

## ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL ASHER BALI TRANSIT KUTA MENGGUNAKAN DINDING GESER

Krisna Dwipa Yana<sup>1</sup>, Ni Komang Ayu Agustini<sup>2</sup>, Putu Aryastana<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Warmadewa

Email: krisnabom507@gmail.com, kmgayuagustini@gmail.com, aryastanaputu@yahoo.com

Masuk: 26-07-2023, revisi: 14-10-2023, diterima untuk diterbitkan: 31-10-2023

### ABSTRAK

Perencanaan suatu struktur gedung tinggi, simpangan akibat gaya lateral sangat penting untuk diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan tinggi. Untuk menekan besarnya simpangan pada struktur dapat dilakukan dengan menambahkan elemen struktur khusus, seperti dinding geser. Dengan adanya dinding geser, kekakuan pada struktur gedung akan bertambah dan gaya lateral pada struktur tidak sepenuhnya akan diterima oleh struktur rangka yang akan mengakibatkan terjadinya penurunan simpangan. Gedung Hotel Asher Bali Transit yang bertempat di Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali. Bangunan ini memiliki tinggi sebesar 15 m yang terdiri dari 4 lantai. Perencanaan dilakukan dengan 2 model yaitu: a) Model eksisting, b) Model Sistem Ganda. Semua input beban, spesifikasi material dan dimensi struktur adalah sama dan hanya berbeda pada penambahan dinding geser pada bangunan. Berdasarkan hasil analisa kedua model didapat nilai simpangan lantai terbesar pada model 1 (model eksisting) adalah  $X=38,968$  mm;  $Y=32,808$  mm dan untuk model 2 (model sistem ganda) adalah  $X=11,534$  mm;  $Y=24,717$ . Berdasarkan hasil analisis ini dapat di lihat bahwa dengan penambahan dinding geser terjadi penurunan simpangan sebesar 81,24% untuk arah X dan 15,54% untuk arah Y. Pada hasil analisis penulangan struktur dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan penggunaan tulangan akibat penambahan dinding geser pada arah x. Penurunan paling signifikan terjadi pada tulangan kolom K1 dari 12 D19 menjadi 12 D16, balok B1 untuk daerah tumpuan dari 5 D19 menjadi 6 D16 dan untuk daerah lapangan dari 4 D19 menjadi 4 D16. Dari hasil perencanaan ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pembangunan gedung selanjutnya untuk penggunaan dinding geser pada struktur.

**Kata kunci :** Dinding Geser, Simpangan, Respon Spektrum

### ABSTRACT

*The highest building design was require the deviation due to lateral forces is very important in the planning of tall building structures. To reduce the amount of deviation in the structure can be done by adding special structural elements, such as shear walls. The application of shear walls impact the stiffness of the building structure will increase and decrease the floor deviation. The Asher Bali Transit Hotel building which is located in South Kuta District, Badung regency, Bali. This building has a height of 15 m consisting of 4 floors. Planning is carried out with 2 models are existing model and dual system model. All load inputs, material specifications and structural dimensions are the same and differ only in the addition of shear walls to the building. Based on the results of the analysis of the two models, the largest floor deviation value in existing model is  $X = 38.968$  mm;  $Y=32.808$  mm and for dual system model it is  $X=11.534$  mm;  $Y=24.717$ . Based on the results of this analysis it can be seen that with the addition of shear walls there was a decrease in displacement of 81.24% for the X direction and 15.54% for the Y direction. From the results of the analysis of structural reinforcement it can be concluded that there was a decrease in the use of reinforcement due to the addition of shear walls in the direction x. The most significant decrease occurred in K1 column reinforcement from 12 D-19 to 12 D-16, beam B1 for support area from 5 D-19 to 6 D16 and for field area from 4 D-19 to 4 D-16. From the results of this planning can be used as a consideration in the construction of the next building for the use of shear walls in the structure.*

**Keywords :** Shear Wall, Drift, Spectrum Response

## 1. PENDAHULUAN

Bangunan tinggi biasanya dibuat untuk kebutuhan hunian atau ekonomi. Menghitung struktur gedung tinggi tidak sama dengan menghitung gedung yang tidak tinggi. Untuk struktur gedung tinggi, stabilitas dan kemampuan struktur menahan gaya lateral akibat beban angin atau gempa bumi harus diperhatikan, dikarnakan akibat dari gaya lateral tersebut struktur akan

mengalami deformasi dan simpangan yang dapat menyebabkan keruntuhan pada struktur (Juwana, 2005).

Pada perencanaan suatu struktur gedung tinggi, deformasi dan simpangan akibat gaya lateral sangat penting untuk diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan tinggi, semakin tinggi bangunan maka semakin besar pula gaya lateralnya. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh elemen struktur dan simpangan pada struktur akibat dari penambahan elemen struktur dinding geser, sehingga dapat diketahui efisiensi penggunaan dinding geser pada bangunan tingkat tinggi. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan gedung dengan menggunakan dinding geser

Dinding geser adalah slab beton bertulang yang dipasang dalam posisi vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur (Effendi et al., 2017). Fungsi dinding geser dalam suatu struktur bertingkat juga penting untuk menopang lantai pada struktur dan memastikannya tidak runtuh ketika terjadi gaya lateral akibat gempa dan angin (Hanif & Buwono, 2014). Struktur beton bertulang tahan gempa pada umumnya direncanakan dengan mengaplikasikan konsep daktilitas, dengan konsep ini struktur tidak lagi perlu direncanakan agar tetap dalam batas elastis saat memikul beban gempa terbesar yang diramalkan mungkin terjadi (Gusra et al., 2023). Suatu taraf pembebanan dengan faktor reduksi terhadap beban gempa maksimum dapat dipakai sebagai beban gempa rencana, sehingga struktur dapat didesain lebih ekonomis (Gusra et al., 2023).

