

Evaluasi Kekuatan Struktur Akibat Perubahan Diameter Tulangan Dinding Geser pada Gedung Rumah Sakit 12 Lantai

Structural Strength Evaluation Due to Changes in Shear Wall Reinforcement Diameter in a 12-Story Hospital Building

Marcelia Tiara Christy Matandatu¹, Hellen Grace Mantiri², Julius Everhard Tenda³

^{1,2,3}Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado

*e-mail: marceliamatandatu4@gmail.com

Received: 02.08.2026	Revise: 26.08.2026	Accepted: 06.09.2026	Available online: 10.09.2026
-------------------------	-----------------------	-------------------------	---------------------------------

Abstract: *Changes in the diameter of reinforcement in shear walls during construction, driven by technical considerations on site, may affect structural performance. This study evaluates the effect of reducing the reinforcement diameter from D25 to D22 on the capacity of shear walls to resist lateral forces, using ETABS v23 together with the Section Designer module. The evaluation refers to SNI 2847:2019 and SNI 1726:2019. The results show that reducing the reinforcement diameter decreases the reinforcement area while the reinforcement ratio still satisfies the minimum requirement; this is reflected by a V_u/V_n ratio of 70.51% for D25 and 84.99% for D22. Accordingly, the change of shear wall reinforcement from D25 to D22 still meets the permissible drift and shear capacity requirements, although the capacity margin of the D22 configuration is smaller than that of D25.*

Keywords: *shear wall, reinforcement diameter, ETABS v23, SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, structural evaluation*

Abstrak: Perubahan diameter tulangan pada dinding geser selama pelaksanaan konstruksi, akibat pertimbangan teknis di lapangan, berpotensi memengaruhi kinerja struktur. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh perubahan diameter tulangan dari D25 menjadi D22 terhadap kemampuan dinding geser menahan gaya lateral dengan bantuan ETABS v23 dan modul Section Designer. Evaluasi dilakukan mengacu pada SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan jumlah tulangan mengakibatkan penurunan luas, tetapi rasio tulangan tetap memenuhi syarat minimum; hal ini ditunjukkan oleh rasio V_u/V_n sebesar 76,37% untuk D25 dan 87,26% untuk D22. Dengan demikian, perubahan diameter dinding geser dari D25 menjadi D22 masih memenuhi syarat simpangan dan kapasitas geser yang diizinkan, meskipun margin kapasitas konfigurasi D22 lebih kecil dibandingkan D25.

Kata kunci: dinding geser, diameter tulangan, ETABS v23, SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, evaluasi struktur

1. PENDAHULUAN

Kota Manado berada pada kawasan dengan intensitas aktivitas seismik yang tinggi, sehingga setiap bangunan bertingkat perlu dirancang menggunakan sistem struktur yang mampu memberikan ketahanan memadai terhadap gaya seismik. Evaluasi kinerja struktur terhadap beban gempa pada bangunan gedung di kawasan Sulawesi Utara dan sekitarnya telah menjadi perhatian pada sejumlah studi terkini, baik pada bangunan ibadah maupun fasilitas kampus (Maluw et al., 2026). Dalam konstruksi sistem struktur bangunan bertingkat, dinding geser menjadi komponen utama untuk meningkatkan kekakuan lateral, mengendalikan simpangan antarlantai, serta membantu struktur menahan kombinasi gaya aksial dan momen yang timbul akibat beban seismik.

Dinding geser merupakan elemen pada bangunan bertingkat yang berfungsi menahan gaya lateral dan geser akibat gempa bumi. Ketika beban horizontal akibat gempa telah dipastikan, struktur memerlukan dinding yang dirancang kaku untuk menyerap sebagian besar beban gempa tersebut (Silalahi et al., 2021).

Struktur beton bertulang tahan gempa umumnya dirancang melalui penerapan metode sistem pemikul momen yang memadukan konsep kolom kuat-balok lemah dengan dinding geser, sehingga guncangan gaya gempa dapat direduksi dan struktur merespons secara defensif terhadap kegagalan (Hendra et al., 2021). (SNI 1726, 2019) (ketahanan gempa) dan (SNI 2847, 2019) (beton struktural) dijadikan acuan dalam perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa dengan pendekatan sistem ganda dan analisis respons spektrum. Efektivitas sistem ganda pada bangunan

bertingkat di wilayah rawan gempa juga ditegaskan oleh beberapa penelitian sebelumnya (Gilang Ramadhan et al., 2026; Guci et al., 2021; Susilo et al., 2023)

Sebagai bagian dari sistem rangka momen, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) memiliki daktilitas yang tinggi. Bangunan pada kategori desain seismik D, E, dan F mengalami aktivitas seismik yang besar sehingga sangat sesuai untuk menerapkan sistem semacam ini karena fleksibilitasnya (Atul Husna et al., 2025)

Sistem Ganda

Dalam sistem ganda, rangka menanggung seluruh beban struktur sehingga menghilangkan kebutuhan akan elemen struktural tambahan, sementara dinding geser menanggung tegangan lateral. Sistem ganda harus memenuhi kriteria berikut:

1. Memiliki kapasitas untuk menahan sekitar 25% dari gaya gempa yang diperkirakan.
2. Bila digabungkan, rangka tahan momen dan dinding geser dengan distribusi kekakuan yang sesuai dapat menahan beban gempa hingga kapasitas penuhnya.

