

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG GUESTWING 1 THE RITZ CARLTON HOTTEL DENGAN SISTEM GANDA

**I Made Anggi Prasetya¹, I Putu Ellsa Sarasantika², Cokorda Agung Yujana³, I Wayan
Gde Erick Triswandana⁴, I Putu Deny Surastika Aditama⁵**

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Warmadewa

Email: *anggiprasetya201@gmail.com, iputuellsas@gmail.com, cokyujana@gmail.com,*
ericktriswandana@gmail.com, deny.aditama@warmadewa.ac.id

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

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, dapat menambah kekakuan struktur gedung dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur bangunan dan gaya lateral pada struktur tidak sepenuhnya akan diterima oleh struktur rangka yang akan mengakibatkan terjadinya penurunan simpangan. Gedung Guestwing 1 The Ritz Carlton Hottel yang bertempat di Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali. Bangunan ini memiliki tinggi 20,2 m yang terdiri dari 6 lantai. Perencanaan dilakukan dengan 2 model yaitu: a) Pemodelan Eksisting SRPMK, b) Model Sistem Ganda. Spesifikasi material dan pembebanan adalah sama, hanya saja berbeda pada penambahan dinding geser dan pengecilan dimensi pada bangunan gedung. Berdasarkan dari hasil analisa pada kedua model didapat nilai simpangan antar lantai terbesar pada model eksisting adalah $X=52,014$ mm; $Y=47,960$ mm dan untuk model sistem ganda adalah $X=26,268$ mm; $Y=32,923$ mm. Dari hasil analisis simpangan pada kedua model dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan dinding geser terjadi penurunan simpangan sebesar 62% untuk arah X dan 47% untuk arah Y. Kebutuhan dimensi dari 6680,12 ton menjadi 6218 ton, yaitu mengalami penurunan sebesar 6,9%, dan kebutuhan tulangan dari 141,08 ton menjadi 153,57 ton yaitu mengalami peningkatan jumlah tulangan sebesar 8,1% dengan penambahan dinding geser. Dari hasil perencanaan ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan Pembangunan gedung selanjutnya untuk penggunaan dinding geser pada struktur.

Kata kunci : Komparasi, Dinding Geser, Simpangan, Sistem Ganda

ABSTRACT

When planning a tall building structure, the deviation due to lateral forces is very important to be taken into account 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. With the shear wall, it can increase the stiffness of the building structure and absorb large shear forces along with the higher the building structure and the lateral force on the structure will not be fully accepted by the frame structure which will result in a decrease in deviation. Guestwing 1 The Ritz Carlton Hottel building located in South Kuta District, Badung Regency, Bali. This building has a height of 20.2 m consisting of 6 floors. Planning is done with 2 models namely: a) SRPMK Existing Modeling, b) Dual System Model. Material specifications and loading are the same, it is only different in the addition of shear walls and reducing the dimensions of the building. Based on the results of the analysis of the two models, the largest inter-storey deviation value in the existing model is $X = 52.014$ mm; $Y = 47.960$ mm and for the dual system model is $X = 26.268$ mm; $Y = 32.923$ mm. From the results of the deviation analysis on both models, it can be concluded that with the addition of shear walls there is a decrease in deviation of 62% for the X direction and 47% for the Y direction. Dimensional requirements from 6680.12 tons to 6218 tons, which is a decrease of 6.9%, and reinforcement requirements from 141.08 tons to 153.57 tons, which is an increase in the amount of reinforcement by 8.1% with the addition of shear walls. From the results of this planning can be used as a consideration for the construction of the next building for the use of shear walls in the structure.

Keywords: Comparison, Shear Wall, Drift, Dual System

1. PENDAHULUAN

Dunia Konstruksi di Indonesia telah mengalami perkembangan yang cukup pesat, terutama pada pembangunan gedung bertingkat tinggi. Negara Indonesia terletak pada ring of fire sehingga

wilayah di negara Indonesia sering mengalami gempa bumi, letusan gunung berapi, dan dapat menimbulkan bencana tsunami. Tinggi atau rendahnya suatu bangunan berkaitan erat dengan masalah sistem pembebanan lateral. Semakin tinggi suatu bangunan, maka sistem pembebanan lateral yang berupa beban angin dan beban gempa akan semakin besar pula (Baker dkk., 2008; I. P. Ellsa Sarassantika & Putra, 2020; I. Putu Ellsa Sarassantika dkk., 2023; I Putu Ellsa Sarassantika & Hsu, 2023; Simbolon dkk., 2023). 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 (Andreasnata dkk., 2022; I Putu Ellsa Sarassantika & Hsu, 2023; S. Tampubolon, 2021; S. P. Tampubolon, 2023; S. P. Tampubolon dkk., 2022). 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 (*shear wall*) adalah dinding beton struktural yang dapat memikul beban gravitasi maupun beban lateral yang bekerja pada suatu struktur gedung (Takewaki, 2017; S. P. Tampubolon dkk., 2018). Sebuah dinding struktural memiliki kekakuan yang lebih baik dibandingkan dengan struktur rangka pemikul momen terbuka (*open frame*) (Pradesh, 2016), sehingga pada saat memikul beban gempa, dinding struktural akan menunjukkan kinerja yang lebih baik (Setiawan, 2016). Fungsi dinding geser dalam suatu struktur bertingkat juga penting untuk menopang lantai pada struktur dan memastikannya tidak runtuh ketika terjadi gaya lateral akibat gempa. Ketika dinding geser ditempatkan pada lokasi-lokasi tertentu yang cocok dan strategis, dinding tersebut dapat digunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horizontal yang diperlukan. Dinding geser biasanya dibuat dengan metode cor ditempat (Li dkk., 2017) dan dibuat secara pracetak di pabrik (Han dkk., 2020). 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 dkk., 2023; S. P. Tampubolon dkk., 2020). Suatu taraf pembebanan dengan faktor reduksi terhadap beban gempa maksimum dapat dipakai sebagai beban gempa rencana, sehingga struktur dapat didesain lebih ekonomis (Gusra dkk., 2023).