Dinding geser memberi bangunan kekakuan yang lebih tinggi daripada bangunan yang tidak direncanakan menggunakan dinding geser (Andalas et al., 2016; Kalangi et al., 2021). Kekakuan bangunan yang lebih besar akan mempengaruhi simpangan struktur. Simpangan terjadi penurunan pada arah X sebesar 41.52% dan arah Y berkurang sebesar 10.36%. Untuk simpangan ultimit, simpangan arah X mengalami penurunan sebesar 30.89% sedangkan untuk arah Y mengalami peningkatan sebesar 5.94% (Hanif & Buwono, 2014). Disisi lain, perilaku keruntuhan portal dengan adanya dinding geser/pengisi dipengaruhi oleh elemen porta dan dinding geser (Dewobro, 2005).

Bentuk dinding geser memberikan pengaruh terhadap kapasitas dan luas tulangan (Wiryadi & Sudarsana, 2019). Disisi lain, penempatan dinding geser dalam sangat penting untuk menentukan lokasi yang efisien merespon beban gempa sangat berpengaruh terhadap perilaku struktur gedung bertingkat, ketika penempatan dinding geser sudah berada di letak yang cocok dan strategis, dinding tersebut secara ekonomis akan dapat untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang terjadi (Fadillah, 2019; Usmat I et al., 2019) Penempatan letak dinding geser dalam struktur bangunan pada sisi gedung paling pinggir menghasilkan kekakuan struktur yang lebih besar dibandingkan apabila diletakkan di dalam struktur, hasil ini diperoleh berdasarkan 7 jenis uji model penempatan dinding geser dalam bangunan 12 lantai (Andalas et al., 2016).

Bangunan gedung Hotel Asher Bali Transit Kuta merupakan bangunan yang digunakan untuk objek studi dengan tinggi bangunan sebesar 15 m (4 lantai). Perencanaan dilakukan modifikasi dengan menambahkan elemen struktur berupa dinding geser pada sisi bangunan sebagai pengaku struktur untuk menahan beban gempa.

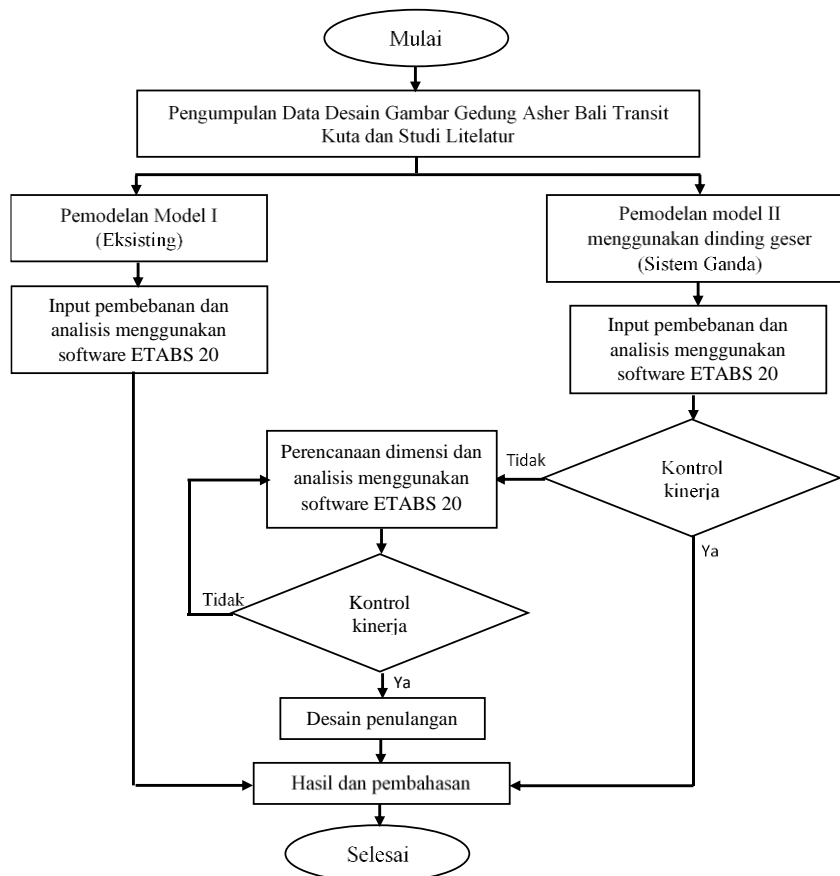
## 2. METODE

Struktur beton bertulang tahan gempa pada gedung-gedung tinggi perlu diperkuat dengan sistem pengaku supaya mampu menahan gaya lateral untuk deformasi yang disebabkan oleh gaya horizontal (Syah, 2016). Pengaku pada struktur yang umum digunakan pada bangunan tinggi adalah dinding geser (Batu et al., 2016; Hutahaean & Aswandy, 2016).

