JURNAL BANGUNAN, KONSTRUKSI & DESAIN

Vol.3 No.4 Desember 2025

E-ISSN : 3021-7547
Website: http://jbkd.ft.unand.ac.id

ANALISIS PENGARUH POSISI DINDING GESER TERHADAP KAPASITAS SEISMIK STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN METODE ANALISIS PUSHOVER

MUHAMMAD HIDAYAT[1], YUNUS ABDURRASYID[1*], MAIDIAWATI[1]

[1]*Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang. Padang, Sumatera Barat.*

[*]*Corresponding Author : ✉ yunus@itp.ac.id*

Naskah diterima : 1 September 2025. Disetujui: 7 Desember 2025. Diterbitkan : 09 Desember 2025

ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah rawan gempa, sehingga diperlukan struktur bangunan yang mampu menahan beban lateral secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh posisi dinding geser terhadap kapasitas seismik struktur gedung beton bertulang. Metode penelitian menggunakan analisis statik non-liniear (*pushover*) menggunakan *software SAP2000* dengan empat variasi model: Model 1 tanpa dinding geser, Model 2 dan 3 dengan dinding geser sejajar sumbu Y, serta Model 4 dengan dinding geser yang dipasang secara diagonal di dua sudut struktur sejajar sumbu X dan Y. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan dinding geser signifikan mengurangi simpangan antar lantai hingga 71,52% dan meningkatkan kapasitas struktur secara signifikan. Model 1 (tanpa dinding geser) memiliki kapasitas dasar 17.886,10 kN (arah X) dan 17.597,82 kN (arah Y), sedangkan Model 4 (dengan dinding geser diagonal) menunjukkan kapasitas tertinggi sebesar 41.074,77 kN (arah X) dan 29.242,09 kN (arah Y), dengan peningkatan 229,64% pada arah X dan 66,18% pada arah Y, menjadikannya konfigurasi paling efektif di antara ketiga model dengan dinding geser. Konfigurasi pada Model 4 menghasilkan distribusi kekakuan yang seimbang pada kedua arah utama, dengan nilai percepatan spektral (Sa) relatif seragam pada arah X (0,57 g) dan Y (0,51 g). Berdasarkan analisis kinerja ATC-40, Model 1 mencapai level Damage Control (DC) yang menunjukkan struktur masih tergolong aman dengan stabilitas terjaga, sementara Model 4 mencapai level *Immediate Occupancy* (IO), menunjukkan peningkatan kinerja yang signifikan. Berdasarkan hasil penelitian, penempatan dinding geser secara diagonal pada dua sudut struktur (sejajar sumbu X dan Y) seperti pada Model 4 dapat meningkatkan kekakuan dan kapasitas struktur, dan juga meningkatkan level kinerja seismik meskipun dapat mengurangi daktilitas. Konfigurasi Model 4 efektif dalam mendistribusikan gaya gempa secara merata dan menciptakan sistem struktur yang lebih seimbang dibandingkan model lainnya.

Kata kunci Dinding geser, kapasitas seismik, kinerja struktur, ATC-40

DOI : https://doi.org /10.25077/jbkd.3.4.195-208.2025
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang terletak di daerah yang sangat rawan terhadap terjadinya gempa bumi. Hal ini disebabkan oleh lokasi geografis Indonesia yang berada di pertemuan empat lempeng tektonik, yaitu lempeng Samudra Pasifik, lempeng Samudra Indo-Australia, lempeng Benua Australia, dan lempeng Benua Eurasia. Selain itu, menurut National Geographic, Indonesia terletak di jalur seismik zona cincin api Pasifik, yang dikenal dengan aktivitas vulkaniknya. Oleh karena itu, Indonesia sering mengalami gempa tektonik maupun vulkanik.

Peristiwa gempa bumi harus mendapatkan perhatian serius dari perancang struktur bangunan, karena kegagalan struktur bangunan dapat menimbulkan korban jiwa dan kerugian ekonomi yang besar. Perencanaan struktur yang baik pada daerah rawan gempa adalah menciptakan bangunan yang kokoh, stabil, dan tahan lama. Bangunan harus memiliki kapasitas yang cukup untuk menahan beban yang bekerja, salah satu cara untuk membuat bangunan kokoh, kuat dan stabil adalah dengan menambahkan dinding geser (Shear Wall) pada bangunan tersebut. Dinding geser adalah suatu struktur dinding yang berfungsi sebagai pengaku lateral, sehingga dapat menambah kekakuan pada struktur pelat datar (Saputro et al., 2020).

Penempatan dinding geser dengan bentuk dan layout yang tepat akan sangat berpengaruh dalam memberikan tahanan terhadap beban horizontal dengan baik (Utama & Alrasyid, 2024). Penempatan dinding geser pada posisi yang strategis dan lemah terhadap beban lateral akan menghasilkan kinerja struktur yang ideal dan dapat mengurangi resiko keruntuhan. Oleh sebab itu sangat penting untuk menentukan posisi dinding geser yang efektif, efisien dan ideal.

Penelitian mengenai pengaruh dinding geser telah banyak dilakukan dengan beragam metode analisis. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan dinding geser dapat meningkatkan kekakuan dan mengurangi simpangan puncak bangunan (Fernando & Saputra, 2022). Namun, sebagian besar penelitian hanya berfokus pada keberadaan dinding geser secara umum, bukan pada pengaruh variasi posisi dinding geser terhadap respons seismik bangunan. Selain itu, banyak studi menggunakan analisis respons spektrum atau analisis elastis sehingga belum mampu mengevaluasi perilaku pasca-elastik struktur secara menyeluruh (Kalangi et al., 2021).

