

ANALISA PERILAKU STRUKTUR TERHADAP BENTUK DAN LAYOUT DINDING GESER PADA BANGUNAN TIDAKBERATURAN

Oleh

Angga Alfiannur¹, Fitriansyah²

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email: ¹anggaalfiannur@gmail.com

Article History:

Received: 09-08-2025

Revised: 27-08-2025

Accepted: 12-09-2025

Keywords:

Dinding Geser,

Simpangan Antar

Lantai, Sistem Ganda,

Irregular Building, P-

Delta

Abstract: Perencanaan struktur sering menghadapi tantangan ketika bentuk atau layout bangunan tidak beraturan, karena ketidakseimbangan distribusi massa dan kekakuan yang ditimbulkannya memicu respons dinamik seperti deformasi lateral tinggi dan torsi saat terjadi gempa. Dalam penelitian ini, perilaku struktur gedung sembilan lantai di Kota Samarinda dengan konfigurasi tidak beraturan dianalisis berdasarkan variasi bentuk dan posisi layout dinding geser, menggunakan sistem struktur ganda. Model dinding geser dalam empat variasi layout berbentuk I dan L disusun dan dianalisis menggunakan metode respons spektrum mengacu pada SNI 1726:2019. Evaluasi dilakukan terhadap sejumlah parameter, seperti gaya geser dasar, partisipasi massa, simpangan antar lantai (interstory drift), ketidakberaturan horizontal-vertikal, dan efek P-Delta. Berdasarkan hasil analisis, seluruh variasi layout telah memenuhi batas minimal partisipasi massa ($\geq 90\%$), menghasilkan gaya geser dasar lebih dari 85% dari gaya statik ekuivalen, serta terbebas dari ketidakberaturan vertikal. Akan tetapi, seluruh layout termasuk dalam kategori ketidakberaturan torsi 1b, dengan Layout-1 arah-Y menunjukkan pembesaran torsi tertinggi (11,3%). Simpangan antar lantai tertinggi ditemukan pada bagian tengah hingga atas bangunan, khususnya pada Layout-1 dan Layout-4, sedangkan Layout-3 menunjukkan simpangan paling kecil dan merata di kedua arah. Nilai θ_{maks} dari hasil evaluasi P-Delta untuk semua layout berada di bawah 0,06, jauh di bawah ambang batas 0,10 sesuai SNI, sehingga efek orde-dua dapat diabaikan. Secara keseluruhan, kinerja seismik terbaik ditunjukkan oleh Layout-3 karena memiliki distribusi kekakuan paling seimbang, tingkat stabilitas tertinggi, dan simpangan minimum

PENDAHULUAN

Bangunan dengan bentuk atau *layout* yang tidak beraturan (*irregular*), baik secara plan horizontal maupun vertikal, sering menimbulkan tantangan khusus dalam desain struktural,

terutama dalam menahan beban lateral seperti angin dan gempa bumi. Ketidakteraturan bentuk dapat mengakibatkan distribusi kekakuan dan massa yang tidak merata, memicu gaya tambahan seperti torsi dan konsentrasi deformasi pada titik-titik tertentu.

Dinding geser (*shear wall*) merupakan salah satu sistem struktur tahan lateral yang efektif dalam meningkatkan kekakuan dan mengurangi *displacements* pada bangunan bertingkat tinggi, bahkan pada konfigurasi yang tidak beraturan. Studi eksperimental dan numerik juga menunjukkan bahwa bentuk geometri *shear wall* serta orientasi dan *layout*—termasuk letak relatif terhadap pusat massa dan pusat kekakuan—memengaruhi perilaku lateral struktur, antara lain melalui pengendalian deformasi dan distribusi gaya geser.

Analisis numerik terhadap dinding geser dengan bukaan (*openings*) yang tidak beraturan (*irregular openings*) juga menunjukkan bahwa lokasi dan jenis bukaan (misalnya *staggered versus regular*) berdampak signifikan terhadap kekakuan awal, kapasitas beban *ultimate*, dan kemampuan disipasi energi. Selain itu, pada bangunan dengan bentuk plan tidak simetris seperti “L”-*shape* atau “C”-*shape*, posisi dinding geser, apakah diletakkan di sudut, tepi, maupun di inti bangunan, terbukti memengaruhi respons global terhadap beban lateral seperti *drift* dan torsi.