### 2.1 Alur Perencanaan

Secara umum alur perencanaan dapat dilihat pada Gambar 1. Adapun langkah-langkah perencanaan sebagai berikut:

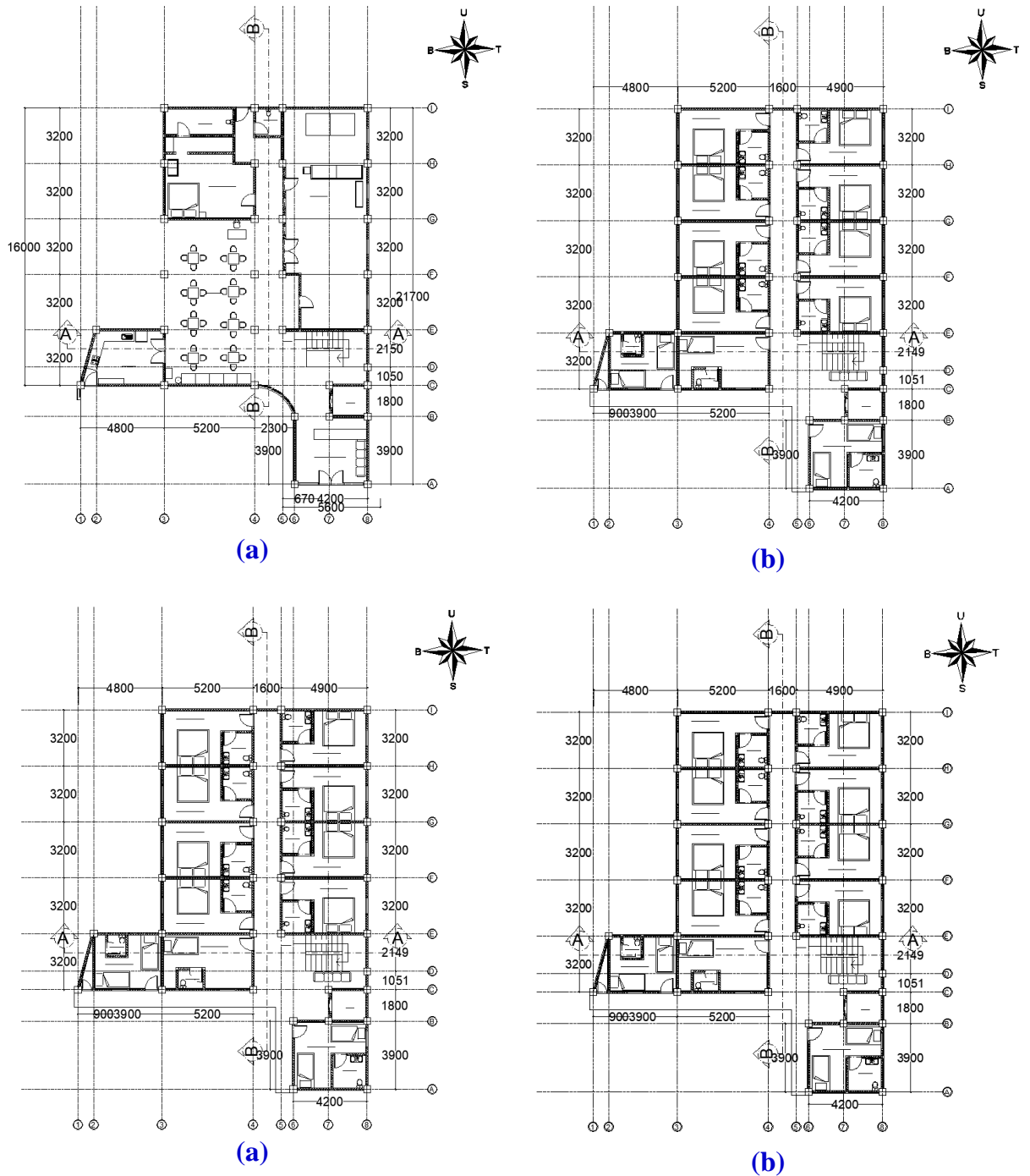
1. Pengumpulan data Gedung Hotel Asher Bali Transit Kuta dan studi litelatur.
2. Pemodelan struktur gedung model 1 (Eksisting) menggunakan software ETABS 20.
3. Penginputan pembebanan dan analisis struktur menggunakan ETABS 20 untuk model 1.
4. Pemodelan struktur gedung model 2 menggunakan dinding geser (Sistem Ganda) menggunakan software ETABS 20.
5. Penginputan pembebanan dan analisis struktur menggunakan ETABS 20 untuk model 2.
6. Kontrol kinerja struktur, jika aman (ya) dilanjutkan ke langkah 9 dan jika tidak aman (tidak) dilanjutkan ke langkah selanjutnya.
7. Perencanaan dimensi dan analisis struktur menggunakan software ETABS 20.
8. Kontrol kinerja struktur, jika aman (ya) dilanjutkan ke langkah selanjutnya dan jika tidak aman (tidak) kembali ke langkah 7.
9. Desain penulangan struktur.
10. Pembahasan dan hasil dengan penarikan kesimpulan