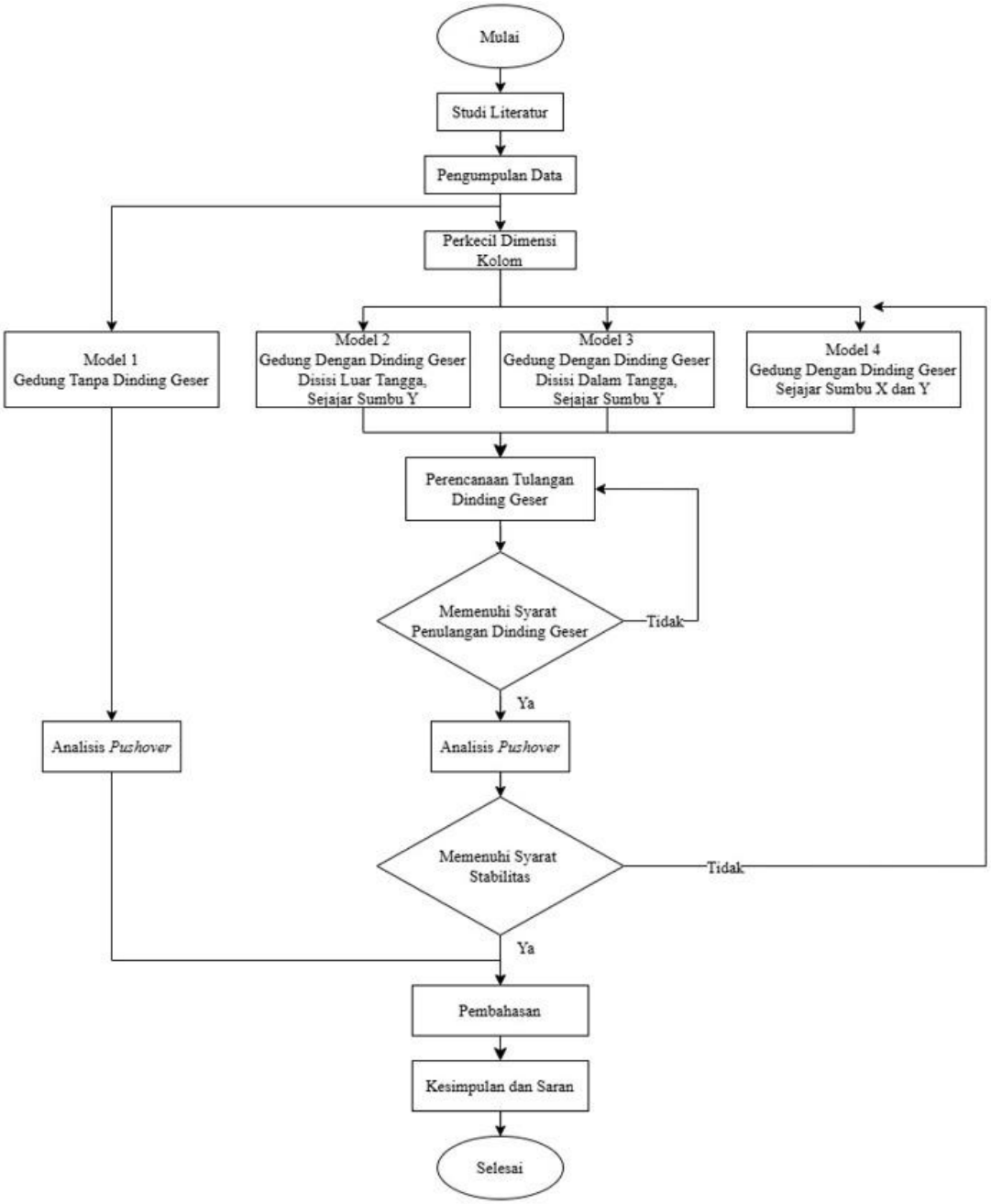
Beberapa studi lain mulai mengimplementasikan metode analisis pushover untuk mengevaluasi kapasitas inelastik serta urutan terjadinya sendi plastis pada struktur bertulang (Sansujaya et al., 2021). Namun demikian, keterbatasan masih ditemukan yaitu jumlah konfigurasi posisi dinding geser yang terbatas serta belum diterapkannya studi kasus bangunan nyata dalam wilayah kegempaan tinggi. Dengan demikian, masih terdapat peluang penelitian yang lebih komprehensif mengenai pengaruh posisi dinding geser terhadap kapasitas seismik bangunan melalui analisis pushover terutama pada bangunan aktual di daerah rawan gempa.

Penelitian ini meninjau pengaruh dinding geser terhadap kinerja struktur menggunakan metoda Pushover dengan bantuan software Sap2000. Pushover Analysis dilakukan untuk mengetahui gaya maksimum yang dapat diterima oleh bangunan serta dapat menentukan bagian dari struktur yang akan mengalami leleh terlebih dahulu. Pada penelitian ini

meninjau studi kasus pada bangunan Integrated Research Center (IRC). Studi kasus yang digunakan pada penelitian karena berada di wilayah yang rawan terhadap gempa bumi.

2. METODA PENELITIAN

Tahapan penelitian ini digambarkan dalam bagan alir pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Bagan alir tahapan penelitian yang mencakup proses pengumpulan data, pemodelan struktur, analisis statik nonlinier (pushover), serta evaluasi kinerja seismik bangunan

2.1. Gempa Bumi dan Bangunan Tahan Gempa

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi dari dalam bumi secara tiba-tiba yang menghasilkan gelombang seismik. Gelombang ini biasanya disebabkan oleh aktivitas lempeng bumi atau aktivitas vulkanik. Gelombang seismik yang mencapai permukaan bumi dapat merusak segala sesuatu yang ada diatasnya seperti bangunan dan infrastruktur lain hingga dapat menelan korban jiwa (Widianingsih, 2022).