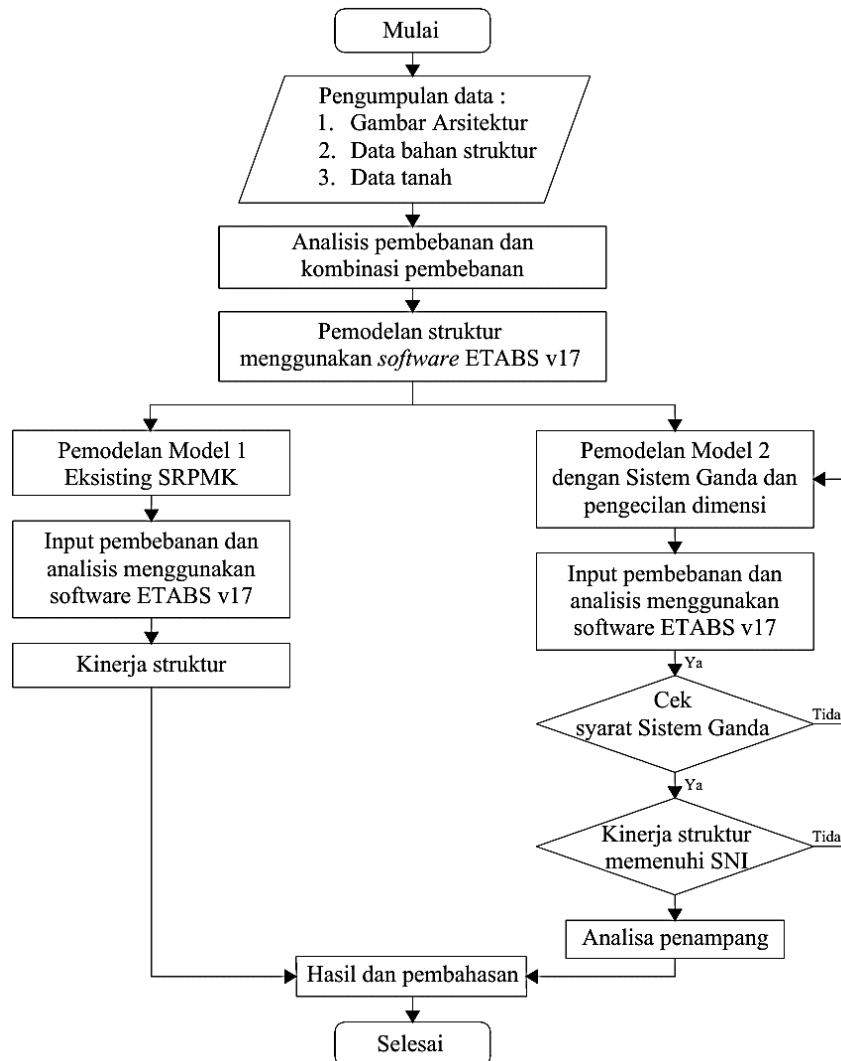
Bentuk dinding geser dapat memberi pengaruh terhadap kapasitas serta luas tulangan dari masing-masing bentuk dari dinding geser (Gegiranang & Sudarsana, 2019). Penempatan dinding geser sangat penting untuk merespon beban gempa, sangat berpengaruh terhadap perilaku struktur bangunan gedung bertingkat, ketika letak dinding geser sudah berada di tempat yang cocok dan strategis, dinding tersebut secara ekonomis dapat untuk menyediakan tahanan beban horizontal yang terjadi (Fadilah, 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 (Andalas dkk., 2016). Bangunan gedung Guestwing 1 The Ritz Carlton Hottel merupakan bangunan yang digunakan sebagai studi kasus dengan tinggi bangunan 20,2 m yang terdiri dari 6 lantai. Perencanaan dilakukan modifikasi dengan menambahkan elemen struktur berupa dinding geser (*shear wall*) pada sisi dan dalam bangunan sebagai pengaku struktur untuk menahan beban gempa.