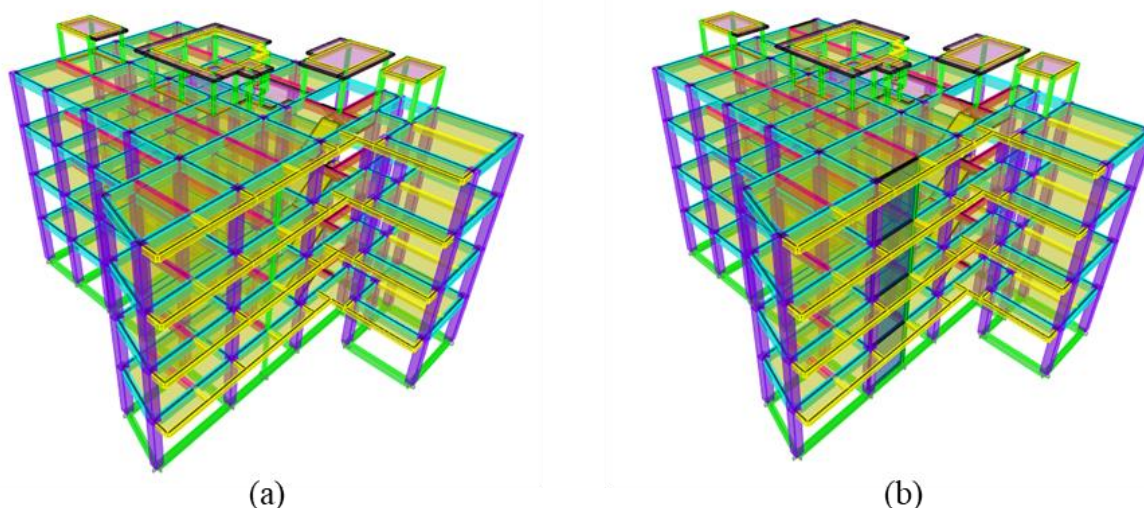
Gambar 1. Alur perencanaan

## 2.2 Pemodelan

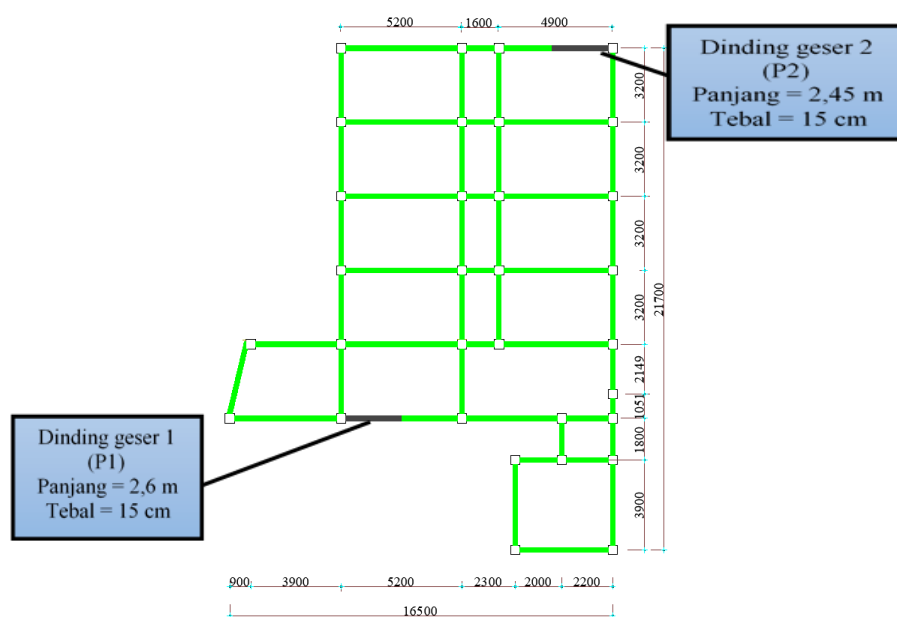
Pemodelan struktur direncanakan dengan dua model yaitu model 1 (model eksisting) dan model 2 (model sistem ganda). Denah gedung yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan pemodelan 3D struktur existing dan struktur model sistem ganda dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 4 menunjukkan denah penempatan dinding geser P1 dan P2 pada model sistem ganda.



Gambar 2. Denah perencanaan: (a) lantai 1, (b) lantai 2, (c) lantai 3, dan (d) lantai 4



**Gambar 3.** Pemodelan struktur 3D: (a) model eksisting, (b) model sistem ganda



**Gambar 4.** Perletakan dinding geser P1 pada portal

Spesifikasi struktur beton bertulang yang digunakan sama yaitu mutu beton 30 MPa, mutu baja ( $f_y$ ) tulangan longitudinal 420 MPa, mutu baja ( $f_y$ ) tulangan transversal 280 MPa, mutu baja ( $f_y$ ) tulangan lentur 420 MPa, dan mutu baja ( $f_y$ ) tulangan geser 280 MPa. Untuk bagian dimensi struktur atas dijelaskan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pemodelan dimensi struktur

Bagian	Dimensi	Warna pemodelan
Balok B1	45 cm x 25 cm	Biru muda
Balok B2	40 cm x 20 cm	Merah
Balok B3	25 cm x 15 cm	Kuning
Kolom K1	40 cm x 40 cm	Ungu
Sloof S1	45 cm x 20 cm	Hijau
Lantai $t = 12$ cm	-	Kuning
Lantai $t = 10$ cm	-	Pink
Dinding geser	$t = 15$ cm	Biru

## 2.3 Pembebanan

Perencanaan pembebanan pada struktur digunakan pembebanan beban mati, beban hidup, dan untuk beban lateral digunakan beban gempa.

### 2.3.1 Beban mati

Beban mati ditambahkan berdasarkan keadaan bangunan dan kebutuhan struktur, contoh beban mati seperti keramik, dinding nonstruktural, mekanikal elektrikal dan elemen lainnya.

1. Beban pelat lantai =  $0.824 \text{ kN/m}^2$
2. Beban pelat lift =  $5 \text{ kN/m}^2$
3. Beban dinding tinggi 3.18 m =  $7.95 \text{ kN/m}^2$

