

ANALISIS SISTEM STRUKTUR GANDA PADA GEDUNG KANTOR DAN GUDANG SUNIA NEGARA

Ni Luh Novitasari¹, Ni Komang Ayu Agustini², Putu Ika Wahyuni³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Warmadewa
Email: niluhnovitasari02@gmail.com, komangayu@warmadewa.ac.id, ikawahyuni9971@gmail.com

Masuk: **23-07-2024**, revisi: **14-10-2024**, diterima untuk diterbitkan: **31-10-2024**

ABSTRAK

Dinding geser pada sistem ganda merupakan salah satu sistem struktur untuk memikul sebagian besar beban lateral dengan persentase maksimum sebesar 75%, karena secara geometri struktur dinding geser ini memiliki kekakuan yang lebih besar sehingga akan efektif dalam memberikan pengaruh kekangan saat terjadi gempa pada struktur gedung. Dinding geser yang digunakan pada bangunan ini ialah dinding geser berbentuk persegi panjang yang digunakan sebagai penunjang struktur bangunan serta untuk menambah kekakuan dan stabilitas struktur terhadap beban lateral. Bangunan Gedung Kantor dan Gudang ini memiliki total tinggi sebesar 16,5 m yang terdiri dari 4 lantai. Pemodelan bangunan ini menggunakan *software* ETABS V.17 dengan ukuran dimensi kolom K1 500 x 500 mm, K2 300 x 300 mm, sloof S1 300 x 500 mm, S2 300 x 400 mm, balok B1 300 x 500 mm, B2 300 x 400 mm, pelat lantai setebal 150 mm dan dinding geser setebal 300 mm dengan bentang 3 m. Struktur bangunan ini menggunakan beton bertulang dengan mutu beton sebesar 25 Mpa dan menggunakan tulangan ulir dengan mutu tulangan sebesar fy 420 Mpa. Berdasarkan hasil analisa didapat nilai simpangan antar lantai terbesar untuk arah X pada pelat atap sebesar 44,3245 mm, sedangkan untuk arah Y pada lantai 4 sebesar 43,4885 mm. Berdasarkan syarat kontrol sistem ganda, maka perencanaan ini sudah memenuhi syarat karena hasil persentase dinding geser yang didapat untuk arah X sebesar 72,817% dan arah Y sebesar 74,59%.

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

ABSTRACT

Shear walls in a dual system are one of the structural systems to carry most of the lateral load with a maximum percentage of 75%, because geometrically this shear wall structure has greater rigidity so that it will be effective in providing a restraining influence during an earthquake on the building structure. The shear wall used in this building is a rectangular shear wall that is used to support the building structure and to increase the stiffness and stability of the structure against lateral loads. This Office and Warehouse Building has a total height of 16,5 m consisting of 4 floors. The modelling of this building uses ETABS V.17 software with the dimensions of column K1 500 x 500 mm, K2 300 x 300 mm, tie beam S1 300 x 500 mm, S2 300 x 400 mm, beam B1 300 x 500 mm, B2 300 x 400 mm, floor plate 150 mm thick and shear wall 300 mm thick with a span of 3 m. The structure of this building uses reinforced concrete with a concrete quality of 25 Mpa and uses screw reinforcement with a reinforcement quality of fy 420 Mpa. Based on the analysis, the largest inter-floor deviation value for the X direction on the roof slab is 44,3245 mm, while for the Y direction on the 4th floor it is 43,4885 mm. Based on the dual system control requirements, this planning has met the requirements because the percentage of shear walls obtained for the X direction is 72.817% and the Y direction is 74.59%.