2. METODE

Pada struktur beton bertulang tahan gempa pada gedung yang tinggi diperlukan sistem pengaku agar dapat menahan gaya lateral untuk deformasi yang disebabkan oleh gaya horizontal. Pengaku penahan gaya lateral pada struktur gedung tinggi yang umum digunakan adalah dinding geser (Batu dkk., 2016)

2.1 Alur Perencanaan

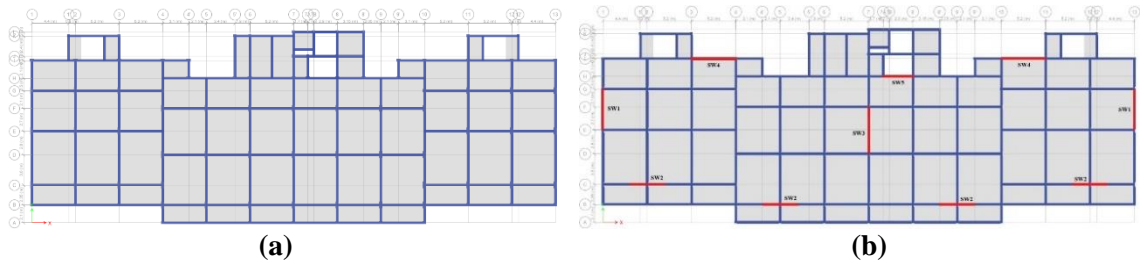
Alur perencanaan secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.



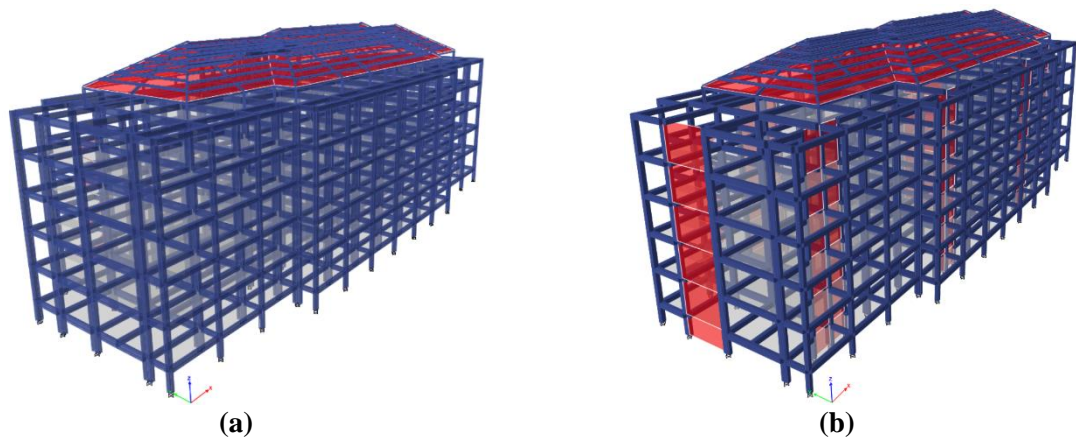
Gambar 1. Alur perencanaan

2.2. Pemodelan

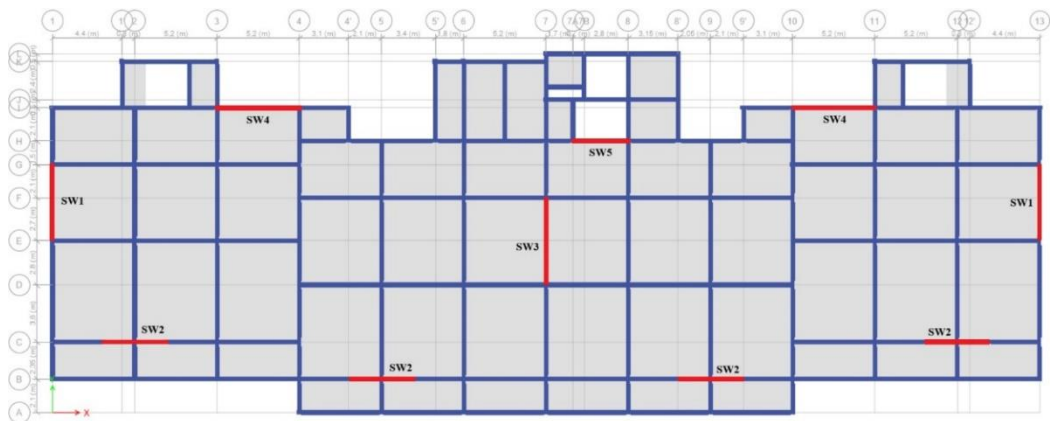
Pemodelan struktur menggunakan dua model yaitu model 1 (model eksisting) dan model 2 (model sistem ganda dan pengecilan dimensi). Denah tipikal dapat dilihat pada Gambar 2, dan pemodelan 3D struktur eksisting dan sistem ganda dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan denah penempatan dinding geser dapat dilihat pada Gambar 4 dan keterangan dinding geser seperti pada Tabel 1.



