

PENGARUH PENEMPATAN DAN POSISI DINDING GESER TERHADAP SIMPANGAN BANGUNAN BETON BERTULANG BERTINGKAT BANYAK AKIBAT BEBAN GEMPA

Lilik Fauziah

M. D. J. Sumajouw, S. O. Dapas, R. S. Windah

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: lilikfauziah90@gmail.com

ABSTRAK

Gempa bumi termasuk salah satu penyebab utama dari keruntuhan struktur bangunan bertingkat tinggi. Keruntuhan terjadi akibat adanya simpangan yang besar yang menyebabkan struktur menjadi tidak stabil. Salah satu cara mengatasi keruntuhan adalah dengan memasang dinding geser. Dinding geser merupakan slab beton bertulang yang dipasang vertikal dan berfungsi menambah kekakuan sehingga struktur memiliki kekuatan lebih untuk menahan beban lateral/gempa.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui perbandingan respons struktur berupa simpangan horisontal maksimum yang dihasilkan dari penempatan dinding geser yang berbeda yaitu secara diagonal dan searah beban gempa rencana (sumbu-x sumbu-y) pada kasus struktur beton bertulang tiga dimensi yang menerima beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) dan beban lateral (beban gempa).

Model gedung yang dianalisis berupa gedung berbentuk segi 8 dengan 20 lantai. Ukuran denah 30m x 30m dan tinggi tiap lantai 4m. Fungsi gedung sebagai perkantoran. Perhitungan analisis struktur menggunakan alat bantu software ETABS. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa penempatan dan orientasi dinding geser memberikan pengaruh terhadap simpangan horisontal struktur. Penempatan dinding geser searah beban gempa rencana menghasilkan simpangan horisontal yang lebih kecil, sehingga lebih aman dan efisien jika digunakan dalam perancangan struktur.

Kata kunci : beban gempa, dinding geser, simpangan, ETABS.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Dalam merancang struktur bangunan bertingkat ada prinsip utama yang harus diperhatikan yaitu meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral. Semakin tinggi bangunan semakin rawan pula bangunan tersebut dalam menahan gaya lateral, terutama gaya gempa.

Gempa bumi termasuk salah satu dari beban dinamis, yaitu beban yang besar dan arahnya berubah-ubah menurut waktu. Hal ini menyebabkan respons struktur gedung yang ditimbulkannya juga berubah-ubah terhadap waktu. Salah satu akibat dari beban dinamis 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.

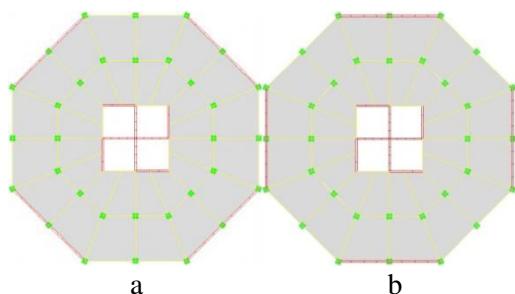
Salah satu solusi yang digunakan untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan tingkat tinggi dalam mengatasi simpangan horisontal adalah dengan pemasangan

dinding geser (*shearwall*). 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. Fungsi dinding geser dalam suatu struktur bertingkat juga penting untuk menopang lantai pada struktur dan memastikannya tidak runtuh ketika terjadi gaya lateral akibat gempa. Ketika dinding geser ditempatkan pada lokasi-lokasi tertentu yang cocok dan strategis, dinding tersebut dapat digunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penempatan dan posisi dinding geser terhadap besarnya simpangan horisontal sesuai dengan perencanaan beban gempa yang ditentukan. Penempatan yang dimaksud merupakan letak dari dinding geser, yaitu

ditempatkan pada sisi bagian manakah dinding geser tersebut. sedangkan posisi yang dimaksud merupakan orientasi dinding geser tersebut terhadap sumbu-x dan sumbu-y. Bangunan yang ditinjau merupakan bangunan segi 8 seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Denah Bangunan dengan Penempatan dan Posisi Dinding Geser yang Berbeda

