

Hubungan Ketersebaran Dinding Geser Sebidang Secara Horizontal Terhadap Drift Bangunan Tingkat Tinggi

The Relationship Of Horizontal Shear Wall Distribution and High-rise Building Drift

Raynaldo Nara Rihi¹, Jusuf J. S. Pah^{2*}, Rosmiyati A. Bella³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Dinding geser, drift, ketersebaran

Keywords:

Shear wall, drift, distribution

Article history:

Received: 30-04-2022

Accepted: 10-05-2022

^{*}Koresponden email:

nararihi@gmail.com

yuserpbdaniel@yahoo.co.id

Abstrak

Persebaran dinding geser secara horizontal memiliki pengaruh terhadap simpangan horizontal (*drift*). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara distribusi massa dinding geser secara horizontal terhadap drift bangunan tingkat tinggi. Model Gedung yang dianalisis berupa gedung berbentuk segi empat dengan 40 lantai dengan ukuran 20 m x 20 m. Model terdiri atas 4 variasi yaitu model G1, model G2, model G3, dan model G4. Analisis dilakukan berdasarkan SNI - 1726 - 2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dan menggunakan *software SAP 2000*. Hasil analisis dari penelitian ini diketahui bahwa distribusi massa dinding geser secara horizontal memiliki pengaruh terhadap simpangan struktur akibat beban gempa. Dinding geser didistribusi secara berdampingan lebih efisien dari pada dinding geser yang didistribusi secara berjarak.

Abstract

The distribution of the shear wall horizontally influences the drift. This study was conducted to determine the relationship between the horizontally mass distribution of shear walls and high-rise buildings' drift. The model analyzed was a rectangular building with 40 floors of 20 m x 20 m. The model consists of 4 variations, namely G1, G2, G3, and G4 models. The analysis was carried out based on SNI - 1726 - 2019 regarding The Procedures of Earthquake Resistance Planning for Building and Non-Building Structures and using SAP 2000 software. The analysis results revealed that horizontal shear wall mass distribution influences the structural deviation due to earthquake loads. Shear walls distributed side by side are more efficient than shear walls distributed spatially.

1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang kian pesat dan dibarengi dengan adanya keterbatasan lahan kosong sehingga mendorong pembangunan gedung secara vertikal. Sejumlah gedung terutama gedung-gedung untuk publik dibangun bertingkat agar dapat memenuhi kebutuhan ruangan di tanah yang terbatas. Bangunan tingkat tinggi berstruktur beton bertulang menjadi favorit karena memiliki daya dukung dan kemampuan layan yang baik. Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana alam, salah satunya gempa bumi. Gempa bumi yang terjadi dapat mengakibatkan adanya gaya yang bekerja secara lateral pada struktur bangunan tingkat tinggi yang disebut gaya gempa. Dengan demikian dalam perencanaan struktur bangunan tingkat tinggi, di daerah gempa prinsip yang harus diperhatikan adalah meningkatkan kekuatan struktur untuk menahan gaya lateral yang bekerja. Dinding geser adalah slab beton yang dipasang dengan posisi vertikal pada sisi gedung dan berfungsi untuk menambah kekakuan struktur serta menyerap gaya lateral yang semakin besar seiring dengan bertambahnya tinggi struktur. Fungsi lain dari dinding geser dalam suatu struktur bertingkat adalah untuk menopang lantai pada struktur dan memastikannya tidak runtuh ketika terjadi gaya lateral. Persebaran dinding geser secara horizontal ternyata memiliki pengaruh terhadap simpangan horizontal (*drift*). Berdasarkan hasil penelitian Sansujaya (2021) diketahui bahwa 2 model bangunan gedung tingkat tinggi yang memiliki volume dinding geser sama dapat memiliki drift yang berbeda. Hal ini dikarenakan adanya penempatan dinding geser yang berbeda. Dengan demikian distribusi massa dinding geser secara horizontal memiliki pengaruh terhadap drift bangunan. Ketika dinding geser didistribusikan secara horizontal pada lokasi tertentu yang cocok, maka dinding tersebut dapat digunakan secara efisien untuk menyediakan tahanan beban horizontal yang diperlukan.