Gambar 2. Pemodelan struktur 3D: (a) model eksisting, (b) model sistem ganda



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



Gambar 4. Denah Letak Dinding Geser

Tabel 1. Keterangan dinding geser

Kode	Tebal (mm)	Panjang (mm)
SW1	150	4800
SW2	150	4000
SW3	150	5500
SW4	150	5200
SW5	150	3500

Spesifikasi beton bertulang yang digunakan sama yaitu 25 Mpa, mutu baja tulangan sirip fy 420 Mpa, mutu baja tulangan polos fy 280 Mpa. Untuk dimensi struktur dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemodelan Dimensi Struktur

Bagian	Eksisting Dimensi (mm)	Perencanaan Dimensi (mm)
Sloof TB1	200 x 400 mm	200 x 400 mm
Sloof TB2	250 x 450 mm	250 x 450 mm
Sloof TB3	250 x 550 mm	250 x 500 mm
Balok B1	250 x 450 mm	250 x 400 mm
Balok B2	250 x 450 mm	250 x 400 mm
Balok B3	250 x 450 mm	250 x 400 mm
Balok B4	250 x 550 mm	250 x 400 mm
Balok BL	200 x 400 mm	200 x 400 mm
Ring Balok RB1	250 x 450 mm	200 x 400 mm
Ring Balok RB2	250 x 450 mm	200 x 400 mm
Ring Balok RB3	250 x 450 mm	250 x 400 mm
Ring Balok RB4	250 x 550 mm	250 x 400 mm
Kolom K1	350 x 800 mm	300 x 600 mm
Kolom K2	350 x 500 mm	300 x 400 mm
Kolom K3	300 x 300 mm	300 x 300 mm
Kolom K4	350 x 600 mm	300 x 450 mm
Pelat Lantai S1	160 mm	140 mm
Pelat Lantai S2	120 mm	120 mm
Dinding Geser	-	150 mm

2.3. Pembebanan

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

2.3.1 Beban mati

Beban mati ditambahkan berdasarkan keadaan bangunan dan kebutuhan struktur, contoh beban dinding non struktural, beban mati penutup lantai, mekanikal elektrik, dan lainnya.

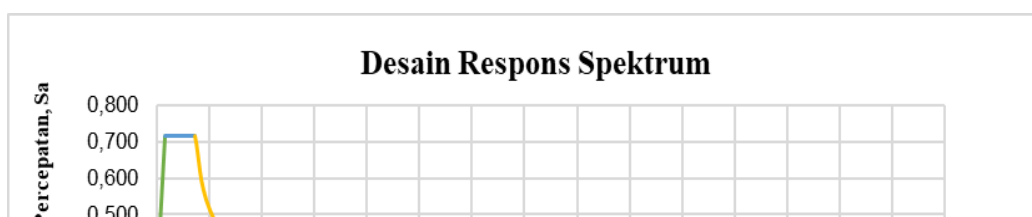
1. Beban pelat lantai = 1,399 kN/m²
2. Beban lift = 99 kN
3. Beban dinding = 3,378 kN/m²

2.3.2 Beban hidup

Besarnya beban hidup tergantung dari fungsi ruang, oleh karena itu beban hidup dapat di tampilkan berdasarkan SNI 1727:2020 (SNI 1727, 2020).

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 RSA 2019. Berdasarkan hasil analisis Spektrum Desain didapat data respon spektrum daerah Sawangan, Nusa Dua untuk spesifikasi tanah sedang (SD) SDS = 0,716, SD1 = 0,514, T0 = 0,143, TS = 0,717 dan didapat grafik respon spektrum dari hasil analisa seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Respon Spektrum
Sumber : Hasil analisa

2.4 Beban Kombinasi

Bangunan gedung dan struktur lainnya harus dirancang menggunakan ketentuan Pasal 2.3 (Kombinasi Beban untuk Desain Kekuatan) atau pasal 2.4 (Kombinasi Beban untuk Desain Tegangan Ijin) pada SNI 1727:2020 serta kombinasi dengan beban seismik disesuaikan dengan SNI 1726:2019.

2.5 Syarat Jumlah Ragam Model Struktur

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1 analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa struktur.

2.6 Syarat Simpangan Antar Lantai

Dari nilai perpindahan elastis (δ_{ei}) yang diperoleh dari program ETABS v17 (ATKINS, t.t.; Computer and Structures.Inc (CSI), 2013), maka dapat dilakukan perhitungan kontrol simpangan antar lantai pada arah X dan arah Y. Berdasarkan pasal 7.12.1.1 SNI 1726:2019 bahwa simpangan antar lantai desain (Δ) tidak boleh melebihi $\Delta_a / \rho_a / \rho$ untuk semua tingkat.

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

$$(\delta_2 - \delta_1) C_d / I_e < 0,02 h_x / \rho \quad (2)$$

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemeriksaan Jumlah Ragam

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1 analisis jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa struktur. Untuk hasil output ETABS v17 ditunjukkan pada Tabel 3, untuk model 1 sudah mencapai 98,50% sum X, 94,63% sum Y pada modal 12, dan model 2 sudah mencapai 92,20% sum X, 92,64% sum Y pada modal 45.