Pada pelaksanaan proyek konstruksi, perubahan spesifikasi material kerap terjadi di lapangan sehingga menimbulkan berbagai pertimbangan mengenai dampak yang ditimbulkannya. Perkembangan teknologi digital dalam manajemen konstruksi, termasuk penerapan Building Information Modelling (BIM), memungkinkan perencanaan dan pengendalian perubahan pekerjaan dilakukan lebih cermat sejak tahap awal (Kalumata & Hosang, 2025). Meskipun demikian, setiap perubahan yang muncul pada tahap pelaksanaan tetap perlu dievaluasi secara analitis untuk memastikan kapasitas struktur tidak turun di bawah persyaratan. Pada proyek pembangunan gedung rumah sakit 12 lantai ini, Perubahan ini dianggap sebagai suatu penyesuaian kondisi di lapangan seperti pengurangan dimensi maupun diameter tulangan, selain memperhitungkan kebutuhan untuk setiap tingkat, pemilihan diameter juga dipengaruhi oleh kondisi material yang ada di lapangan. Pada struktur yang ditinjau kali ini, ditemukan perubahan kebutuhan tulangan dinding geser yang semula direncanakan D25 menjadi D22 pada tahap pelaksanaan. Perubahan tersebut menimbulkan pertanyaan mengenai pengaruhnya terhadap kapasitas dinding geser serta kinerja struktur secara keseluruhan, mengingat bangunan ini merupakan fasilitas umum dengan tingkat risiko tinggi yang menuntut tetap aman dari berbagai potensi kegagalan. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perubahan variasi diameter tulangan terhadap kapasitas penampang serta kinerja struktur pada gedung rumah sakit 12 lantai yang menggunakan sistem ganda. Simulasi dijalankan menggunakan perangkat lunak ETABS untuk pemodelan struktur, dengan bantuan Section Designer untuk pemodelan tulangan dinding geser.

Kajian mengenai pengaruh konfigurasi dan detail tulangan dinding geser terhadap kinerja bangunan gedung juga telah dilaporkan pada beberapa studi kasus, termasuk pada gedung rumah sakit dan bangunan bertingkat lainnya (Fajrul Falah et al., 2024; Hukom et al., 2023; Rahmi, 2021; Susilo et al., 2023). Namun, evaluasi yang secara khusus meninjau dampak perubahan diameter tulangan dinding geser yang terjadi pada tahap pelaksanaan terhadap kapasitas penampang dan kinerja seismik bangunan rumah sakit bertingkat masih terbatas, sehingga penelitian ini diharapkan dapat melengkapi kekurangan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Data Umum Objek Penelitian

Evaluasi struktur dilakukan pada salah satu bangunan gedung rumah sakit yang berlokasi di kota Manado, dengan panjang 45,4 m, lebar 48 m, serta tinggi keseluruhan 55,5 m. Data perencanaan gedung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konfigurasi gedung

Spesifikasi gedung	Tinggi (mm)
Tinggi keseluruhan gedung	55.500 (<i>Basement</i> sampai atap)
Tinggi lantai basement (1 lantai)	15.500

Spesifikasi gedung	Tinggi (mm)
Tinggi lantai dasar	4.500
Tinggi lantai tipikal	5.000 (lantai 1 dan 5) 4.500 (lantai 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, LMR)

Dimensi kolom dan balok yang digunakan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Dimensi kolom

Type	Dimensi (mm)
Kolom tipe K1	900 × 900
Kolom tipe K2	800 × 900
Kolom tipe K3	800 × 800
Kolom tipe KT	650 × 800
Kolom tipe KB	300 × 300

