Jurnal Teknik Indonesia

Volume 5 Nomor 4 November 2026
https://jti.publicascientificsolution.com/index.php/rp

Analisis Penggunaan Shear Wall pada Struktur Gedung Beton Bertulang Kategori Risiko III

Faizal Nurhidayat, Arief Firmanto
Universitas Swadaya Gunung Jati, Indonesia
Email: faizal.122130058@ugj.ac.id

Abstract

Healthcare facilities, classified under Risk Category III, are required to demonstrate robust seismic performance to ensure continued functionality following an earthquake. This study aims to analyze the impact of shear walls on the structural performance of the Sehat Sejahtera Clinic building in Cirebon and to determine the most optimal configuration. The study employs a quantitative analysis method based on 3D modeling using ETABS software, utilizing a response spectrum approach in accordance with SNI 1726:2019. Four structural models were analyzed: one without shear walls and three variations of shear wall configurations. The parameters evaluated include the fundamental period, base shear, inter-story drift, and structural stability regarding P-Delta effects. The analysis results indicate that the inclusion of shear walls significantly enhances structural stiffness and reduces drift. The Type 1 configuration yielded the best performance, achieving a 31.3% reduction in maximum drift and the most significant improvement in stability, despite the associated increase in structural mass. Placing shear walls along the building's weakest axis proved more effective than distributing the elements uniformly. While all models met the performance requirements of SNI 1726:2019, the Type 1 configuration is recommended as it offers the most optimal overall improvement in structural performance.

Keywords: *Shear Wall, Effectiveness, Seismic Performance, Inter-Story Drift, P-Delta*

Abstrak

Bangunan fasilitas kesehatan sebagai bagian dari kategori risiko III dituntut memiliki kinerja seismik yang baik agar tetap berfungsi pascagempa. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan dinding geser terhadap kinerja struktur Gedung Klinik Sehat Sejahtera Cirebon serta menentukan konfigurasi yang paling optimal. Metode yang digunakan adalah analisis kuantitatif berbasis pemodelan tiga dimensi menggunakan perangkat lunak ETABS dengan pendekatan respons spektrum sesuai SNI 1726:2019. Empat model struktur dianalisis, yaitu tanpa dinding geser dan tiga variasi konfigurasi dinding geser. Parameter yang ditinjau meliputi periode fundamental, gaya geser dasar, simpangan antar tingkat, serta stabilitas struktur akibat efek P-Delta. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan dinding geser mampu meningkatkan kekakuan struktur dan menurunkan simpangan secara signifikan. Konfigurasi Tipe 1 memberikan kinerja terbaik dengan penurunan simpangan maksimum sebesar 31,3% serta peningkatan stabilitas yang paling signifikan, meskipun disertai penambahan massa struktur. Penempatan dinding geser pada arah paling lemah terbukti lebih efektif dibandingkan penambahan elemen secara merata. Seluruh model memenuhi persyaratan kinerja berdasarkan SNI 1726:2019, namun konfigurasi Tipe 1 direkomendasikan karena memberikan peningkatan kinerja struktur yang paling optimal secara keseluruhan.

Kata Kunci: Dinding Geser, Efektivitas, Kinerja Seismik, Simpangan Antar Tingkat, P-Delta

PENDAHULUAN

Bangunan fasilitas kesehatan memerlukan kinerja struktur yang memadai terhadap gempa karena gangguan fungsi setelah kejadian dapat menghambat layanan bagi Masyarakat

(Naibaho, 2026). Pada struktur beton bertulang, kekakuan dan kapasitas penahan gaya lateral perlu dievaluasi bersamaan dengan tuntutan pengendalian simpangan antar tingkat dan stabilitas. Studi ini meninjau gedung Klinik Sehat Sejahtera Cirebon, yang pada naskah sumber diklasifikasikan dalam Kategori Risiko III berdasarkan fungsi bangunannya dan SNI 1726:2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019).

Kinerja struktur dapat menurun akibat perencanaan yang tidak sesuai standar, detail penulangan yang kurang tepat, maupun konfigurasi sistem penahan gaya lateral yang tidak efektif (Trimurtiningrum et al., 2023). Pada rangka beton bertulang, elemen beton dan baja tulangan bekerja bersama menahan beban gravitasi, tetapi pembebanan gempa menimbulkan tuntutan deformasi dan gaya geser tambahan (Farkhan et al., 2022). Jika kekakuan lateral tidak memadai, simpangan antar tingkat meningkat dan efek P-Delta dapat menambah momen sekunder.

Dinding geser (shear wall) merupakan salah satu elemen yang dapat menyalurkan gaya horizontal ke fondasi dan menekan deformasi bangunan. Namun, efektivitasnya tidak semata-mata ditentukan oleh keberadaan atau jumlah dinding, melainkan juga lokasi, orientasi, simetri, dan pengaruh penambahan massa (Adabi, 2021; Arifin et al., 2023; Kewat & Golghate, 2020; Shukla & Nallasivam, 2024; Widorini et al., 2021). Penempatan yang tidak tepat dapat memperbesar ketidakberaturan puntir dan mengalihkan respons ke arah struktur yang semula lebih fleksibel.