Tabel 3. Partisipasi Massa Struktur Model 1 dan Model 2

Case	Mode	Eksisting			Sistem Ganda		
		Period (sec)	SumUX	SumUY	Period (sec)	SumUX	SumUY
Modal	1	1,15	82,16%	0,00%	67,90%	0,00%	65,40%
Modal	2	0,938	82,16%	81,19%	60,10%	63,50%	65,41%
Modal	3	0,845	84,08%	81,24%	50,80%	64,76%	65,41%
Modal	4	0,378	93,98%	81,24%	22,20%	64,78%	71,75%
Modal	5	0,297	93,98%	92,04%	21,30%	64,90%	72,26%
Modal	6	0,273	94,02%	92,06%	19,60%	67,51%	72,49%
...
Modal	10	0,178	97,69%	94,00%	18,00%	67,92%	79,30%
Modal	11	0,163	97,81%	94,16%	...	...	...
Modal	12	0,156	98,50%	94,63%	...	...	...
...
Modal	44	...	...	...	0,053	92,20%	90,55%
Modal	45	...	...	...	0,053	92,20%	92,64%

Sumber : Hasil analisa

3.2 Kontrol Syarat Sistem Ganda

Untuk Sistem Ganda, berdasarkan pasal 7.2.5.1 SNI 1729:2019 rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25% gaya seismik desain. Tahanan gaya seismik total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser. Dilakukan analisis mengecek joint reaction pada perletakan dinding geser akibat beban gempa dinamis arah X dan arah Y.

Arah X:

$$\frac{V_x \text{ dinding geser}}{V_x \text{ dinamis}} = \frac{3143,332}{6200,846} = 0,51 \approx 51\%$$

Arah Y:

$$\frac{V_y \text{ dinding geser}}{V_y \text{ dinamis}} = \frac{4075,508}{6200,846} = 0,66 \approx 66\%$$

Maka struktur sudah memenuhi syarat dengan dinding geser menahan 51% arah X dan 66% arah Y dari total gaya seismik serta tidak melebihi 75% untuk memenuhi syarat sebagai sistem ganda.

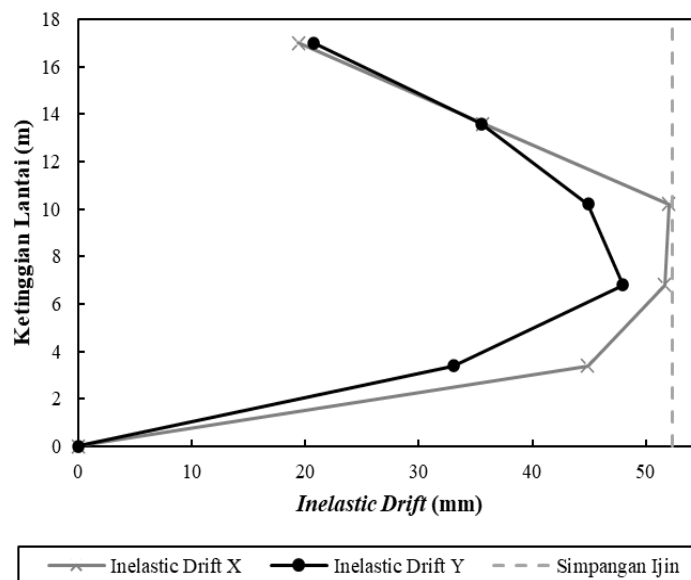
3.2 Kontrol Simpangan Antar Lantai

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 arah X terjadi pada lantai 4 dengan besar nilai simpangan 52,014 mm dan arah Y 47,960 mm pada lantai 3. Hasil perhitungan batas simpangan antar lantai pada model eksisting di rekap pada Tabel 4.

Tabel 4. Kontrol Simpangan Antar Lantai Model 1 (Model Eksisting)

Story	Displacement		Elastic Drift		h (mm)	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)	Cek
	δe_x (mm)	δe_y (mm)	δe_x (mm)	δe_y (mm)		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
6	37,003	33,111	3,523	3,767	3400	19,377	20,719	52,308	OK
5	33,480	29,344	6,477	6,455	3400	35,624	35,503	52,308	OK
4	27,003	22,889	9,457	8,164	3400	52,014	44,902	52,308	OK
3	17,546	14,725	9,387	8,720	3400	51,629	47,960	52,308	OK
2	8,159	6,005	8,159	6,005	3400	44,875	33,028	52,308	OK
1	0	0	0,000	0,000	3400	0,000	0,000	52,308	OK