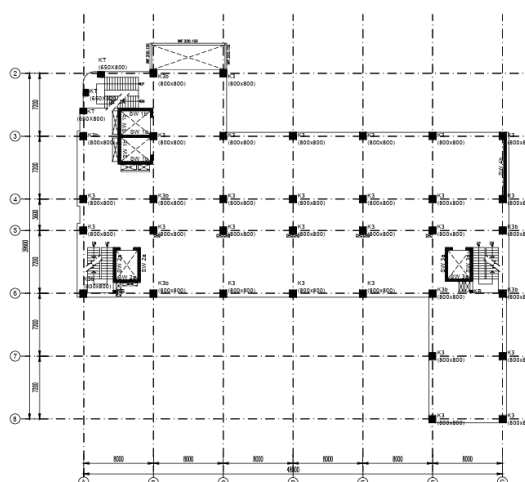
Tabel 3. Dimensi balok

Type	Dimensi (mm)
Balok induk B1	400 × 800
Balok anak B1	300 × 600
Balok shaft BS	200 × 300

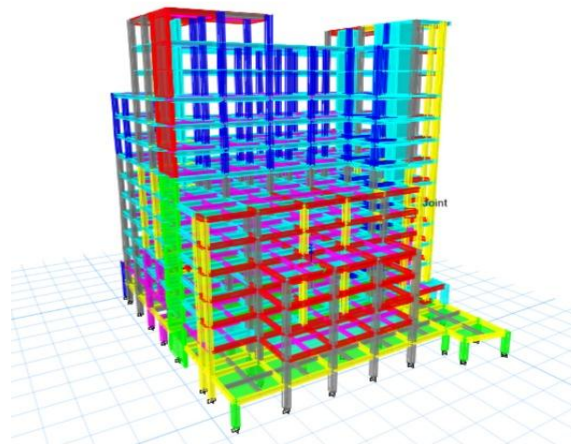
Pada pemodelan gedung 12 lantai ini digunakan tiga tipe pelat, yaitu 200 mm, 150 mm, dan 130 mm. Pelat dimodelkan menggunakan elemen shell dengan rigid diaphragm. Menurut (Tanoto Kalangi et al., 2021), penggunaan elemen shell dengan rigid diaphragm didasarkan pada asumsi bahwa pelat mampu menerima gaya vertikal akibat beban hidup dan beban mati, sekaligus meneruskan gaya horizontal atau gaya lateral yang ditimbulkan oleh beban gempa.

Pemodelan Struktur

Pemodelan gedung 12 lantai ini memanfaatkan struktur beton bertulang dengan kuat tekan beton sebesar 35 MPa dan mutu baja tulangan sebesar 420 MPa. Denah struktur dan model geometri bangunan ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Denah struktur kolom, balok, dan dinding geser



Gambar 2. Pemodelan geometri

Data Tanah

Berdasarkan hasil pengujian tanah menggunakan uji penetrasi standar (N-SPT) hingga kedalaman 30 m, diperoleh tiga sampel dengan nilai rata-rata sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata kedalaman tanah

Sampel pengujian	Nilai rata-rata ($\bar{N}_{ch}$)
DB1	21,17
DB2	22,13
DB3	24,70

Tabel 5. Klasifikasi situs

Kelas situs	$\bar{V}_s$ (m/s)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	> 1.500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 – 1.500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat, batuan lunak)	350 – 750	> 50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 – 350	15 – 50	≥ 50
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50

Berdasarkan nilai rata-rata kedalaman tanah yang diperoleh dari hasil uji N-SPT dan mengacu pada klasifikasi situs SNI 1726:2019 (Tabel 5), disimpulkan bahwa jenis tanah pada lokasi ini termasuk kelas situs SD (tanah sedang).

Pembebanan

Pembebanan yang digunakan pada struktur ini meliputi beban mati dan beban hidup yang mengacu pada SNI 1727:2020, serta beban gempa yang mengacu pada SNI 1726:2019.

Beban Mati

Menurut (Pratama et al., 2021), beban mati pada struktur merupakan berat struktur itu sendiri beserta beban mati tambahan. Beban mati struktur dihitung langsung oleh ETABS, sedangkan beban mati tambahan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Beban mati tambahan

Komponen gedung	Berat (kg/m ²)
Berat adukan finishing lantai	42
Berat keramik	24
Plafon	11
Sanitasi	20
Plumbing	20
Instalasi mekanikal-elektrikal	25

Beban Hidup

Gedung yang ditinjau merupakan sarana fasilitas umum berupa rumah sakit, dengan beban hidup yang direncanakan sesuai SNI 1727:2020, sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Beban hidup

