMANCE OF BACKBONE DAMPER , A DAMPER WITH HIGH REDUNDANCY AND PROGRESSIVE LOADING*.
- 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>
- Setiawan. (2016). *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Erlangga, Jakarta.
- Silaban, G. T. N., Tampubolon, S. P., Sri Mulyani, A., & Felestin. (2023). Performance Evaluation of High-rise Buildings with Respons Spectrum Analysis and Time History Analysis. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 9(1), 84–95. <https://doi.org/10.30738/st.vol9.no1.a14295>

- Simbolon, S. C. R., Tampubolon, S. P., & Mulyani, A. S. (2023). PERFORMANCE ANALYSIS OF HORIZONTAL IRREGULAR BUILDINGS BASED ON RESPONS SPEKCTRUM AND TIME HISTORY METHODE. *Jurnal PenSil*, 12(3). <https://doi.org/10.21009/jpensil.v12i3.37850>
- 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). <https://doi.org/10.33558/bentang.v10i2.3263>