Sumber : Hasil analisa



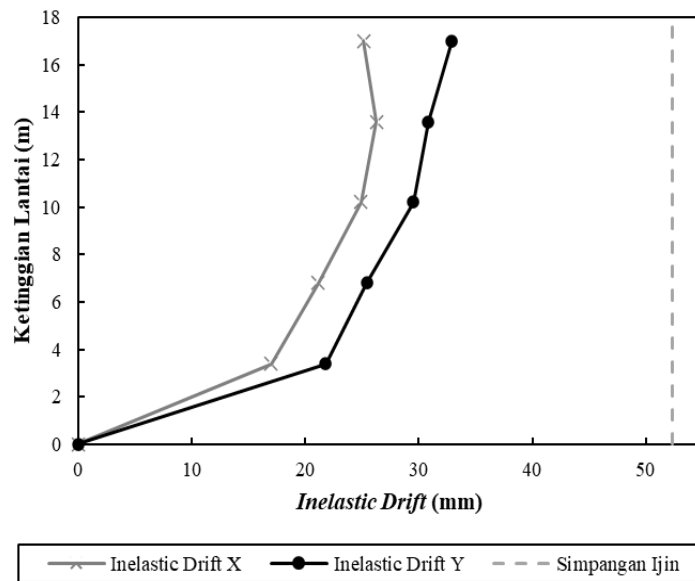
Gambar 6. Grafik Simpangan Pemodelan Eksisting Arah X dan Y
Sumber : Hasil analisa

Berdasarkan perhitungan simpangan dari Model Sistem Ganda dengan Pengecilan Dimensi 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 arah X terjadi pada lantai 5 dengan besar nilai simpangan 26,268 mm dan arah Y 30,839 mm pada lantai 6. 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)

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δ_{eX}	δ_{eY}	δ_{eX}	δ_{eY}		Δ_X	Δ_Y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
6	20,796	25,548	4,568	5,986	3400	25,124	32,923	52,308	OK
5	16,228	19,562	4,776	5,607	3400	26,268	30,839	52,308	OK
4	11,452	13,955	4,525	5,369	3400	24,888	29,530	52,308	OK
3	6,927	8,586	3,842	4,621	3400	21,131	25,416	52,308	OK
2	3,085	3,965	3,085	3,965	3400	16,968	21,808	52,308	OK
1	0	0	0,000	0,000	3400	0,000	0,000	52,308	OK

Sumber : Hasil analisa



Gambar 7. Grafik Simpangan Pemodelan Sistem Ganda Arah X dan Y
 Sumber : Hasil analisa

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

Tabel 6. Kontrol Perbandingan Simpangan

Lantai	Simpangan Model Eksisting		Simpangan Model Modifikasi 2		Penurunan Simpangan		Batas Simpangan
	Δ_X (mm)	Δ_Y (mm)	Δ_X (mm)	Δ_Y (mm)	Δ_X (mm)	Δ_Y (mm)	
6	19,377	20,719	25,124	32,923	-30%	-59%	52,308
5	35,624	35,503	26,268	30,839	26%	13%	52,308
4	52,014	44,902	24,888	29,530	52%	34%	52,308
3	51,629	47,960	21,131	25,416	59%	47%	52,308
2	44,875	33,028	16,968	21,808	62%	34%	52,308
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0%	0%	52,308

Sumber : Hasil analisa

Dari hasil analisis simpangan pada kedua model dapat disimpulkan bahwa simpangan antar lantai terjadi penurunan akibat penambahan dinding geser. Penurunan simpangan terbesar terjadi untuk sumbu X sebesar 62% pada lantai 2, dan untuk sumbu Y terjadi penurunan simpangan sebesar 47% pada lantai 3.

3.3 Penulangan dan Dimensi Struktur

Berdasarkan hasil analisis dari elemen struktur pada kedua model ditampilkan pada Tabel 7 untuk model eksisting dan model sistem ganda. Dari hasil analisis elemen struktur dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan dimensi dan tulangan akibat penambahan dinding geser.