2. Bahan dan Metode

2.1. *Bangunan Tingkat Tinggi*

Bangunan bertingkat pada umumnya terbagi menjadi dua, yaitu bangunan bertingkat rendah dan bangunan bertingkat tinggi. Bangunan tingkat tinggi adalah bangunan yang memiliki tinggi lebih dari 23 m atau sekitar 7 lantai (NFPA, 2011). *Emporis standards* (2020) mendefinisikan bangunan tingkat tinggi sebagai struktur bertingkat yang tingginya 35-100 m, atau setinggi 12-39 lantai Gedung bertingkat tinggi adalah struktur dengan jumlah lantai lebih dari 6 lantai, serta tingginya lebih dari 20,00 m (Mulyono, 2000). Maka dapat disimpulkan bahwa Bangunan tingkat tinggi adalah bangunan yang mempunyai lebih dari 6 lantai secara vertikal.

2.2. *Dinding Geser*

Dinding geser (shear wall) adalah jenis struktur dinding yang berbentuk beton bertulang yang biasanya dirancang untuk menahan geser, gaya lateral akibat gempa bumi. Dengan adanya dinding geser yang kaku pada bangunan, sebagian besar beban gempa akan terserap oleh dinding geser tersebut.

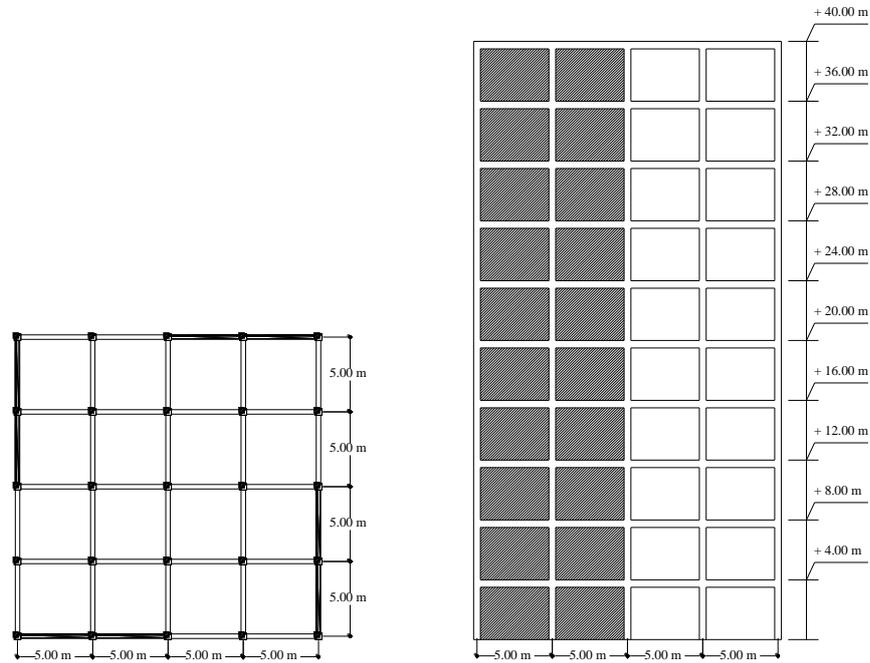
2.3. *Simpangan Struktur (Drift)*

Simpangan struktur (*drift*) adalah perpindahan lateral relative antara dua tingkat bangunan yang berdekatan atau dapat dikatakan simpangan mendatar tiap-tiap tingkat bangunan (horizontal story to story deflection) (Kuningsih 2011)[WU1]. Gaya gempa lateral akan menghasilkan simpangan struktur dalam arah lateral. Dalam proses perencanaan struktur, maka simpangan lateral antar lantai tingkat (*story drift*) harus selalu diperiksa sesuai SNI – 1726 - 2019 untuk menjamin stabilitas struktur, mencegah kerusakan elemen-elemen nonstruktural, serta untuk menjamin kenyamanan penggunaan bangunan.