Beberapa penelitian terbaru telah mengkaji *layout shear wall* dalam konteks bangunan *irregular*. Misalnya, dinding-dinding yang ditempatkan secara simetris atau membentuk *core* di tengah gedung terbukti lebih efisien mengurangi torsi dan deformasi lateral dibandingkan letak di pinggir. Selain itu, rasio area dinding geser terhadap luas lantai (*shear wall area to floor area ratio*) yang memadai juga memainkan peran penting dalam menjaga performa struktur, dengan nilai tipikal antara 1–2 % menunjukkan hasil optimasi yang baik [6], [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi bagaimana bentuk dan posisi *layout* dinding geser memengaruhi perilaku struktur pada bangunan yang memiliki ketidakteraturan, sebagaimana dijelaskan dalam kajian sebelumnya. Analisis ini ditujukan untuk menghasilkan rekomendasi *layout* dinding geser yang paling optimal, dengan harapan mampu meningkatkan kekakuan lateral, meminimalkan torsi dan *drift*, serta memenuhi kriteria kinerja seismik sesuai dengan standar yang berlaku.

METODE PENELITIAN

Data Teknis Bangunan

Struktur yang dianalisis merupakan gedung berlantai sembilan dengan total luas bangunan mencapai 17.010 m² dan berlokasi di Kota Samarinda. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah, diperoleh bahwa kondisi tanah dasar termasuk dalam kategori sedang (Kelas D menurut SNI 1726:2019). Sistem struktur yang digunakan adalah sistem ganda (*dual system*) yang mengombinasikan rangka pemikul momen dan dinding geser sebagai elemen penahan beban lateral. Walaupun secara umum Pulau Kalimantan dikategorikan sebagai wilayah dengan tingkat bahaya gempa relatif rendah dibandingkan pulau lain di Indonesia, Kota Samarinda tetap berada dalam zona seismik aktif yang memiliki potensi terjadinya aktivitas gempa bumi[8].

Berikut merupakan data Teknis Gedung yang dimodelkan:

Fungsi Bangunan	: Rumah Sakit
Lokasi Bangunan	: Kota Samarinda
Jumlah lantai	: 9 Lantai

Luas bangunan : 1.890 M²
Sistem Struktur Bangunan : Sistem Struktur Ganda
Mutu Beton (F_{c'}) : 30 MPa
Tulangan Ulir (f_y) : 420 MPa
Tulangan Polos (f_y) : 280 MPa

Bangunan sembilan lantai dengan struktur beton bertulang dianalisis terhadap berbagai jenis pembebanan. Acuan dalam pelaksanaan analisis pembebanan ini adalah SNI 1727-2020. Jenis beban yang diperhitungkan mencakup beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin.

Adapun data terkait gempa, beban hidup dan beban mati tambahan yang digunakan disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Data Gempa

No	Label	Hasil	Keterangan
1	Fungsi bangunan	Rumah Sakit	-
2	Lokasi	Kota Samarinda	-
3	Kelas situs	Tanah Lunak (SE)	SNI 1726:2019
4	Kategori resiko bangunan	IV	SNI 1726:2019
5	Faktor keutamaan (I _e)	1,5	SNI 1726:2019
6	Nilai S _{DS}	0,1874	SNI/Puskim
7	Nilai S _{D1}	0,2685	SNI/Puskim
8	Koefisien modifikasi respons (R)	6,5	SNI 1726:2019
9	Faktor pembesaran defleksi (C _d)	5	SNI 1726:2019
10	Faktor kuat lebih sistem (Ω)	2,5	SNI 1726:2019
11	Koefisien Cu	1,4315	SNI 1726:2019
12	Nilai c _t dan x	0,048 ; 0,75	SNI 1726:2019
13	Simpangan antar lantai izin (Δ)	0,01h _{sx}	SNI 1726:2019