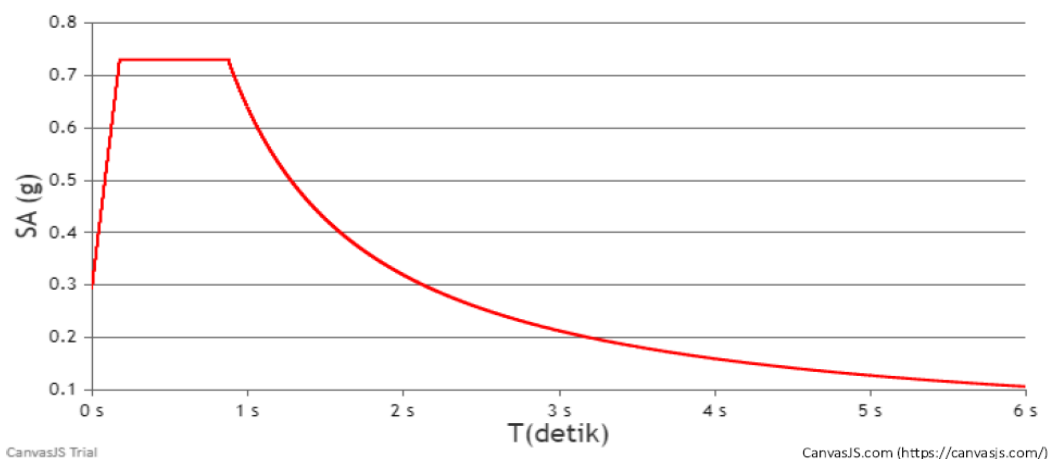
### 2.3.2 Beban hidup

Besar beban hidup tergantung dari fungsi ruangan leh karena itu beban hidup dapat di tampilkan berdasarkan SNI 03- 1727-2020 (BSN, 2020).

1. Ruang tidur =  $1.92 \text{ kN/m}^2$
2. Balkon dan dek =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
3. Atap dak =  $0.96 \text{ kN/m}^2$
4. Koridor ruang publik =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
5. Beban hidup lift =  $10 \text{ kN/m}^2$
6. Tangga dan bordes =  $3 \text{ kN/m}^2$

### 2.3.3 Beban gempa

Untuk beban gempa dan batasan perencanaan struktur tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2019 (BSN, 2019) dengan respon spektrum desain diambil dari aplikasi Spektrum Respon Desain Indonesia 2021. Berdasarkan hasil analisis Spektrum Desain didapat data respon spektrum untuk daerah tuban, kuta untuk spesifikasi tanah lunak (SE)  $SDS = 0.73$ ,  $SD1 = 0.64$ ,  $T0 = 0.29$ ,  $TS = 0.73$  dan didapat grafik respon spektrum seperti pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Respon spektrum untuk daerah Tuban, Kuta

Sumber: (Kementerian PUPR, 2021)

## 2.4 Beban Kombinasi

Kombinasi pembebanan yang digunakan untuk perhitungan berdasarkan ketentuan yang ditetapkan dalam SNI 1726:2019 tentang standar perencanaan bangunan tahan gempa, untuk desain struktur atas digunakan pembebanan metode *ultimate* sesuai pada Tabel 2 dan untuk desain struktur bawah digunakan pembebanan metode tegangan izin sesuai pada Tabel 3. Kombinasi maksimum memiliki tipe kombinasi yang lain yaitu kombinasi dengan tipe linear

add, sementara kombinasi maksimum adalah kombinasi dengan tipe envelope. Tipe kombinasi ini tidak bersifat menjumlahkan beban seperti halnya tipe kombinasi linear add, namun tipe ini berfungsi untuk mencari nilai gaya maksimum dan minimum dari beban yang bergerak (dimana pada beban bergerak, beban maksimum dan minimum pada suatu batang maupun joint tergantung dari posisi bebannya).

**Tabel 2.** Pembebanan metode *ultimate*

Kombinasi	Beban mati (DL)	Beban hidup (LL)	Gempa X (EX)	Gempa Y (EY)
Kombinasi 1	1.4	0	0	0
Kombinasi 2	1.2	1.6	0	0
Kombinasi 3	1.346	1	0.39	1.3
Kombinasi 4	1.346	1	-0.39	1.3
Kombinasi 5	1.346	1	0.39	-1.3
Kombinasi 6	1.346	1	-0.39	-1.3
Kombinasi 7	1.346	1	1.3	0.39
Kombinasi 8	1.346	1	-1.3	0.39
Kombinasi 9	1.346	1	1.3	-0.39
Kombinasi 10	1.346	1	-1.3	-0.39
Kombinasi 11	1.046	0	0.39	1.3
Kombinasi 12	1.046	0	-0.39	1.3
Kombinasi 13	1.046	0	0.39	-1.3
Kombinasi 14	1.046	0	-0.39	-1.3
Kombinasi 15	1.046	0	1.3	0.39
Kombinasi 16	1.046	0	-1.3	0.39
Kombinasi 17	1.046	0	1.3	-0.39
Kombinasi 18	1.046	0	-1.3	-0.39
Kombinasi Maksimum <i>Envelope</i>	Nilai <i>absolute</i> dari seluruh kombinasi			

Sumber: (BSN, 2019)

## 2.5 Syarat Ragam pada model struktur

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1, Analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100 % dari massa struktur.

## 2.6 Kontrol Syarat sistem ganda

Menurut SNI 1726-2019 Pasal 7.2.5.1 bahwa SRPM harus memikul minimum 25% dari beban geser nominal total yang bekerja pada struktur bangunan. Maka harus diperiksa persentase antara base shears yang dihasilkan oleh SRPM dan shearwall dari masing-masing kombinasi pembebanan gempa dengan menjumlah reaksi perletakan SRPM dan reaksi perletakan *shearwall* untuk kombinasi pembebanan gempa, kemudian dibandingkan persentasenya.