Berdasarkan SNI 03-1726-2019 mendefinisikan bangunan tahan gempa adalah struktur bangunan gedung yang dilengkapi dengan sistem yang mampu menahan gaya lateral dan vertikal secara menyeluruh, sehingga dapat memberikan kekuatan, kekakuan, dan kapasitas disipasi energi yang memadai untuk menahan gerakan tanah seismik desain. Bangunan yang dirancang dengan sistem dan teknologi untuk menyerap, menghamburkan, atau mengisolasi energi gempa, sehingga mengurangi respons dinamik struktur dan mencegah kerusakan fatal (Amaral, 2016).

2.2. Dinding Geser

Dinding geser merupakan pelat beton bertulang yang dipasang pada posisi vertikal untuk menambah kekakuan struktur. Dengan adanya dinding geser, maka akan mempengaruhi kekakuan bangunan sehingga gaya lateral yang terjadi tidak sepenuhnya diterima langsung oleh struktur rangka dalam hal ini kolom balok (Rahmi & Sitohang, 2024). Lokasi penempatan dinding geser sangat berpengaruh terhadap perilaku struktur gedung tingkat tinggi. Struktur dengan penempatan dinding geser searah beban gempa rencana (sumbu-x dan sumbu-y) lebih kuat menahan beban lateral (gempa) karena menghasilkan simpangan horisontal yang lebih kecil dibandingkan penempatan dinding geser diagonal (Rahmi & Sitohang, 2024). Pada perencanaan dinding geser untuk rasio perbandaingan tinggi dan lebar dinding geser tidak boleh < 2, dan lebar dinding geser tidak boleh < 1,5 meter, berdasarkan SNI 2847:2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019b).

Untuk menentukan ketebalan dinding geser ada dua parameter yaitu panjang penyaluran tulangan balok pada dinding geser dan ketebalan minimum yang telah ditetapkan dalam SNI 2847-2019. Untuk tebal minimum dinding geser (h) 100 mm, selain itu ketebalan dinding geser bisa ditentukan dari 0,25 tinggi dinding geser, dan 0,25 panjang dinding geser (lw). Kuat geser beton (Vc) dihitung dengan persamaan (1) berdasarkan SNI 2847-2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019b); pasal 11.5.4.6:

$$V_c = 0{,}17\ \lambda . \sqrt{f_c'}\ h . d \qquad (1)$$

Dimana: h = Tebal dinding geser, d = 0,8 lw (tinggi efektif penampang dinding geser), lw = Lebar dinding geser, λ = 1,0 (beton normal), fc' = Mutu beton.

Pada penelitian ini digunakan dinding geser dengan ketebalan 350 mm dan panjang 4000 mm. Tulangan longitudinal yang digunakan adalah D19-200, sedangkan tulangan transversal menggunakan D16-200 dengan dua lapis tulangan.

2.3. Analisis Pushover

Salah satu metode analisis yang dapat menentukan bagaimana suatu struktur menghadapi keruntuhannya akibat gempa adalah analisis statik non-liniear. Metode sangat cocok

diterapkan dalam situasi ketika terjadi gempa besar pada bangunan, yang dapat mengakibatkan plastifikasi pada berbagai elemen, sehingga menyebabkan perilaku struktur menjadi non-linier. Analisis yang melibatkan penerapan beban lateral statistik yang meningkat secara bertahap hingga mencapai keruntuhan bangunan atau mencapai nilai simpangan yang diinginkan dikenal sebagai analisis statik non-liniear (pushover) (Gusra et al., 2023).

Mengacu pada SNI 03-1726-2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019a), analisis pushover adalah teknik analisis statik non-linier yang mempertimbangkan dampak gempa bumi yang direncanakan terhadap bangunan sebagai gaya statik yang diterapkan pada pusat massa setiap tingkat. Gaya ini secara bertahap ditingkatkan hingga melampaui batas, yang menyebabkan pelelehan dalam bentuk pembentukan sendi plastis. Untuk mengubah capacity curve menjadi format ADRS menggunakan persamaan 2 dan 3, untuk mengubah kurva responspektrum atau deman spectrum menggunakan persaman 4.

$$S_a = \frac{V/W}{a_1} \tag{2}$$

$$S_d = \frac{\Delta_{roof}}{PF_{1} . \varphi \text{roof}_1} \tag{3}$$

$$S_d = \left[\frac{T}{2\mu}\right]^2 . S_a \tag{4}$$

Dimana: Sa = Spektra akselerasi, Sd = Spektra perpindahan/deformasi, PF_1 = Faktor partisipasi modal untuk mode pertama (MPF), a_1 = Koefisien massa modal untuk mode pertama (MMPF), Δ_roof = Perpindahan atap, V = Gaya geser dasar, W = Beban mati gedung ditamban beban hidup tereduksi (25%), T = Waktu getar alami struktur.

2.4. Kinerja Seismik (ATC-40)

Kinerja seismik menunjukkan seberapa baik suatu bangunan mampu menahan gempa yang direncanakan, yang dinilai dari tingkat kerusakan yang terjadi saat bangunan mengalami gempa dengan periode ulang tertentu (Sucipto et al., 2023). Standar yang dipakai untuk menilai tingkat kerusakan adalah ATC-40. Tingkat kerusakan ini dapat menjadi acuan dalam mengevaluasi keamanan struktur pascagempa. Berdasarkan Applied Technology Council-40 (Seismic Safety Commission, 1996) kondisi kerusakan dan kinerja bangunan diklasifikasikan ke dalam enam tingkat performa struktur.