Keywords: Shear Wall, Dual System, Drift, Shear Force

1. PENDAHULUAN

Besarnya pengaruh gempa di daerah Bali memerlukan desain bangunan yang memiliki ketahanan gempa terutama pada bangunan gedung bertingkat. Bangunan di daerah gempa tidak diperbolehkan mengalami keruntuhan saat terjadi gempa agar dapat meminimalisir adanya korban jiwa (Trimurtiningrum et al., 2023). Apabila bangunan tersebut tidak didesain secara benar, akibatnya tidak hanya menimbulkan ketidakstabilan struktur pada bangunan tetapi juga beresiko mengakibatkan kerusakan (Tuloli, 2019, Tampubolon dkk., 2022). Dalam sistem struktur beton bertulang, elemen balok, kolom atau dinding geser akan membentuk struktur kerangka yang disebut dengan struktur portal (Indra Aini, Muhammad Rangga Aditya, 2019). Sistem struktur yang dapat digunakan untuk menahan beban gempa tersebut ialah dengan sistem ganda SRPMK dan dinding geser (*shear wall*). Sistem ganda ialah kesatuan sistem struktur yang terdiri dari rangka ruang yang yang memikul seluruh beban gravitasi dan pemikul beban lateral seperti dinding atau rangka pengaku dengan rangka pemikul momen (Robach et al., 2015).

SRPMK adalah sistem rangka yang komponen-komponen struktur dan joint-jointnya dapat menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser, dan aksial (Tajunnisa et al., 2014). Dinding geser ialah jenis dinding struktural beton bertulang yang dirancang untuk menahan geser dan gaya lateral akibat gempa bumi (Usmat I et al., 2019). Gaya lateral merupakan gaya yang bersifat horizontal dengan arah yang tidak menentu seperti angin dan gempa bumi (Muka, I. W., Laintarawan, I. P., & Parwata, 2018). Dinding geser akan memberikan kinerja yang berbeda berdasarkan posisinya dalam struktur bangunan (Nursani & Noor, 2023). Apabila dinding geser kuat dalam melawan kekuatan gempa horizontal, maka dinding geser akan mentransfer gaya horizontal ini ke elemen berikutnya dalam jalur beban dibawah mereka (Mikael Lumban Batu et al., 2016). Bentuk dinding geser ada berbagai macam yang dapat disesuaikan dengan bentuk bangunannya, perbedaan bentuk dinding geser ini selaras dengan perbedaan kapasitas dinding geser, deformasi dinding geser serta perbedaan luas tulangnya (Gegiranang & Sudarsana, 2005).

Pada perencanaan struktur bangunan tinggi, deformasi dan simpangan akibat gaya lateral sangat penting untuk diperhitungkan, karena semakin tinggi bangunan maka semakin besar gaya lateralnya (Dwipa Yana et al., 2023). Perencanaan struktur pada bangunan 4 lantai Kantor dan Gudang Sunia Negara Denpasar ini direncanakan menggunakan sistem ganda SRPMK dan dinding geser (*shear wall*) dengan bantuan *software* ETABS V.17. Perencanaan dinding geser ini dirancang untuk memperkaku konstruksi gedung agar dapat menahan gaya geser dan gaya lateral akibat beban gempa.

