

Studi Keefektifan Dinding Geser pada Bangunan Tingkat Tinggi Dalam Mengurangi Simpangan Struktur

Study of Shear Wall Effectiveness in High Level Buildings to Reducing Structural Drift

Evantianus Sansujaya¹, Jusuf J. S. Pah², I Made Udiana^{3*}

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

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

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

Article info:

Kata kunci:

Dinding geser, bangunan tingkat tinggi, beban gempa dan simpangan struktur

Keywords:

Shear wall, high-rise buildings, earthquake load and structural drifts

Article history:

Received: 26-01-2021

Accepted: 21-03-2021

*Koresponden email:
evantianus@gmail.com

Abstrak

Prinsip utama dalam merancang bangunan tingkat tinggi adalah meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral. Semakin tinggi bangunan, maka semakin rawan bangunan tersebut dalam menahan gaya lateral, misalnya gaya gempa. Dalam mendesain struktur pada bangunan tingkat tinggi, terdapat dua sistem penahan gaya lateral yang lazim dipakai, yaitu portal yang dengan menggunakan dinding geser dan portal tanpa dinding geser. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penempatan dinding geser terhadap simpangan struktur akibat beban gempa serta untuk mengetahui sensitifitas penambahan jumlah dinding geser terhadap laju berkurangnya simpangan struktur akibat beban gempa, dimana perhitungan pengaruh gempa dilakukan dengan menggunakan Metode Analisa Statik Ekuivalen. Hasil analisis memperoleh nilai simpangan struktur semakin berkurang seiring bertambahnya jumlah kandungan dinding geser dan rata-rata laju berkurangnya simpangan struktur setiap penambahan 1,00 % dinding geser adalah 1,97% serta *layout* penempatan dinding geser sangat berpengaruh terhadap perubahan simpangan struktur.

Abstract

The main principle of designing the multi-storey building is increasing the building strength on lateral force. The higher the building, then the more vulnerable the building in resisting the lateral force, such as earthquake force. In structure design in multi-storey building, there are 2 systems lateral force restraint that often used, that are frame that use shear wall and frame without shear wall. The purpose of this research is to analyze the effect of shear wall placement with respect to structure deflection as an effect of quake load also to find out the sensitivity of the adding the amount of shear wall on decreasing rate of structure deflection as an effect of quake load, that the calculation of quake load effect done by use the Equivalent Static Analysis Method. The result of the analysis obtained the structure deflection decreases with the increasing of the amount of shear wall and the average of decreasing rate of structure deflection for every addition of 1% shear wall is 1.97% also the layout of shear wall placement very react on structure deflection alteration.

Kutipan: Evantianus, Jusuf, I Made: *Studi Keefektifan Dinding Geser Pada Bangunan Tingkat Tinggi Dalam Mengurangi Simpangan Struktur*

1. Pendahuluan

Perkembangan perekonomian yang pesat, laju urbanisasi yang semakin meningkat memicu maraknya pembangunan gedung-gedung tinggi yang memang sudah menjadi kebutuhan karena keterbatasan lahan. Bangunan tingkat tinggi yang berstruktur beton bertulang menjadi salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Struktur gedung beton bertulang dipilih karena memiliki daya tahan dan kemampuan layan yang lebih baik. Meningkatnya kebutuhan akan gedung tinggi harus diimbangi dengan pemahaman tentang sistem struktur gedung tinggi. Prinsip utama yang harus diperhatikan dalam merancang bangunan tingkat tinggi adalah meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral. Semakin tinggi bangunan semakin rawan bangunan tersebut dalam menahan gaya lateral, misalnya gaya gempa. Salah satu akibat dari beban gempa ini adalah gedung akan mengalami simpangan horisontal. Apabila simpangan horisontal ini melebihi syarat aman yang telah ditetapkan oleh peraturan yang ada maka gedung akan mengalami keruntuhan. Dalam dunia konstruktif bangunan tingkat tinggi dengan struktur beton, ada dua macam penahan lateral yang lazim dipakai, yakni: portal tanpa dinding geser (*frame without shear wall*) dan portal dengan dinding geser (*frame with shear wall*). Salah satu solusi yang digunakan oleh para praktisi untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan tingkat tinggi dalam mengatasi simpangan horizontal tersebut adalah dengan pemasangan dinding geser (*shear wall*). Dinding geser adalah *slab* beton bertulang yang dipasang dalam posisi vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur. Akan tetapi dalam pelaksanaannya, desain struktur beton untuk bangunan tingkat tinggi yang menggunakan dinding geser memiliki harga yang lebih mahal sehingga perlu dicari tahu pengaruh jumlah dinding geser terhadap simpangan horizontal struktur pada bangunan tingkat tinggi dan sensitifitas jumlah dinding geser dalam mengurangi simpangan horizontal struktur pada bangunan tingkat tinggi.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bangunan Tingkat Tinggi

Menurut Mulyono (2000) karakteristik struktur gedung bertingkat dikelompokkan menjadi 3 yaitu gedung bertingkat rendah (*low rise building*) dengan jumlah lantai 1-3 lantai, tingginya < 10,00 m, gedung bertingkat sedang (*medium rise building*) dengan jumlah lantai 3-6 lantai, tingginya < 20,00 m, dan gedung bertingkat tinggi (*high rise building*) dengan jumlah lantai > 6 lantai, tingginya > 20,00 m.