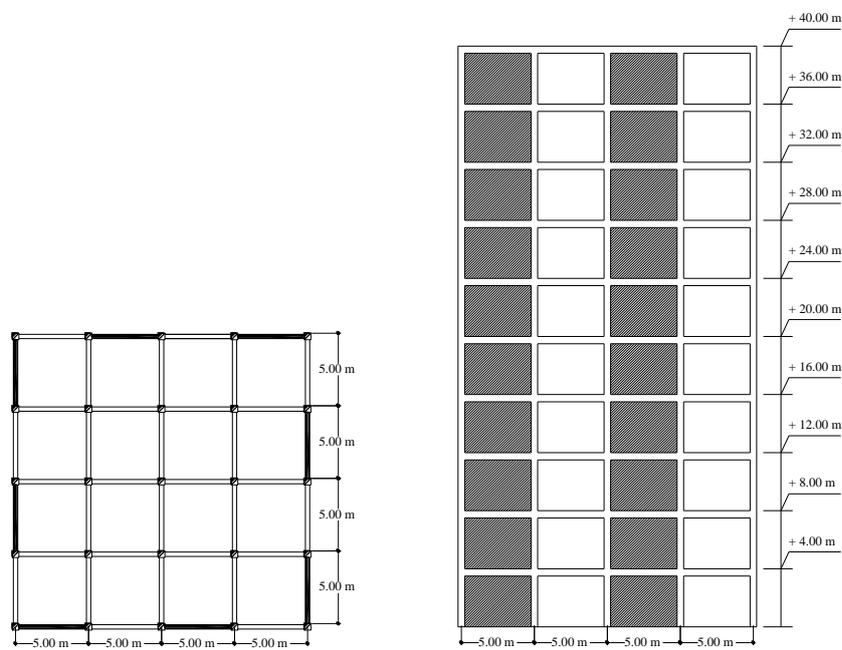
Permodelan Struktur

Dalam kajian ini akan membandingkan struktur bangunan tingkat tinggi yang memiliki volume dinding geser dengan jumlah yang sama tetapi distribusi massa secara horisontalnya berbeda, maka dari itu akan dimodelkan dalam 4 spesimen dengan gambar sebagai berikut:

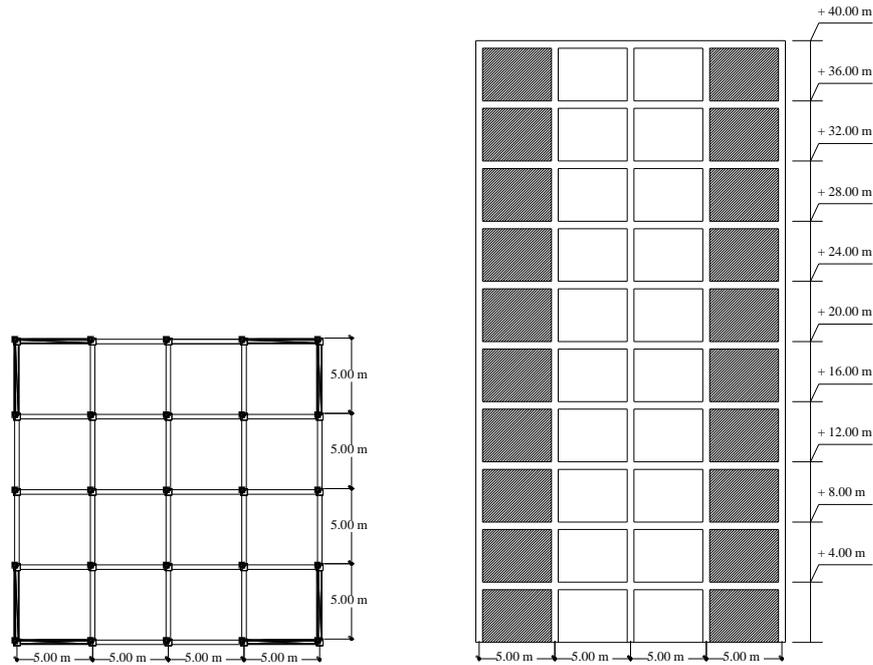
2.4.