2. METODE

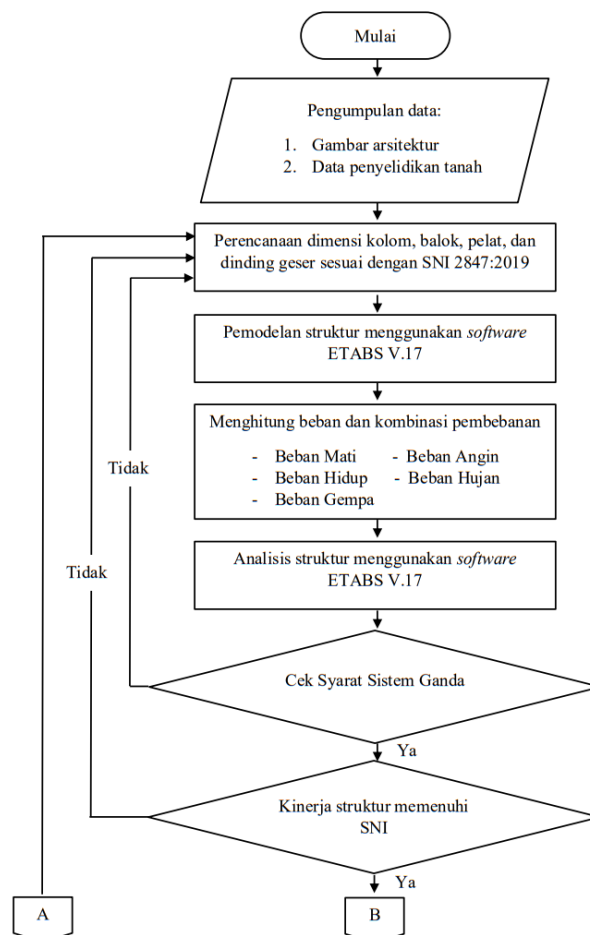
Metode yang digunakan dalam perencanaan struktur beton bertulang pada bangunan tahan gempa ialah menggunakan sistem ganda antara SRPMK dan dinding geser (*shear wall*). (Tajunnisa et al., 2014, Filipus, C., Simanjuntak, P, dkk., 2024).). Metode pada perencanaan bangunan dibagi ke dalam tiga tahap yaitu input, analisis dan output (Hasan & Astira, 2013). Pemodelan struktur bangunan ini menggunakan *software* ETABS V.17 dengan elemen struktur kolom dan balok menggunakan *frame sections*, pelat lantai menggunakan *slab sections*, dan dinding geser menggunakan *wall sections* (Bagus et al., 2019). Hasil output yang dikeluarkan digunakan sebagai data untuk perencanaan tulangan elemen struktur secara manual (Handono, 2014). Setelah melakukan pemodelan struktur maka dilakukan penginputan pembebanan agar dapat menentukan periode yang digunakan, gaya geser dasar seismik, kontrol simpangan antar

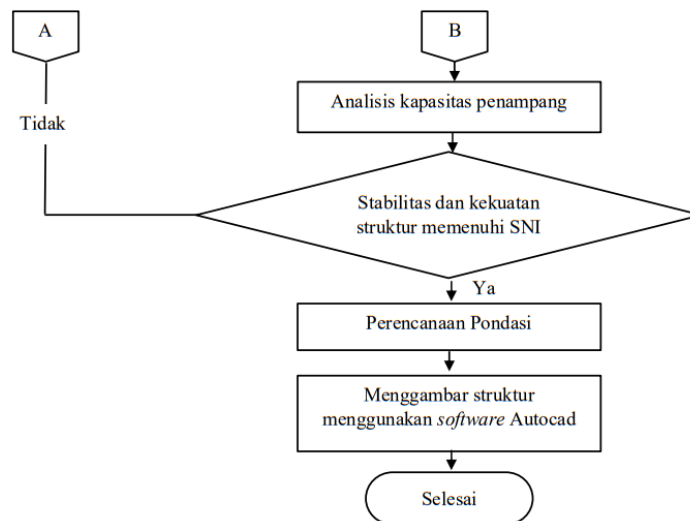
lantai, dan kontrol syarat sistem ganda. Untuk perhitungan pembebanan hingga pengecekan syarat sistem ganda pada perencanaan ini menggunakan *software* Microsoft Excel.

2.1 Alur Penelitian

Alur penelitian secara umum dapat dilihat pada Gambar 1. Adapun langkah-langkah penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam perencanaan seperti data gambar arsitektur dan data tanah.
2. Merencanakan dimensi dan bentuk elemen struktur diawal perencanaan seperti kolom, balok, pelat, dan dinding geser yang sesuai dengan SNI 2847:2019.
3. Pemodelan struktur dengan menggunakan *software* ETABS V.17.
4. Menghitung pembebanan yang akan digunakan pada struktur bangunan Kantor dan Gudang Sunia Negara Denpasar sesuai dengan SNI 1726:2019 dan SNI 1727:2020.
5. Melakukan analisis struktur untuk mendapatkan gaya-gaya dalam pada *software* ETABS V.17.
6. Melakukan pengecekan syarat sistem ganda apakah sudah sesuai dengan SNI 2847:2019.
7. Kontrol kinerja struktur apakah sudah sesuai dengan ketentuan SNI.
8. Cek kapasitas momen penampang struktur sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2019.
9. Kontrol stabilitas struktur.
10. Melakukan perencanaan pondasi.
11. Menggambar posisi, bentuk, dan dimensi elemen struktur serta tulangnya yang sudah dianalisis dan dikontrol sebelumnya yang mampu menerima gaya – gaya yang bekerja menggunakan *software* Autocad.