2.2. Elemen Struktur

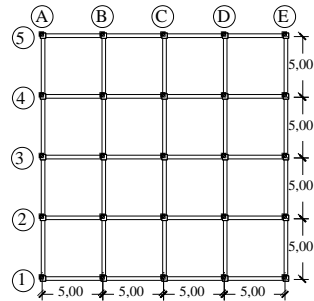
Suatu struktur dapat tersusun dari beberapa elemen, dengan sifat atau karakteristik yang berlainan. Berdasarkan elemen-elemen penyusunnya, struktur dapat dibedakan menjadi 4 yaitu Struktur Balok-Kolom, Struktur *Trusses* (Struktur Rangka Batang), Struktur *Frame* (Struktur Rangka Kaku), dan Struktur *Shell* (meliputi *plate*, *Shell* dan *Membran*) (SNI 1726:2012).

2.3. Dinding Geser

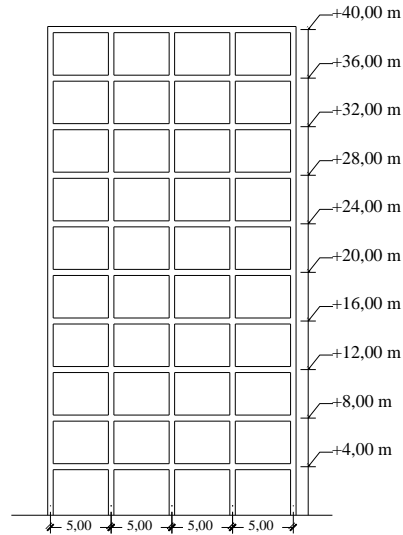
Berdasarkan SNI 1726 (2002), dinding geser beton bertulang kantilever adalah suatu subsistem struktur gedung yang fungsi utamanya untuk memikul beban akibat pengaruh gempa rencana. Kerusakan pada dinding ini hanya boleh terjadi akibat momen lentur (bukan akibat gaya geser), melalui pembentukan sendi plastis di dasar dinding. Sebuah dinding geser atau *shear wall* merupakan dinding yang dirancang untuk menahan geser, gaya lateral akibat gempa bumi.

2.4. Pemodelan Struktur

Dalam kajian ini akan membandingkan struktur berdinding geser dan tidak berdinding geser, maka dari itu akan dimodelkan 6 spesimen struktur bangunan tingkat tinggi dimana daerah yang diarsir adalah bentang yang diberi dinding geser seperti gambar berikut:



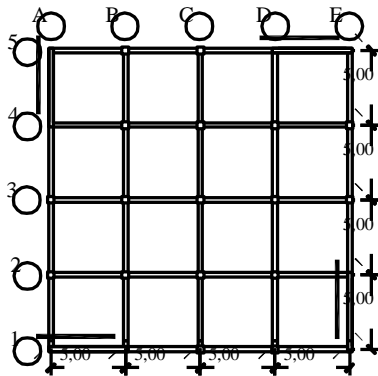
a) *Layout Dinding Geser*



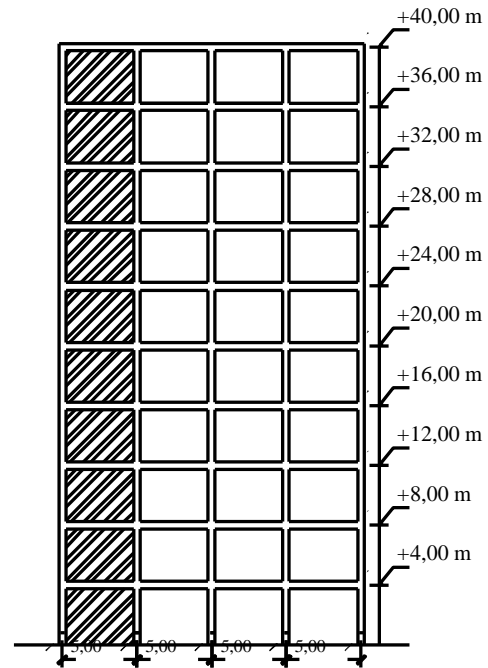
b) *Portal Melintang Struktur*

Keterangan: Satuan dalam meter (m)

Gambar 1. Model Struktur F4SW0



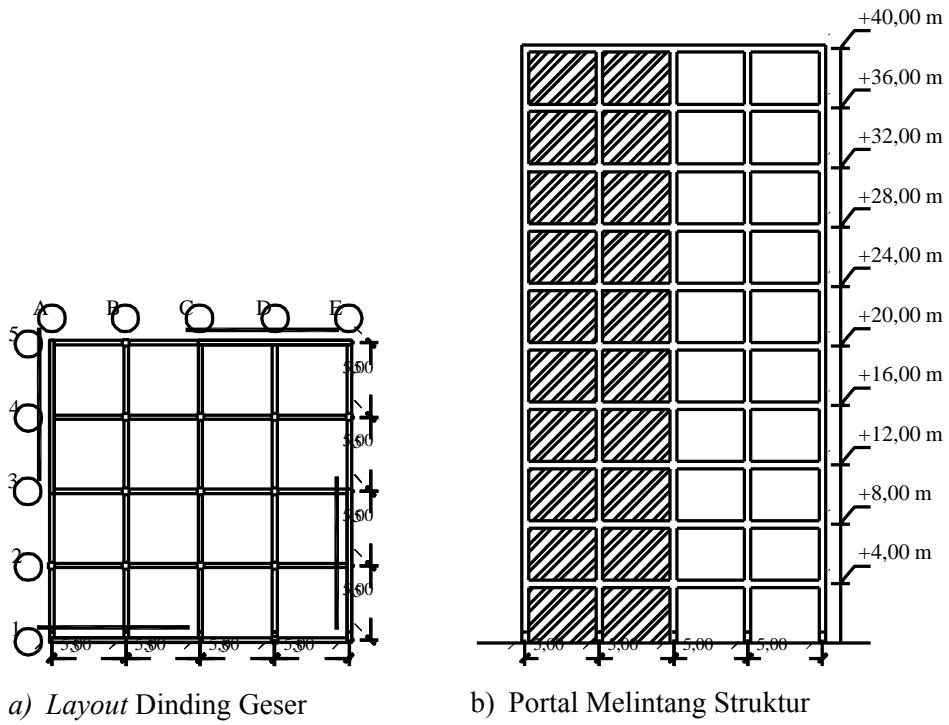
a) *Layout Dinding Geser*



b) *Portal Melintang Struktur*

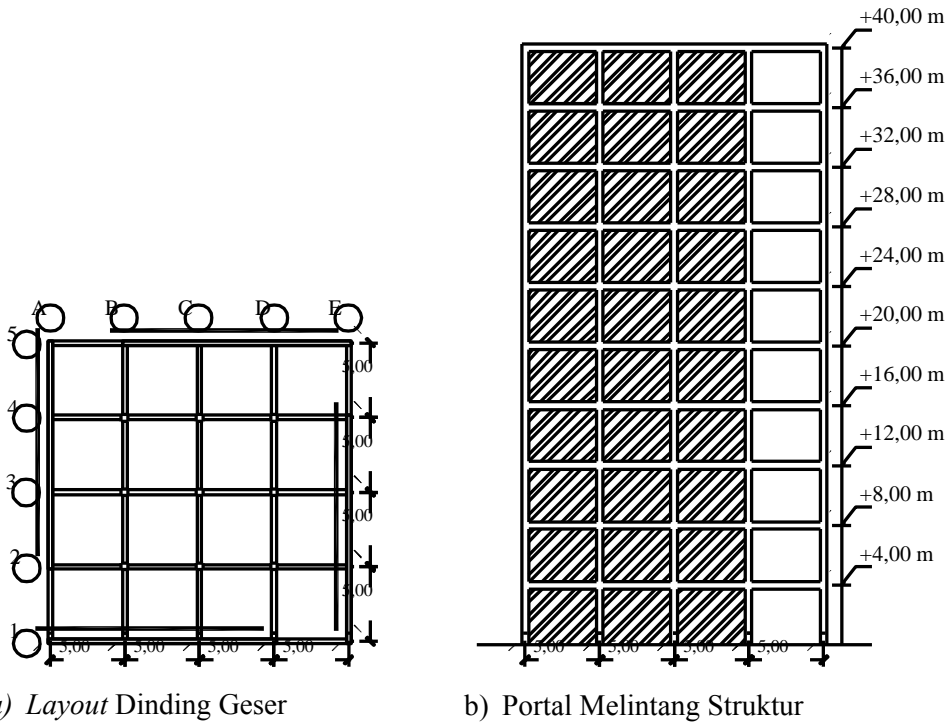
Keterangan: Satuan dalam meter (m)

Gambar 2. Model Struktur F3SW1



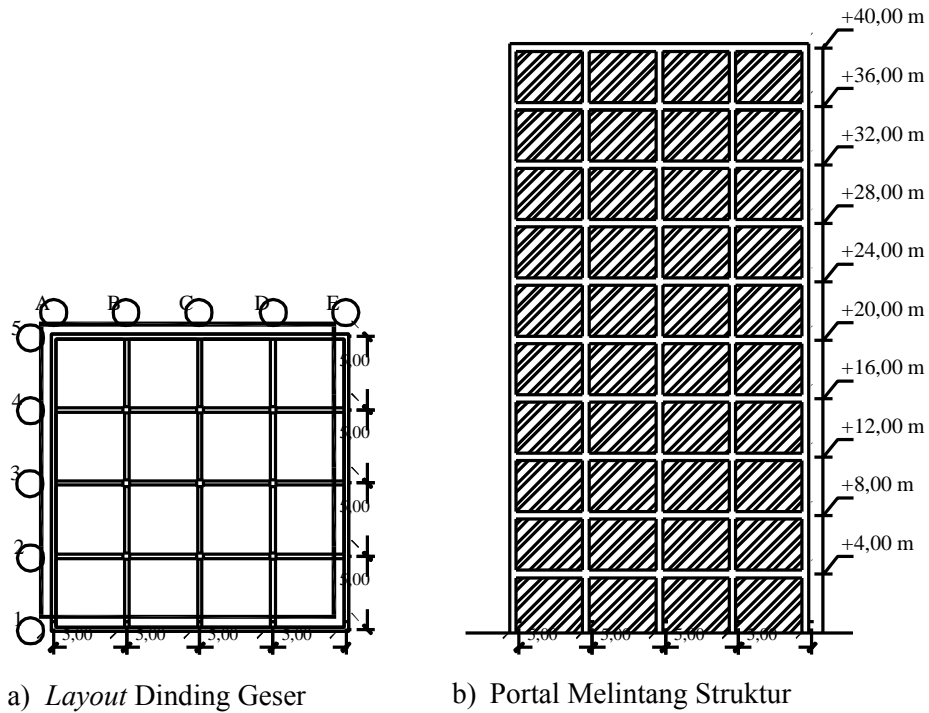
Keterangan : Satuan dalam meter (m)

Gambar 3. Model Struktur F2SW2



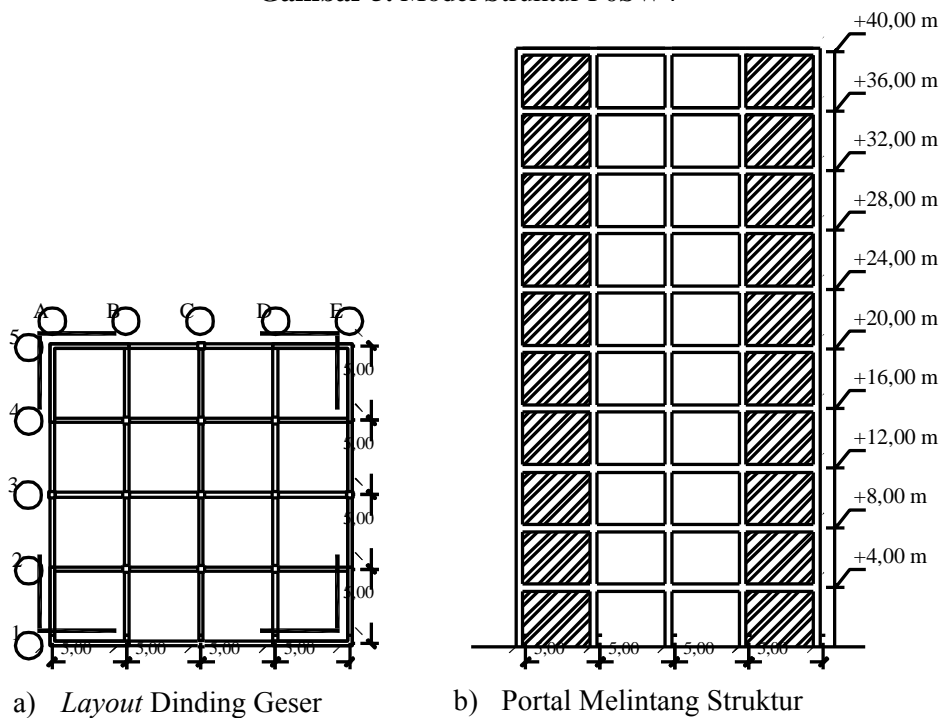
Keterangan : Satuan dalam meter (m)

Gambar 4. Model Struktur F1SW3



Keterangan: Satuan dalam meter (m)

Gambar 5. Model Struktur F0SW4



Keterangan Satuan dalam meter (m)

Gambar 6. Model Struktur F2'SW2'

2.5. Pembebanan

Beban yang dihitung dalam penelitian ini adalah beban gravitasi dan beban gempa. Beban gravitasi yang dihitung adalah 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/m^3 . Beban hidup yang diperhitungkan dalam penelitian ini diambil sesuai PPIUG (1983) beban hidup yang bekerja pada lantai sebesar 250 kg/m^2 dan beban hidup yang bekerja pada atap sebesar 100 kg/m^2 . Beban Gempa diambil berdasarkan SNI 1726 (2012) karena sifat struktur gedung yang beraturan, maka perhitungan pengaruh gempa dapat dilakukan dengan menggunakan metode analisis gempa statik ekuivalen.

2.6. 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.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Klasifikasi Situs Tanah

Menurut SNI 1726 (2012) klasifikasi situs untuk tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata $\bar{N} = 43,93$ diatas berada diantara $\bar{N} = 15,00$ sampai $\bar{N} = 50,00$, maka tanah Kampus Undana, Kota Kupang tergolong SD (tanah sedang).

3.2. Perhitungan Beban Gempa Statik Ekuivalen

3.3.1. 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).

3.3.2. Distribusi vertikal gaya gempa pada tiap portal (P_i)

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 F_x untuk arah X dan arah Y sama.

Tabel 1. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model F4SW0

Lantai	F_x (kN)	Portal A, dan E			Portal B, C, dan D		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	P_i (kN)	Ltrb (m)	Lstr (m)	P_i (kN)
1	27,62	2,50	20,00	3,45	5,00	20,00	6,90
2	72,60	2,50	20,00	9,08	5,00	20,00	18,15
3	127,80	2,50	20,00	15,97	5,00	20,00	31,95
4	190,87	2,50	20,00	23,86	5,00	20,00	47,72
5	260,55	2,50	20,00	32,57	5,00	20,00	65,14
6	335,97	2,50	20,00	42,00	5,00	20,00	83,99
7	416,54	2,50	20,00	52,07	5,00	20,00	104,13
8	501,79	2,50	20,00	62,72	5,00	20,00	125,45
9	591,36	2,50	20,00	73,92	5,00	20,00	147,84
Atap	568,75	2,50	20,00	71,09	5,00	20,00	142,19

Tabel 2. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model F3SW1

Lantai	F_x	Portal A, dan E			Portal B, C, dan D		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	P_i (kN)	Ltrb (m)	Lstr (m)	P_i (kN)
1	29,40	2,50	20,00	3,68	5,00	20,00	7,35
2	77,30	2,50	20,00	9,66	5,00	20,00	19,32
3	136,06	2,50	20,00	17,01	5,00	20,00	34,01
4	203,21	2,50	20,00	25,40	5,00	20,00	50,80
5	277,39	2,50	20,00	34,67	5,00	20,00	69,35

6	357,69	2,50	20,00	44,71	5,00	20,00	89,42
7	443,47	2,50	20,00	55,43	5,00	20,00	110,87
8	534,23	2,50	20,00	66,78	5,00	20,00	133,56
9	629,59	2,50	20,00	78,70	5,00	20,00	157,40
Atap	583,32	2,50	20,00	72,91	5,00	20,00	145,83

Tabel 3. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model F2SW2

Lantai	Fx	Portal A, dan E			Portal B, C, dan D		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)	Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)
1	32,02	2,50	20,00	4,00	5,00	20,00	8,01
2	84,19	2,50	20,00	10,52	5,00	20,00	21,05
3	148,18	2,50	20,00	18,52	5,00	20,00	37,05
4	221,32	2,50	20,00	27,66	5,00	20,00	55,33
5	302,10	2,50	20,00	37,76	5,00	20,00	75,53
6	389,56	2,50	20,00	48,69	5,00	20,00	97,39
7	482,98	2,50	20,00	60,37	5,00	20,00	120,74
8	581,83	2,50	20,00	72,73	5,00	20,00	145,46
9	685,69	2,50	20,00	85,71	5,00	20,00	171,42
Atap	608,28	2,50	20,00	76,04	5,00	20,00	152,07

Tabel 4. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model F1SW3

Lantai	Fx	Portal A, dan E			Portal B, C, dan D		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)	Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)
1	34,64	2,50	20,00	4,33	5,00	20,00	8,66
2	91,08	2,50	20,00	11,38	5,00	20,00	22,77
3	160,31	2,50	20,00	20,04	5,00	20,00	40,08
4	239,44	2,50	20,00	29,93	5,00	20,00	59,86
5	326,83	2,50	20,00	40,85	5,00	20,00	81,71
6	421,45	2,50	20,00	52,68	5,00	20,00	105,36
7	522,52	2,50	20,00	65,31	5,00	20,00	130,63
8	629,46	2,50	20,00	78,68	5,00	20,00	157,37
9	741,82	2,50	20,00	92,73	5,00	20,00	185,46
Atap	633,08	2,50	20,00	79,14	5,00	20,00	158,27

Tabel 5. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model F0SW4

Lantai	Fx	Portal A, dan E			Portal B, C, dan D		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)	Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)
1	38,10	2,50	20,00	4,76	5,00	20,00	9,53
2	100,16	2,50	20,00	12,52	5,00	20,00	25,04
3	176,31	2,50	20,00	22,04	5,00	20,00	44,08
4	263,33	2,50	20,00	32,92	5,00	20,00	65,83
5	359,44	2,50	20,00	44,93	5,00	20,00	89,86
6	463,50	2,50	20,00	57,94	5,00	20,00	115,87
7	574,65	2,50	20,00	71,83	5,00	20,00	143,66
8	692,27	2,50	20,00	86,53	5,00	20,00	173,07
9	815,84	2,50	20,00	101,98	5,00	20,00	203,96
Atap	668,21	2,50	20,00	83,53	5,00	20,00	167,05

Tabel 6. Distribusi Vertikal Gaya Gempa Per Portal Model F2'SW2'

Lantai	Fx	Portal A, dan E			Portal B, C, dan D		
		Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)	Ltrb (m)	Lstr (m)	Pi (kN)
1	32,02	2,50	20,00	4,00	5,00	20,00	8,01
2	84,19	2,50	20,00	10,52	5,00	20,00	21,05
3	148,18	2,50	20,00	18,52	5,00	20,00	37,05
4	221,32	2,50	20,00	27,66	5,00	20,00	55,33

5	302,10	2,50	20,00	37,76	5,00	20,00	75,53
6	389,56	2,50	20,00	48,69	5,00	20,00	97,39
7	482,98	2,50	20,00	60,37	5,00	20,00	120,74
8	581,83	2,50	20,00	72,73	5,00	20,00	145,46
9	685,69	2,50	20,00	85,71	5,00	20,00	171,42
Atap	608,28	2,50	20,00	76,04	5,00	20,00	152,07

3.3.3. 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:

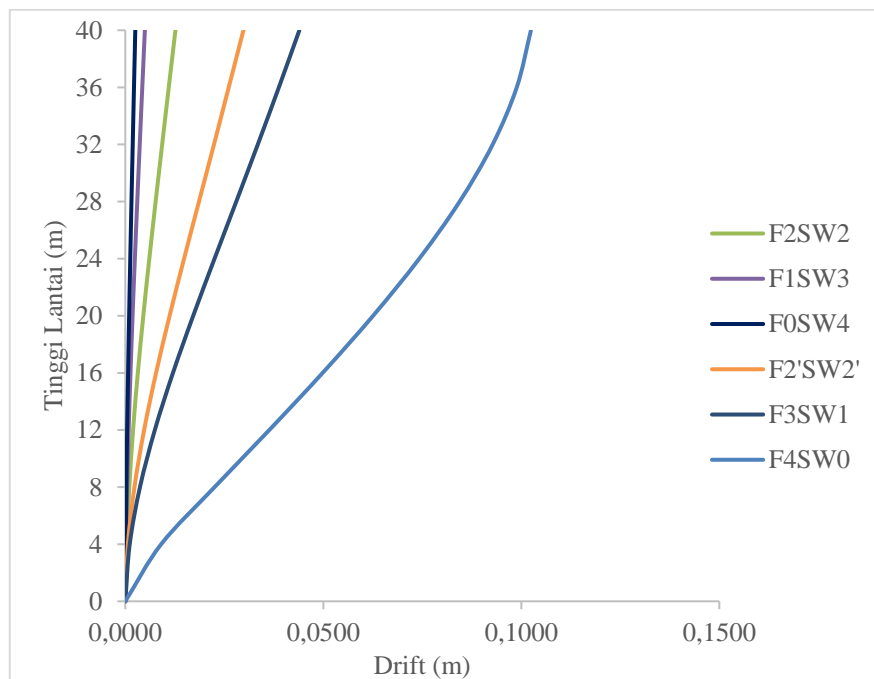
Tabel 7. Rekapitulasi Drift per Lantai Output SAP 2000 Untuk Semua Model

Lantai	hx (m)	di (m)					
		F4SW0	F3SW1	F2SW2	F1SW3	F0SW4	F2'SW2'
0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	0,0091	0,0011	0,0004	0,0002	0,0001	0,0007
2	8	0,0225	0,0037	0,0010	0,0005	0,0003	0,0023
3	12	0,0364	0,0075	0,0020	0,0008	0,0005	0,0047
4	16	0,0498	0,0120	0,0032	0,0013	0,0007	0,0078
5	20	0,0626	0,0171	0,0045	0,0018	0,0010	0,0112
6	24	0,0742	0,0225	0,0061	0,0024	0,0013	0,0148
7	28	0,0844	0,0280	0,0077	0,0030	0,0016	0,0186
8	32	0,0928	0,0335	0,0093	0,0036	0,0019	0,0224
9	36	0,0988	0,0388	0,0110	0,0043	0,0022	0,0261
10	40	0,1024	0,0440	0,0127	0,0049	0,0025	0,0298