Penelitian ini membandingkan besarnya simpangan horisontal pada penempatan dinding geser diagonal (Gambar 1a) dan penempatan dinding geser searah beban gempa rencana yaitu searah sumbu-x dan sumbu-y (Gambar 1b) pada bangunan beton bertulang bertingkat banyak sehingga diketahui penempatan dinding geser mana yang lebih kuat menahan beban gempa. Diagonal yang dimaksud dalam penelitian ini merupakan sisi miring yang terdapat pada denah struktur, yaitu sisi yang membentuk sudut 45° terhadap sumbu-x dan sumbu-y. Struktur dapat dikatakan aman apabila nilai simpangan horisontalnya tidak melampaui kinerja batas layan dan batas ultimit gedung.

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- Struktur gedung yang dibahas adalah struktur gedung beton bertulang segi 8 berukuran $30m \times 30m$ dengan 20 lantai dengan penempatan dinding geser diagonal dan penempatan dinding geser searah sumbu-x sumbu-y.
- Pembebanan yang diberikan yaitu beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) dan beban lateral (beban gempa).
- Gedung direncanakan pada wilayah gempa 5 dengan jenis tanah sedang berdasarkan SNI 03 – 1726 – 2002.
- Tidak memasukkan perhitungan struktur bawah (pondasi).

- Analisis gempa yang digunakan pada bangunan gedung tingkat tinggi adalah analisis gempa dinamis sesuai dengan SNI 03 – 1726 – 2002 dan ACI 318-02.
- Analisis struktur ditinjau dalam tiga dimensi dengan alat bantu program ETABS.

Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan KTIS ini adalah sebagai berikut :

- Menghitung simpangan horisontal yang terjadi pada gedung.
- Membandingkan simpangan horisontal struktur dengan penempatan dinding geser diagonal dan searah sumbu-x sumbu-y sehingga diketahui pengaruh penempatan dinding geser terhadap simpangan struktur.

Manfaat Penelitian

- Menambah pengetahuan penulis mengenai penggunaan *software* ETABS khususnya dalam desain struktur beton bertulang portal tiga dimensi.
- Memberikan informasi mengenai bagaimana pengaruh pemasangan dinding geser yang berbeda terhadap simpangan horisontal gedung bertingkat tinggi.
- Menambah pengetahuan mengenai analisis gempa dinamis pada portal 3 dimensi.

TINJAUAN UMUM BEBAN GEMPA

Gempa bumi dapat terjadi karena fenomena getaran dengan kejutan pada kerak bumi. Faktor utama adalah benturan pergesekan kerak bumi yang mempengaruhi permukaan bumi. Gempa bumi ini menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang ini mempunyai suatu energi yang dapat menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya menjadi bergetar. Getaran ini nantinya akan menimbulkan gaya-gaya pada struktur bangunan karena struktur cenderung mempunyai gaya untuk mempertahankan dirinya dari gerakan.

Hal yang perlu diperhatikan adalah kekuatan bangunan yang memadai untuk memberikan kenyamanan bagi penghuninya terutama lantai atas. Semakin tinggi bangunan, defleksi lateral yang terjadi juga semakin besar pada lantai atas.

Stabilitas Struktur

Dalam merancang suatu struktur bangunan khususnya bangunan ber-tingkat tinggi, harus diperhatikan kekakuan dan kestabilan struktur dalam menahan segala pembebanan yang dikenakan padanya, serta bagaimana perilaku struktur untuk menahan beban tersebut.

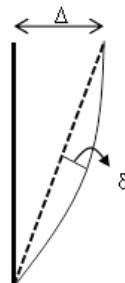
Pada struktur stabil apabila dikenakan beban, struktur tersebut akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) yang lebih kecil dibandingkan struktur yang tidak stabil. Hal ini disebabkan karena pada struktur yang stabil memiliki kekuatan dan kestabilan dalam menahan beban.