Komponen gedung	Berat (kg/m ²)
Ruang operasi	2,87
Ruang pasien	1,92
Koridor	3,83

Beban Gempa

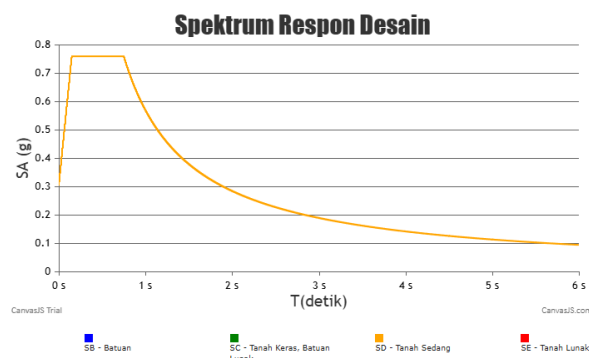
Berdasarkan SNI 1726:2019 mengenai kategori risiko bangunan gedung dan non-gedung untuk gempa, rumah sakit termasuk kategori risiko IV dengan faktor keutamaan gempa 1,5 (Tabel 8). Sistem struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan sistem dinding struktural khusus (SDSK) digabungkan untuk membentuk sistem struktur ganda.

Tabel 8. Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

Tabel 9. Parameter beban gempa

Deskripsi	Nilai / kategori
Ss	1,0660 g
SDS	0,7817 g
SD1	0,6000 g
KDS	D



Gambar 3. Grafik respons spektrum Kota Manado

Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap. Tahap awal berupa tinjauan pustaka untuk memahami konsep dan studi yang relevan. Tahap kedua adalah pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak ETABS v23, yang mencakup pemodelan struktural, pembebanan (beban hidup, beban mati, dan beban seismik), perancangan dinding geser beserta tulangannya, serta perancangan ulang tulangan berdasarkan gambar desain dan kondisi lapangan. Setelah pemodelan selesai, dilakukan perhitungan beban gempa dengan memasukkan nilai keluaran ETABS untuk meninjau periode struktur, nilai simpangan, dan pengaruh P-Delta. Setelah hasil perhitungan dipastikan memenuhi ketentuan SNI, dilanjutkan dengan evaluasi perubahan tulangan dinding geser, lalu dilakukan perbandingan antara Model 1 dan Model 2 beserta pembahasannya. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dan saran. Pendekatan evaluasi berbasis analisis respons spektrum dengan ETABS serta peninjauan parameter simpangan antarlantai dan perpindahan maksimum ini sejalan

dengan metode yang digunakan pada evaluasi kinerja struktur bangunan gedung di kawasan seismik tinggi (Maluw et al., 2026; Tenda et al., 2026).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode Struktur

Melalui pemeriksaan getaran bebas, nilai periode getaran alami struktur dapat diperoleh. Tidak ada bangunan dengan lebih dari satu lantai yang boleh memiliki periode getaran lebih besar dari hasil perkalian koefisien C_u dengan periode pendekatan alami T_a . Menurut SNI 1726:2019, periode getaran maksimum (T_{max}) harus dibatasi untuk mencegah kegagalan struktural maupun non-struktural, efek P-Delta, dan simpangan antarlantai yang berlebihan (Pratama et al., 2021). Hasil perhitungan periode struktur disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil perhitungan periode struktur

Jenis data	Nilai
C_u	1,4
C_t	0,0466
X	0,9
T_a	2,0229
T_{max}	2,832
T_c, X	2,228
T_c, Y	2,355

Bentuk dan Jumlah Ragam

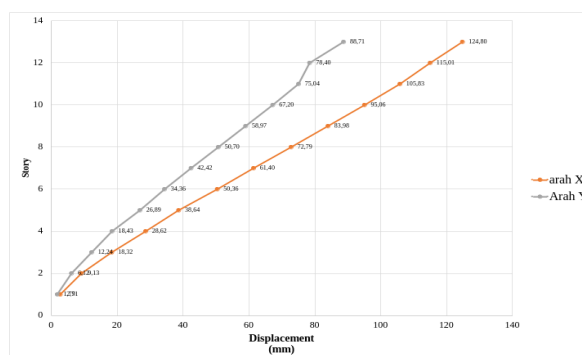
Sesuai prosedur SNI 1726:2019, persyaratan partisipasi massa ragam gabungan adalah 100%, namun terdapat ketentuan khusus yang mengizinkan partisipasi massa ragam gabungan minimal 90%. Pada pemodelan struktur gedung 12 lantai ini, partisipasi massa ragam terpenuhi pada mode ke-19, sebagaimana disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Partisipasi ragam massa

Case	Mode	SumUX	SumUY
Modal	1	0,608	0,0065
Modal	19	0,9214	0,9045

Displacement

Nilai displacement maksimum arah X sebesar 124,80 mm, sedangkan arah Y sebesar 88,71 mm, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.