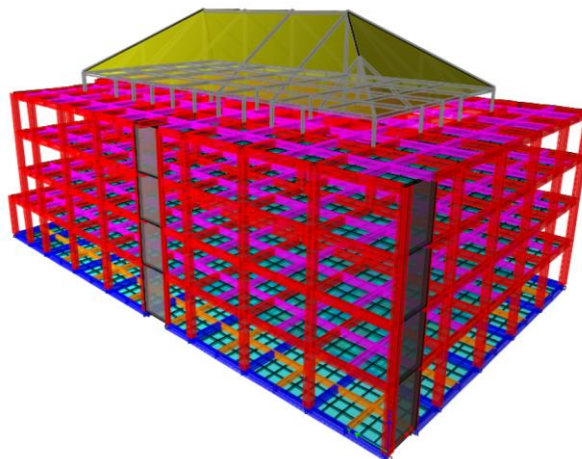




Gambar 1. Alur Perencanaan
Sumber: Hasil Analisa (2024)

2.2 Pemodelan Struktur

Perencanaan struktur menggunakan beton bertulang dengan mutu beton ($f'c$) sebesar 25 Mpa, mutu baja tulangan menggunakan tulangan ulir (f_y) sebesar 420 Mpa. Dimensi struktur yang direncanakan ialah kolom K1 50 x 50, K2 30 x 30 cm, sloof S1 30 x 50 cm, S2 30 x 40 cm, balok B1 30 x 50 cm, B2 30 x 40 cm, pelat setebal 15 cm dan dinding geser setebal 30 cm dengan bentang 3 m. Untuk pemodelan struktur 4 lantai secara 3-D dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan Struktur 3D
Sumber: ETABS V.17 (2024)

2.3 Pembebanan

2.3.1 Beban Mati

Beban mati tambahan harus dihitung dan akan di *input* secara manual ke dalam *software* ETABS (Yudha Lesmana, 2020).

1. Beban Pelat Lantai 1 = 1,0493 kN/m²
2. Beban Pelat Lantai 2 – 4 = 1,2259 kN/m²

3. Beban Pelat Atap = 0,1965 kN/m²
4. Beban Dinding Tinggi 4,5 m = 4,192 kN/m²
5. Beban Dinding Tinggi 4 m = 3,727 kN/m²

2.3.2 Beban Hidup

Beban hidup disesuaikan dengan SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Beban Hidup

No.	Nama Ruang	Beban Hidup (kN/m ²)	No.	Nama Ruang	Beban Hidup (kN/m ²)
1	Lobby	2,4	10	R. Staff	2,4
2	Area Bongkar Barang	6	11	R. Istirahat	4,79
3	R. Sortir Barang	6	12	Dapur	4,79
4	Gudang	6	13	Balkon	4,79
5	R. Mesin	6	14	Locker Staff	1,92
6	Toilet	1,92	15	Ruang Arsip	6
7	Parkir Kendaraan	1,92	16	Ruang Rapat	4,79
8	R. Administrasi	2,4	17	Pelat Atap	0,96
9	R. Tunggu	2,4	18	Atap	1,33

Sumber: Hasil Analisa (2024)

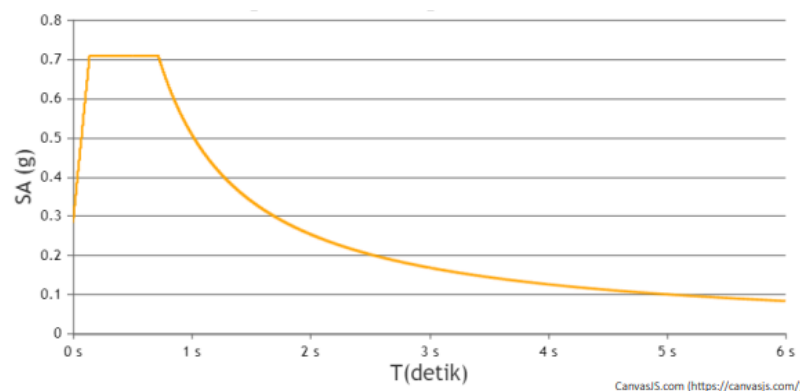
2.3.3 Beban Angin

Karena minimal beban angin untuk bangunan gedung tertutup berdasarkan SNI 1727:2020 tidak boleh lebih kecil dari 0,38 kN/m² maka:

1. Angin Tekan (P_{tekan}) = 0,38 kN/m²
2. Angin Pergi (P_{hisap}) = -0,4837 kN/m²

2.3.4 Beban Gempa

Beban gempa dan batasan perencanaan struktur tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2019 dan respon spektrum yang didapat dari web Desain Spektra Indonesia. Berdasarkan hasil analisis Spektrum Respon Desain didapat data respon spektrum untuk spesifikasi tanah sedang (SD), SDS = 0,71, SD1 = 0,51, T0 = 0,14, TS = 0,72, dan didapat grafik respon spektrum seperti Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Respon Spektrum
 Sumber: Kementerian PUPR (2024)

2.3.5 Beban Hujan

Berdasarkan perhitungan yang sesuai dengan SNI 1727:2020, maka didapat beban hujan sebesar 0,098 kN/m².

2.4 Beban Kombinasi

Berdasarkan SNI 1727:2020, perencanaan bangunan gedung ini terdapat 2 jenis kombinasi pembebanan yaitu kombinasi dasar beban terfaktor dalam metode desain kekuatan untuk menghitung analisis kekuatan struktur dan kombinasi dasar beban tak terfaktor dalam metode tegangan ijin untuk menghitung daya dukung tanah terhadap pondasi bangunan, dapat dilihat pada Tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. Beban Kombinasi

Metode Desain Kekuatan	Metode Tegangan Ijin
1,4D	D + L
1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau R)	D + L + Ex + Ey
1,2D + 1,6 (Lr atau R) + 1 (L atau 0,5W)	
1,2D + 1W + 1L + 0,5 (Lr atau R)	
0,9D + 1W	
$(1,2 + 0,2SDS)D \pm \rho * 1Ex \pm \rho * 0,3Ey + 1L$	
$(1,2 + 0,2SDS)D \pm \rho * 0,3Ex \pm \rho * 1Ey + 1L$	
$(0,9 - 0,2SDS) * D \pm \rho * 1Ex \pm \rho * 0,3Ey$	
$(0,9 - 0,2SDS) * D \pm \rho * 0,3Ex \pm \rho * 1Ey$	

Sumber: SNI 1727:2020

3. PEMBAHASAN

3.1 Gaya Geser Dasar

Berdasarkan SNI 1726:2019, gaya geser dasar seismik yang diakibatkan oleh beban gempa dinamik perlu diperiksa dan dibandingkan dengan gaya geser seismik yang diakibatkan oleh beban gempa statik, agar gempa dinamik memenuhi syarat gaya gempa desain. Gaya geser dinamis yang dapat dilihat pada Tabel 3 harus lebih besar dari 100% gaya geser statis yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Gaya Geser Dasar Dinamis

Load Case/ Combo	FX kN	FY kN
Dx Max	3653,8271	1040,3474
Dy Max	1040,3474	3672,7146

Sumber: ETABS V.17 (2024)

Tabel 4. Gaya Geser Dasar Statis

Load Case/Combo	FX kN	FY kN
Sx Max	4657,7606	0
Sy Max	0	4912,643

Sumber: ETABS V.17 (2024)

Jika dilihat pada kedua tabel diatas, maka nilai gaya geser dinamis dan statis tidak memenuhi syarat. Sehingga diperlukan perhitungan skala faktor yaitu nilai gaya geser dasar statis dibagi dengan nilai gaya geser dasar dinamis. Untuk arah X didapat skala faktor sebesar 1,2748 dan arah Y sebesar 1,3376. Hasil dari gaya geser dasar dinamis setelah dikalikan dengan skala faktor dan sudah memenuhi syarat.