Tabel 2. Beban Hidup

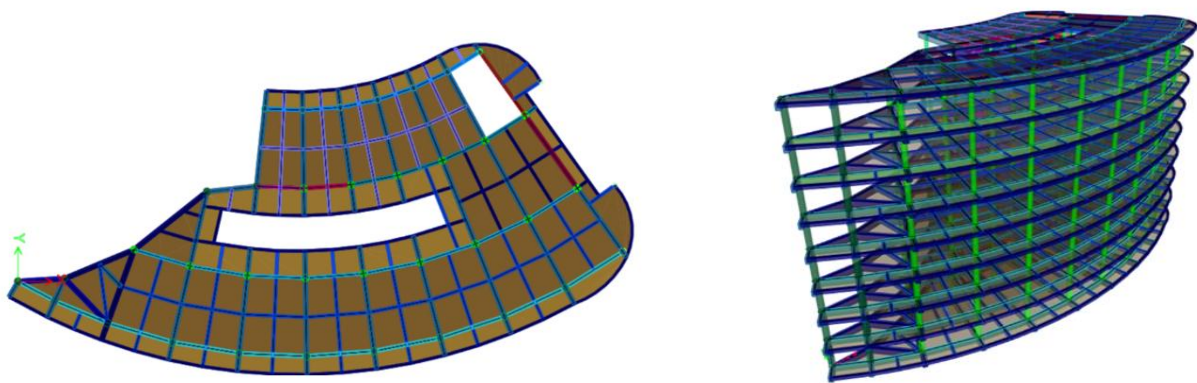
Label	Berat (kN/m ²)
Ruang Pasien	1,92
Kantor	2,4
Koridor	3,83
Dak	0,96

Tabel 3. Beban Mati Tambahan (SIDL)

Label	Berat (kN/m ²)
Berat Lantai	1,089
Lantai Dak	0,716

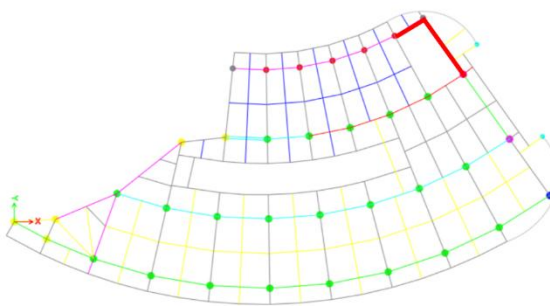
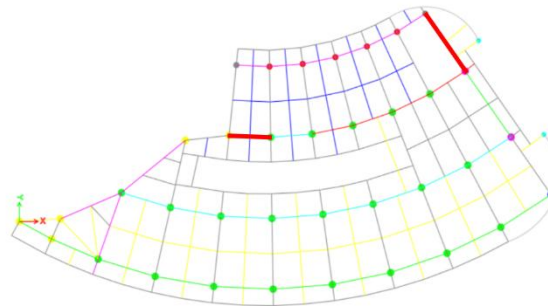
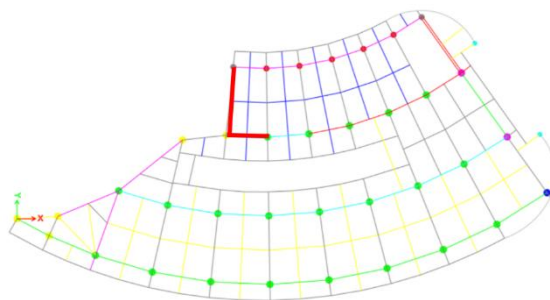
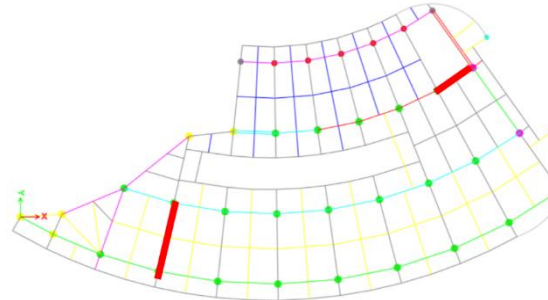
1.1. Permodelan Bangunan

Struktur gedung sistem ganda dianalisis berdasarkan pemodelan 3D menggunakan bantuan perangkat lunak. Pemodelan dilakukan dengan membuat variasi empat posisi *Layout* dinding geser dengan bentuk yang berbeda. Berikut **Gambar 1** denah struktur eksisting dan **Gambar 2** variasi *layout* dinding geser yang dimodelkan:



(a) Denah lantai tipikal

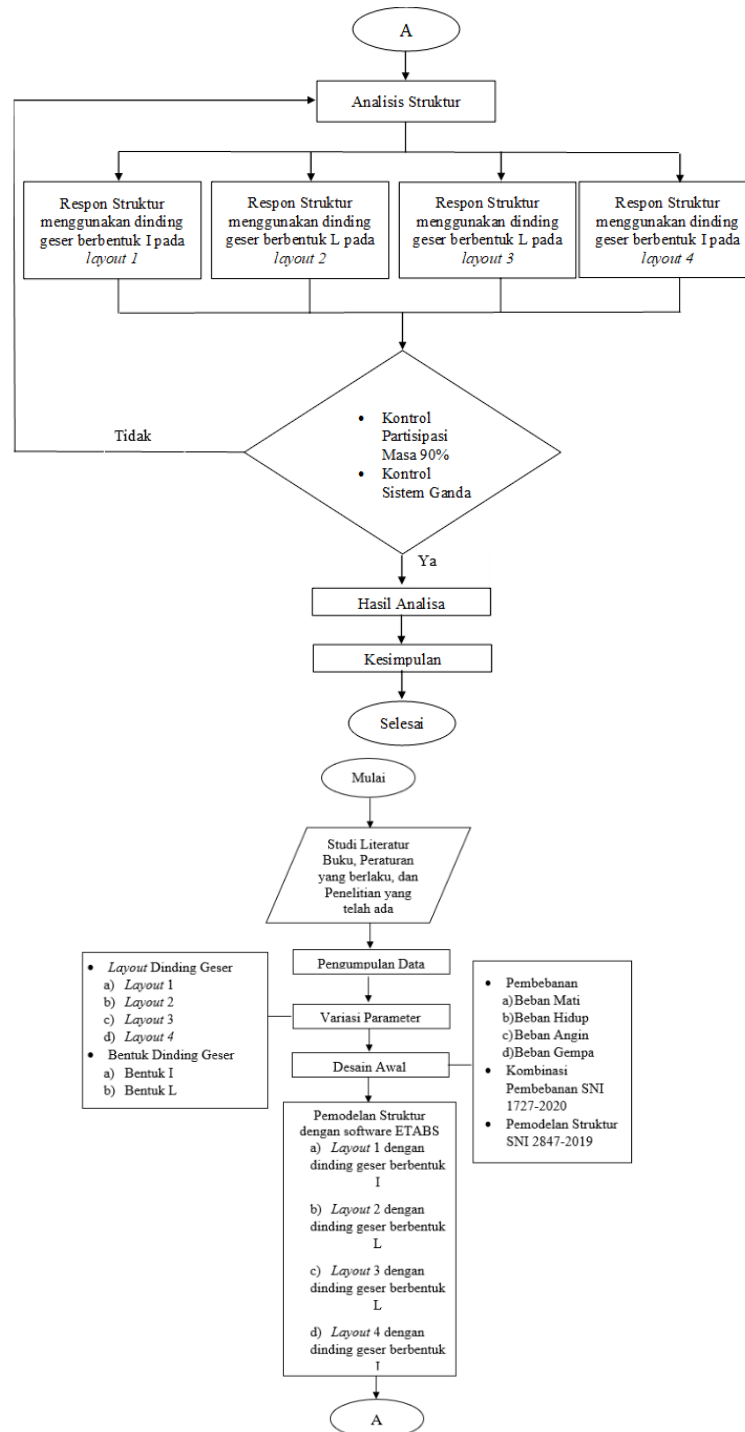
(b) Perspektif 3D Model

Gambar 1. Pemodelan Geometrik Eksisting Struktur Gedung(a) Layout 1 (*shearwall* bentuk I)(b) Layout 2 (*shearwall* bentuk L)(c) Layout 3 (*shearwall* bentuk L)(d) Layout 4 (*shearwall* bentuk I)**Gambar 2.** Variasi Layout Penempatan Dinding Geser (*Shearwall*)

Prosedur Penelitian

Untuk mendukung kelancaran pelaksanaan penelitian ini, dilakukan beberapa metode dalam pengumpulan data. Salah satu metode yang diterapkan adalah pengumpulan data sekunder, yaitu data yang telah tersedia pada instansi terkait. Pemodelan struktur dilakukan dengan bantuan perangkat lunak, dan dari empat variasi model yang disimulasikan,

diperoleh respons perilaku struktur terbaik pada salah satu variasi, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Partisipasi Massa

Hasil analisis ragam (modal analysis) menunjukkan bahwa nilai kumulatif partisipasi massa pada masing-masing layout struktur telah mencapai lebih dari 90% terhadap total massa bangunan. Capaian ini menunjukkan bahwa jumlah ragam getar yang diikutsertakan dalam analisis sudah memadai dan memenuhi ketentuan minimum partisipasi massa sebagaimana dipersyaratkan dalam SNI 1726:2019 pasal 7.9, yang merekomendasikan partisipasi massa minimal 90% untuk analisis dinamik ragam[9]. Dengan demikian, ragam kombinasi yang digunakan dalam pemodelan struktur dapat dianggap representatif untuk menggambarkan respons dinamik bangunan. Berikut hasil analisis partisipasi massa pada masing-masing layout dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 3. Nilai kontrol partisipasi masa layout 1