Untuk mengetahui target rasio perpindahan atap berdasarkan ATC-40 (Seismic Safety Commission, 1996) pasal 4.4.3.1 dihitung menggunakan parameter nilai C_a dan C_v dengan persamaan 5 dan 6:

$$C_a = 0.4 \times Sm_s \tag{5}$$

$$C_v = Sm_1 \tag{6}$$

$$\text{Simpangan Total Maksimum} = \frac{Dt}{H_{tot}} \tag{7}$$

$$\text{Simpangan Inelastis Maksimum} = \frac{D_{t-D_1}}{H_{tot}} \tag{8}$$

Dimana: C_a = koefisien percepatan tanah maksimum, C_v = koefisien kecepatan tanah maksimum, Sm_s = percepatan spektral maksimum periode pendek, Sm_1 = percepatan maksimum periode 1 detik, Dt = nilai displacement, D_1 = first yield (leleh pertama struktur), H_{tot} = tinggi struktur bangunan.

Berdasarkan ATC-40, tingkat kinerja seismik struktur diklasifikasikan menjadi menjadi 4 (**Tabel 1**) dimana pada masing-masing level kinerja menggambarkan kondisi struktur pascagempa.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat kinerja seismik berdasarkan ATC-40 yang menggambarkan kondisi struktur dan tingkat kerusakan pascagempa

Level Kinerja	Deskripsi	Kondisi Struktur
Immediate Occupancy (IO)	Bangunan aman dan langsung dapat digunakan	Kerusakan sangat ringan, sistem struktural tetap berfungsi penuh.
Damage Control (DC)	Bangunan mengalami kerusakan terbatas yang masih dapat diperbaiki	Struktur tetap stabil, namun memerlukan perbaikan lokal sebelum digunakan penuh.
Life Safety (LS)	Bangunan tetap melindungi penghuni meskipun rusak.	Elemen struktural mengalami deformasi plastis, tidak layak huni tanpa perbaikan.
Collapse Prevention (CP)	tidak sepenuhnya runtuh meski berada di ambang keruntuhan.	Kerusakan parah, struktur tidak aman dan memerlukan perkuatan menyeluruh.

2.5. Data Struktur Gedung

Pada penelitian ini gedung yang dievaluasi dibuat menjadi 4 model dengan variasi posisi diding geser dan perbedaan dimensi kolom. Pada Model 1 (model eksisting) digunakan kolom berukuran 70 × 70 cm, untuk melihat pengaruh penambahan dinding geser maka pada model struktur yang dilengkapi dengan elemen dinding geser (Model 2 - 4) dimensi elemen kolom direduksi menjadi 55 × 55 cm. Penambahan dinding geser akan dapat mengurangi dimensi struktur kolom untuk menahan beban lateral yang bekerja pada bagunan eksisting, sedangkan lokasi dinding geser pada bangunan dapat mempengaruhi kinerja struktur (Fernando & Saputra, 2022). Dari hasil reduksi kolom maka digunakan tulangan logitudinal 22-D16 dan tulangan transversal D10-100. Pada permodelan struktur maka digunakan data pada **Tabel 2**. Berdasarkan SNI 1727-2020 (Badan Standardisasi Nasional, 2020) maka pada permodelan struktur digunakan beban hidup pelat lantai 2,87 kN/m².

Tabel 2. Parameter utama struktur bangunan IRC, termasuk dimensi, fungsi bangunan, kategori risiko, serta mutu material yang digunakan dalam pemodelan

Parameter	Nilai
Nama Bangunan	Integrated Research Center (IRC)
Fungsi	Laboratorium
Panjang Bangunan	56 m
Lebar Bangunan	30,25 m
Tinggi Bangunan	24,3 m
Kategori Resiko Bangunan	IV
Faktor Keutamaan	1,5

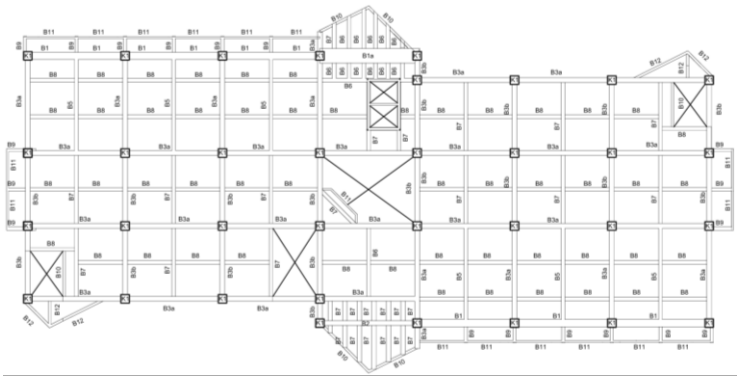
Struktur Bangunan	Beton Bertulang, K-350 Mpa setara f'c 30
Mutu Material Tulangan	Fy 420 Mpa

Tabel 3. Dimensi balok dan kolom pada seluruh model struktur

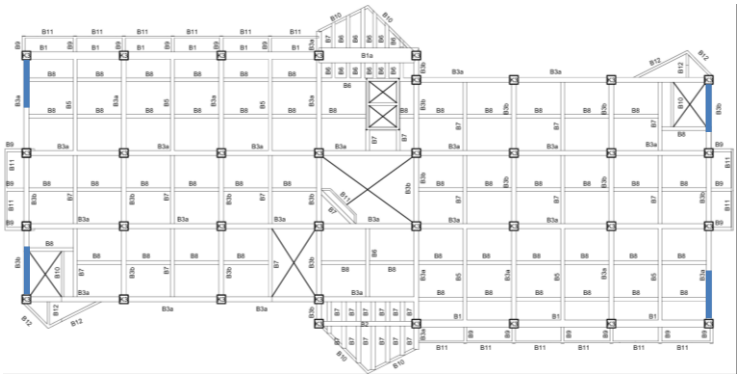
Model	Balok		Kolom	
	Notasi	**Dimensi (cm)**	**Notasi**	**Dimensi (cm)**
Model 1	B1	60 x 70	K1	70 x 70
	B1a	120 x 80		
	B2	40 x 80		
	B3	40 x 70		
	B4	40 x 70		
	B5	30 x 70		
	B6	30 x 60		
	B7	30 x 50		
	B8	30 x 45		
	B9	25 x 40		
	B10	20 x 40		
	B11	15 x 40		
	B12	20 x 30		
Model 2	B1 – B12	-	K3	55 x 55
Model 3	B1 – B12	-	K3	55 x 55
Model 4	B1 – B12	-	K3	55 x 55

2.6. Permodelan Struktur

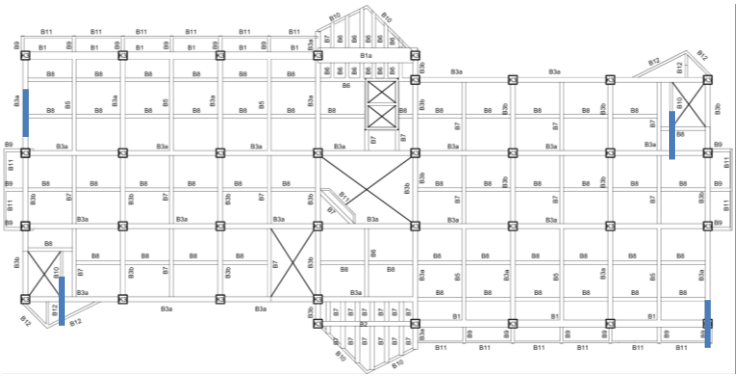
Dalam penelitian ini, model struktur bangunan dirancang menggunakan *software* SAP2000. Permodelan struktur pada penelitian ini terdapat empat model struktur yaitu Model 1 seperti pada **Gambar 2(a)** adalah struktur bangunan tanpa dinding geser (*shearwall*) atau bangunan eksisting. Model 2 dan 3 yang terdapat pada **Gambar 2(b) dan 2(c)** adalah struktur bangunan dengan posisi dinding geser sejajar dengan sumbu y, perbedaan antara Model 2 dan Model 3 yaitu pada Model 2 dinding geser dipasang dia area luar tangga dimana dinding geser tidak terhubung dengan pelat lantai sedangkan pada model 3 dinding geser dipasang di area dalam tangga sehingga dinding geser terhubung dengan pelat lantai. Model 4 seperti pada **Gambar 2(d)** adalah struktur bangunan dengan posisi dinding geser searah sumbu x dan y yang dipasang secara diagonal di dua sudut struktur.



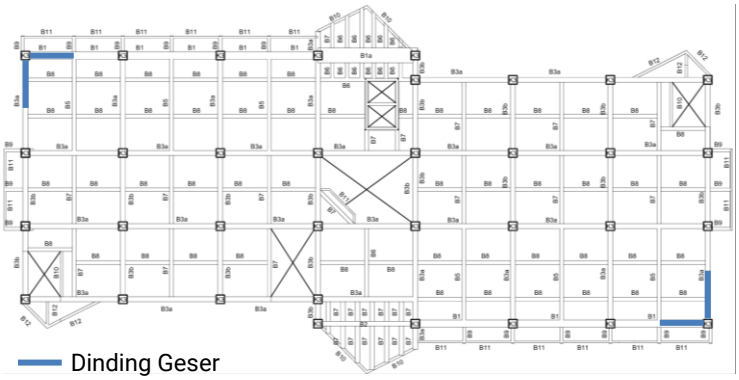
(a) Model 1



(b) Model 2



(c) Model 3



(d) Model 4

Gambar 2. Konfigurasi posisi dinding geser pada empat model struktur: (a) Model 1 - struktur tanpa dinding geser; (b) Model 2 - dinding geser sejajar sumbu Y dan tidak terhubung dengan pelat lantai; (c) Model 3 - dinding geser sejajar sumbu Y dan terhubung dengan pelat lantai; (d) Model 4 - dinding geser pada dua sudut bangunan dengan orientasi sejajar sumbu X dan Y

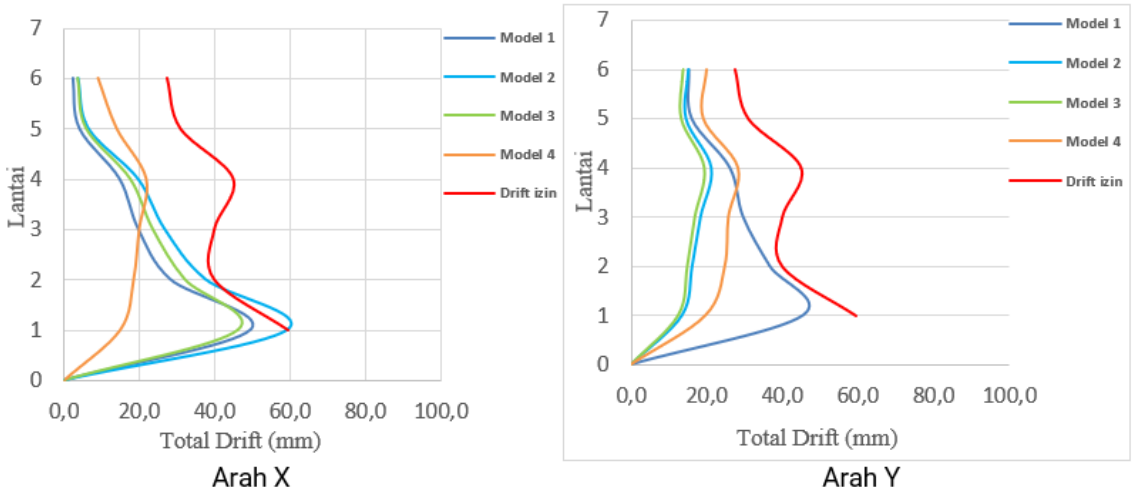
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai (story drift) merupakan hubungan antara perpindahan lateral setiap lantai dengan tinggi struktur. Rasio simpangan antar lantai untuk model eksisting (Model 1) adalah sebesar 0,015hx untuk setiap lantai, dan untuk Model 2 – Model 4 digunakan rasio 0,010hx. Hasil analisis struktur menggunakan SAP2000 menunjukkan bahwa simpangan maksimum terjadi pada arah X sebesar 26,97 mm dan arah Y sebesar 45,32 mm pada lantai pertama.