Gambar 1. Model Struktur G1

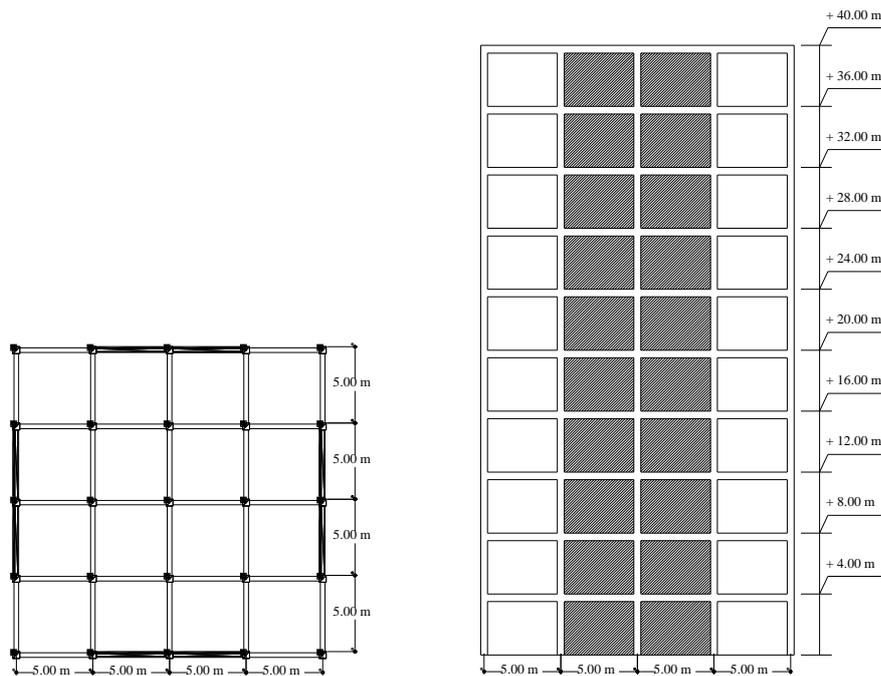


Gambar 2. Model Struktur G2



Gambar 3. Model Struktur G3

2.5.



Gambar 4. Model Struktur G4

Pembebanan

Dalam kajian ini akan membandingkan struktur bangunan tingkat tinggi yang memiliki volume. Beban yang dihitung dalam penelitian ini adalah beban mati dan beban gempa. Beban mati yang merupakan berat sendiri gedung dan beban hidup yang disesuaikan dengan fungsional gedung berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG, 1983). Beban mati menurut PPIUG (1983) Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Pasal 2.1 beban mati terbagi atas 2 kelompok, yaitu berat sendiri bahan bangunan dan berat elemen struktur gedung. Dalam penelitian ini bahan bangunan untuk elemen-elemen struktur adalah beton bertulang dengan berat jenis 2400

kg/m³. Beban hidup yang diperhitungkan dalam penelitian ini diambil sesuai PPIUG 1983 beban hidup yang bekerja pada lantai sebesar 250 kg/m² dan beban hidup yang bekerja pada atap sebesar 100 kg/m² (PPIUG 1983). Beban Gempa diambil berdasarkan SNI 1726-2019 karena sifat struktur gedung yang beraturan, maka perhitungan pengaruh gempa dapat dilakukan dengan menggunakan metode analisis gempa statik ekuivalen ((BSN) 2019).