## 2.7 Syarat Simpangan Antar

Dari nilai perpindahan elastis ( $\delta_{ei}$ ) yang diperoleh dari program ETABS v20.2, maka dapat dilakukan perhitungan kontrol simpangan antar lantai pada arah X dan arah Y. Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.12.1.1 bahwa simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi  $\Delta_{\alpha} / \rho$   $\Delta_{\alpha} / \rho$  untuk semua tingkat.

$$\Delta < \Delta_a / \rho \quad (1)$$

$$\frac{(\delta_2 - \delta_1)C_d}{I_e} < 0.02h_x / \rho \quad (2)$$

**Tabel 3.** Pembebanan metode tegangan ijin

Kombinasi	Beban mati (DL)	Beban hidup (LL)	Gempa X (EX)	Gempa Y (EY)
Kombinasi 1	1	0	0	0
Kombinasi 2	1	1	0	0
Kombinasi 3	1.102	0	0.273	0.91
Kombinasi 4	1.102	0	-0.273	0.91
Kombinasi 5	1.102	0	0.273	-0.91
Kombinasi 6	1.102	0	-0.273	-0.91
Kombinasi 7	1.102	0	0.91	0.273
Kombinasi 8	1.102	0	-0.91	0.273
Kombinasi 9	1.102	0	0.91	-0.273
Kombinasi 10	1.102	0	-0.91	-0.273
Kombinasi 11	1.077	0.75	0.205	0.683
Kombinasi 12	1.077	0.75	-0.205	0.683
Kombinasi 13	1.077	0.75	0.205	-0.683
Kombinasi 14	1.077	0.75	-0.205	-0.683
Kombinasi 15	1.077	0.75	0.683	0.205
Kombinasi 16	1.077	0.75	-0.683	0.205
Kombinasi 17	1.077	0.75	0.683	-0.205
Kombinasi 18	1.077	0.75	-0.683	-0.205
Kombinasi 19	0.498	0	0.273	0.91
Kombinasi 20	0.498	0	-0.273	0.91
Kombinasi 21	0.498	0	0.273	-0.91
Kombinasi 22	0.498	0	-0.273	-0.91
Kombinasi 23	0.498	0	0.91	0.273
Kombinasi 24	0.498	0	-0.91	0.273
Kombinasi 25	0.498	0	0.91	-0.273
Kombinasi 26	0.498	0	-0.91	-0.273
Kombinasi Maksimum <i>Envelope</i>		Nilai <i>absolute</i> dari seluruh kombinasi		

Sumber: (BSN, 2019)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pemeriksaan Jumlah Ragam

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1, Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100 % dari massa struktur. Untuk hasil output ETABS v20.2 ditunjukkan pada Gambar 6. Dari hasil output ETABS v20.2, untuk model 1 dan 2 pada mode ke-12 bahwa nilai dari partisipasi massa ragam



terkombinasi sudah mencapai 100% dari massa struktur, maka jumlah ragam yang digunakan adalah 12 mode dan tidak perlu dilakukan penambahan mode.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0,61	0,719	0,0397	0	0,719	0,0397	0	0,0151
Modal	2	0,584	0,115	0,46	0	0,834	0,4997	0	0,1766
Modal	3	0,512	0,0104	0,3541	0	0,8444	0,8537	0	0,1505
Modal	4	0,198	0,0963	0,0044	0	0,9407	0,8581	0	0,0238
Modal	5	0,19	0,0126	0,0652	0	0,9533	0,9233	0	0,3514
Modal	6	0,168	0,002	0,0353	0	0,9553	0,9586	0	0,201
Modal	7	0,115	0,0258	0,0039	0	0,9812	0,9625	0	0,0055
Modal	8	0,111	0,0089	0,0205	0	0,99	0,9829	0	0,0308
Modal	9	0,099	0,0013	0,0095	0	0,9914	0,9925	0	0,0142
Modal	10	0,086	0,0047	0,0017	0	0,9961	0,9941	0	0,0069
Modal	11	0,083	0,0034	0,0042	0	0,9995	0,9983	0	0,0168
Modal	12	0,075	0,0005	0,0017	0	1	1	0	0,0073

(a)

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0,553	0,0001	0,8451	0	0,0001	0,8451	0	0,3355
Modal	2	0,407	0,7265	0,0009	0	0,7265	0,846	0	0,0005
Modal	3	0,356	0,0372	0,0079	0	0,7638	0,8539	0	0,003
Modal	4	0,182	0	0,1043	0	0,7638	0,9582	0	0,5771
Modal	5	0,113	0,1431	4,745E-05	0	0,9069	0,9582	0	0,0004
Modal	6	0,107	1,587E-05	0,0341	0	0,9069	0,9923	0	0,0515
Modal	7	0,097	0,0265	0,0001	0	0,9334	0,9924	0	0,0006
Modal	8	0,081	0	0,0076	0	0,9334	1	0	0,0313
Modal	9	0,056	0,0415	1,317E-05	0	0,9749	1	0	1,955E-05
Modal	10	0,047	0,0132	1,622E-05	0	0,988	1	0	2,876E-05
Modal	11	0,039	0,0086	1,88E-06	0	0,9967	1	0	8,524E-06
Modal	12	0,033	0,0033	2,374E-06	0	1	1	0	9,666E-06

(b)

**Gambar 6.** (a) *Modal participating mass ratios* model 1/ model eksisting;  
 (b) *Modal participating mass ratios* model 2/ model sistem ganda

### 3.2 Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan perhitungan simpangan dari Model Eksisting yang dibandingkan dengan simpangan ijin sudah memenuhi syarat dari SNI 1726:2019 Pasal 12.5.6. Dari hasil analisis kontrol simpangan pada model 1 didapat simpangan terbesar terjadi pada lantai 2 dengan besar nilai simpangan untuk arah X 38.968 mm dan arah Y 32.808 mm. Hasil perhitungan batas simpangan antar lantai pada model eksisting di rekap pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Kontrol simpangan antar lantai model 1 (model eksisting)