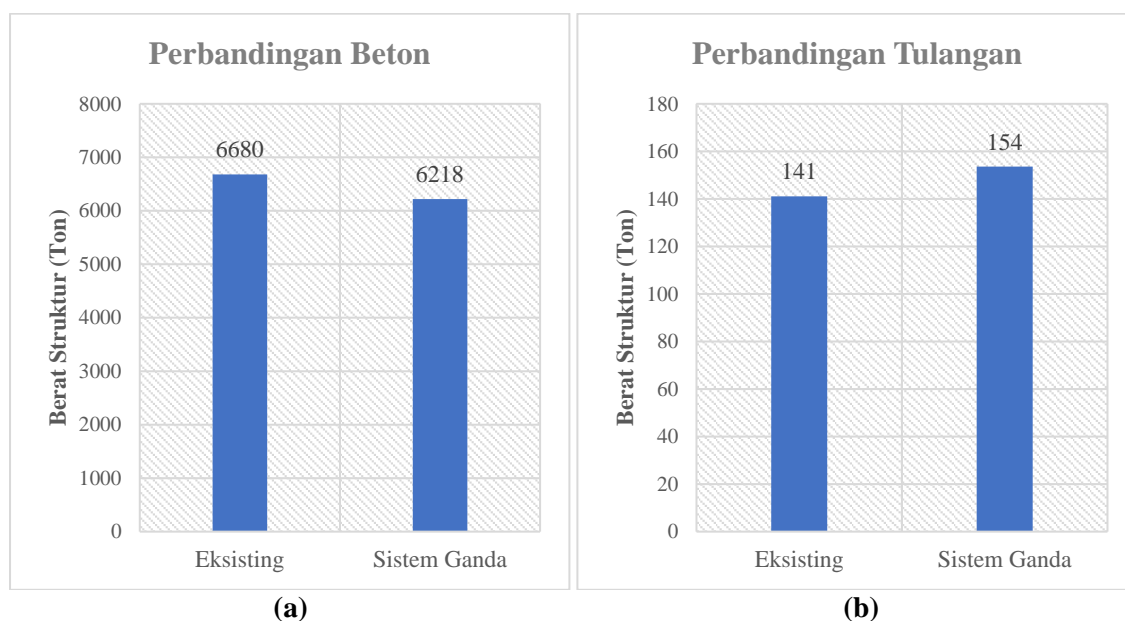
Tabel 7. Perbandingan Detail Penampang

Model Struktur	Model Eksisting					Sistem Ganda				
	Dimensi (mm)	Desain Momen	Tulangan Longitudinal	Tulangan Torsi	Tulangan Transversal	Dimensi (mm)	Desain Momen	Tulangan Longitudinal	Tulangan Torsi	Tulangan Transversal
K1	350 x 800	Tumpuan Lapangan	22 D22	-	D10 - 75 D10 - 100	300 x 600	Tumpuan Lapangan	18 D22	-	D10 - 75 D10 - 100
K2	350 x 500	Tumpuan Lapangan	14 D19	-	D10 - 75 D10 - 100	300 x 400	Tumpuan Lapangan	12 D19	-	D10 - 75 D10 - 100
K3	300 x 300	Tumpuan Lapangan	12 D19	-	D10 - 75 D10 - 100	300 x 300	Tumpuan Lapangan	12 D19	-	D10 - 75 D10 - 100
K4	350 x 600	Tumpuan Lapangan	14 D19	-	D10 - 75 D10 - 100	450 x 600	Tumpuan Lapangan	12 D19	-	D10 - 75 D10 - 100
TB1	200 x 400	Tumpuan Lapangan	5 D13 4 D13	4 D13 4 D13	D10-75 D10-150	200 x 400	Tumpuan Lapangan	5 D13 5 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
TB2	250 x 450	Tumpuan Lapangan	7 D13 6 D13	4 D13 4 D13	D10-75 D10-150	250 x 450	Tumpuan Lapangan	8 D13 8 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
TB3	250 x 550	Tumpuan Lapangan	10 D13 8 D13	6 D13 6 D13	D10-75 D10-150	250 x 500	Tumpuan Lapangan	5 D13 5 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
B1	250 x 450	Tumpuan Lapangan	6 D13 6 D13	4 D13 4 D13	D10-75 D10-150	250 x 400	Tumpuan Lapangan	8 D13 8 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
B2	250 x 450	Tumpuan Lapangan	12 D13 6 D13	4 D13 4 D13	D10-75 D10-150	250 x 400	Tumpuan Lapangan	9 D13 6 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
B3	250 x 450	Tumpuan Lapangan	17 D13 10 D13	4 D13 4 D13	D10-75 D10-150	250 x 400	Tumpuan Lapangan	11 D13 7 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
B4	250 x 550	Tumpuan Lapangan	11 D13 9 D13	6 D13 6 D13	D10-75 D10-150	250 x 400	Tumpuan Lapangan	11 D13 7 D13	4 D13 4 D13	Ø10-75 Ø10-150
RB1	250 x 450	Tumpuan Lapangan	7 D13 6 D13	4 D13 4 D13	D10-75 D10-150	200 x 400	Tumpuan Lapangan	6 D13 10 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
RB2	250 x 450	Tumpuan Lapangan	12 D13 6 D13	4 D13 4 D13	D10-75 D10-150	200 x 400	Tumpuan Lapangan	10 D13 6 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
RB3	250 x 450	Tumpuan Lapangan	7 D13 6 D13	4 D13 4 D13	D10-75 D10-150	250 x 400	Tumpuan Lapangan	8 D13 6 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
RB4	250 x 550	Tumpuan Lapangan	10 D13 6 D13	4 D13 4 D13	D10-75 D10-150	250 x 400	Tumpuan Lapangan	9 D13 6 D13	2 D13 2 D13	Ø10-75 Ø10-150
S1	t = 160	Tumpuan Lapangan	- -	- -	D13 - 150 D13 - 150	t = 140	Tumpuan Lapangan	- -	- -	D13 - 200 D13 - 200
S2	t = 120	Tumpuan Lapangan	- -	- -	D13 - 150 D13 - 200	t = 120	Tumpuan Lapangan	- -	- -	Ø10-200 Ø10-200
Dinding Geser						t = 150 mm		2 D19 - 200	-	2 D19 - 200

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis maka didapat kesimpulan antara lain:

1. Dari hasil analisis simpangan akibat penambahan elemen struktur khusus berupa dinding geser mengakibatkan penurunan simpangan antar lantai, untuk penurunan simpangan terbesar terjadi pada sumbu X sebesar 62% pada lantai 2, dan untuk sumbu Y terjadi penurunan simpangan sebesar 47% pada lantai 3
2. Dengan penambahan dinding geser, elemen struktur pelat, balok, dan kolom struktur yang direncanakan dapat diperkecil dengan syarat simpangan antar lantai struktur sudah memenuhi syarat SNI 1726:2019 untuk bangunan tahan gempa. Dari hasil analisa didapat berat dimensi total struktur Model 1 (Eksisting) yaitu sebesar 6680,12 ton, dan struktur Model 2 (Sistem Ganda dan Pengecilan Dimensi) didapat sebesar 6218 ton, maka disimpulkan terjadi penurunan dimensi sebesar 6,9%, sedangkan untuk berat total tulangan terpasang pada Model 1 (Eksisting) yaitu sebesar 141,08 ton, dan untuk Model 2 (Sistem Ganda) yaitu sebesar 153,57 ton, dapat disimpulkan untuk kebutuhan tulangan mengalami peningkatan sebesar 8,1%. Grafik perbandingan bisa di lihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perbandingan; (a) perbandingan beton (b) perbandingan tulangan

Sumber : Hasil analisa

5. DAFTAR PUSTAKA

- Andalas, G., Suyadi, & Husni, H. R. (2016). Analisis Layout Shearwall terhadap Perilaku Struktur Gedung. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD)*, 1(1), 491–502.
- 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.
- ATKINS. (t.t.). *Manual for Analysis & Design Using ETABS*.
- Baker, W. F., Korista, D. S., & Novak, L. C. (2008). *Engineering the World ' s Tallest – Burj Dubai*. March, 3–5.

- 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). *Penerapan Standar Nasional Indonesia*.
- Computer and Structures.Inc (CSI). (2013). *ETABS*. Computer and Structures, Inc (CSI).
- Fadilah, A. (2019). *Pengaruh Variasi Tata Letak Dinding Geser Pada Bangunan Beton Bertulang dengan Analisa Pushover pada Gedung Kampus Uinsu Medan*.
- Gegiranang, I. G., & Sudarsana, I. K. (2019). Analisis Pengaruh Bentuk Dinding Geser Beton Bertulang Terhadap Kapasitas dan Luas Tulangan. *Jurnal Spektran*, 7(2), 187–194. <https://doi.org/10.1093/acref/9780195301731.013.41778>
- Gusra, M. H., Haris, S., & Kurniawan, R. (2023). Pengaruh Posisi Dinding Geser Terhadap Kinerja Struktur Gedung Tak Beraturan Akibat Beban Gempa. *Cived*, 10(2), 639–647.
- Han, Q., Wang, D., Zhang, Y., Tao, W., & Zhu, Y. (2020). Experimental investigation and simplified stiffness degradation model of precast concrete shear wall with steel connectors. *Engineering Structures*, 220. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110943>
- Li, J., Wang, Y., Lu, Z., & Li, J. (2017). Experimental study and numerical simulation of a laminated reinforced concrete shear wall with a vertical seam. *Applied Sciences (Switzerland)*, 7(6). <https://doi.org/10.3390/app7060629>
- Pradesh, A. (2016). *ANALYSIS OF A STEEL FRAMED BUILDING WITH AND WITHOUT*. 4(12), 86–95.
- Sarasantika, I. P. Ellsa, & Putra, I. B. G. P. (2020). The Importance of Awareness of Heritage Building's Seismic Behaviors: Specific on Pagoda-Type Structure. *Journal of Infrastructure & Facility Asset Management*, 2(1). <https://doi.org/10.12962/jifam.v2i1.6903>
- Sarasantika, I Putu Ellsa, & 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. Putu Ellsa, 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>
- Setiawan. (2016). *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Erlangga, Jakarta.
- 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>
- SNI 1727, 2020. (2020). Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain 1727:2020. *Badan Standarisasi Nasional 1727:2020*, 8, 1–336.
- Takewaki, I. (2017). *Response-Controlled System with Shear Wall and Concentrated Dampers in Lower Stories*. 3(October). <https://doi.org/10.3389/fbuil.2017.00057>
- Tampubolon, S. (2021). Analisis Kekuatan Geser Pada Hubungan Balok-Kolom Interior Beton Bertulang. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*. <https://doi.org/10.31289/jcebt.v5i1.3731>
- Tampubolon, S. P. (2023). Bond Stress-Slip Effect for Simulation and Experiment Test of Reinforced Concrete Beam on the Pushover Behavior. *AIP Conference Proceedings*, 2689(1). <https://doi.org/10.1063/5.0120808>
- 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>
- Tampubolon, S. P., Wang, C. Y., & Wang, R. Z. (2020). Numerical simulations of the bond stress-slip effect of reinforced concrete on the push over behavior of interior beam-column joint. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012028>
- Tampubolon, S. P., Wang, C., & Zuowang, R.-. (2018). Numerical Simulations of the Bond Stress-Slip Effect of Reinforced Concrete on the Pushover Behavior of Wall. *International Journal of Modern Research in Engineering and Technology*, 3(11).