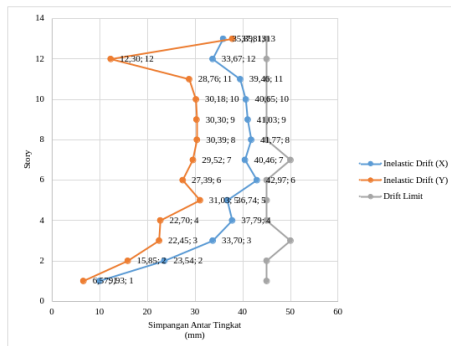


Gambar 4. Kurva displacement

Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan nilai simpangan yang diperoleh dari ETABS, simpangan antarlantai bangunan telah memenuhi syarat SNI 1726:2019, yaitu simpangan antarlantai desain tidak melebihi nilai batas simpangan sebesar 40,00 mm dan 50,00 mm (Gambar 5). Nilai simpangan antarlantai yang tetap

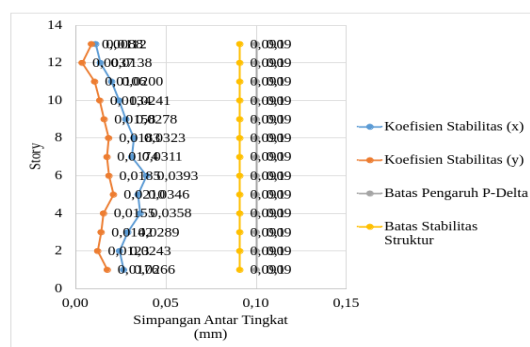
berada dalam batas izin menunjukkan bahwa struktur memiliki margin keamanan terhadap deformasi lateral, sejalan dengan temuan pada evaluasi kinerja bangunan gedung di wilayah dengan kategori desain seismik tinggi yang juga meninjau story drift dan perpindahan maksimum (Maluw et al., 2026; Tenda et al., 2026)



Gambar 5. Kurva hasil perhitungan simpangan antarlantai

P-Delta

Efek P-Delta dijaga melalui koefisien stabilitas arah X dan Y (θ) yang lebih kecil dari batas pengaruh P-Delta dan batas stabilitas struktural (θ_{max}), berdasarkan perhitungan pada tiap lantai. Dengan demikian, struktur ini memenuhi kriteria P-Delta (Gambar 6).



Gambar 6. Kurva hasil perhitungan P-Delta

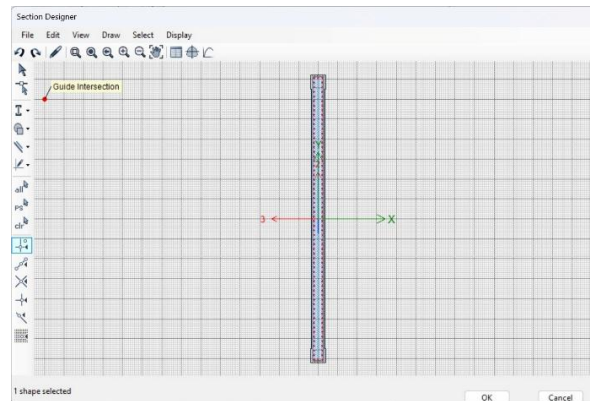
Evaluasi Dinding Geser

Pada pemodelan ETABS, struktur dimodelkan dalam dua konfigurasi: Model 1 menggunakan tulangan D25 untuk seluruh lantai, sedangkan Model 2 menggunakan tulangan D22 pada enam lantai yang mengalami perubahan tulangan dan ditinjau dalam perhitungan ini. Data dinding geser disajikan pada Tabel 12 dan penampangnya ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 12. Data dinding geser

Jenis data	Nilai
Tinggi total dinding (hw)	27 m
Panjang dinding (lw)	7,2 m
Tebal dinding (tw)	0,35 m
Tinggi antar lantai (hs)	4,5 m
Jumlah lantai (n)	6 lantai

Tinggi keseluruhan struktur Gedung ini 55,5 m, tetapi untuk penelitian ini hanya 6 lantai dengan dinding geser yang mengalami perubahan diameter. Oleh sebab itu, jumlah ketinggian lantai yang akan ditinjau adalah 27 m.