Lantai	Defleksi		h (mm)	Simpangan		Batas Simpangan	Cek
	$\delta e_x$ (mm)	$\delta e_y$ (mm)		$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)		
4	20.900	17.464	3130	15.923	12.716	48.154	OK
3	18.005	15.152	3180	29.772	24.640	48.923	OK
2	12.592	10.672	3180	38.968	32.808	48.923	OK
1	5.507	4.707	3180	30.289	25.889	48.923	OK

Berdasarkan perhitungan simpangan dari Model Sistem Ganda yang dibandingkan dengan simpangan ijin sudah memenuhi syarat dari SNI 1726:2019 Pasal 12.5.6. Dari hasil analisis kontrol simpangan pada model 2 didapat simpangan terbesar untuk sumbu X terjadi pada lantai 3 dengan besar nilai simpangan 11,534 mm dan simpangan terbesar untuk sumbu Y terjadi pada lantai 2 dengan besar nilai simpangan 24,717 mm. Hasil perhitungan batas simpangan antar lantai pada model eksisting di rekap pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kontrol simpangan antar lantai model 2 (model sistem ganda)

Lantai	Defleksi		h (mm)	Simpangan		Batas Simpangan	Cek
	$\delta e_x$ (mm)	$\delta e_y$ (mm)		$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)		
4	6.919	13.462	3130	10.148	10.797	48.154	OK
3	5.074	11.499	3180	11.534	19.250	48.923	OK
2	2.977	7.999	3180	10.692	24.717	48.923	OK
1	1.033	3.505	3180	5.682	19.278	48.923	OK

Berdasarkan hasil output analisis simpangan model eksisting dan model sistem ganda disimpulkan perbandingan besar simpangan antara kedua model ditampilkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Perbandingan simpangan antar tingkat pada model eksisting dengan model sistem ganda

Lantai	Simpangan Model Eksisting		Simpangan Model Sistem Ganda		Penurunan Simpangan		Batas Simpangan
	$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)	$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)	$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)	
4	15.923	12.716	10.148	10.797	36.27%	15.10%	48.154
3	29.772	24.640	11.534	19.250	61.26%	21.88%	48.923
2	38.968	32.808	10.692	24.717	72.56%	24.66%	48.923
1	30.289	25.889	5.682	19.278	81.24%	25.54%	48.923

Dari hasil analisis simpangan pada kedua model dapat disimpulkan bahwa simpangan antar lantai terjadi penurunan akibat penambahan dinding geser pada arah x. Penurunan simpangan terbesar terjadi untuk sumbu X terjadi penurunan simpangan sebesar 81.24% pada lantai 1 dan untuk sumbu Y terjadi penurunan simpangan sebesar 25.54% pada lantai 1.

### 3.3. Penulangan Struktur

Hasil analisis dari penulangan struktur pada kedua model ditampilkan pada Tabel 7 untuk model eksisting dan Tabel 8 untuk model sistem ganda. Dari hasil analisis penulangan struktur pada kedua model dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan penggunaan tulangan akibat penambahan dinding geser pada arah x. Penurunan paling signifikan terjadi pada tulangan

kolom K1 dari 12 D-19 menjadi 12 D-16. balok B1 untuk daerah tumpuan dari 5 D-19 menjadi 6 D-16 dan untuk daerah lapangan dari 4 D-19 menjadi 4 D-16.

**Tabel 7.** Rekapitulasi penulangan struktur model eksisting

Model struktur	Dimensi	Desain momen	Tulangan Longitudinal	Tulangan Transversal
Kolom K1	40 cm x 40 cm	-	12 D19	Ø10 - 100
Balok B1	45 cm x 25 cm	Tumpuan	5 D19	Ø10 – 80
		Lapangan	4 D19	Ø10 – 100
Balok B2	40 cm x 20 cm	Tumpuan	5 D16	Ø10 – 80
		Lapangan	4 D16	Ø10 – 100
Balok B3	25 cm x 15 cm	Tumpuan	4 D16	Ø10 – 100
		Lapangan	3 D16	Ø10 – 100
Sloof S1	40 cm x 25 cm	Tumpuan	3 D16	Ø10 – 100
		Lapangan	3 D16	Ø10 – 100
Pelat Pl 1	Tebal 12 cm	Tumpuan X	Ø10 – 100	-
		Lapangan X	Ø10 – 100	-
		Tumpuan Y	Ø10 – 100	-
		Lapangan Y	Ø10 – 100	-
Pelat Pl 2	Tebal 10 cm	Tumpuan X	Ø10 – 100	-
		Lapangan X	Ø10 – 100	-
		Tumpuan Y	Ø10 – 100	-
		Lapangan Y	Ø10 – 100	-

**Tabel 8.** Tabel rekapitulasi penulangan struktur model sistem ganda

Model struktur	Dimensi	Desain momen	Tulangan Longitudinal	Tulangan Transversal
Kolom K1	40 cm x 40 cm	-	12 D16	Ø10 - 150
Balok B1	45 cm x 25 cm	Tumpuan	6 D16	Ø10 – 80
		Lapangan	4 D16	Ø10 – 100
Balok B2	40 cm x 20 cm	Tumpuan	4 D16	Ø10 – 80
		Lapangan	3 D16	Ø10 – 100
Balok B3	25 cm x 15 cm	Tumpuan	2 D16	Ø10 – 100
		Lapangan	2 D16	Ø10 – 100
Sloof S1	40 cm x 25 cm	Tumpuan	2 D16	Ø10 – 100
		Lapangan	2 D16	Ø10 – 100
Pelat Pl 1	Tebal 12 cm	Tumpuan X	Ø10 – 80	-
		Lapangan X	Ø10 – 120	-
		Tumpuan Y	Ø10 – 60	-
		Lapangan Y	Ø10 – 80	-
Pelat Pl 2	Tebal 10 cm	Tumpuan X	Ø10 – 100	-
		Lapangan X	Ø10 – 100	-
		Tumpuan Y	Ø10 – 100	-
		Lapangan Y	Ø10 – 100	-