Analisa Struktur Dengan Program SAP 2000

Hasil analisa statik ekuivalen adalah gaya geser pada tiap lantai akibat beban gempa. Gaya geser tersebut akan diinput pada aplikasi SAP 2000 v20 yang dibuat oleh *Computers and Structures, Inc. Recognized Globally, California 94596*. Output analisa struktur dengan aplikasi SAP 2000 pada setiap model akibat beban gravitasi dan beban gempa adalah: *Joint Displacement* atau simpangan struktur tiap lantai (Alwi n.d.).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Klasifikasi Situs Tanah

Hasil analisa dari penyelidikan tanah kampus undana tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata $N = 43,93$ (Suparman 2015). Menurut SNI 1726 (2012) klasifikasi situs untuk tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata $N = 43,93$ diatas berada diantara $N = 15,00$ sampai $N = 50,00$, maka tanah Kampus Undana, Kota Kupang tergolong SD (tanah sedang)((BSN) 2003).

3.2. Perhitungan Beban Gempa Statik Ekuivalen

3.2.1. Eksentrisitas

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa pemodelan struktur dan penempatan dinding geser untuk semua model adalah simetris dan tidak mengalami eksentrisitas karena pusat massa dan pusat kekakuan terletak pada titik yang sama, dimana pusat massa terletak pada titik X,Y(10,00 m , 10,00 m) dan pusat kekakuan terletak pada titik X,Y (10,00 m , 10,00 m)

3.2.2. Distribusi vertikal gaya gempa pada tiap portal (Pi)

Distribusi vertikal gaya gempa pada setiap portal untuk semua model struktur dibagi berdasarkan lebar tributaris (Ltrb) struktur yang dipikul oleh portal yang ditinjau dibagi lebar struktur (Lstr) seluruhnya, dikali gaya gempa per lantai FX untuk arah X dan arah Y sama.

Tabel 1. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model G1

Lantai	Fx (kN)	Portal A		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)
1	23,26	2,50	20,00	4,65
2	46,53	2,50	20,00	9,31
3	69,79	2,50	20,00	13,96
4	93,06	2,50	20,00	18,61
5	116,32	2,50	20,00	23,26
6	139,59	2,50	20,00	27,92
7	162,85	2,50	20,00	32,57
8	186,12	2,50	20,00	37,22
9	209,38	2,50	20,00	41,88
Atap	178,18	2,50	20,00	35,64

Tabel 2. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model G2

Lantai	Fx	Portal A		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)
1	22,67	2,50	20,00	4,53
2	45,33	2,50	20,00	9,07
3	68,00	2,50	20,00	13,60
4	90,66	2,50	20,00	18,13
5	113,33	2,50	20,00	22,67
6	135,99	2,50	20,00	27,20
7	158,66	2,50	20,00	31,73
8	181,32	2,50	20,00	36,26
9	203,99	2,50	20,00	40,80
Atap	175,15	2,50	20,00	35,03

Tabel 3. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model G3

Lantai	Fx	Portal A		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)
1	23,26	2,50	20,00	4,65
2	46,53	2,50	20,00	9,31
3	69,79	2,50	20,00	13,96
4	93,06	2,50	20,00	18,61
5	116,32	2,50	20,00	23,26
6	139,59	2,50	20,00	27,92
7	162,85	2,50	20,00	32,57
8	186,12	2,50	20,00	37,22
9	209,38	2,50	20,00	41,88
Atap	178,18	2,50	20,00	35,64

Tabel 4. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model 4

Lantai	Fx	Portal A		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)
1	23,26	2,50	20,00	4,65
2	46,53	2,50	20,00	9,31
3	69,79	2,50	20,00	13,96
4	93,06	2,50	20,00	18,61
5	116,32	2,50	20,00	23,26
6	139,59	2,50	20,00	27,92
7	162,85	2,50	20,00	32,57
8	186,12	2,50	20,00	37,22
9	209,38	2,50	20,00	41,88

3.2.3. Analisa struktur dengan aplikasi SAP 2000 v20

Distribusi vertikal beban gempa diatas diinput kedalam aplikasi SAP 2000 untuk mengetahui besarnya simpangan per lantai untuk setiap model struktur. Rekapitulasi *drift* per lantai hasil Analisa struktur untuk masing-masing model adalah sebagai berikut:

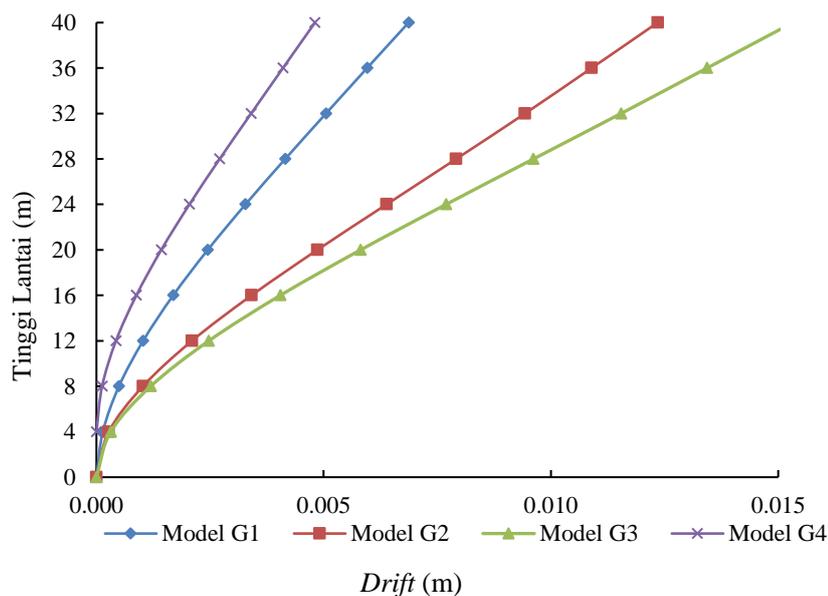
Tabel 5. Rekapitulasi *Drift* per lantai

Lantai	hx (m)	di (m)			
		G1	G2	G3	G4
1	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	8	0,0001	0,0003	0,0003	0,0001
3	12	0,0005	0,0010	0,0012	0,0004
4	16	0,0010	0,0021	0,0025	0,0009
5	20	0,0017	0,0034	0,0040	0,0014
6	24	0,0024	0,0049	0,0058	0,0020
7	28	0,0033	0,0064	0,0077	0,0027
8	32	0,0042	0,0079	0,0096	0,0034
9	36	0,0051	0,0094	0,0115	0,0041
Atap	40	0,0060	0,0109	0,0134	0,0048

3.3. Pembahasan

3.3.1. Pengaruh ketersebaran dinding geser sebidang secara horizontal terhadap drift

Hasil analisa struktur dengan menggunakan aplikasi SAP 2000 pada Tabel 5 menunjukkan pengaruh penempatan dinding geser terhadap simpangan struktur seperti tergambar dalam grafik di bawah ini



Gambar 5. Grafik Perbandingan Simpangan per Lantai Akibat Beban Gempa Untuk Semua Model