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
Modal	1	1,828	0,2715	0,2248
Modal	2	1,643	0,5851	0,636
Modal	3	0,753	0,743	0,7198
Modal	4	0,599	0,7917	0,7495
Modal	5	0,463	0,8412	0,8448
Modal	6	0,332	0,858	0,8535
Modal	7	0,22	0,8839	0,8541
Modal	8	0,218	0,8915	0,8986
Modal	9	0,171	0,939	0,9301

Tabel 4. Nilai kontrol partisipasi masa layout 2

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
Modal	1	1,898	0,000	0,5716
Modal	2	1,514	0,5742	0,6091
Modal	3	0,896	0,7186	0,7382
Modal	4	0,617	0,7189	0,8289
Modal	5	0,431	0,8355	0,8411
Modal	6	0,339	0,8355	0,8705
Modal	7	0,223	0,836	0,8874
Modal	8	0,208	0,8706	0,901
Modal	9	0,197	0,9257	0,9405

Tabel 5. Nilai kontrol partisipasi masa layout 3

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
Modal	1	1,966	0,121	0,3762
Modal	2	1,525	0,6928	0,3844
Modal	3	0,949	0,7347	0,7213
Modal	4	0,644	0,7508	0,7778
Modal	5	0,433	0,8671	0,7792
Modal	6	0,358	0,8744	0,7973

Modal	7	0,235	0,8777	0,8095
Modal	8	0,217	0,8838	0,9122
Modal	9	0,208	0,9388	0,9175

Tabel 6. Nilai kontrol partisipasi masa layout 4

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
Modal	1	1,869	0,0443	0,2187
Modal	2	1,373	0,697	0,2188
Modal	3	1,046	0,7166	0,7044
Modal	4	0,612	0,7219	0,738
Modal	5	0,367	0,8761	0,7381
Modal	6	0,34	0,8785	0,7468
Modal	7	0,249	0,8832	0,901
Modal	8	0,224	0,8847	0,9062
Modal	9	0,168	0,9444	0,9062

Gaya Geser Dasar

Sesuai ketentuan SNI 1726:2019 Pasal 7.8, hasil analisis dinamik harus menghasilkan gaya geser dasar minimum sebesar 85% dari gaya geser dasar analisis statik ekuivalen. Ketentuan ini bertujuan untuk memastikan bahwa respon gaya internal struktur yang diperoleh dari analisis dinamik tidak lebih rendah secara signifikan dari perhitungan statik, sehingga keamanan desain tetap terjaga [9].

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai 85% V statik pada keempat layout berkisar antara 2635–2641 kN, sedangkan gaya geser dasar hasil analisis dinamik (Vx dinamik dan Vy dinamik) berkisar antara 3712–3719 kN. Nilai ini jauh melampaui ambang batas minimum 85% dari V statik.

Dengan demikian, seluruh layout (Layout-1 sampai Layout-4) memenuhi persyaratan kontrol gaya geser dasar, baik untuk arah-X maupun arah-Y, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 7**. Capaian ini menegaskan bahwa hasil analisis dinamik telah menghasilkan gaya internal yang memadai dan dapat diandalkan sebagai dasar evaluasi kinerja seismik struktur bangunan.

Tabel 7. Kontrol gaya geser dasar (V)

Keterangan	Layout-1 (kN)	Layout-2 (kN)	Layout-3 (kN)	Layout-4 (kN)
85% V Statik	2640,6	2635,3	2639,2	2639,1
Vx Dinamik	3719,8	3712,7	3718,1	3717,8
85% V Statik < Vx Dinamik	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
Vy Dinamik	3719,8	3712,7	3718,1	3717,8
85% V Statik < Vy Dinamik	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

Ketidakberaturan Horizontal & Vertikal

Analisis ketidakberaturan struktur dilakukan pada seluruh layout dinding geser mengacu pada SNI 1726:2019, yang mensyaratkan pemeriksaan ketidakberaturan horizontal (eksentrisitas dan torsi, diskontinuitas diafragma, distribusi massa) serta vertikal (tingkat lunak dan perubahan geometri). Hasil evaluasi pada Tabel 7 menunjukkan bahwa seluruh

layout tidak mengalami diskontinuitas diafragma, tingkat lunak, maupun ketidakteraturan geometri dan massa (semua OK), namun teridentifikasi mengalami ketidakberaturan eksentrisitas dan torsi (kategori 1b).