Gambar 7. Penampang dinding geser

Evaluasi Kapasitas Geser

Kapasitas geser dari dinding geser ini dievaluasi berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 18.10.4.1 menyatakan rasio kapasitas geser ditentukan dari perbandingan panjang dinding terhadap tinggi struktur yang dinyatakan pada persamaan (1).

$$\alpha c = \frac{hw}{lw} \#(1)$$

Nilai rasio pada persamaan (1) digunakan untuk menghitung V_n pada segmen-segmen dinding haruslah nilai terbesar dari rasio hw/lw untuk dinding keseluruhan dan segmen dinding yang ditinjau yang dinyatakan pada persamaan (2).

$$V_n = A_c v (\alpha c \sqrt{f'_c + \rho_t \times f_{yt}}) \#(2)$$

untuk dinding geser pada struktur yang ditinjau memiliki panjang total 7.200 mm dan tinggi total 27.000 mm. Sehingga diperoleh nilai (αc) sebesar 3,75 untuk luas tulangan D22 dan D25. Sedangkan untuk nilai kuat geser dinding pada D22 diperoleh sebesar 2178 kN dan untuk D25 sebesar 2623 kN. Untuk gaya geser ultimate sebesar 1.851 kN, dan rasio $\phi V_n/V_u$ sebesar 9,82 untuk D22 dan 8,60 untuk D25. Karena kuat geser dinding lebih besar dari pada gaya geser ultimate yang bekerja, maka disimpulkan bahwa dinding memenuhi syarat $\phi V_n \geq V_u$.

Evaluasi Tulangan Dinding

Hasil evaluasi tulangan menunjukkan bahwa tulangan vertikal dan horizontal pada dinding geser telah memenuhi syarat SNI 2847:2019. Untuk tulangan D25, nilai A_s pakai diperoleh sebesar 27893 mm² dengan luas tulangan sebesar 490,87 mm² yang diperoleh dari persamaan (3).

$$A_b = \frac{\pi}{4} d^2 \#(3)$$

Nilai luas tulangan sebesar 490,87 mm² dibagi dengan jumlah lapis tulangan sehingga diperoleh jumlah tulangan sebesar 48,78 untuk tulangan vertikal dan 32,70 untuk tulangan horizontal. Kemudian untuk hasil dari jumlah tulangan akan dibagi dengan lebar bersih ℓ_n sehingga memperoleh hasil 129 mm untuk jarak tulangan vertikal. Sedangkan untuk jarak tulangan horizontal diperoleh dari hasil jumlah tulangan dibagi dengan tinggi dinding hasilnya 138 mm. Selanjutnya untuk tulangan D22 diperoleh nilai sebesar 380,23 mm² berdasarkan persamaan (3) dengan jumlah tulangan sebesar 62,99 untuk tulangan vertikal dan 42,22 untuk tulangan horizontal. Kemudian untuk hasil dari jumlah tulangan akan dibagi dengan lebar bersih ℓ_n sehingga memperoleh hasil 100 mm untuk jarak tulangan vertikal. Sedangkan untuk jarak tulangan horizontal diperoleh dari hasil jumlah tulangan dibagi dengan tinggi dinding hasilnya 106 mm dengan batas maksimum 450 mm. Rasio tulangan horizontal (ρ_t) berdasarkan persamaan (4)

$$\rho_t = \frac{A_{sh}}{1000 \times t_w} \#(4)$$

Atau

$$\frac{\left(\frac{1000}{sh} \times Ab \times n\right)}{1000 \times tw} \#(5)$$

Berdasarkan pada persamaan diatas diperoleh Rasio tulangan horizontal (ρ_l) sebesar 0,0204. Sedangkan untuk rasio tulangan aksial (ρ_l) diperoleh berdasarkan persamaan (6) atau (7).

$$pl = \frac{Asv}{1000 \times tw} \#(6)$$

Atau

$$\frac{\left(\frac{1000}{sv} \times Ab \times n\right)}{1000 \times tw} \#(7)$$

Berdasarkan pada persamaan diatas maka rasio tulangan aksial (ρ_l) diperoleh sebesar 0,0217, keduanya telah memenuhi persyaratan tulangan minimum sebesar 0,0025 berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 18.10.2.1

Pengecekan Kebutuhan Elemen Batas

Perlu atau tidaknya elemen batas dalam suatu struktur dapat ditentukan menggunakan Persamaan (8).

$$c = \frac{lw}{\left(600 \times \left(\frac{1,5\delta u}{hw}\right)\right)} \#(8)$$

Nilai garis netral dinding geser sebesar 400 mm dengan rasio aktual kedalaman sumbu nental sebesar 0.056 sedangkan nilai batas 4,160, sehingga dinding geser dinyatakan tidak memerlukan elemen batas. Meskipun demikian, elemen batas tetap disediakan sebagai bentuk peningkatan keamanan. Dimensi elemen batas yang digunakan sebesar 350 mm, telah memenuhi kebutuhan minimum 200 mm. Untuk tulangan pengekangan digunakan sengkang D13 sebanyak dua kaki dengan luas tulangan terpasang 1.858 mm², lebih besar daripada luas tulangan minimum yang disyaratkan sebesar 929 mm². Dengan demikian, elemen batas yang digunakan telah memenuhi persyaratan dimensi dan tulangan pengekangan berdasarkan SNI 2847:2019. Rekapitulasi tulangan disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rekapitulasi tulangan