Berdasarkan kurva simpangan antar lantai seperti pada **Gambar 3**, Model 1 (tanpa dinding geser) menunjukkan simpangan maksimum arah Y sebesar 45,32 mm pada lantai 1. Setelah dinding geser ditambahkan pada arah Y untuk Model 2, Model 3, dan Model 4, simpangan maksimum pada lantai 1 menurun menjadi 13,50 mm pada Model 2, 12,45 mm pada Model 3, dan 19,65 mm pada Model 4. Penambahan dinding geser tersebut berhasil mereduksi simpangan masing-masing sebesar 70,21% untuk Model 2, 71,52% untuk Model 3, dan 56,64% untuk Model 4. Dari nilai simpangan antar lantai pada Model 2 – Model 4

maka dapat disimpulkan bahwa dinding geser dapat mereduksi simpangan antar lantai pada struktur bangunan. Penambahan dinding geser pada struktur meningkatkan kekakuan bangunan, yang terlihat dari nilai simpangan antar lantai (drift) yang tetap berada di bawah batas maksimum yang diizinkan (Widianingsih, 2022).



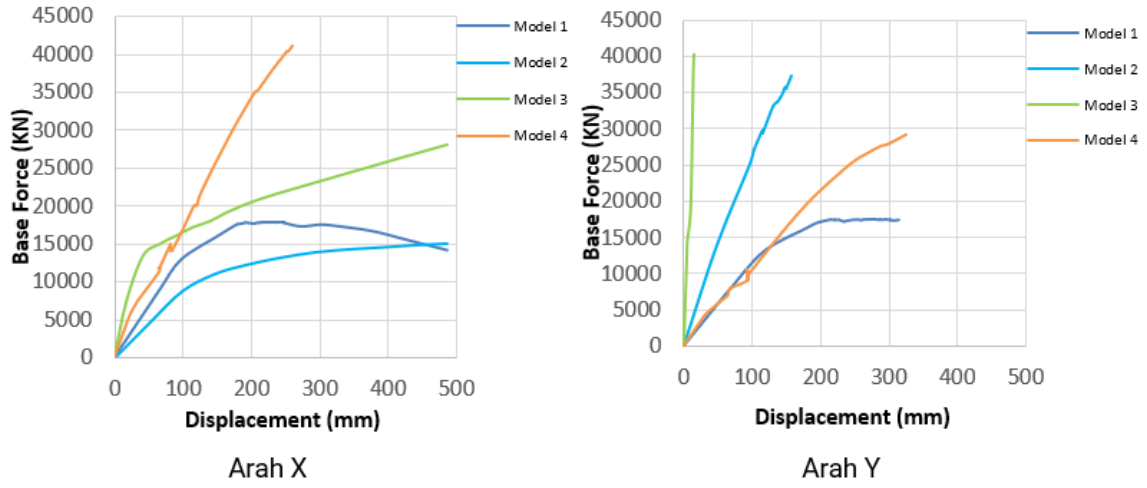
Gambar 3. Profil simpangan antar lantai untuk Model 1–4

3.2. Kapasitas Seismik

Kapasitas seismik merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara gaya lateral yang bekerja pada struktur dengan perpindahan yang terjadi di titik kontrol, seperti puncak bangunan. Kurva ini mencerminkan respons struktur yang awalnya bersifat liniear elastis hingga mencapai titik leleh, setelah itu perilaku struktur berubah menjadi non-liniear akibat terbentuknya mekanisme plastis.

Berdasarkan kurva kapasitas Model 1 hingga Model 4, kapasitas struktur tertinggi pada arah X diperoleh pada Model 4, yaitu sebesar 41.074,77 kN, seperti ditujukan dalam Gambar 4. Pada Model 4, dinding geser ditambahkan pada arah X. Penambahan dinding geser ini menyebabkan kapasitas struktur pada arah X meningkat secara signifikan dibandingkan Model 1, yang hanya memiliki kapasitas sebesar 17.886,10 kN. Dengan demikian, kapasitas struktur arah X pada Model 4 mengalami peningkatan sebesar 229,64% dibandingkan Model 1.

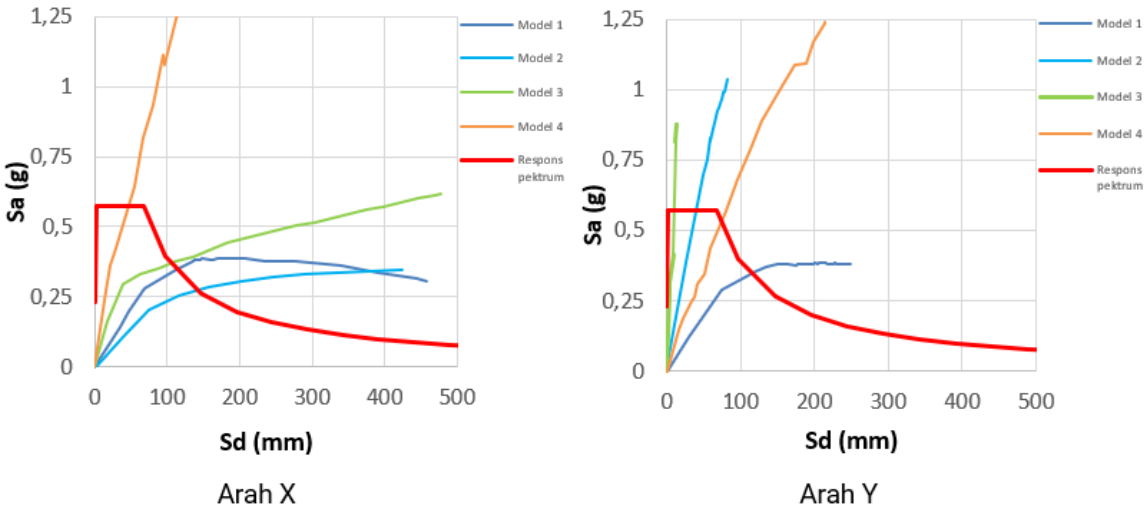
Sementara itu, pada arah Y, kapasitas struktur tertinggi terdapat pada Model 3, yaitu sebesar 40.242,49 Kn. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan kapasitas arah Y pada Model 1 yang hanya mencapai 17.597,82 kN. Penambahan dinding geser pada arah Y menyebabkan peningkatan kapasitas struktur sebesar 228,67%.