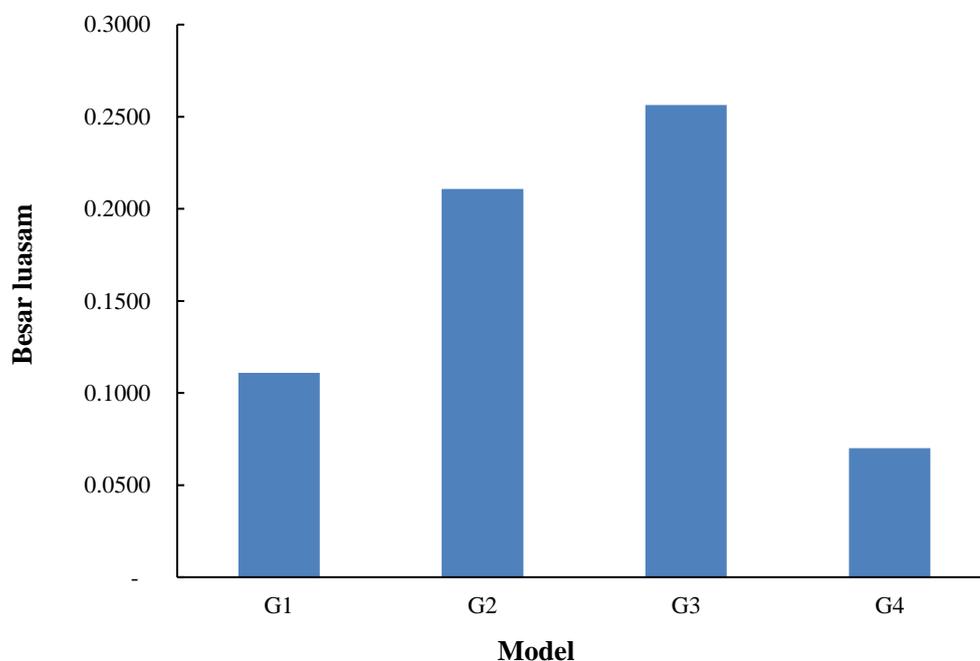
Berdasarkan gambar 5 model-model tersebut yang memiliki volume yang sama ternyata memiliki simpangan struktur yang berbeda-beda. Grafik tersebut menunjukkan bahwa ketersebaran dinding geser secara horizontal berpengaruh terhadap simpangan struktur akibat beban gempa. Dari grafik tersebut ada perbedaan yang terlihat jelas yaitu antara dinding geser yang terdistribusi berdampingan dengan yang terdistribusi berjarak

3.3.2. Luas Daerah Simpangan Struktur

Ketika terjadi simpangan struktur pada gedung, maka kita dapat menghitung luas daerah simpangan struktur tersebut. Luasan daerah simpangan struktur dapat dilihat dari besarnya luasan grafik yang dihasilkan oleh persamaannya. Rekapitulasi nilai besaran luasan dapat dilihat di tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Besar Luasan Grafik untuk Semua Model

Model	Besar Luasan
G1	0,1109
G2	0,2107
G3	0,2564
G4	0,0700



Gambar 6. Grafik Perbandingan Besaran Luasan Grafik untuk semua Model

Dari grafik di atas bisa dilihat besaran luasan grafik dari masing-masing model. Besaran grafik tersebut bisa menggambarkan besar luas simpangan struktur pada setiap model. Secara berurutan Model yang memiliki besaran luasan grafik yang paling kecil adalah model G4, model G1, model G2, dan model G3. Model yang memiliki besaran luasan yang lebih kecil adalah model yang lebih efisien dalam menahan simpangan struktur. Model yang memiliki distribusi dinding geser secara berjarak memiliki besaran luasan yang lebih besar, artinya model tersebut kurang efisien dibandingkan yang terdistribusi berjarak

3.3.3. Analisis Jarak Antara Dinding Geser

Analisa hubungan jarak antara dinding geser dilakukan untuk mengetahui lebih detail tentang hubungan jarak antara dinding geser terhadap efisiensi dinding geser dalam menahan gaya lateral. Analisis dilakukan dengan meninjau masing – masing model dengan dua parameter jarak dinding geser yaitu jarak bentang dinding geser terhadap sisi kiri dan jarak bentang antara masing – masing dinding geser. Jarak antara dinding geser pada setiap model dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Jarak Antara Dinding Geser pada Setiap Model

Model	Besarnya Luasan	Tipe Dinding Geser	Jarak	
			Terhadap Sisi Kiri (Bentang)	Antara Dinding Geser (Bentang)
G4	0,1109	Berdampingan	1	0
G1	0,2107	Berdampingan	0	0
G2	0,2564	Berjarak	0	1
G3	0,0700	Berjarak	0	2

Dari tabel di atas, dapat dilihat secara berurutan model paling efisien dalam menahan gaya lateral adalah model G4, model G1, model G2, dan yang terakhir adalah model G3. Model G4 adalah model yang paling efisien dalam menahan gaya lateral. Model G4 memiliki jarak bentang terhadap sisi kiri adalah satu bentang dan jarak antara dinding geser adalah 0 bentang (dinding geser berdampingan). Model yang kurang efisien untuk menahan gaya lateral adalah model G3 di mana dinding gesernya memiliki jarak antar bentang yang paling besar yaitu dua bentang. Dengan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar jarak bentang antara dinding geser maka semakin kurang efektif dalam menahan gaya lateral.