Penelitian terdahulu membandingkan berbagai konfigurasi dinding geser pada gedung pendidikan, hotel, rumah sakit, dan bangunan tinggi. Temuan penelitian yang dirangkum dalam Tabel 1 menunjukkan penurunan periode dan simpangan, tetapi besarnya perbaikan berbeda karena model bangunan, susunan elemen, dan metode analisis tidak sama (Anggraini et al., 2024; Dalai & Parhi, 2021; Khanza et al., 2026; Nursani & Noor, 2023; Patria & Haq, 2024; Pertiwi et al., 2025; Safitri & Rizki, 2023; Sansujaya et al., 2021; Yana et al., 2023). Dengan demikian, konfigurasi yang optimal pada satu gedung tidak dapat langsung dianggap optimal untuk gedung yang lain.

Kesenjangan penelitian yang dikaji adalah perlunya evaluasi beberapa pola peletakan dinding geser pada gedung klinik bertulang dengan mempertimbangkan kinerja dua arah sekaligus, bukan hanya besarnya penurunan simpangan pada satu arah. Penilaian juga perlu memasukkan periode fundamental, gaya geser dasar, partisipasi massa, dan batas stabilitas P-Delta agar pilihan konfigurasi dapat dipertanggungjawabkan (Dahoklory, 2026). Perbandingan dilakukan pada empat model dengan dimensi serta parameter material dan beban yang dijaga konsisten.

Urgensi studi berasal dari kebutuhan pengendalian respons gempa pada fasilitas pelayanan kesehatan. Kebaruan penelitian bersifat penerapan dan perbandingan konfigurasi pada objek klinik yang diteliti, dengan memadukan pengukuran simpangan, karakteristik dinamik, dan konsekuensi penambahan massa pada satu kerangka evaluasi. Keputusan optimalitas harus mempertimbangkan kriteria yang diprioritaskan secara transparan, sebab model dengan pengurangan simpangan paling besar belum tentu memberikan efisiensi massa atau respons puntir terbaik.

Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh penambahan dinding geser terhadap respons seismik dan membandingkan tiga variasi konfigurasi dengan model tanpa dinding

geser berdasarkan SNI 1726:2019. Hasilnya diharapkan menjadi masukan bagi perencana struktur untuk mengevaluasi arah lemah, distribusi kekakuan, serta pengendalian simpangan dan P-Delta. Penelitian dibatasi pada hasil pemodelan numerik dan data desain yang tersedia, sehingga pemeriksaan gambar struktur, pembebanan, dan keluaran ETABS tetap diperlukan sebelum diterapkan pada proyek.

Peneliti (Tahun)	Fokus kajian	Temuan utama
(Safitri & Rizki, 2023)	Kebutuhan dinding geser, gedung kuliah (ETABS, time history & respons spektrum)	Konfigurasi alternatif ketiga paling optimal dengan periode dan simpangan terkecil.
(Patria & Haq, 2024)	Konfigurasi shearwall pada gedung rumah sakit sembilan lantai	Penempatan di sudut dan inti menaikkan kapasitas serta menjaga simpangan dalam batas izin.
(Sansujaya et al., 2021)	Keefektifan dinding geser pada bangunan tinggi (SAP2000, enam model)	Tiap penambahan 1% luas dinding menurunkan simpangan sekitar 1,97%; tata letak sangat berpengaruh.
(Yana et al., 2023)	Alternatif dinding geser pada gedung hotel (ETABS)	Simpangan turun 81,2% arah X dan 25,5% arah Y disertai penghematan tulangan.
(Gupta et al., 2021)	Bangunan dua belas lantai, analisis respons spektrum	Dinding geser menurunkan deformasi lantai 34,4% arah X dan 39,9% arah Y.
(Mishra & Mishra, 2020)	Sistem dinding geser pada bangunan tinggi	Penempatan di pusat dan tepi luar paling efektif; jumlah dinding tidak menjamin performa.

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif berbasis pemodelan numerik tiga dimensi dengan objek Gedung Klinik Sehat Sejahtera di Kebarepan, Kecamatan Plumbon, Kabupaten Cirebon. Populasi analitis adalah konfigurasi sistem struktur untuk objek yang sama, sedangkan sampel model dipilih secara purposif terdiri atas satu model acuan tanpa shear wall dan tiga alternatif peletakan shear wall. Parameter model mencakup struktur beton bertulang empat lantai, tinggi antarlantai 4,2 m, mutu beton f'c = 30 MPa, baja fy = 420 MPa, dan dimensi elemen sebagaimana dicatat pada Tabel 2. Metode ini tidak menggunakan responden atau teknik sampling survei.

Instrumen analisis berupa berkas model ETABS, data dimensi dan material, kombinasi pembebanan, serta spektrum respons rencana yang disusun dari SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019. Prosedur dimulai dengan pemodelan geometri, pendefinisian elemen serta beban, perancangan tiga pola dinding geser, dan pelaksanaan analisis respons spektrum dengan parameter seismik yang sama untuk keempat model. Tabel 3–5 memuat komponen beban, kombinasi beban, dan parameter spektrum yang mendukung replikasi analisis. Validitas model dinilai melalui kesesuaian input standar, pemeriksaan massa modal, dan konsistensi hasil; pengujian kuesioner atau reliabilitas Cronbach's alpha tidak berlaku.