Tabel 8. Ketidakberaturan horizontal & vertikal

Ketidakberaturan	Layout-1	Layout-2	Layout-3	Layout-4
Eksentrisitas & Torsi	1b	1b	1b	1b
Diskontinuitas Diafragma	OK	OK	OK	OK
Tingkat Lunak (<i>soft story</i>)	OK	OK	OK	OK
Geometri Vertikal	OK	OK	OK	OK
Berat (<i>massa</i>)	OK	OK	OK	OK

Sesuai ketentuan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.4, kondisi ini mengharuskan penerapan faktor pembesaran torsi untuk mengantisipasi efek momen puntir tak terduga. Hasil perhitungan pada **Tabel 8** menunjukkan pembesaran torsi arah-X berkisar 5,5–8,3%, dan arah-Y 8,3–11,3%. Nilai tertinggi terjadi pada Layout-1 arah-Y (11,3%), sedangkan Layout-2 relatif seimbang di kedua arah (8,3%).

Tabel 9. Pembesaran torsi

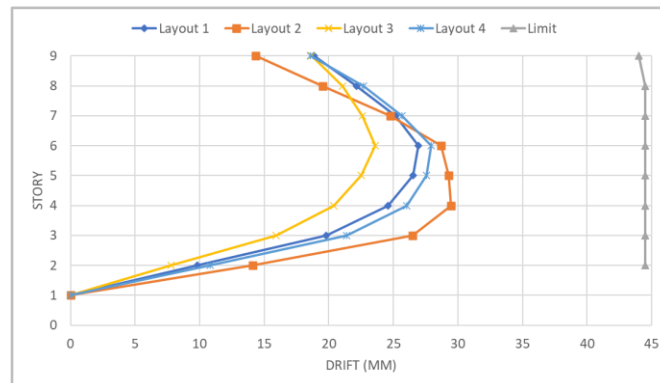
Pembesaran Torsi A_x	Arah x (%)	Arah y (%)
Layout-1	7,2	11,3
Layout-2	8,3	8,3
Layout-3	5,5	10,2
Layout-4	6,1	10,8

Temuan ini menandakan adanya ketidaksimetrian kekakuan antar arah pada beberapa *layout*, yang berpotensi meningkatkan respons torsi saat gempa. Oleh karena itu, pengaruh torsi perlu dipertimbangkan dalam desain untuk memastikan distribusi kekakuan yang lebih seimbang.

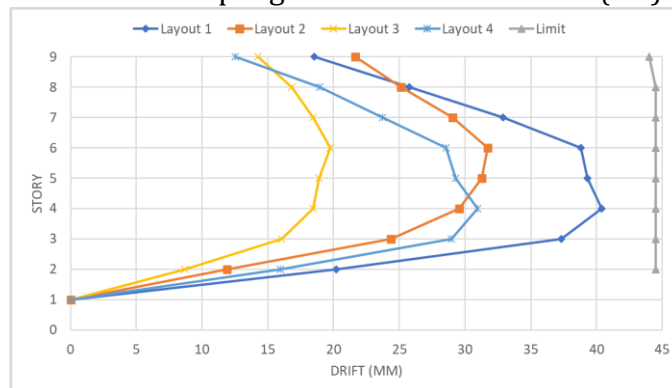
Simpangan Antar Lantai (*Drift*)

Hasil analisis simpangan antar lantai akibat beban lateral gempa menunjukkan bahwa seluruh layout memiliki pola deformasi yang serupa, yaitu simpangan terbesar terjadi pada bagian tengah hingga atas bangunan (lantai 5–7), bukan di puncak gedung (**Gambar 4** dan **Gambar 5**). Pola ini dipengaruhi interaksi gaya gempa yang menimbulkan eksentrisitas terhadap beban gravitasi, sehingga menghasilkan konsentrasi deformasi pada zona tengah bangunan. Sesuai ketentuan SNI 1726:2019, seluruh nilai simpangan antar tingkat masih berada di bawah batas izin 2% tinggi lantai, sehingga dapat dinyatakan memenuhi persyaratan kinerja seismik.