Tabel 5. Gaya Geser Dasar Dinamis Setelah Dikalikan Skala Faktor

Load Case/Combo	FX kN	FY kN
Dx Max	4658,256	1326,3366
Dy Max	1391,6705	4912,9826

Sumber: ETABS V.17 (2024)

Berdasarkan salah satu jurnal didapatkan hasil gaya geser untuk arah X dan Y sebesar 4471,45 kN (Rahayu, 2021). Jika dibandingkan dengan hasil jurnal tersebut dengan hasil gaya geser dinamis perencanaan struktur bangunan Kantor dan Gudang ini yang dapat dilihat pada Tabel 5, maka hasilnya tidak terlalu jauh berbeda.

3.2 Simpangan Antar Lantai

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa ditingkat teratas dan terbawah yang ditinjau (Usmat I et al., 2019). Berdasarkan SNI 1726:2019, untuk simpangan antar lantai desain (Δ) tidak boleh melebihi dari $\Delta\alpha$ untuk semua tingkat. Sesuai dengan nilai perpindahan elastis (δ_{ei}) yang diperoleh dari *software* ETABS V.17, hasil perhitungan untuk simpangan antar lantai pada arah X dapat dilihat pada Tabel 6, untuk arah Y dapat dilihat pada Tabel 7 dan grafik pada Gambar 4.

Tabel 6. Simpangan Antar Lantai Arah X

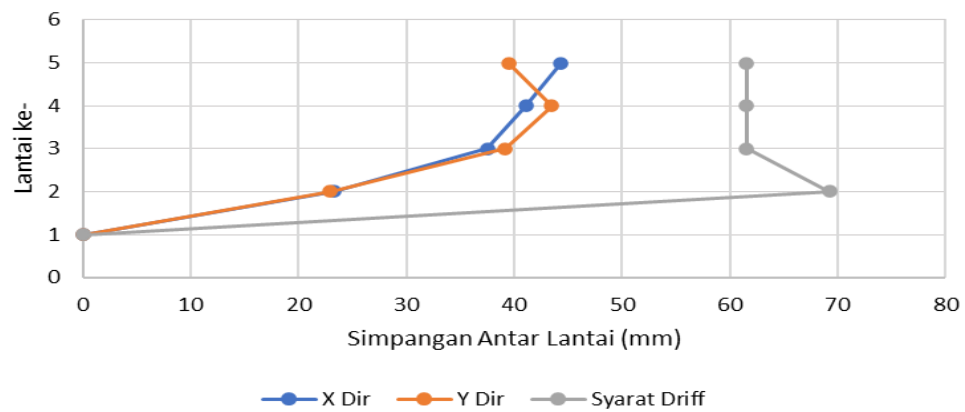
Lantai	h_{sx} (mm)	δ_x (mm)	Drift (Δ_x) simpangan antar lantai (mm)	Syarat Drift (Δ_i) (mm)	Kontrol
Pelat Atap	4000	26,579	44,3245	61,54	OK
Lantai 4	4000	18,52	41,0685	61,54	OK
Lantai 3	4000	11,053	37,543	61,54	OK
Lantai 2	4500	4,227	23,2485	69,23	OK

Sumber: Hasil Analisa (2024)

Tabel 7. Simpangan Antar Lantai Arah Y

Lantai	h_{sy} (mm)	δ_y (mm)	Drift (Δ_y) simpangan antar lantai (mm)	Syarat Drift (Δ_i) (mm)	Kontrol
Pelat Atap	4000	26,378	39,4625	61,54	OK
Lantai 4	4000	19,203	43,4885	61,54	OK
Lantai 3	4000	11,296	39,1765	61,54	OK
Lantai 2	4500	4,173	22,9515	69,23	OK

Sumber: Hasil Analisa (2024)



Gambar 4. Grafik Simpangan Antar Lantai
Sumber: Hasil Analisa (2024)

Jika dilihat dari kedua tabel serta grafik diatas, maka simpangan antar lantai pada arah X dan arah Y tidak melebihi syarat batas ijin. Pada simpangan antar lantai arah X terbesar terjadi pada lantai pelat atap yaitu 44,3245 mm, sedangkan pada simpangan antar lantai arah Y terbesar terjadi pada lantai 4 yaitu 43,4885 mm.