3.4. Pembahasan

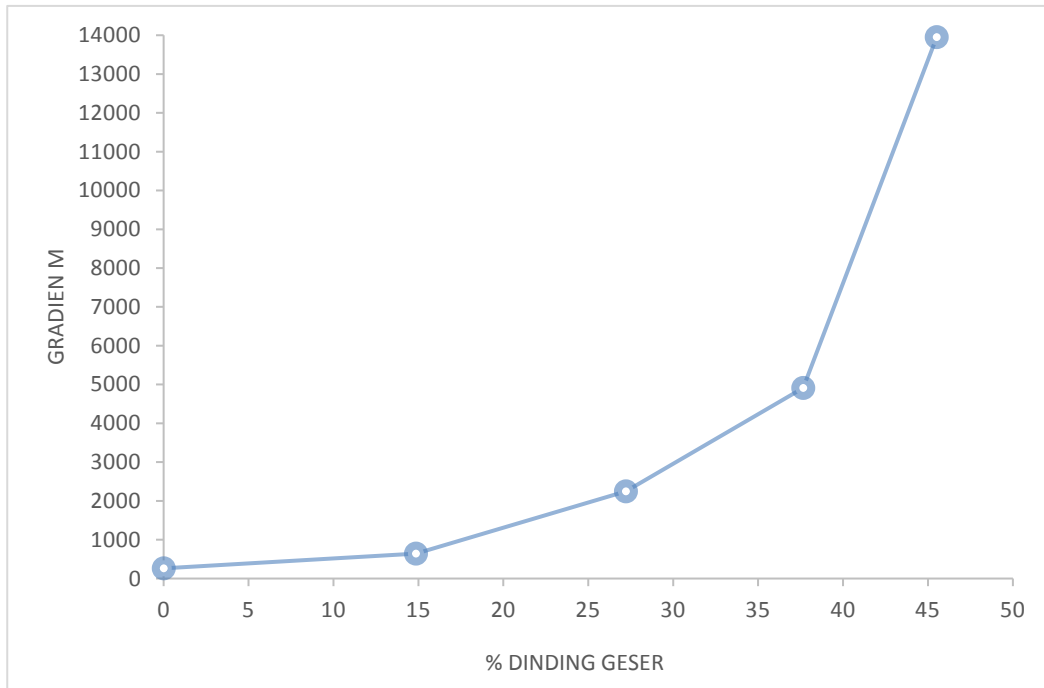
3.4.1. Pengaruh jumlah dinding geser terhadap simpangan struktur

Hasil analisa struktur dengan menggunakan aplikasi SAP 2000 menunjukkan pengaruh penambahan dinding geser terhadap simpangan struktur seperti tergambar dalam grafik dibawah ini:



Gambar 7. Grafik Perbandingan Simpangan per Lantai Akibat Beban Gempa Untuk Semua Model

Akan tetapi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan dinding geser terhadap seberapa berkurangnya simpangan struktur, ditentukan oleh besar nilai gradien m dari grafik perbandingan simpangan per lantai akibat beban gempa. Setelah nilai gradien diperoleh, juga perlu diketahui perbandingan antara persentase penambahan dinding geser dengan tingkat kecuraman grafik simpangan yang ditentukan oleh nilai gradien m seperti yang tergambar dalam grafik dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Perubahan Gradien m Terhadap Persentase Dinding Geser

3.4.2. Sensitifitas jumlah dinding geser terhadap laju berkurangnya simpangan struktur

Efisiensi penambahan dinding geser terhadap berkurangnya simpangan struktur akibat beban gempa dilihat dari seberapa sensitif laju penambahan dinding geser terhadap laju berkurangnya simpangan struktur akibat beban gempa, yaitu perbandingan rasio penambahan dinding geser terhadap perubahan kecuraman atau gradien m dari grafik simpangan struktur seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 9. Pengaruh Penempatan Dinding Geser Terhadap Laju Perubahan Nilai Gradien m

Model	% Dinding Geser	Besar Perubahan %	Gradien m	Besar perubahan %	Laju m terhadap SW %	Laju Rata-rata %
F4SW0	0,00		262,42			
		100		59,13	0,59	
F3SW1	14,85		642,04			
		45,41		71,40	1,57	
F2SW2	27,21		2244,73			1,97
		27,73		54,28	1,96	
F1SW3	37,65		4910,00			
		17,28		64,81	3,75	
F0SW4	45,51		13952,00			

Tabel diatas memperlihatkan perbandingan keoptimalan struktur yang berdinding geser dan yang tidak berdinding geser. Rata-rata laju berkurangnya simpangan struktur setiap penambahan 1,00% *specimen* dinding geser adalah 1,97%.