Secara komparatif, Layout-3 menunjukkan nilai simpangan antar lantai paling kecil dan merata pada kedua arah (X dan Y), menandakan distribusi kekakuan lateral yang paling seimbang. Layout-2 juga menunjukkan simpangan relatif kecil, sedikit lebih besar dari Layout-3 namun masih lebih rendah dibanding Layout-1 dan Layout-4, yang memiliki simpangan lebih besar terutama pada arah-Y. Hasil ini menegaskan bahwa distribusi dan posisi dinding geser berpengaruh langsung terhadap pengendalian deformasi lateral, di mana penempatan dinding secara simetris terbukti efektif dalam menurunkan *drift* antar tingkat[7].



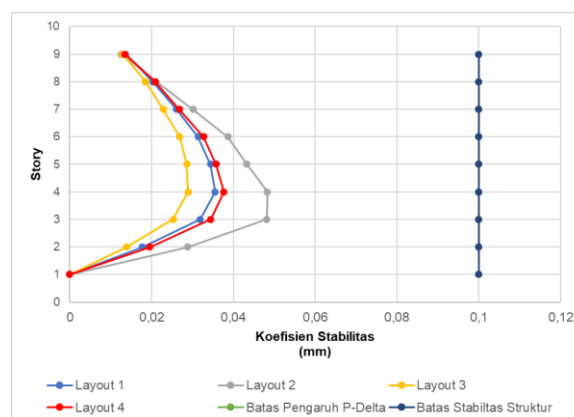
Gambar 4. Simpangan Antar Lantai Arah X (*Drift*)



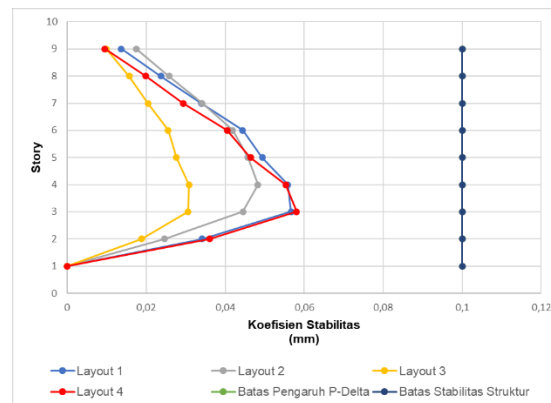
Gambar 5. Simpangan Antar Lantai Arah Y (*Drift*)

Pengaruh P-Delta

Evaluasi pengaruh P-Delta dilakukan dengan menghitung koefisien stabilitas (θ) pada setiap tingkat bangunan. Berdasarkan SNI 1726:2019, efek orde-dua dapat diabaikan apabila $\theta \leq 0,10$. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh layout memiliki $\theta_{maks} < 0,06$ pada kedua arah, sehingga tidak memerlukan koreksi orde-dua. Pada arah-X, Layout-2 mencatat nilai tertinggi sekitar 0,04829, sedangkan Layout-3 terendah sekitar 0,02894. Pada arah-Y, nilai tertinggi tercatat pada Layout-4 sekitar 0,05807, dan terendah pada Layout-3 sekitar 0,03062. Pola distribusi θ cenderung meningkat pada lantai tengah (lantai 3–5) dan menurun pada lantai atas.



Gambar 6. Pengaruh P-Delta Arah X



Gambar 7. Pengaruh P-Delta Arah Y

Temuan ini sejalan dengan hasil studi nasional yang menyebutkan bahwa selama nilai θ berada di bawah ambang batas SNI, pengaruh P-Delta terhadap stabilitas lateral bersifat tidak signifikan dan struktur tetap aman (*compliant*) untuk evaluasi kinerja seismik, seperti pada analisis respon spektrum dan pemeriksaan θ pada gedung bertingkat [10], [11]. Dengan demikian, seluruh layout tidak menunjukkan pengaruh P-Delta yang berarti, dan Layout-3 konsisten sebagai konfigurasi paling stabil di kedua arah.