Keluaran ETABS dibandingkan secara deskriptif dan numerik berdasarkan periode fundamental, gaya geser dasar, faktor penskalaan, perpindahan lateral, simpangan antar tingkat, dan koefisien stabilitas P-Delta. Setiap hasil dievaluasi terhadap batas dan prosedur perancangan yang dijelaskan dalam SNI 1726:2019 dan dibandingkan antarkonfigurasi untuk melihat keuntungan dan konsekuensi penambahan massa. Analisis efektivitas menggunakan indikator perubahan respons serta berat seismik, tetapi keputusan konfigurasi optimum diperlakukan sebagai penilaian multiindikator, bukan bukti keunggulan universal. Ketidaksesuaian label atau angka dalam tabel sumber harus dicocokkan dengan keluaran ETABS asli sebelum hasil digunakan untuk keputusan konstruksi.

Objek dan Data Struktur

Tabel 2. Spesifikasi dan Dimensi Elemen Struktur

Elemen	Tipe	Dimensi (mm)
Kolom	K1	400 × 400
Balok	B1	350 × 250
	B2	350 × 200
	BA	200 × 100
Pelat	PL	tebal 130
	PA	tebal 120

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.

Pembebanan

Tabel 3. Beban Mati Tambahan Pelat Lantai Dan Atap

Jenis beban mati	Lantai (kN/m²)	Atap (kN/m²)
Keramik 1 cm	0,0022	—
Mortar	0,018	—
Pelapis kedap air	0,05	0,05
Instalasi mekanikal-elektrikal	0,25	0,25
Plafon penggantung	0,20	0,20
Total	0,52	0,50

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.

Tabel 4. Kombinasi Pembebanan Terfaktor Pada Model ETABS

No.	Kombinasi	No.	Kombinasi
1	1,4D	7	1,2D + 1,6R + 0,5WY
2	1,2D + 1WX + 1L + 0,5R	8	1,2D + 1,6L + 0,5R
3	1,2D + 1WY + 1L + 0,5R	9	0,9D + 1WX
4	1,2D + 1EQX + 1L	10	0,9D + 1WY
5	1,2D + 1EQY + 1L	11	0,9D + 1EQX
6	1,2D + 1,6R + 0,5WX	12	0,9D + 1EQY

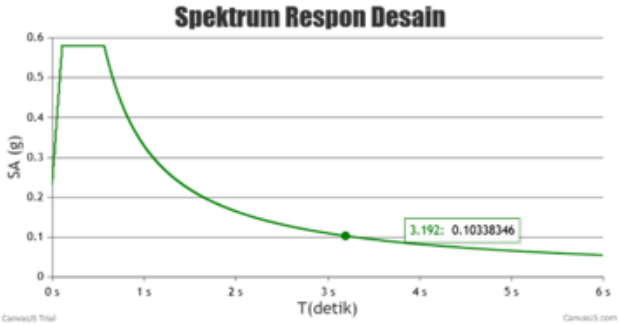
Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.

Parameter Gempa dan Spektrum Desain

Tabel 5. Parameter spektral desain (kelas situs SE)

Parameter	Nilai	Parameter	Nilai
Kelas situs	SC (tanah keras)	Ie / R / Cd	1,25 / 8 / 5,5
Ss / S1	0,7121 g / 0,3297 g	T0 / Ts	0,11 / 0,57 detik
Fa / Fv	1,2152 / 1,5000	TL	20 detik
SDS / SD1	0,5759 g / 0,3297 g	KDS	D

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.



Gambar 1. Kurva spektrum respons desain (SNI 1726:2019, kelas situs SC)
Sumber: Visualisasi dan dokumentasi penelitian sebagaimana disajikan dalam naskah asli.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Spektral dan Kategori Desain Seismik

Bangunan ini diklasifikasikan dalam Kategori Risiko III dan termasuk dalam Kategori Desain Seismik D. Berdasarkan nilai Ss dan S1 pada kelas situs SC, diperoleh percepatan spektral desain sebesar SDS = 0,5759 g dan SD1 = 0,3297 g. Nilai SDS yang melebihi 0,50 g serta SD1 yang melampaui 0,20 g menunjukkan bahwa perencanaan struktur harus memenuhi persyaratan pengendalian simpangan dan stabilitas yang ketat. Ketentuan tersebut diterapkan secara konsisten pada keempat model sehingga hasil perbandingan yang diperoleh tetap objektif.

Desain Dinding Geser

Gaya dalam kolom dari hasil ETABS menjadi dasar perencanaan, dengan gaya geser perlu Vu/φ = 93,78 kN. Tebal dinding geser direncanakan sebesar 250 mm, panjang total 3.500 mm, dan tinggi total 20.500 mm. Penulangan badan dipasang dua tirai 2D19-160 vertikal dan 2D19-150 horizontal, sedangkan kolom batas memakai 8D25 yang dikekang sengkang 4D16-100. Rincian pemeriksaan kapasitas disajikan pada Tabel 6, serta rekapitulasi hasil evaluasi kapasitas shear wall terhadap ketentuan SNI 2847:2019 disajikan pada Tabel 7.