3.4.3. Pengaruh layout penempatan dinding geser terhadap simpangan struktur

Layout penempatan dinding geser sangat berpengaruh terhadap perubahan simpangan struktur seperti terlihat pada tabel berikut yang menunjukkan perbandingan simpangan struktur yang memiliki volume dinding geser yang sama.

Tabel 10. Perbandingan Model F2SW2 dan Model F2'SW2'

Model	% Dinding Geser	Besar perubahan %	Gradien m	Beda %
F2'SW2'	27,21		253,86	
		0,00		88,69
F2SW2	27,21		2244,73	

Model F2SW2 dan F2'SW2' adalah pemodelan struktur yang memiliki volume dinding geser yang sama. Akan tetapi *layout* penempatan dinding geser untuk kedua model struktur ini berbeda. *Layout* penempatan dinding geser untuk model F2SW2 ditempatkan pada dua bentang struktur yang saling rapat. Sedangkan *layout* penempatan dinding geser untuk model F2'SW2' ditempatkan pada kedua bentang struktur yang saling terpisah. Tabel diatas menunjukkan *Layout* penempatan dinding geser yang berdampingan lebih efisien dalam mengurangi simpangan struktur akibat beban gempa dibandingkan dengan penempatan dinding geser yang saling terpisah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, penambahan dinding geser dapat mengurangi simpangan horizontal struktur per lantai. Semakin banyak jumlah dinding geser, simpangan horizontal struktur tiap lantai akibat beban gempa semakin berkurang. Hal ini dapat dilihat dari nilai gradien m simpangan horizontal struktur semakin besar seiring dengan bertambahnya jumlah dinding geser. Hasil analisa keoptimalan struktur menunjukkan sensitifitas jumlah dinding geser terhadap laju berkurangnya simpangan horizontal struktur. Rata-rata laju berkurangnya simpangan horizontal struktur akibat beban gempa setiap penambahan 1,00% *specimen* dinding geser adalah 1,97%. *Layout* penempatan dinding geser pada *specimen* yang memiliki jumlah dinding geser sama sangat berpengaruh terhadap perubahan simpangan horizontal struktur. *Layout* penempatan dinding geser yang rapat lebih efisien dalam mengurangi simpangan horizontal struktur akibat beban gempa dibandingkan dengan penempatan dinding geser yang saling terpisah.

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

- Kementrian PU. 2019. *Desain Spektra Indonesia*, Diambil dari http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_gempa_indonesia_2011/.
- Andalas, G. 2016. *Analisis Layout Shearwall Terhadap Perilaku Struktur Gedung*. JRSDD, Edisi September 2016, Vol. 1, No. 1, Hal:491 – 502 (ISSN : 2303-0011).
- As'ari, A. R., Tohir, M., Valentino, E., Imron, Z., & Tauhiq, I. (2017). *Buku Guru Matematika SMP/MTs Kelas VIII*, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud, Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2002. SNI 03-1726 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2012. SNI 1726 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur BANGunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Fauziah, L. 2013. *Pengaruh Penempatan dan Posisi Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa*, Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 7, Juni 2013 (466-472) ISSN: 2337-6732, 1, Manado.
- FEMA 451B. 2007. *NEHRP Recommended Provisions for New Buildings and Other Structure - Training and Instructional Materials*, Washington.

- Giri, I. B. 2018. *Perbandingan Prilaku Struktur Banguna Tanpa dan Dengan Dinding Geser Beton Bertulang*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. Vol. 22 No. 2 · Juli 2018, Denpasar.
- Kuningsih, T, W. 2011. *Simpangan (Driff) Akibat Gaya Gempa*, Diambil dari <https://triwahyukuningsih.wordpress.com/2011/05/13/>
- Mulyono. 2000. *Petunjuk Standarisasi Desain Gedung Bertingkat*, Ganeca Exact, Bandung.
- PPIUG. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Stensil, Bandung.
- Schodek, D, L. 1999. *Struktur*, PT. Erlangga, Jakarta.
- Sugito. 2015. *Modul SAP 2000 Analisis 3D Statik dan Dinamik*, (https://www.academia.edu/30097325/Modul_SAP_Dengan_Tutorial_Bahasa_Indonesia).
- Suparman. 2015. *Penyelidikan Tanah Kampus Undana*, UKPBJ/ ULP Kupang.
- Wikipedia. 2007. *Bangunan Tinggi*, Wikipedia Bahasa Indonesia: <http://id.m.wikipedia.org>.