Efek P-Delta

Saat beban lateral bekerja menyebabkan *drift* Δ yang menyebabkan timbul eksentrisitas beban gravitasi terhadap sumbu vertikal kolom atau dinding. Eksentrisitas akan menghasilkan momen tambahan internal yang dapat mempengaruhi momen hasil analisis orde pertama. Pengaruh beban gravitasi P pada perpindahan horizontal Δ dikenal dengan sebutan efek P-Delta, dicari dengan analisa orde ke-2 atau analisa P-Delta.

Bangunan yang termasuk dalam kategori gedung beraturan menurut SNI 03-1726-2002, tidak banyak terpengaruh oleh efek P-Delta. Namun, apabila dua bangunan dengan gaya lateral sama, yang satu dianalisis efek P-Delta dan satunya tidak dan ternyata memperlihatkan selisih simpangan horizontal lebih besar dari 5%, itu menunjukkan bahwa bangunan terlalu fleksibel dan perlu redesign.

Efek P-Delta berasal dari 2 sumber, yaitu perpindahan global lateral batang dan deformasi lokal dari bagian di dalam batang. Keseluruhan perpindahan dari batang itu disimbolkan dengan Δ . Deformasi lokal lateral disimbolkan dengan δ .

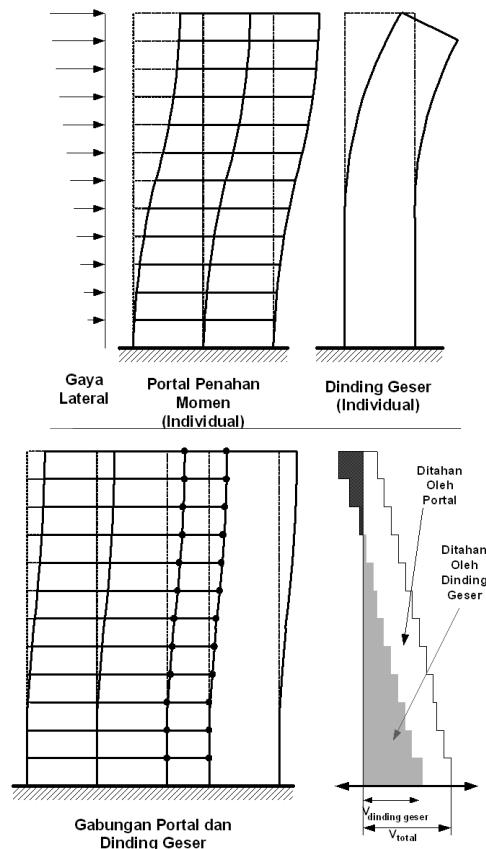


Gambar 2. Pengaruh Efek P-Delta

DINDING GESER

Dinding geser membentang pada seluruh jarak vertikal antar lantai. Jika dinding ditempatkan secara hati-hati dan simetris dalam perencanaannya, dinding geser sangat efisien dalam menahan beban vertikal maupun lateral dan tidak mengganggu persyaratan arsitektur. Dinding geser dapat digunakan untuk menahan gaya lateral saja maupun sebagai dinding pendukung. Dinding geser juga dapat digunakan untuk ruang lift, tangga dan mungkin toilet. Selain itu, ada banyak keadaan, dinding geser tidak mungkin digunakan tanpa beberapa bukaan di dalamnya untuk jendela, pintu, dan saluran-saluran mekanikal dan elektrikal.

Pada bangunan tinggi sering digunakan gabungan antara portal penahan momen dengan dinding geser, terutama pada bangunan tinggi yang dibangun di daerah yang terkena pengaruh gempa bumi. Penggabungan antara portal dan dinding geser, terutama adalah pada bangunan tinggi dengan struktur beton. Hal ini dapat memberikan hasil yang baik untuk memperoleh kekenyalan/daktilitas (*ductility*) dan kekakuan sistem struktur.



Gambar 3. Pola Lendutan Portal Penahan Momen dan Dinding Geser (Juwana, 2005)

PERANCANGAN KETAHANAN GEMPA

Kinerja batas layan

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya peleahan baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan nonstruktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar-tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi faktor skala.

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui $\frac{0,03}{R}$ kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil.

Kinerja batas ultimit

Kinerja batas ultimit struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antartingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah (sela delatas). Simpangan dan simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu faktor pengali ξ :

a. Untuk struktur gedung beraturan :

$$\xi = 0,7 R \quad (1)$$

b. Untuk struktur gedung tidak beraturan :

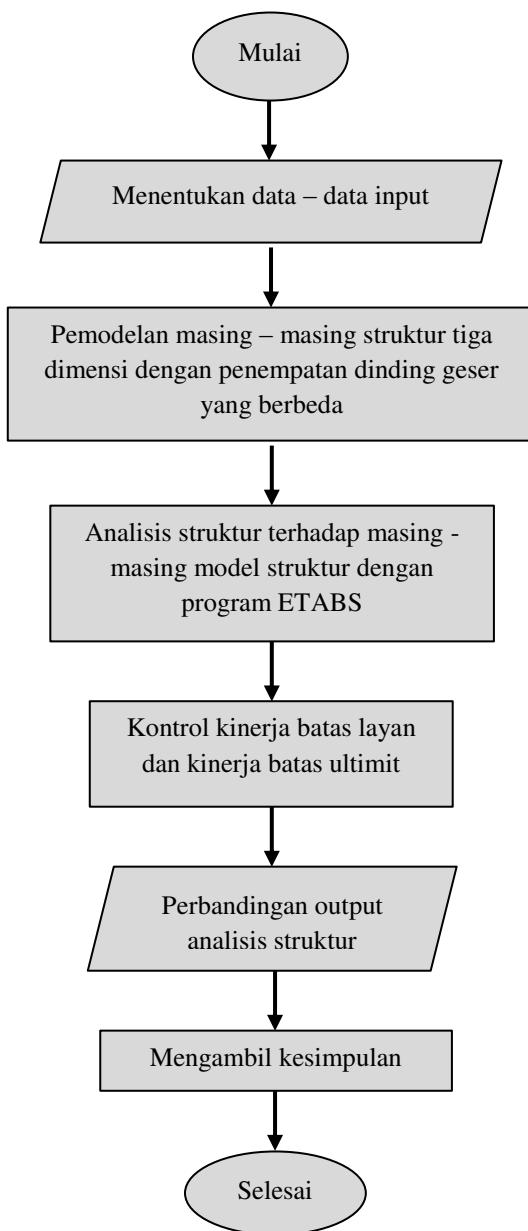
$$\xi = \frac{0,7R}{\text{Faktor Skala}} \quad (2)$$

dengan R adalah faktor reduksi gempa struktur gedung tersebut.

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimit struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.

PROSEDUR ANALISIS DENGAN ALAT BANTU PROGRAM ETABS

Metode penelitian menggunakan metode analisis perancangan yang difokuskan untuk mengetahui perubahan nilai simpangan horisontal pada kasus struktur beton bertulang dalam portal tiga dimensi. Analisis yang digunakan didasarkan pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung menurut SNI 03-1726-2002.



Gambar 4. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL ANALISIS

Tabel 1. Simpangan Horisontal Struktur akibat Beban Gempa Statik

Lantai	Z _i (m)	Struktur dengan Dinding Geser Diagonal		Struktur dengan Dinding Geser Searah Sumbu-X Sumbu-Y	
		d _i (mm)	δ _m (mm)	d _i (mm)	δ _m (mm)
20	80	45.9043	2.2840	35.3648	1.8505
19	76	43.6203	2.3802	33.5143	1.9019
18	72	41.2401	2.4510	31.6124	1.9463
17	68	38.7891	2.5249	29.6661	1.9953
16	64	36.2642	2.5941	27.6708	2.0435
15	60	33.6701	2.6554	25.6273	2.0872
14	56	31.0147	2.7048	23.5401	2.1227
13	52	28.3099	2.7389	21.4174	2.1469
12	48	25.571	2.7542	19.2705	2.1564
11	44	22.8168	2.7478	17.1141	2.1484
10	40	20.069	2.7164	14.9657	2.1197
9	36	17.3526	2.6571	12.846	2.0674
8	32	14.6955	2.5670	10.7786	1.9885
7	28	12.1285	2.4430	8.7901	1.8801
6	24	9.6855	2.2821	6.91	1.7389
5	20	7.4034	2.0810	5.1711	1.5618
4	16	5.3224	1.8359	3.6093	1.3449
3	12	3.4865	1.5420	2.2644	1.0847
2	8	1.9445	1.1884	1.1797	0.7754
1	4	0.7561	0.7561	0.4043	0.4043

Tabel 2. Simpangan Horisontal Struktur akibat Beban Gempa Dinamik

Lantai	Z _i (m)	Struktur dengan Dinding Geser Diagonal		Struktur dengan Dinding Geser Searah Sumbu-X Sumbu-Y	
		d _i (mm)	δ _m (mm)	d _i (mm)	δ _m (mm)
20	80	36.9745	1.9058	30.1563	1.6183
19	76	35.0687	1.9415	28.538	1.64
18	72	33.1272	1.9953	26.898	1.6748
17	68	31.1319	2.0469	25.2232	1.7121
16	64	29.085	2.0918	23.5111	1.7475
15	60	26.9932	2.1280	21.7636	1.778
14	56	24.8652	2.1540	19.9856	1.8014
13	52	22.7112	2.1688	18.1842	1.8157
12	48	20.5424	2.1712	16.3685	1.8189
11	44	18.3712	2.1599	14.5496	1.8089
10	40	16.2113	2.1334	12.7407	1.7838
9	36	14.0779	2.0897	10.9569	1.7403
8	32	11.9882	2.0266	9.2166	1.6771
7	28	9.9616	1.9409	7.5395	1.5907
6	24	8.0207	1.8297	5.9488	1.4776
5	20	6.191	1.6869	4.4712	1.3335
4	16	4.5041	1.5102	3.1377	1.1556
3	12	2.9939	1.2930	1.9821	0.9394
2	8	1.7009	1.0209	1.0427	0.6791
1	4	0.68	0.6800	0.3636	0.3636

PEMBAHASAN

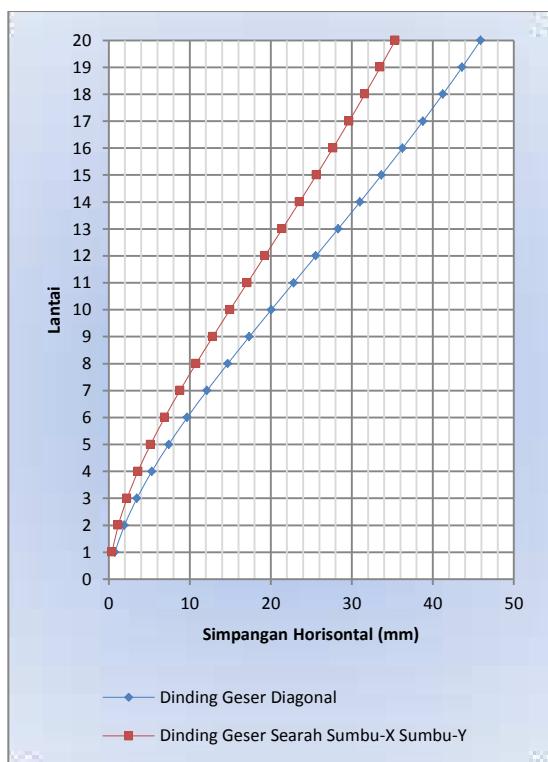
Berdasar hasil analisis, selanjutnya dilakukan perhitungan presentase perbandingan nilai simpangan horisontal (d_i) maksimum.

Tabel 3. Presentase Perbandingan Simpangan Horisontal Maksimum akibat Beban Gempa Statik

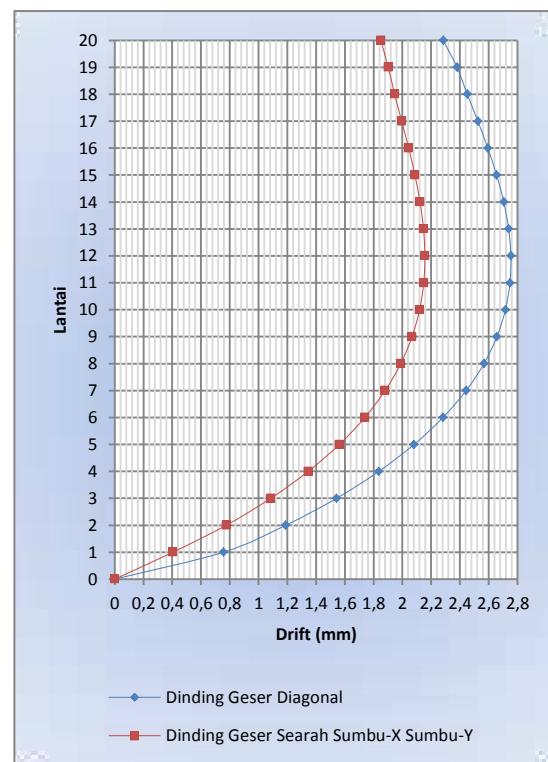
Lantai	d _i Dinding geser Diagonal (mm)	d _i Dinding geser Searah Sumbu-x Sumbu-y (mm)	Presentase Perbandingan (%)
20	45.9043	35.3648	22.9597
19	43.6203	33.5143	23.1681
18	41.2401	31.6124	23.3455
17	38.7891	29.6661	23.5195
16	36.2642	27.6708	23.6966
15	33.6701	25.6273	23.8871
14	31.0147	23.5401	24.1002
13	28.3099	21.4174	24.3466
12	25.571	19.2705	24.6392
11	22.8168	17.1141	24.9934
10	20.069	14.9657	25.4288
9	17.3526	12.846	25.9707
8	14.6955	10.7786	26.6537
7	12.1285	8.7901	27.5253
6	9.6855	6.91	28.6562
5	7.4034	5.1711	30.1524
4	5.3224	3.6093	32.1866
3	3.4865	2.2644	35.0523
2	1.9445	1.1797	39.3314
1	0.7561	0.4043	46.5282
Presentase Rata – Rata			27.8071

Tabel 4. Presentase Perbandingan Simpangan Horisontal Maks. akibat Beban Gempa Dinamik

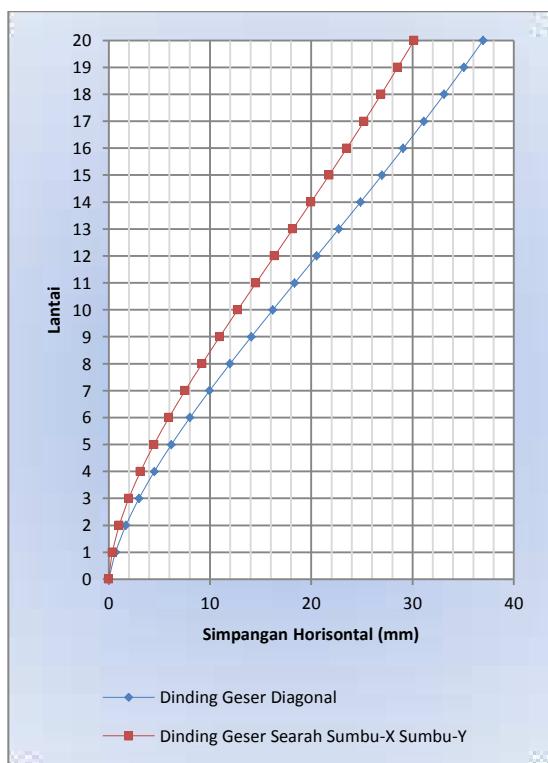
Lantai	d _i Dinding Geser Diagonal (mm)	d _i Dinding Geser Searah Sumbu-x Sumbu-y (mm)	Presentase Perbandingan (%)
20	36.9745	30.1563	18.4403
19	35.0687	28.538	18.6226
18	33.1272	26.898	18.8039
17	31.1319	25.2232	18.9796
16	29.085	23.5111	19.1642
15	26.9932	21.7636	19.3738
14	24.8652	19.9856	19.6242
13	22.7112	18.1842	19.9329
12	20.5424	16.3685	20.3185
11	18.3712	14.5496	20.8021
10	16.2113	12.7407	21.4085
9	14.0779	10.9569	22.1695
8	11.9882	9.2166	23.1194
7	9.9616	7.5395	24.3144
6	8.0207	5.9488	25.8319
5	6.191	4.4712	27.7790
4	4.5041	3.1377	30.3368
3	2.9939	1.9821	33.7954
2	1.7009	1.0427	38.6972
1	0.68	0.3636	46.5294
Presentase Rata - Rata			24.4022



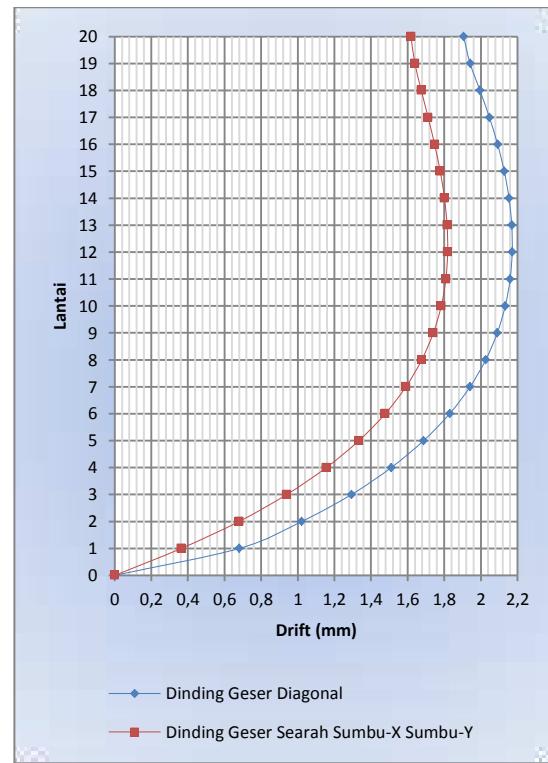
Grafik 1. Simpangan Horisontal Maksimum akibat Beban Gempa Statik



Grafik 3. Drift Maksimum akibat Beban Gempa Statik



Grafik 2. Simpangan Horisontal Maksimum akibat Beban Gempa Dinamik



Grafik 4. Drift Maksimum akibat Beban Gempa Dinamik

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan mengenai pengaruh penempatan dinding geser secara diagonal dan dinding geser searah beban gempa rencana (sumbu-x dan sumbu-y) pada simpangan bangunan beton bertulang bertingkat banyak, maka dapat diambil kesimpulan :

- a. Perbandingan simpangan horisontal maksimum pada penempatan dinding geser diagonal dan dinding geser searah beban gempa adalah sebesar 27.81% akibat beban gempa statik dan 24.40% akibat beban gempa dinamik.
- b. 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.

SARAN

- a. Ketelitian dalam menggunakan program untuk membantu analisis harus diperhatikan dengan cermat.
- b. Perlu dilakukan penelitian dengan model bangunan yang tidak simetris serta perilakunya terhadap torsi.
- c. Perlu dilakukan penelitian dengan wilayah gempa lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)*, Bandung.
- Dewobroto,W., 2007. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000 Edisi Baru*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Juwana, J. S., 2005. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*. Jakarta: Erlangga.
- Mc Cormac, J. C., 2004. *Desain Beton Bertulang Jilid 2 Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Schodek, Daniel L., 1999. *Struktur Edisi kedua*. Jakarta: Erlangga.