3.3.4. Hubungan Ketersebaran Dinding Geser secara horizontal terhadap Drift

Ketersebaran dinding geser secara horizontal memiliki hubungan terhadap simpangan struktur akibat beban gempa. Dalam hasil penelitian ini semua model penelitian yang direncanakan memiliki volume dinding geser yang sama tetapi memiliki hasil simpangan struktur yang berbeda-beda akibat beban gempa. Jika dilihat gambar 5, ada perbedaan yang terlihat jelas yaitu antara dinding geser yang terdistribusi berdampingan dengan yang terdistribusi berjarak. Dinding geser yang terdistribusi berdampingan memiliki simpangan struktur (*drift*) yang lebih kecil dari dinding geser yang terdistribusi berjarak. Hal ini menunjukkan dinding geser yang terdistribusi berdampingan lebih efisien dalam menahan simpangan struktur akibat beban gempa. Jika dianalisis lebih detail, maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar jarak bentang antara dinding geser maka semakin kurang efisien dalam menahan gaya lateral akibat beban gempa.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, ketersebaran dinding geser secara horizontal memiliki pengaruh terhadap simpangan struktur akibat beban gempa. Drift dari dinding geser menentukan drift bangunan. Dinding geser yang didistribusi secara berdampingan lebih efisien dari pada dinding geser yang didistribusi secara berjarak. Semakin kecil jarak bentang antara dinding geser maka semakin efisien dalam menahan gaya lateral. Ketika dinding geser didistribusi secara berdampingan maka munculah kekakuan potensial sehingga dinding geser tersebut mengalami simpangan yang lebih kecil daripada dinding geser terdistribusi berjarak.

Ucapan terima kasih

Penulis menyadari bahwa artikel ini tidak dapat terselesaikan tanpa bimbingan, dorongan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membanu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Daftar Pustaka

- (BSN), Badan Standarisasi Nasional. 2003. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- (BSN), Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung (SNI 1726:2019)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- (BSN), Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 2847:2019)*. Jakarta: Badan Standarisasi

Nasional.

- (NFPA), National Fire Protection Association. 2011. *High-Rise Building Fires*. National Fire Protection Association Fire Analysis and Research Division. https://www.nfpa.org/Assets/files/AboutTheCodes/70E/NEC_StyleManual_2011.pdf.
- Alwi, Irbar Darmansyah. *Modul SAP Dengan Tutorial Bahasa Indonesia*. https://www.academia.edu/30097325/Modul_SAP_Dengan_Tutorial_Bahasa_Indonesia (accessed June 17, 2021)
- High-rise Building (ESN 18727). “Emporis Standard.” <https://www.emporis.com/building/standard/3/high-rise-building> (accessed June 17, 2021).
- Kuningsih, T.W. 2011. “Simpangan (Drift) Akibat Gaya gempa.” <https://triwahyukuningsih.wordpress.com/2011/05/13/> (accessed September 30, 2021).
- Mulyono. 2000. *Petunjuk Standarisasi Desain Gedung Bertingkat*. Bandung: Ganeca Exact.
- PPIUG. 1983. “Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung.” Stensil, Bandung.
- Sansujaya, Evantianus, Jusuf J.S. Pah, and I Made Udiana. 2021. “Studi Kefektifan Dinding Geser Pada Bangunan Tingkat Tinggi Dalam Mengurangi Simpangan Struktur.” *Jurnal Forum Teknik Sipil (J-ForTekS)* 1(1): 24–34.
- Suparman. 2015. *Penyelidikan Tanah Kampus Undana*. Kupang.