Gambar 4. Kurva kapasitas hasil analisis pushover pada Model 1–4

Berdasarkan kurva kapasitas seismik pada **Gambar 4**, dapat disimpulkan bahwa Model 4 lebih efektif dalam meningkatkan kapasitas seismik struktur. Penempatan dinding geser yang sejajar dengan sumbu X dan Y menghasilkan kapasitas yang relatif seimbang pada kedua arah bangunan.

3.3. Performance Point



Gambar 5. Penentuan titik kinerja (performance point) untuk masing-masing model yang diperoleh dari perpotongan antara kurva kapasitas dan spektrum kebutuhan sesuai prosedur ATC-40 dan SNI 1726:201

Performance point merupakan titik yang menunjukkan tingkat kinerja struktur bangunan, yang diperoleh dari perpotongan antara kurva kapasitas dan kurva respons spektrum. Untuk memperoleh performance point, dilakukan analisis berdasarkan SNI 1726:2019 dengan menggunakan data respons gempa wilayah Bandar Lampung untuk jenis tanah keras (kategori C).

Berdasarkan kurva performance point pada **Gambar 5**, diketahui bahwa titik perpotongan antara kurva kapasitas dan spektrum kebutuhan (demand spectrum) berada pada koordinat (134,894; 0,366) untuk arah X dan (121,464; 0,360) untuk arah Y pada Model 1. Titik ini merupakan performance point dari struktur bangunan pada model eksisting (Model 1), yang menggambarkan tingkat kinerja struktur terhadap beban gempa. Tabel 4 menunjukan nilai performance point ke empat model.

Pada Model 2 dan Model 3, yang dilengkapi dengan dinding geser sejajar sumbu Y, nilai displacement cenderung lebih kecil dibandingkan model lainnya. Displacement yang rendah ini mengindikasikan bahwa Model 2 dan Model 3 memiliki kekakuan yang tinggi pada arah Y. Sebaliknya, pada arah X, kedua model tersebut menunjukkan deformasi yang lebih besar (**Tabel 4**.

Sementara itu, Model 4 yang dilengkapi dengan dinding geser pada arah X dan Y menunjukkan nilai percepatan spektral (Sa) yang lebih tinggi dengan displacement yang relatif kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan dinding geser pada kedua arah mampu meningkatkan kapasitas struktur dalam menahan beban gempa secara lebih efektif.

Tabel 4. Nilai percepatan spektral (Sa) dan perpindahan spektral (Sd) pada titik kinerja masing-masing model untuk arah X dan Y

Model	Sumbu Bangunan	Specral Aceleration (Sa)	Spectral Displacement (Sd)
1	X	0,366	134,89
	Y	0,360	121,46
2	X	0,284	146,415
	Y	0,573	48,754
3	X	0,37	111,34
	Y	0,57	12,15
4	X	0,57	43,84
	Y	0,51	74,00

Berdasarkan hasil analisis performance point pada struktur dengan elemen dinding geser (Model 2 hingga Model 4), dapat disimpulkan bahwa penambahan dinding geser berpengaruh signifikan terhadap kekakuan dan kapasitas struktur dalam menahan beban lateral, seperti beban gempa. Struktur yang dilengkapi dengan dinding geser menunjukkan kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan struktur tanpa dinding geser, sebagaimana terlihat pada kurva performance point dari Model 1 hingga Model 4. Pada kurva tersebut, sumbu bangunan yang memiliki dinding geser menunjukkan nilai perpindahan spektral (spectral displacement) yang lebih kecil, menandakan deformasi yang lebih terbatas.

Sebaliknya, pada sumbu bangunan tanpa dinding geser, setelah mencapai titik kinerja, struktur masih memiliki kekuatan sisa yang stabil (residual plateau), yang menunjukkan bahwa struktur mampu mempertahankan kestabilannya sebelum mengalami keruntuhan total. Fenomena ini dikenal sebagai keruntuhan daktail. Sementara itu, pada sumbu bangunan dengan dinding geser, setelah mencapai performance point, struktur cenderung mengalami keruntuhan mendadak (brittle failure). Hal ini ditandai dengan tidak adanya

kekuatan sisa yang stabil (residual plateau), sehingga struktur langsung kehilangan kapasitas dukungnya. Hal ini menunjukan bahwa, meskipun struktur memiliki kekakuan tinggi, sifat plastisitasnya sangat rendah sehingga perilakunya menjadi getas.

3.4. Kinerja Seismik Struktur

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja seismik struktur menggunakan pedoman ATC-40 seperti pada **Tabel 5**. , model struktur tanpa dinding geser (Model 1) mencapai tingkat kinerja Damage Control (DC). Tingkat ini menunjukkan bahwa struktur masih mampu menahan beban gempa dengan risiko korban jiwa yang sangat rendah. Setelah gempa, struktur tetap stabil dan hanya mengalami kerusakan lokal yang memerlukan perbaikan ringan sebelum dapat difungsikan kembali. Dengan demikian, struktur tanpa dinding geser dinilai masih aman menurut standar ATC-40.