3.3 Kontrol Syarat Sistem Ganda

Berdasarkan SNI 1726:2019, untuk sistem ganda maka rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25% gaya seismik desain dengan tahanan gaya seismik total oleh dinding geser maksimum momen sebesar 75% dari gaya gempa yang tersedia. Berdasarkan hasil dari *run analysis* menggunakan *software* ETABS V.17 pada *joint reactions* untuk daerah yang dipasang dinding geser, maka didapatkan hasil analisis gempa yaitu untuk arah X dengan total 3392 kN, sedangkan untuk arah Y dengan total 3664,6 kN. Kemudian dilakukan kontrol untuk memenuhi hasil persentase batas syarat sesuai dengan SNI yaitu hasil dari gaya geser dasar gempa dinamik pada Tabel 5 dibagi dengan hasil analisis gempa yang didapat dari *joint reactions* pada daerah yang dipasang dinding geser yang selanjutnya dikali dengan 100%, maka didapatkan hasil persentase untuk arah X sebesar 72,817% dan arah Y sebesar 74,59%. Berdasarkan hasil persentase tersebut maka kontrol syarat sistem ganda sudah memenuhi syarat dari SNI.

3.4 Penulangan Struktur

Perencanaan dinding geser paling sedikit menggunakan dua lapis tulangan dimana dinding geser harus memiliki tulangan geser tersebar yang memberikan perlawanan dua arah yang saling tegak lurus dalam bidang (Mayasari & Indra, 2017). Hasil analisis dari penulangan struktur pada perencanaan ini dapat dilihat pada Tabel 8. berikut ini.

Tabel 8. Rekapitulasi Penulangan Struktur

Elemen Struktur	Dimensi	Tulangan Longitudinal	Tulangan Transversal
Kolom K1	50 X 50 Cm	20 D19 mm	2 D10 – 50 mm (Tumpuan) 2 D10 – 100 mm (Lapangan)
Kolom K2	30 X 30 Cm	12 D19 mm	2 D19 – 150 mm (Tumpuan) 2 D19 – 150 mm (Lapangan)
Sloof S1	30 X 50 Cm	10 D19 mm	2 D10 – 100 mm (Tumpuan) 2 D10 – 130 mm (Lapangan)
Sloof S2	30 X 40 Cm	10 D19 mm	2 D10 – 85 mm (Tumpuan)

Balok B1	30 X 50 Cm	10 D19 mm	2 D10 – 125 mm (Lapangan)
			2 D10 – 100 mm (Tumpuan)
			2 D10 – 130 mm (Lapangan)
Balok B2	30 X 40 Cm	10 D19 mm	2 D10 – 85 mm (Tumpuan)
			2 D10 – 125 mm (Lapangan)
		D13 – 100 mm (Tumpuan X)	-
Pelat	t = 15 Cm	D13 – 125 mm (Lapangan X)	-
		D13 – 100 mm (Tumpuan Y)	-
		D13 – 125 mm (Lapangan Y)	-
Dinding Geser	t = 30 Cm	2 D19 – 200 mm	2 D19 – 200 mm