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis maka dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain:

1. Hasil desain penulangan pelat. balok. kolom. dinding geser. pondasi tiang pancang. dan sloof pada sistem ganda.
  - a. Untuk desain penulangan pelat lantai dengan ketebalan 120 mm didapat tulangan tumpuan x. tumpuan y. lapangan x. dan lapangan y secara berturut-turut adalah  $\text{Ø}12@120$ ;  $\text{Ø}12@80$ ;  $\text{Ø}12-170$ ;  $\text{Ø}12@120$
  - b. Untuk desain penulangan pada balok B1 (45 cm x 25 cm) pada bagian tumpuan digunakan tulangan lentur 6 D-16 dan tulangan geser  $\text{Ø}10-80$ . sedangkan bagian lapangan digunakan tulangan lentur 4 D-16 dan tulangan geser  $\text{Ø}10@100$ .
  - c. Pada desain penulangan kolom K1 (40 cm x 40 cm) didapatkan untuk tulangan longitudinal 12 D-16 dan tulangan transversal  $\text{Ø}12@150$ .
  - d. Desain penulangan untuk dinding geser P1 dengan lebar 2600 mm. tinggi 3180 mm dan tebal 150 mm adalah 2 D-13@200.
  - e. Untuk penulangan pondasi tiang pancang Pt 1 didapatkan tulangan yang digunakan adalah D16-120
  - f. Untuk desain penulangan pada sloof S1 (45 cm x 20 cm) pada bagian tumpuan digunakan tulangan lentur 2 D16 dan tulangan geser  $\text{Ø}10-100$ . sedangkan bagian lapangan digunakan tulangan lentur 2 D-16 dan tulangan geser  $\text{Ø}10@100$ .
2. Hasil analisis simpangan akibat penambahan elemen struktur khusus berupa dinding geser pada sumbu x mengakibatkan penurunan simpangan antar lantai. untuk penurunan simpangan terbesar terjadi pada sumbu X di lantai 1 sebesar 81.24% dengan nilai awal simpangan sebelum penambahan dinding geser 30.289 mm dan kemudian menjadi 5.682 mm setelah ditambahnya dinding geser

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Andalas, G., Suyadi, & Husni, H. R. (2016). Analisis Layout Shearwall Terhadap Perilaku Struktur Gedung. *JRSDD (Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain)*, 1(1), 491–502.
- Batu, M. L., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2016). Efisiensi Penggunaan Dinding Geser Untuk Mereduksi Efek Torsi Pada Bangunan Yang Tidak Beraturan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(1), 29–35.
- BSN. (2019). *SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2020). *SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standardisasi Nasional.
- Dewobro, W. (2005). Analisa Inelastis Portal - Dinding Pengisi dengan "Equivalent Diagonal Strut." *Jurnal Teknik Sipil*, 12(4).
- Effendi, F., Wesli, W., Chandra, Y., & Akbar, S. J. (2017). Studi Penempatan Dinding Geser Terhadap Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung. *Teras Jurnal*, 7(2), 274. <https://doi.org/10.29103/tj.v7i2.133>
- Fadillah, A. (2019). *Pengaruh Variasi Tata Letak Dinding Geser Pada Bangunan Beton Bertulang Dengan Analisa Pushover Pada Gedung Kampus UINSU Medan*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Gusra, M. H., Haris, S., & Kurniawan, R. (2023). Pengaruh Posisi Dinding Geser Terhadap Kinerja Struktur Gedung Tak Beraturan Akibat Beban Gempa. *CIVED (Journal of Civil*

- Engineering and Vocational Education*), 10(2), 639–647.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.24036/cived.v10i2.123470>
- Hanif, B. Al, & Buwono, H. K. (2014). Analisis Pengaruh Shear Wall terhadap Simpangan Struktur Gedung Akibat Gempa Dinamis. *Konstruksia*, 5(2), 79–101.
- Hutahaean, S. G., & Aswandy. (2016). Kajian Pemakaian Shear Wall dan Bracing pada Gedung Bertingkat. *Reka Racana (Jurnal Online Institut Teknologi Nasional)*, 2(4), 100–111.
- Juwana, J. S. (2005). *Panduan sistem bangunan tinggi: untuk arsitek dan praktisi bangunan*. Erlangga.
- Kalangi, H. T., Tanijaya, J., & Thetrawan, M. (2021). Analisis Pengaruh Penempatan Dinding Geser terhadap Perilaku Dinamik Struktur Bangunan. *Prosiding Seminar Nasional Riset Dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) 2021*, 1–14.
- Kementerian PUPR. (2021). *Desain Spektra Indonesia*. <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- Syah, A. R. (2016). *Analisis Perencanaan Dinding Geser dengan Metode Strut and Tie Model (Studi Kasus Gedung Teknologi Informatika Politeknik Negeri Jember)*. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Usmat I, N. A., Imran, I., & Sultan, M. A. (2019). Analisa Letak Dinding Geser (Shear Wall) terhadap Perilaku Struktur Gedung Akibat Beban Gempa. *TECHNO: JURNAL PENELITIAN*, 8(2), 297. <https://doi.org/10.33387/tk.v8i2.1327>
- Wiryadi, I. G. G., & Sudarsana, I. K. (2019). Analisis Pengaruh Bentuk Dinding Geser Beton Bertulang terhadap Kapasitas dan Luas Tulangan. *Jurnal Spektran*, 7(2), 187–194.