Dimensi tulangan	Jarak tulangan horizontal (mm)	Jarak tulangan vertikal (mm)	Rasio tulangan (ρ_{min} 0,0025)
D22	106	100	0,0026
D25	137	129	0,0033

Berdasarkan hasil penelitian, maka penggunaan tulangan D22 masih mampu memikul beban gaya geser yang bekerja dengan parameter jarak tulangan horizontal sebesar 106 mm dan jarak tulangan vetikal 100 mm dengan rasio tulangan sebesar 0,0026 mm masih lebih lebih besar dari rasio tulangan minimum sebesar 0,0025. Dan gaya geser yang mampu dipikul oleh tulangan D22 adalah sebesar 2178 kN lebih besar dari gaya geser ultimate yang bekerja sebesar 1.851 kN.

Evaluasi Variasi Diameter Tulangan terhadap Persyaratan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019

Perbandingan antara model dinding geser dengan tulangan D25 (Model 1) dan D22 (Model 2) menunjukkan bahwa pengurangan diameter tulangan menyebabkan penurunan luas tulangan, tetapi rasio tulangan tetap terpenuhi di atas batas minimum 0,0025. Kondisi ini tercermin dari rasio V_u/V_n sebesar 76,37% pada konfigurasi D25 dan 87,26% pada konfigurasi D22; kedua nilai tersebut masih berada di bawah 100%, sehingga persyaratan $\phi V_n \geq V_u$ tetap terpenuhi. Dengan demikian,

perubahan diameter tulangan dinding geser dari D25 menjadi D22 masih memenuhi persyaratan kapasitas geser dan simpangan yang diizinkan menurut SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019, meskipun margin kapasitas pada konfigurasi D22 menjadi lebih kecil dibandingkan konfigurasi D25.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi perubahan tulangan dinding geser pada pembangunan gedung rumah sakit 12 lantai yang mengacu pada SNI 1726:2019, dapat disimpulkan bahwa:

1. Ragam ke-19 dari 20 ragam telah terpenuhi melalui kontrol bentuk bangunan dan partisipasi massa menggunakan program ETABS, dengan partisipasi massa sebesar 92,14% pada arah UX dan 90,45% pada arah UY. Menurut SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1, hasil ini telah sesuai dengan ketentuan jumlah ragam.
2. Simpangan antarlantai juga memenuhi syarat; variasi arah X terbesar sebesar 42,97 mm dan deviasi arah Y maksimum sebesar 37,81 mm. Menurut Pasal 7.12.1, hasil perhitungan ini masih berada dalam batas yang diizinkan, yaitu sebesar 45,00 mm.
3. Efek P-Delta menunjukkan hasil yang masih berada dalam rentang yang dapat diterima; nilai maksimum arah X dan Y masing-masing sebesar 0,0393 dan 0,0185, dari nilai maksimum yang diizinkan sebesar 0,0909.

Selanjutnya, hasil evaluasi tulangan dinding geser D25 menjadi D22 yang dilakukan berdasarkan SNI 2847:2019 diperoleh sebagai berikut:

1. Evaluasi kapasitas geser untuk panjang total dinding 7.200 mm dan tinggi total 27.000 mm menghasilkan kuat geser dinding sebesar 2.178 kN, beban rencana sebesar 1.851 kN, dan rasio $\phi V_n/V_u$ untuk D25 sebesar 9,82 dan untuk D22 sebesar 8,60. Nilai tersebut memenuhi syarat $\phi V_n \geq V_u$ berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 18.10.4.1
2. Pada evaluasi tulangan, jarak tulangan horizontal sebesar 106 mm dan tulangan vertikal 100 mm untuk D22, sedangkan untuk D25 jarak tulangan horizontal 137 mm dan tulangan vertikal 129 mm dengan batas maksimum 450 mm. Rasio tulangan horizontal (ρ_l) sebesar 0,0195 dan rasio tulangan aksial (ρ_t) sebesar 0,0217 telah memenuhi persyaratan tulangan minimum sebesar 0,0025.
3. Pengecekan elemen batas menyatakan bahwa dinding geser tidak memerlukan penambahan elemen batas, tetapi elemen batas tetap disediakan sebagai peningkatan keamanan struktur.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi kinerja struktur akibat perubahan diameter tulangan dinding geser menunjukkan bahwa model dinding geser dengan tulangan D22 masih memenuhi persyaratan kinerja struktur berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Hal ini ditunjukkan melalui nilai periode struktur, gaya geser dasar seismik, simpangan antarlantai, serta pengaruh P-Delta, yang dilengkapi dengan perhitungan evaluasi dinding geser yang secara keseluruhan terbukti memenuhi syarat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado atas dukungan fasilitas dan data teknis selama penelitian ini, serta kepada pihak pelaksana proyek pembangunan gedung rumah sakit yang telah menyediakan data perencanaan yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atul Husna, I., Miswar, K., Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, P., Negeri Lhokseumawe Banda Aceh-Medan Km, P. J., Punteut, M., Mangat, B., & Lhokseumawe, K. (2025). Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Gedung Bertingkat Menggunakan SRPMK dengan Dual System. In *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 17, Number 2).
- Fajrul Falah, F., Sundari, T., & Wahyu Nugroho, M. (2024). Redesain Struktur Gedung dengan Menggunakan Shear Wall (Studi Kasus RS. Bhayangkara TK III Nganjuk). In *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi* (Vol. 2, Number 6).