Sumber: Hasil Analisa (2024)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Elemen struktur yang digunakan pada perencanaan bangunan gedung ini ialah K1 (50 x 50 cm), K2 (30 x 30 cm), S1 (30 x 50 cm), S2 (30 x 40 cm), B1 (30 x 50 cm), B2 (30 x 40 cm), pelat lantai beton dengan ketebalan 15 cm, dinding geser beton setebal 30 cm dengan lebar 300 cm, dan pondasi yang digunakan ialah pondasi borepile diameter 350 cm dengan pilecap berukuran 230 cm x 230 cm x 80 cm.
2. Hasil dari kontrol syarat sistem ganda sudah memenuhi syarat dari SNI 1726:2019 yaitu untuk sistem ganda maka rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25% gaya seismik desain dengan tahanan gaya seismik total oleh dinding geser maksimum momen sebesar 75% dari gaya gempa yang tersedia. Hasil persentase yang didapatkan untuk arah X sebesar 72,817% dan arah Y sebesar 74,59%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bagus, P., Karna, B., Bagus, I., Giri, D., & Putra, D. (2019). *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil Comparison Behavior Of Building Structure Without And With Reinforced Concrete Shear Wall*.
- Dwipa Yana, K., Komang, N., Agustini, A., & Aryastana, P. (2023). Alternatif Perencanaan Struktur Gedung Hotel Asher Bali Transit Kuta Menggunakan Dinding Geser.
- 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.
- Gegiranang, I. G., & Sudarsana, I. K. (2005). Analisis Pengaruh Bentuk Dinding Geser Beton Bertulang Terhadap Kapasitas Dan Luas Tulangan. *African American Studies Center*.
- Handono, B. D. (2014). Perencanaan Konstruksi Beton Bertulang untuk Gedung Parkir. *Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi Manado*.
- Hasan, A., & Astira, I. F. (2013). Analisis Perbandingan Simpangan Lateral bangunan Tinggi Dengan Variasi Bentuk Dan Posisi Dinding. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*.
- Indra Aini, Muhammad Rangga Aditya, M. J. (2019). *Analisis Elemen Struktur Balok Dan Kolom Beton Bertulang (Studi Kasus Gedung Dealer Honda Astra Kota Samarinda)*.
- Mayasari, W. A., & Indra, I. S. (2017). Perencanaan Dinding Geser Dengan Bukaannya Pada Gedung Dinas Pendidikan Kabupaten Ponorogo. *Sondir*.
- Mikael Lumban Batu, Servie O. Dapas, & Steenie E. Wallah. (2016). Efisiensi Penggunaan

Ni Luh Novitasari, Ni Komang Ayu Agustini, Putu Ika Wahyuni, “Analisis Sistem Struktur Ganda Pada Gedung Kantor dan Gudang Sunia Negara”

Dinding Geser Untuk Mereduksi Efek Torsi Pada Bangunan Yang Tidak Beraturan.
Jurnal Sipil Statik.

- Muka, I. W., Laintarawan, I. P., & Parwata, I. K. A. (2018). Analisis Konstruksi Bertahap Pada Portal Bertingkat Simetris Dengan Penambahan Perkuatan Shear Wall. *Widya Teknik*.
- Nursani, R., & Noor, D. E. (2023). Analisis Pengaruh Penambahan Dinding Geser terhadap Perilaku Struktur Gedung Sistem Ganda. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*.
- Rahayu, T. (2021). Perencanaan Apartemen 10 Lantai Dengan Sistem Ganda SRPMK Dan Shearwall Untuk Kota Cianjur. *Jurnal Momen Teknik Sipil*.
- Robach, C., Retno, A., & Zacob, A. (2015). “Perencanaan Dinding Geser pada Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Ganda.” *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*.
- 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>
- Tajunnisa, Y., Chadaffi, M., & Ramadhaniawan, V. (2014). Perbandingan Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung Tahan Gempa antara Metode SRPMM dan SRPMK. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*.
- Trimurtiningrum, R., Sarya, G., Widhiarto, H., Rohaniawan, H. W., & Masruri, M. H. (2023). Analisis Kinerja Gedung Beton Bertulang Dengan Variasi Penempatan Dinding Geser Terhadap Beban Gempa. *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*.
- Tuloli, R. (2019). Analisis Dinding Geser Pada Bangunan Bertingkat. *Civil Engineering*.
- 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*.
- Yudha Lesmana. (2020). *Handbook Analisa dan Desain Shear Wall Beton Bertulang Dual System Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019*.
- SNI 1726: 2019. “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung.”
- SNI 1727: 2020. “Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 1727-2020.” *Badan Standarisasi Nasional 1727:2020*
- SNI 2847: 2019. “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.” *Sni 2847-2019*