Seluruh kriteria SNI 2847:2019 terpenuhi. Rasio tulangan badan longitudinal (1,418%) dan transversal (1,512%) melampaui batas minimum 0,25%, dan karena hw/Lw = 5,86 melebihi 2, diharuskan melakukan pemasangan dua tirai. Rasio tulangan kolom batas 2,454% berada dalam rentang 1–6%, sementara kuat geser nominal 3.163,10 kN jauh di atas gaya geser perlu sehingga kapasitas geser sangat memadai. Pendekatan berbasis metode *displacement-based* maupun *strength-based* menyimpulkan bahwa elemen batas khusus tidak

diperlukan karena tegangan tekan maksimum 0,415 MPa masih jauh di bawah ambang 0,2fc' = 6 MPa.

Tabel 6. Rincian Hasil Perencanaan Desain Dinding Geser

Item pemeriksaan	Hasil
Tebal × panjang × tinggi (mm)	250 × 3.500 × 20.500
Tulangan badan vertikal/horizontal	2D19-160 / 2D19-150
Tulangan kolom batas	8D25 (4D16-100)
Rasio tulangan badan ρl / ρt	1,418% / 1,512%
Rasio tulangan kolom ρ	2,454%
Vn vs Vu/φ (kN)	3.163,09 > 937,75
Elemen batas khusus	Tidak diperlukan

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Evaluasi Kapasitas Shear Wall Terhadap Ketentuan SNI 2847:2019

Parameter Kontrol	Nilai Hasil Perencanaan	Nilai Syarat SNI 2847:2019	Keterangan
Kuat geser nominal, Vn	3.163,10 kN	≥ Vu/φ = 93,78 kN	Memenuhi (Psl. 18.10.4)
Rasio tulangan badan vertikal, ρl	1,418 %	≥ 0,25 %	Memenuhi
Rasio tulangan badan horizontal, ρt	1,512 %	≥ 0,25 %	Memenuhi
Konfigurasi tulangan badan	Dua tirai (2 tirai)	Wajib 2 tirai jika hw/Lw ≥ 2	Memenuhi (hw/Lw = 5,86)
Rasio tulangan elemen batas, ρ	2,454 %	1 % – 6 %	Memenuhi
Tegangan maksimum elemen batas	0,415 MPa	< 0,2 f'c = 6 MPa	Elemen batas khusus tidak diperlukan. Psl. (18.10.6)

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.

Periode Fundamental dan Partisipasi Massa

Penambahan dinding geser mengubah karakter dinamik struktur secara mencolok, dan arah perubahannya mengikuti arah yang diperkuat. Pada model acuan, periode arah X dan Y menggunakan periode maksimum di 0,827 detik dikarenakan melampaui batas Tmax pada kedua arah. Tipe 1 dan Tipe 2 memperkaku arah Y sehingga periodenya turun drastis menjadi 0,343 dan 0,408 detik, sedangkan Tipe 3 memperkaku arah X hingga periodenya menyusut menjadi 0,355 detik dengan arah Y tetap lebih lentur (0,716 detik). Perbandingan periode dan ragam tempat partisipasi massa menembus 90% disajikan pada Tabel 8 serta Gambar 2.

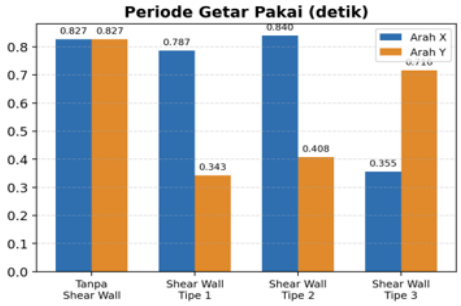
Seluruh model memenuhi syarat partisipasi massa minimum 90% (SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1) dengan pelibatan dua belas ragam getar. Hal yang menarik dicatat, kehadiran dinding geser memunculkan ragam puntir di antara dua ragam translasi utama; pada Tipe 1, ragam kedua berperiode 0,409 detik bersifat dominan puntir dengan rasio massa rotasi mencapai

60,81%. Gejala ini menegaskan bahwa penambahan kekakuan yang tidak simetris perlu dikendalikan agar tidak memicu torsi yang berlebihan.

Tabel 8. Periode Fundamental Dan Pemenuhan Partisipasi Massa Dari Keempat Permodelan

Parameter	Tanpa SW	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
Periode Tx (detik)	0,827	0,787	0,827	0,355
Periode Ty (detik)	0,827	0,343	0,408	0,716
Ragam 90% massa X	0,9401	0,9525	0,9505	0,9109
Ragam 90% massa Y	0,9431	0,9019	0,9098	0,9532

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.



Gambar 2. Perbandingan Periode Pakai Keempat Permodelan

Sumber: Visualisasi dan dokumentasi penelitian sebagaimana disajikan dalam naskah asli.

Gaya Geser Dasar dan Penskalaan

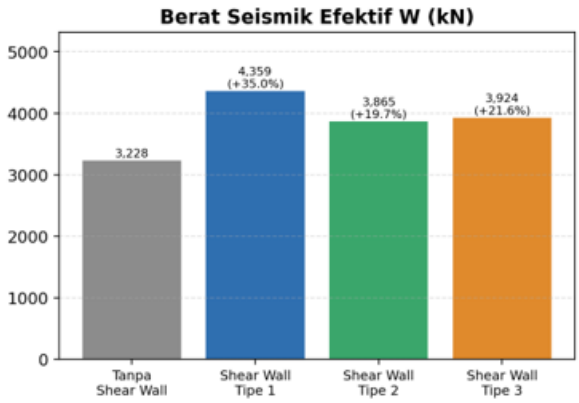
Koefisien respons seismik Cs = SDS/(R/Ie) bernilai 0,0901 pada seluruh model dan berada dalam rentang yang disyaratkan, di atas batas bawah Cs,min = 0,0317. Karena gaya geser dinamis hasil respons spektra ternyata lebih kecil daripada gaya geser statik acuan, penskalaan wajib dilakukan sesuai SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4.1. Ringkasan gaya geser dan faktor skala disajikan pada Tabel 9, sedangkan perbandingan gaya geser statik terhadap gaya geser dinamis tak terskalakan ditampilkan pada Gambar 3.

Berat seismik efektif meningkat seiring bertambahnya luas dinding, dari 3.228 kN pada model acuan menjadi 4.359 kN pada Tipe 1. Gaya geser dinamis tak terskalakan pada keempat model konsisten lebih rendah daripada gaya geser statiknya, sehingga faktor skala diterapkan pada tiap arah agar gaya geser dinamis terskalakan setara dengan gaya statik. Dengan demikian, seluruh keluaran gaya dalam dan simpangan benar-benar merepresentasikan 100% gaya gempa rencana.

Tabel 9. Gaya Geser Dasar, Faktor Skala, Dan Berat Seismik Keempat Permodelan

Model	Vstatik (kN)	Vi,X (kN)	Vi,Y (kN)	fX	fY	W (kN)
Tanpa SW	170,77	131,42	151,04	1,299	1,131	3.228
Tipe 1	240,75	227,55	273,18	1,058	1,214	4.359
Tipe 2	207,19	194,78	212,58	1,064	1,000	3.865
Tipe 3	296,53	254,88	253,29	1,163	1,171	3.924

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.



Gambar 3. Perbandingan Berat Seismik Efektif W (Kn) Keempat Permodelan
Sumber: Visualisasi dan dokumentasi penelitian sebagaimana disajikan dalam naskah asli.

Simpangan Antar Tingkat

Evaluasi simpangan antar tingkat menunjukkan kontribusi dinding geser yang paling terlihat. Perpindahan lateral elastis tiap lantai tertera pada Tabel 10, sedangkan simpangan antar tingkat inelastik dirangkum pada Tabel 11 serta grafik profilnya ditampilkan pada Gambar 4. Pada model acuan, perpindahan puncak di atap mencapai 16,51 mm arah X, dan simpangan terbesar terjadi di Lantai 2 sebesar 19,96 mm arah X serta 18,45 mm arah Y, meski masih di bawah batas izin 64,62 mm, untuk bangunan empat lantai nilai ini termasuk relatif besar sehingga cadangan keamanannya terbatas.

Penambahan dinding geser menekan respons tersebut mengikuti arah yang diperkaku. Tipe 1 dan Tipe 2 meminimalisir simpangan arah Y hingga tersisa beberapa milimeter (4,51 dan 3,55 mm), dengan arah X tetap menjadi pengendali pada kisaran 13,72 mm. Tipe 3 menunjukkan perilaku berkebalikan namun paling seimbang: arah X terkekang sangat kuat hingga 5,74 mm sedangkan arah Y memikul 16,46 mm. Ditinjau dari nilai puncak pada kedua arah, Tipe 3 menghasilkan simpangan maksimum terendah, yaitu 16,46 mm, menandakan distribusi kekakuan yang relatif merata. Untuk seluruh permodelan tetap jauh di bawah batas izin sehingga semuanya memenuhi syarat.

Tabel 10. Perpindahan Lateral Elastis Tiap Lantai (Mm) Dari Keempat Permodelan

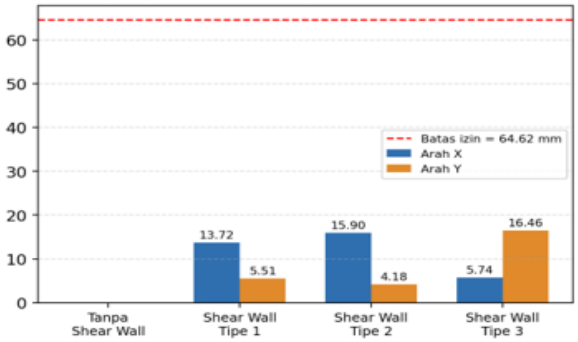
Tingkat	Tanpa SW		Tipe 1		Tipe 2		Tipe 3	
	δeX	δeY	δeX	δeY	δeX	δeY	δeX	δeY
Atap	16,51	13,90	13,76	4,51	14,79	3,55	4,70	14,54
4	13,97	12,44	11,01	3,26	12,37	2,60	3,39	12,37
3	11,08	10,09	8,45	2,07	9,45	1,67	2,16	9,87
2	7,46	7,00	5,67	1,02	6,29	0,84	1,07	7,04
1	2,92	2,81	2,55	0,27	2,68	0,23	0,29	3,29

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.

Tabel 11. Simpangan Antar Tingkat Inelastik Tiap Lantai (Mm) Dari Keempat Permodelan

Tingkat	Tanpa SW		Tipe 1		Tipe 2		Tipe 3		Izin
	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	
Atap	11,19	6,46	10,63	5,51	10,63	4,18	5,74	9,54	64,62
4	12,70	10,32	12,85	5,25	12,85	4,11	5,46	11,03	64,62
3	15,95	13,59	13,88	4,62	13,88	3,66	4,79	12,45	64,62
2	19,96	18,45	15,90	3,30	15,90	2,68	3,44	16,46	64,62
1	12,85	12,36	11,79	1,17	11,79	0,99	1,25	14,51	64,62

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.



Gambar 4. Grafik Profil Simpangan Antar Tingkat: Arah X dan Arah Y

Sumber: Visualisasi dan dokumentasi penelitian sebagaimana disajikan dalam naskah asli.

Kontrol Efek P-Delta

Koefisien stabilitas θ dianalisis pada tiap tingkat untuk mengetahui apakah deformasi lateral memunculkan momen sekunder yang signifikan ketika dikombinasikan dengan beban gravitasi. Rincian θ tiap lantai untuk keempat permodelan disajikan pada Tabel 12, sedangkan grafik perbandingan nilai θ maksimum terhadap batas izin disajikan pada Gambar 5.

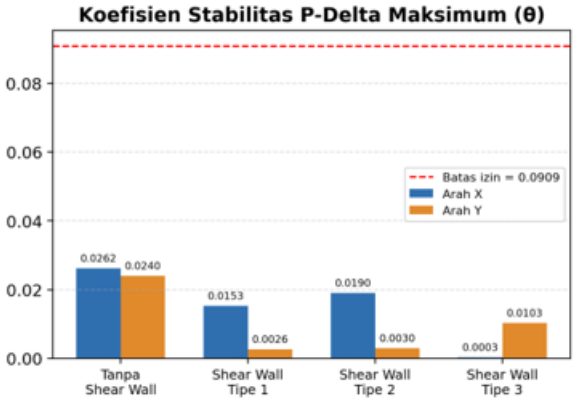
Pola distribusinya konsisten dengan simpangan: nilai θ membesar dari atap menuju tingkat bawah, mencapai puncak di Lantai 2, lalu menurun di Lantai 1, sehingga grafik profilnya menyerupai kurva simpangan antar tingkat. Pada model acuan, θ maksimum arah X mencapai 0,0262 dan arah Y di 0,0240. Tipe 1 menurunkan θ arah Y secara signifikan menjadi 0,0029, sejalan dengan simpangan arah Y yang mengecil, sedangkan Tipe 3 menukar peran kedua arah sehingga θ arah X tertekan hingga 0,0032 dan arah Y memikul 0,0139.

Diketahui bahwa seluruh nilai θ pada keempat permodelan berada jauh di bawah ambang 0,10 maupun batas θmax = 0,0909, sehingga terdapat jarak yang sangat lebar antara kurva dan garis batas pada Gambar 6. Maka, dengan demikian efek P-Delta dinyatakan tidak signifikan dan tidak mengubah status kelayakan struktur; momen sekunder yang timbul terlalu kecil untuk memengaruhi stabilitas gedung tersebut.

Tabel 12. Koefisien Stabilitas P-Delta (Θ) Tiap Lantai Dari Keempat Permodelan

Tingkat	Tanpa SW		Tipe 1		Tipe 2		Tipe 3		θmax
	θX	θY	θX	θY	θX	θY	θX	θY	
Atap	0,0070	0,0041	0,0051	0,0015	0,0054	0,0017	0,0017	0,0036	0,0909
4	0,0121	0,0097	0,0090	0,0025	0,0107	0,0029	0,0028	0,0067	0,0909
3	0,0183	0,0155	0,0116	0,0029	0,0142	0,0034	0,0032	0,0091	0,0909
2	0,0262	0,0240	0,0153	0,0026	0,0190	0,0030	0,0028	0,0139	0,0909
1	0,0179	0,0172	0,0136	0,0010	0,0153	0,0013	0,0011	0,0133	0,0909

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.



Gambar 5. Perbandingan Koefisien Stabilitas P-Delta Maksimum Terhadap Batas Izin

Sumber: Visualisasi dan dokumentasi penelitian sebagaimana disajikan dalam naskah asli.

Efektivitas dan Konfigurasi Optimal

Hasil perbandingan dari keempat permodelan secara menyeluruh memperlihatkan bahwasannya tidak cukup berbasis penurunan simpangan, melainkan harus menimbang efisiensi massa. Rincian parameter kinerja beserta indikator efektivitas ditampilkan pada Tabel 13 dan divisualisasikan pada Gambar 6. Ketiga konfigurasi sama-sama lolos seluruh kontrol SNI 1726:2019, tetapi penambahan massanya berbeda jauh: Tipe 2 dan Tipe 3 menaikkan berat struktur 19,7% dan 21,6% terhadap acuan, sedangkan Tipe 1 menambah berat struktur terbesar yaitu 35,0%.

Terlihat jelas perbedaan antar konfigurasi apabila penurunan simpangan maksimum dibagi terhadap pertambahan massanya. Tipe 1 menjadi rasio efektivitas tertinggi karena dapat meminimalisir simpangan sebesar 31,3% akan tetapi menambah massa paling besar (35,0%), jauh melampaui Tipe 2 (20,3% dengan tambahan massa 19,7%) maupun Tipe 3 (17,5% dengan tambahan massa 21,6%). Adapun Tipe 3 menghasilkan efektivitas terendah dengan penurunan simpangan 17,5% dan penambahan massa 21,6%, sehingga tidak memberikan kontribusi yang sebanding terhadap peningkatan berat struktur.