- Gilang Ramadhan, R., Wardhono, A., Kunci, K., Geser, D., Beton Bertulang, G., Ganda, S., & Antar Lantai, S. (2026). *JURNAL TEKNIK SIPIL : RANCANG BANGUN MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG UNIVERSITAS TERBUKA DENGAN METODE DUAL SYSTEM DI DAERAH RESIKO GEMPA TINGGI* *STRUCTURE MODIFICATION OF BUILDING UNIVERSITAS TERBUKA USING DUAL SYSTEM METHOD IN HIGH SEISMIC RISK AREA*. <https://doi.org/10.33506/rb.v12i01.5340>
- Guci, J., Safitri, R., & Bella, S. (2021). *PERENCANAAN UPPER STRUCTURE PADA HIGH RISE BUILDING YANG BERLOKASI DI TEPI PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN DUAL SYSTEM*.
- Hendra, Zulkarnaen, V., Rosanti, I., & Ariyansyah, R. (2021). *ANALISIS STRUKTUR GEDUNG TAHAN GEMPA DENGAN METODE SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM)*.
- Hukom, V., Sutiono, W., Didik, A., Purwanto, S., & Nur Fajar, M. (2023). *Studi Kasus: Hotel Vega Kota Sorong Comporative Analysis Of Shear Wall Reinforcement Based On Procedures For Sni 2847*. <https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/jimats>
- Kalumata, F., & Hosang, M. (2025). Penerapan BIM dalam Percepatan Pembangunan Asrama Mahasiswa Nusantara Manado. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-11 ISAS Publishing Series: Engineering and Science*, 11(1).
- Maluw, F., Kalumata, F., Palar, H. J., Abbas, A. Y., & Kabo, D. (2026). Structural Performance Evaluation of the Sao Paulo Lospalos Parish Building Using Response Spectrum Analysis Based on Story Drift and Maximum Displacement. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 5(12), 1459–1469. <https://doi.org/10.55927/mudima.v5i12.798>
- Pratama, M. M. A., Putri, S. D. S., & Santoso, E. (2021). Analisis Kinerja Bangunan Gedung Tinggi Dengan Penambahan Dinding Geser (Studi Kasus: Bangunan 8 Lantai). *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 119–130. <https://doi.org/10.31849/siklus.v7i2.6922>
- Rahmi, Y. (2021). *Analisis Perencanaan Dinding Geser Berdasarkan Perbandingan Tipe Dinding Geser (Studi Kasus: Gedung Keuangan Banda Aceh)*.
- Silalahi, J., Wibowo, A., & Susanti, L. (2021). *PENGARUH VARIASI JARAK TULANGAN HORIZONTAL DAN KEKANGAN TERHADAP POLA RETAK DAN MOMEN KAPASITAS DINDING GESER DENGAN PEMBEBANAN SIKLIK (QUASI-STATIS)*.
- SNI 1726. (2019). *SNI 1726-2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung*.
- SNI 2847. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*.
- Susilo, F., Sulardi, & Pramodo, D. (2023). *Perencanaan Struktur Gedung Tahan Gempa Menggunakan Metode Sistem Ganda (Dual System) pada Studi Kasus Rusun Pik-Pulo Gadung*.
- Tanoto Kalangi, H., Tanijaya, J., & Thetrawan, D. M. (2021). *ANALISIS PENGARUH PENEMPATAN DINDING GESER TERHADAP PERILAKU DINAMIK STRUKTUR BANGUNAN*.
- Tenda, J. E., Pinasang, D. B., Hosang, M. F., Wala, M., & Kalumata, F. (2026). Evaluasi Kelayakan Struktur dan Rekomendasi Retrofitting Gedung Kuliah Jurusan Administrasi Bisnis Kampus Politeknik Negeri Manado. *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 1519–1527. <https://doi.org/10.59395/altifani.v6i3.1212>