Setelah dilakukan penambahan elemen dinding geser, tingkat kinerja struktur meningkat menjadi Immediate Occupancy (IO). Pada tingkat ini, struktur tidak hanya tetap stabil, tetapi juga dapat langsung digunakan setelah gempa terjadi tanpa memerlukan perbaikan signifikan. Risiko korban jiwa akibat keruntuhan struktur menjadi sangat kecil. Oleh karena itu, penambahan dinding geser secara signifikan meningkatkan tingkat keamanan struktur, menjadikannya sangat aman berdasarkan klasifikasi kinerja dalam pedoman ATC-40.

Tabel 5. Evaluasi kinerja seismik struktur dari Model 1–4 berdasarkan simpangan total maksimum dan simpangan inelastis maksimum sesuai kriteria ATC-40

Model	Sumbu Bangunan	Simpangan Total Maksimum	Level Kinerja Struktur	Simpangan Inelastis Maksimum	Level Kinerja Struktur
Model 1	X	0,00679	IO	0,00483	IO
	Y	0,00753	IO	0,00576	DC
Model 2	X	0,00477	IO	0,00004	IO
	Y	0,00312	IO	0,00087	IO
Model 3	X	0,00202	IO	0,00008	IO
	Y	0,00058	IO	0,00003	IO
Model 4	X	0,00168	IO	0,00028	IO
	Y	0,00362	IO	0,00147	IO

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan dinding geser pada struktur secara signifikan mengurangi simpangan antar lantai, meningkatkan kekakuan, dan memperkuat kemampuan struktur dalam menahan beban lateral. Dengan penambahan dinding geser pada kedua sumbu bangunan menghasilkan simpangan yang sangat kecil seperti pada Model 4.
2. Model struktur dengan dinding geser memiliki kapasitas struktur yang lebih tinggi dibandingkan model struktur tanpa dinding geser, dengan Model 4 sebagai model yang paling efektif dalam menahan gaya gempa.
3. Analisis pushover menunjukkan bahwa dinding geser meningkatkan nilai spektral akselerasi (Sa), terutama pada Model 4 yang memiliki konfigurasi sejajar sumbu X dan Y, menghasilkan respons seismik yang seimbang.

4. Evaluasi berdasarkan ATC-40 menunjukkan bahwa penambahan dinding geser meningkatkan tingkat kinerja struktur dari Damage Control menjadi Immediate Occupancy, yang berarti struktur tetap aman dan dapat langsung digunakan setelah gempa.

DAFTAR PUSTAKA

Amaral, C. (2016). Alternatif Perencanaan Dinding Geser (Shear Wall) Dengan Sistem Kantilever Pada Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang [Skripsi, ITN Malang]. https://eprints.itn.ac.id/2281/

Badan Standardisasi Nasional. (2019a). SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. https://sitaba.pu.go.id/publikasi/6977fb4f-d02f-4fd0-a857-65219c38f24e

Badan Standardisasi Nasional. (2019b). SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD). https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/12731-sni28472019

Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/12927-sni17272020

Fernando, F., & Saputra, A. J. (2022). Analysis of the Effect of Shear Walls on Building Structural Deviations in High-rise Buildings Monde City Tower M2 Batam City. Journal of Civil Engineering and Planning, 3(2), 146–160. https://doi.org/10.37253/jcep.v3i2.7434

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. https://doi.org/10.24036/cived.v10i2.421

Kalangi, H. T., Tanijaya, J., & Thetrawan, M. (2021). Analisis Pengaruh Penempatan Dinding Geser Terhadap Perilaku Dinamik Struktur Bangunan. Prosiding Seminar Nasional Riset Dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) 2021, B1–B14. https://journal.unpar.ac.id/index.php/ritektra/article/view/4921

Rahmi, Y., & Sitohang, P. B. (2024). PERENCANAAN DINDING GESER GEDUNG KEUANGAN NEGARA BANDA ACEH MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726:2019. Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan, 7(3), 213–219. https://doi.org/10.24815/jarsp.v7i3.28856

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 (J-ForTekS), 1(1), 24–34. https://doi.org/10.35508/forteks.v1i1.4073

Saputro, Y. A., Umam, K., & Rahmawati, A. (2020). Analisa Dinding Geser Ditinjau dari Waktu Getar Alami dan Simpangan Antar Lantai. Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi, 6(2), 1–10.

Seismic Safety Commission. (1996). ATC-40 for Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. https://www.atcouncil.org/pdfs/atc40toc.pdf

Sucipto, W., Tanijaya, J., & Kalangi, H. T. (2023). ANALISIS KINERJA SEISMIK STRUKTUR BETON BERTULANG (STUDI KASUS: TOWER “A” GEDUNG CIPUTRA SCHOOL OF BUSINESS MAKASSAR). Jurnal Media Teknik Sipil, 1(1), 16–26. https://doi.org/10.56963/judiateks.v1i1.11

Utama, D. R., & Alrasyid, R. (2024). Pengaruh Dimensi Dan Tata Letak Dinding Geser Pada Studi Kasus Gedung Rumah Sakit 7 (Tujuh) Lantai Di Purwokerto [Skripsi, Universitas Islam Sultan Agung]. https://repository.unissula.ac.id/36683/1/Teknik%20Sipil_30202000162_fullpdf.pdf

Widianingsih, R. (2022). Pengaruh Penempatan Dinding Geser Pada Pembangunan Gedung Laboratorium Bertingkat 5 [Thesis, Universitas Batanghari]. http://repository.unbari.ac.id/1531/