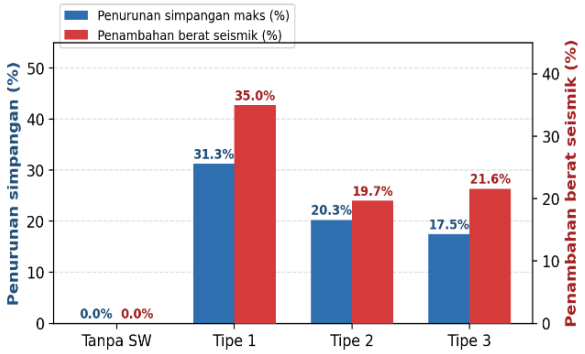
Dengan demikian, penggunaan konfigurasi Tipe 1 dinilai paling optimal. Tipe 1 terbukti mampu memberikan reduksi simpangan yang signifikan sebesar 31,3%, jauh lebih besar dibandingkan Tipe 2 dan Tipe 3, sehingga lebih efektif dalam mengendalikan respons deformasi struktur yang merupakan parameter utama dalam SNI 1726:2019. Selain itu, penempatan dinding geser tepat pada arah paling lemah (arah Y) menghasilkan peningkatan kekakuan yang terfokus di bagian yang paling dibutuhkan, ditunjukkan dengan penurunan

periode arah Y dan koefisien stabilitas yang signifikan yaitu meminimalisir periode arah Y sekitar 60% dan koefisien stabilitas arah Y sekitar 96%. Hasil analisa ini selaras dengan prinsip distribusi kekakuan SNI 1726:2019 dan kajian terdahulu bahwa penguatan sebaiknya difokuskan pada arah yang paling fleksibel tanpa memindahkan beban deformasi berlebih ke arah lain (Mishra & Mishra, 2020), serta menegaskan pentingnya tata letak dibanding sekadar menambah jumlah dinding. Analisis ini menghindari penambahan dinding yang berlebihan pada arah yang sudah kaku, sehingga hanya menambah berat dan gaya gempa tanpa adanya manfaat yang berarti.

Tabel 13. Perbandingan Kinerja Dan Efektivitas Dari Empat Permodelan

Parameter	Tanpa SW	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
Periode pakai TX (detik)	0,827	0,787	0,827	0,355
Periode pakai TY (detik)	0,827	0,343	0,408	0,716
Berat seismikW (kN)	3.228	4.359	3.865	3.924
Penambahan massa	-	35,0%	19,7%	21,6%
Simpangan maks. arah X (mm)	19,96 (L2)	13,72 (L2)	15,90 (L2)	5,74 (Atap)
Simpangan maks. arah Y (mm)	18,45 (L2)	5,51 (Atap)	4,18 (Atap)	16,46 (L2)
Penurunan simpangan	-	31,3%	20,3%	17,5%
Koef. stabilitas maks. θX	0,0262	0,0153	0,0190	0,0032

Sumber: Data penelitian dan keluaran pemodelan yang disajikan dalam naskah asli.



Gambar 6. Efektivitas Penurunan Simpangan Maksimum Terhadap Penambahan Berat Seismik

Sumber: Visualisasi dan dokumentasi penelitian sebagaimana disajikan dalam naskah asli.

Untuk Gedung Klinik Sehat Sejahtera, penggunaan konfigurasi yang tepat sasaran terbukti memadai untuk membawa seluruh parameter kinerja struktur tetap berada dalam batas aman, sehingga peningkatan massa tersebut tidak mengurangi kelayakan struktur secara seismik. Oleh karena itu, konfigurasi Tipe 1 dianggap sebagai pilihan paling optimal karena mampu meningkatkan kinerja struktur secara paling signifikan melalui penempatan dinding geser yang strategis, bukan semata-mata bergantung pada penambahan material.

KESIMPULAN

Pemodelan empat konfigurasi menunjukkan bahwa penambahan dinding geser mengubah periode, massa efektif, gaya geser dasar, dan simpangan antar tingkat Gedung Klinik Sehat

Sejahtera Cirebon. Ketiga alternatif dilaporkan memenuhi pemeriksaan simpangan dan stabilitas yang digunakan, sedangkan pengurangan simpangan berbeda mengikuti arah penempatan dinding. Naskah sumber merekomendasikan Tipe 1 karena penurunan simpangan maksimum yang dinyatakan sebesar 31,3%, tetapi konfigurasi ini juga menambah massa sekitar 35,0%. Karena itu, sebutan paling optimal perlu dipahami sesuai kriteria perbaikan simpangan yang dipilih, sambil mempertimbangkan efek puntir, keseimbangan respons dua arah, dan konsekuensi massa.

Penelitian berikutnya perlu membandingkan hasil terhadap model struktur dan hasil ETABS yang telah diverifikasi, mencakup pemeriksaan konsistensi gaya geser dasar, label kelas situs, rasio penulangan, serta kombinasi pembebanan. Studi lanjutan sebaiknya menilai biaya konstruksi, gaya dalam elemen dan fondasi, irregularitas torsi, serta respons nonlinier untuk memastikan bahwa manfaat dinding geser tidak hanya berupa penurunan simpangan dalam analisis respons spektrum. Penetapan konfigurasi akhir harus didasarkan pada evaluasi teknik lengkap dan standar yang berlaku.

REFERENSI

Naibaho, P. R. T. (2026). Analisis Struktur Bangunan Bertingkat Terhadap Beban Gempa Pada Bangunan Rumah Sakit (Studi Kasus: RS Primaya-Tangerang, Banten). *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, *8*(02).

Adabi, N. (2021). Pengaruh penambahan dinding geser beton bertulang terhadap kinerja struktur Gedung Biz Square Apartment Surabaya Zona 1. *Rekayasa Teknik Sipil*. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/37951

Anggraini, S., Septiandini, E., & Wangi, I. P. (2024). Perencanaan dan analisis keefektifan penempatan dinding geser terhadap perilaku struktur dengan software ETABS. *Jurnal Talenta Sipil, 7*(1), 238–246. https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i1.437

Arifin, H., Aries, M., & Jafarudin, A. J. (2023). Perencanaan dinding geser (shear wall) pada portal gedung bertingkat. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*. http://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun/article/view/2789

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. Badan Standardisasi Nasional.

Dahoklory, A. N. (2026). Analisis pengaruh dinding geser pada gedung tingkat tinggi dan lokasi penempatannya terhadap respons seismik. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 5*(2), 18380–18391. https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.11936

Dalai, T., & Parhi, P. K. (2021). Seismic analysis of multi storey buildings with and without shear-walls. *AMC Indian Journal of Civil Engineering, 4*(2), 7–16. https://doi.org/10.17010/ijce/2021/v4i2/166719

Farkhan, M. A., Kartini, W., & Casita, C. B. (2022). Analisis penambahan dinding geser pada gedung dengan ketidakberaturan vertikal 1a dan 1b akibat beban gempa. *KERN: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 8*(1). https://kern.upnjatim.ac.id/index.php/kern/article/view/52

Gupta, S., Gaikar, S., Patil, K., & Shelar, S. (2021). Dynamic analysis of multi storey building with and without shear wall. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, 5*(12), 227–230. https://doi.org/10.33564/IJEAST.2021.v05i12.039

Kewat, P., & Golghate, K. (2020). Effect of shear walls at different locations with varying thickness in multistorey buildings. *International Research Journal of Engineering and Technology, 7*(12).

Khanza, M., Putri, R. I., & Panjaitan, J. (2026). Evaluasi perbandingan variasi tata letak dinding geser pada gedung 8 lantai (Studi: RSUD Pesanggrahan Jakarta Selatan). *Jurnal Teknik Sipil Unaya, 12*(1), 22–32. https://doi.org/10.30601/jtsu.v12i1.7456

Mishra, V., & Mishra, M. P. (2020). Reinforced concrete shear wall system and its effectiveness in highrise buildings. *SSRG International Journal of Civil Engineering, 7*(4).

Nursani, R., & Noor, D. E. (2023). Analisis pengaruh penambahan dinding geser terhadap perilaku struktur gedung sistem ganda. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 8*(2), 105–114. https://doi.org/10.29244/jsil.8.2.105-114

Patria, A. S. N., & Haq, Y. A. (2024). Pengaruh konfigurasi shearwall terhadap kapasitas struktur gedung bertingkat. *Menara: Jurnal Teknik Sipil, 19*(2), 160–167. https://doi.org/10.21009/jmenara.v19i2.48044

Pertiwi, N. I., Purwandito, M., & Irwansyah. (2025). Analisis posisi dinding geser terhadap kekakuan dan ketahanan struktur bangunan 4 lantai. *Jurnal Teknik Sipil, 18*(2), 135–145. https://doi.org/10.24002/jts.v18i2.13733

Safitri, R. A., & Rizki, M. F. (2023). Analisis penentuan kebutuhan shear wall terhadap kekakuan struktur menggunakan time history dan respon spektrum pada gedung perkuliahan di Tangerang. *JT: Jurnal Teknik, 12*(1), 48–56. https://jurnal.umt.ac.id/index.php/jt/article/view/7438

Sansujaya, E., Pah, J. J. S., & Udiana, I. M. (2021). Studi kefektifan dinding geser pada bangunan tingkat tinggi dalam mengurangi simpangan struktur. *Jurnal Forum Teknik Sipil, 1*(1), 24–34. https://doi.org/10.35508/forteks.v1i1.4073

Shukla, K., & Nallasivam, K. (2024). Effective location of shear walls in high-rise RCC buildings subjected to lateral loads. *Civil Engineering Infrastructures Journal, 57*(1), 103–117. https://doi.org/10.22059/CEIJ.2023.350020.1879

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*. https://journal.uwks.ac.id/index.php/axial/article/view/3255

Widorini, T., Crista, N. H., & Purnijanto, B. (2021). Analisis dinding geser pada desain bangunan gedung bertingkat yang tidak beraturan. *Teknika, 16*(1), 41–48. https://doi.org/10.26623/teknika.v16i1.2660

Yana, K. D., Agustini, N. K. A., & Aryastana, P. (2023). Alternatif perencanaan struktur gedung Hotel Asher Bali Transit Kuta menggunakan dinding geser. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan, 4*(2), 103–115. https://doi.org/10.33541/cen.v4i2.5060