KESIMPULAN

Empat variasi layout dinding geser pada bangunan sembilan lantai yang tidak beraturan di Kota Samarinda telah dianalisis secara numerik, dan hasilnya menunjukkan bahwa seluruh model struktur memenuhi ketentuan analisis dinamik berdasarkan SNI 1726:2019. Hal ini tercermin dari besarnya partisipasi massa kumulatif yang melebihi 90%, serta gaya geser dasar dari analisis dinamik yang melampaui 85% dari gaya statik ekuivalen. Meskipun tidak ditemukan ketidakberaturan secara vertikal, semua layout menunjukkan adanya eksentrisitas dan torsi (kategori 1b), dengan pembesaran torsi berkisar antara 5,5% hingga 11,3%, di mana nilai maksimum tercatat pada Layout-1 arah-Y. Evaluasi terhadap simpangan antar lantai mengungkapkan bahwa deformasi paling besar terjadi pada lantai bagian tengah hingga atas, dengan Layout-1 dan Layout-4 menunjukkan nilai drift tertinggi, sedangkan Layout-3 memperlihatkan deformasi paling kecil dan distribusi simpangan yang merata ke dua arah. Selain itu, pengaruh P-Delta pada keempat layout dapat diabaikan karena nilai koefisien stabilitas (θ) seluruhnya berada di bawah 0,06—jauh lebih rendah dari ambang batas 0,10. Dengan mempertimbangkan seluruh parameter kinerja struktur yang dianalisis, Layout-3 dapat disimpulkan sebagai variasi yang paling optimal karena memiliki deformasi lateral terendah, stabilitas paling baik, serta distribusi kekakuan yang paling merata dibandingkan layout lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Y. Altiok, K. Cetin, dan A. Demir, "Effect of shear wall opening and reinforcement around opening on the structural strengthening," *Bulletin of Earthquake Engineering*, vol. 23, no. 8, hlm. 3421–3449, Jun 2025, doi: 10.1007/s10518-025-02180-3.
- [2] J. Mo, B. Uy, D. Li, H. T. Thai, dan H. Tran, "A review of the behaviour and design of steel–concrete composite shear walls," *Structures*, vol. 31, hlm. 1230–1253, Jun 2021, doi:

- 10.1016/J.ISTRUC.2021.02.041.
- [3] X. Wu, Y. Wang, S. Ji, M. Liu, dan D. Wang, "Numerical Study on Mechanical Behaviors of New Type of Steel Shear-Connection Horizontal Joint in Prefabricated Shear Wall Structure," *Buildings*, vol. 13, no. 12, Des 2023, doi: 10.3390/buildings13123000.
- [4] R. Divya dan K. Murali, "Comparative analysis of behaviour of horizontal and vertical irregular buildings with and without using shear walls by ETABS software," *Mater Today Proc*, vol. 52, hlm. 1821–1830, Jan 2022, doi: 10.1016/J.MATPR.2021.11.489.
- [5] H. S. Aji, A. Rosyidah, dan J. Saputra, "The effect of variation of shear walls placement on the response of building structure using the Direct Displacement-Based Design method," *SINERGI*, vol. 26, no. 2, hlm. 201, Jun 2022, doi: 10.22441/sinergi.2022.2.009.
- [6] B. Burak dan H. G. Comlekoglu, "Effect of Shear Wall Area to Floor Area Ratio on the Seismic Behavior of Reinforced Concrete Buildings," *Journal of Structural Engineering*, vol. 139, no. 11, hlm. 1928–1937, Nov 2013, doi: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000785.
- [7] T. Alam, R. Banerjee, V. Mahadeven, N. Gupta, dan A. K. Parashar, "Assessment of shear wall quantity on seismic performance of high-rise building," *Asian Journal of Civil Engineering*, vol. 25, no. 5, hlm. 3815–3822, Jul 2024, doi: 10.1007/S42107-024-01013-Z/METRICS.
- [8] M. Irsyam dkk., "Development of the 2017 national seismic hazard maps of Indonesia," *Earthquake Spectra*, vol. 36, no. 1_suppl, hlm. 112–136, Okt 2020, doi: 10.1177/8755293020951206.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 1726-2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung," 2019.
- [10] Muhammad Hilmi, Erizal, dan J. Febrita, "Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat dengan Metode Analisis Respon Spektrum Berdasarkan SNI 1726:2019," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 6, no. 3, hlm. 143–158, Des 2021, doi: 10.29244/jsil.6.3.143-158.
- [11] R. Nursani, D. Dheni, dan E. Noor, "Analisis Pengaruh Penambahan Dinding Geser terhadap Perilaku Struktur Gedung Sistem Ganda," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Sep 2023, doi: 10.29244/jsil.8.2.105-114.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN