

# EFISIENSI PENGGUNAAN DINDING GESER UNTUK MEREDUKSI EFEK TORSI PADA BANGUNAN YANG TIDAK BERATURAN

Mikael Lumban Batu

Servie O. Dapas, Steenie E. Wallah

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Email: [kaelumbanbatu@gmail.com](mailto:kaelumbanbatu@gmail.com)

## ABSTRAK

*Perencanaan bangunan bertingkat membutuhkan elemen pengaku seperti dinding geser yang dapat digunakan untuk meredam goyangan pada bangunan akibat beban lateral. Dinding Geser berfungsi juga sebagai struktur bangunan yang ikut memikul gaya-gaya beban yang bekerja pada balok dan kolom sekitarnya. Peletakan dinding geser yang tepat pada suatu denah bangunan bertingkat, dapat membantu mereduksi nilai simpangan pada bangunan tersebut.*

*Untuk meninjau pengaruh letak dinding geser pada suatu bangunan telah dicoba 8 variasi model struktur dengan posisi dinding geser yang berbeda beda. Model struktur yang ditinjau adalah struktur dengan ketidekberaturan horisontal. Dari 8 variasi model yang telah dicoba, model dengan letak atau posisi dinding geser pada pusat massa bangunan merupakan model struktur yang paling baik. Dinding geser yang terletak pada pusat massa bangunan menjadi variasi model paling baik karena jenis dinding geser ini dekat dengan wilayah inti bangunan yang menjadi poros putaran bangunan.*

**Kata Kunci :** *Dinding Geser, Peletakan dinding geser, Simpangan, Bangunan Bertingkat*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perkembangan struktur pada saat ini berjalan dengan sangat cepat, banyaknya kebutuhan akan fungsi sebuah bangunan menuntut adanya bentuk-bentuk struktur bangunan yang tidak biasa. Hal ini membuat disain denah bangunan mempunyai bentuk yang tidak simetris atau tidak beraturan, baik tidak beraturan horizontal maupun tidak beraturan vertikal. Bentuk dasar struktur pada bangunan umumnya harus memberikan kontribusi dalam menahan gaya lateral yang disebabkan oleh gempa bumi. Besarnya beban gempa sangat dipengaruhi oleh kondisi struktur bangunannya seperti denah bangunan dan massa bangunan itu sendiri. Besarnya gaya inersia yang bekerja pada suatu bangunan bergantung pada massa. Distribusi massa yang tidak seragam akan menimbulkan efek torsi karena adanya eksentrisitas antara pusat massa dan kekakuan. Efek torsi dapat terjadi akibat bentuk struktur yang tidak simetris atau letak portal pengaku yang tidak simetris. Penggunaan portal pengaku yang tepat dapat menjadi solusi dalam mereduksi efek torsi yang terjadi pada bangunan. Dinding geser merupakan salah satu portal pengaku yang

dapat digunakan untuk meredam goyangan pada bangunan akibat beban lateral.

Dinding Geser adalah jenis struktur dinding yang terbuat dari beton bertulang dan dirancang untuk menahan gaya lateral akibat gempa bumi. Dengan adanya dinding geser yang kaku pada bangunan, sebagian beban gempa akan terserap oleh dinding geser tersebut.

Dinding geser berfungsi sebagai kekuatan dan kekakuan. Sebagai kekuatan karena dinding geser harus memberikan kekuatan lateral yang diperlukan untuk melawan kekuatan gempa horizontal. Ketika dinding cukup kuat mereka akan mentransfer gaya horizontal ini ke elemen berikutnya dalam jalur beban dibawah mereka, seperti lantai dan pondasi dinding. Sebagai kekakuan karena dinding geser dapat mencegah atap atau lantai diatas dari sisi goyangan yang berlebihan.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini agar dapat mengetahui pengaruh pemasangan dan peletakan dinding geser pada bangunan yang tidak beraturan berdasarkan efek torsi dari bangunan tersebut.

### Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, yaitu :

- a. Menjadi acuan dalam perencanaan konstruksi bangunan yang tahan gempa.
- b. Menambah pengetahuan mengenai pengaruh penempatan dinding geser pada suatu konstruksi bangunan khususnya bangunan yang tidak beraturan.
- c. Menambah pengetahuan dalam mendisain dinding geser beton bertulang dengan menggunakan program komputer ETABS.

#### **Batasan Masalah**

- a. Model Struktur yang akan diteliti mempunyai ketidakberaturan struktur horizontal.
- b. Bangunan yang akan diteliti adalah bangunan 10 lantai dengan tinggi tiap lantai 3 meter.
- c. Memakai respon beban dinamis di daerah Manado Sulawesi Utara dengan kondisi tanah sedang.
- d. Pemodelan dan analisa struktur menggunakan *software* ETABS dan ditinjau secara tiga dimensi.
- e. Data-data dalam Model Struktur dibuat berdasarkan pemodelan.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Struktur bangunan bertingkat**

Hal penting pada struktur bangunan tinggi adalah stabilitas dan kemampuannya untuk menahan gaya lateral, baik yang disebabkan oleh angin atau gempa bumi (Juwana, 2005). Sebuah bangunan yang bertingkat banyak adalah bangunan atau struktur tinggi. Contohnya bangunan apartemen tinggi atau perkantoran tinggi. Pada suatu bangunan gedung bertingkat banyak adalah kecil kemungkinannya semua lantai tingkat akan dibebani secara penuh oleh beban hidup.

Ditinjau dari ketinggian gedung dan spesifikasi perancangan dan syarat-syarat, bangunan bertingkat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu :

1. Bangunan bertingkat rendah (Low rise building): mempunyai 3-4 lapis lantai atau ketinggian  $\pm 10$ m
2. Bangunan bertingkat tinggi (High rise building) : mempunyai lapis lantai lebih dari 4 dan ketinggian lebih dari 10m.

Struktur bangunan bertingkat banyak memiliki desain untuk pembangunan struktural dan geoteknis, terutama bila terletak di wilayah seismik atau tanah liat memiliki faktor risiko geoteknis seperti tekanan tinggi atau tanah lumpur.

#### **Struktur bangunan gedung beraturan dan tidak beraturan**

##### ***Ketidakteraturan horisontal***

- a. Ketidakteraturan torsi didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,2 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur.
- b. Ketidakteraturan sudut dalam didefinisikan ada jika kedua proyeksi denah struktur dari sudut dalam lebih besar dari 15 persen dimensi denah struktur dalam arah yang ditentukan.
- c. Ketidakteraturan diskontinuitas diafragma didefinisikan ada jika terdapat diafragma dengan diskontinuitas atau variasi kekakuan mendadak, termasuk yang mempunyai daerah terpotong atau terbuka lebih besar dari 50 persen daerah diafragma bruto yang melingkupinya, atau perubahan kekakuan diafragma efektif lebih dari 50 persen dari suatu tingkat ketinggian selanjutnya.
- d. Ketidakteraturan pergeseran melintang terhadap bidang didefinisikan ada jika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan lateral, seperti pergeseran melintang terhadap bidang elemen vertikal.
- e. Ketidakteraturan sistem nonparalel didefinisikan ada jika elemen penahan lateral vertical tidak paralel atau simetris terhadap sumbu-sumbu orthogonal utama system penahan seismik.

##### **Definisi beban gempa**

Gempa yang dalam hal ini gempa bumi adalah suatu fenomena alam yang terjadi berupa getaran yang disebabkan oleh aktifitas vulkanik maupun tektonik yang berasal dari kerak bumi. Gempa vulkanik adalah gempa yang disebabkan oleh aktifitas gunung berapi, sedangkan gempa tektonik adalah gempa yang terjadi karena adanya pergerakan lempeng.

Gempa ini merambat dalam bentuk gelombang. Gelombang ini yang apabila sampai ke permukaan bumi, menyebabkan terjadinya getaran yang berpengaruh pada bangunan yang ada di permukaan. Hal inilah yang akan menimbulkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur bangunan karena struktur lebih cenderung memiliki sifat mempertahankan diri dari gerakan, Schodek (1999).

Tujuan dari desain bangunan tahan gempa adalah mencegah terjadinya kegagalan struktur dan terjadinya korban jiwa, dengan 3 kriteria standar yaitu:

- Tidak terjadi kerusakan sama sekali pada gempa ringan.
- Ketika terjadi gempa sedang, diizinkan terjadi kerusakan arsitektural tanpa adanya kerusakan structural.
- Diizinkan terjadinya kerusakan structural maupun non-structural pada gempa kuat, namun kerusakan yang terjadi tidak sampai menyebabkan bangunan runtuh.

Beban gempa yang akan diterima oleh struktur atau elemen struktur tidak dapat diramalkan dengan tepat sebelumnya, maka seorang perencana dituntut untuk lebih memahami tentang perancangan struktur tahan gempa sehingga saat mendesain suatu bangunan harus sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012).

### Spektrum Respons Desain

Bila spektrum desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifikasi tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu gambar dan mengikuti ketentuan dibawah ini:

- Untuk perioda yang lebih kecil dari  $T_0$  spektrum respons percepatan desain,  $S_a$  harus diambil dari persamaan;

$$S_a = S_{DS}(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0})$$

- Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$  spektrum respons percepatan desain  $S_a$  sama dengan  $S_{DS}$ .
- Untuk perioda lebih besar dari  $T_s$  spektrum respons percepatan desain  $S_a$  diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Keterangan:

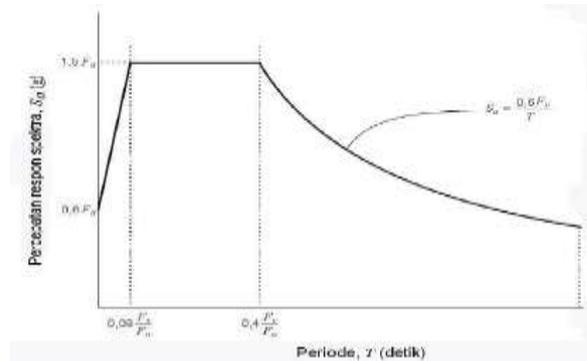
$S_{DS}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek

$S_{D1}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik

$T$  = perioda getar fundamental struktur

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$



Grafik Respon Spektrum Rencana

### Dinding Geser

Bangunan tinggi tahan gempa umumnya menggunakan elemen-elemen struktur kaku berupa dinding geser untuk menahan kombinasi gaya geser, momen dan gaya aksial yang timbul akibat beban gempa. Struktur bangunan dengan dinding geser merupakan salah satu konsep solusi masalah gempa dalam bidang teknik sipil yaitu sebagai substruktur yang menahan gaya geser akibat gempa. Hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dinding geser sebagai penahan gaya geser yang besar akibat gempa yaitu bahwa dinding geser tidak boleh runtuh akibat gaya geser, karena jika hal tersebut terjadi keseluruhan struktur akan runtuh diakibatkan sudah tidak ada lagi yang menahan gaya geser tersebut.

Dinding geser (shearwall) didefinisikan sebagai komponen struktur yang relatif sangat kaku. Fungsi dinding geser berubah menjadi dinding penahan beban jika dinding geser menerima beban tegak lurus dinding geser. Bangunan beton bertulang yang tinggi sering didesain dengan dinding geser untuk menahan gempa. Menurut McCormac (2003), selama terjadinya gempa dinding geser yang didesain dengan baik dapat dipastikan akan meminimalkan kerusakan bagian non struktural bangunan seperti jendela, pintu, langit-langit dan seterusnya. Menurut Wahyu Kuncoro (2010), suatu dinding dikategorikan kedalam dinding geser jika gaya geser rencana melebihi  $(1/12)A_{cv}\sqrt{f'c}$ , jika kurang dari nilai tersebut maka dinding tersebut dianggap hanya sebagai dinding penumpu (memikul beban gravitasi).

Berdasarkan letak dan fungsinya, dinding geser dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis yaitu :

- *Bearing walls* adalah dinding geser yang juga mendukung sebagian besar beban gravitasi. Tembok-tembok ini juga menggunakan dinding partisi antara apartemen yang berdekatan.
- *Frame walls* adalah dinding geser yang menahan beban lateral, dimana beban gravitasi berasal dari *frame* beton bertulang. Tembok-tembok ini dibangun diantara baris kolom.
- *Core walls* adalah dinding geser yang terletak di dalam wilayah inti pusat dalam gedung, yang biasanya diisi tangga atau poros lift. Dinding yang terletak di kawasan inti pusat memiliki fungsi ganda dan dianggap menjadi pilihan ekonomis.

**Penentuan simpangan antar lantai**

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Apabila pusat massa tidak terletak segaris dalam arah vertikal diijinkan untuk menghitung defleksi di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Jika desain tegangan ijin digunakan,  $\Delta$  harus dihitung menggunakan gaya gempa tingkat kekuatan yang ditetapkan tanpa reduksi untuk desain tegangan ijin.

Defleksi pusat massa di tingkat  $x$  ( $\delta_x$ ) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e}$$

Keterangan:

- $C_d$  = faktor amplifikasi defleksi
- $\delta_{xe}$  = defleksi pada lokasi yang disyaratkan ini ditentukan dengan analisis elastik
- $I_e$  = faktor keutamaan gempa yang ditentukan

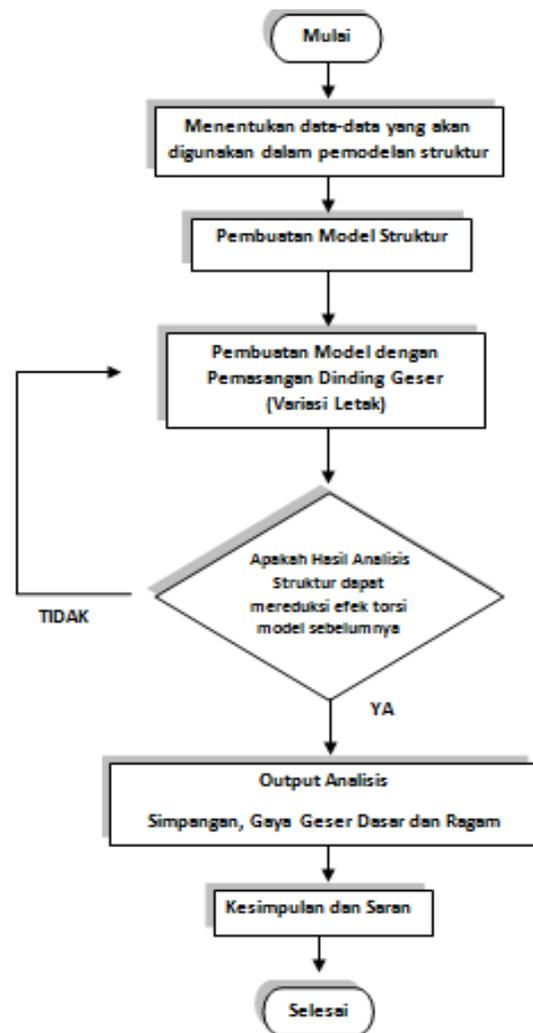
**Pengaruh Torsi pada bangunan**

Beban lateral dapat mengakibatkan torsi pada bangunan ketika beban lateral tersebut cenderung memutar bangunan tersebut dengan arah vertikal. Torsi merupakan efek momen termasuk putaran atau puntiran yang terjadi pada penampang tegak lurus terhadap sumbu utama

dari elemen. Hal ini terjadi ketika pusat beban tidak tepat dengan pusat kekakuan elemen vertikal beban lateral dan system ketahanan struktur tersebut. Eksentrisitas diantara pusat kekakuan dan massa bangunan dapat menyebabkan gerakan torsi selama terjadinya gempa. Torsi ini dapat meningkatkan *displacement* pada titik ekstrim bangunan dan menimbulkan masalah pada elemen penahan lateral yang berlokasi pada tepi gedung. Torsi yang timbul pada bangunan dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu: bentuk bangunan, efek gangguan bangunan lain dan pengaruh dinamis, namun para perancang g sering malalaikan pengaruh tersebut. Torsi tidak dapat dihapuskan tetapi dapat mungkin diperkecil atau paling sedikit merancang untuk dikenali.

**METODOLOGI PENELITIAN**

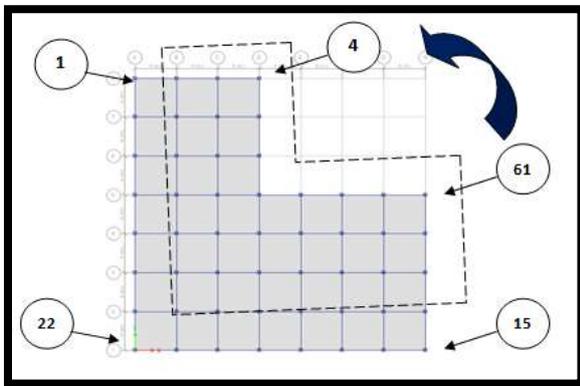
**Langkah-langkah Penelitian**



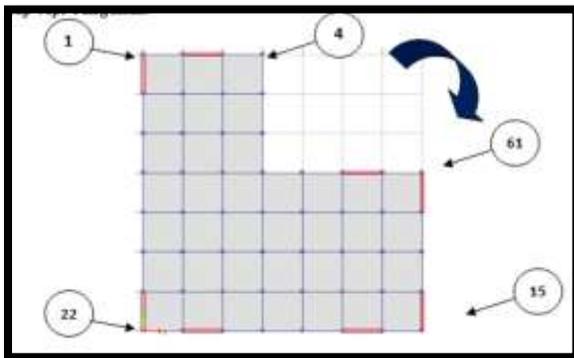
**HASIL PENELITIAN**

Pada model awal struktur telah dilakukan analisa struktur dengan menggunakan *software* ETABS sehingga dihasilkan *output* berupa arah torsi bangunan arah X dan arah Y. Juga Simpangan horisontal yang terjadi pada model struktur tersebut. Hasil tersebut menjadi acuan untuk membuat model berikut yang akan menjadi model struktur pembanding dalam mereduksi torsi dan simpangan pada bangunan sebelumnya. Model awal mempunyai joint-joint yang akan menjadi patokan arah berputarnya struktur Model tersebut. Joint-joint tersebut adalah joint 1, 4, 61, 15 dan 22

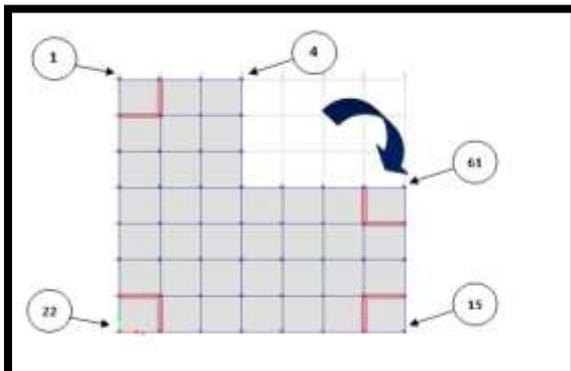
Model awal



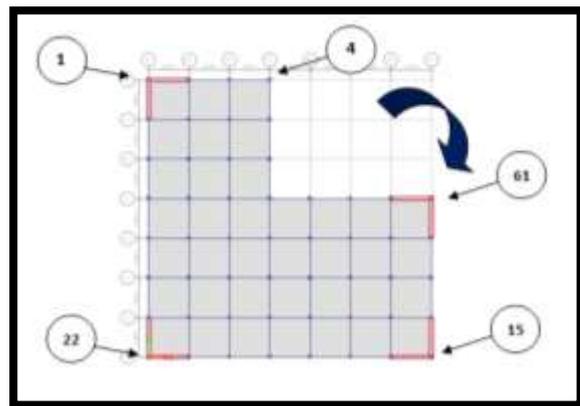
Model A



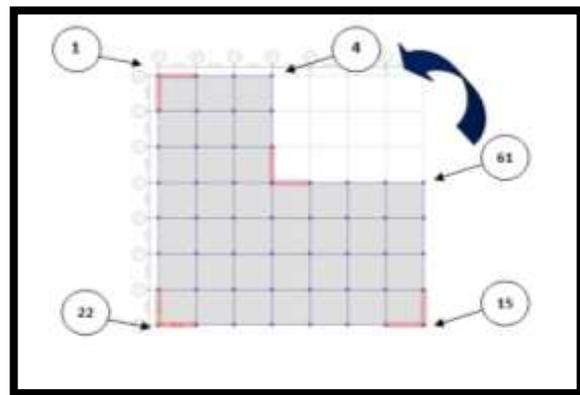
Model B



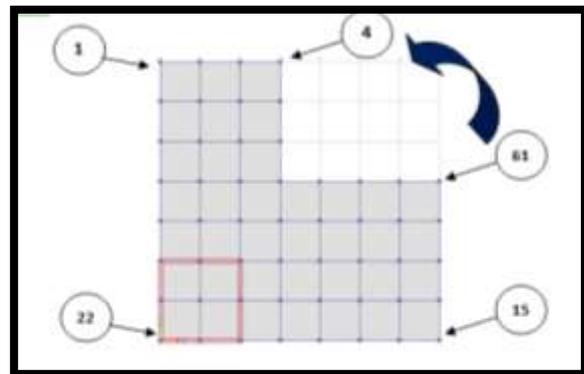
Model C



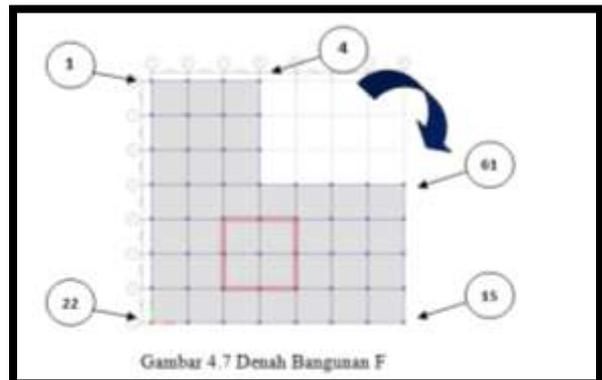
Model D



Model E

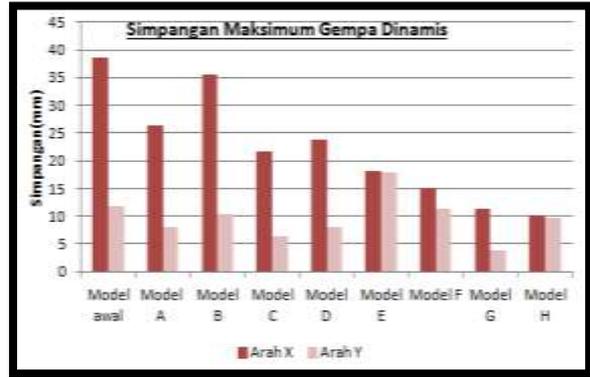
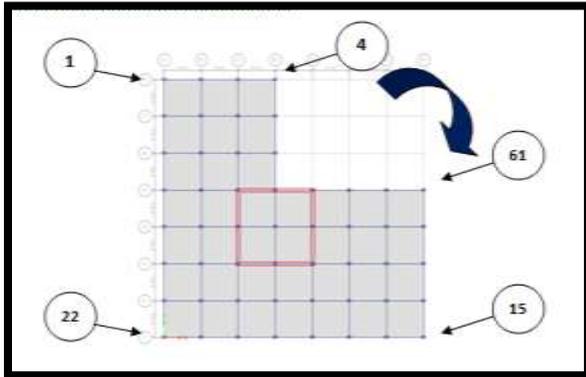


Model F

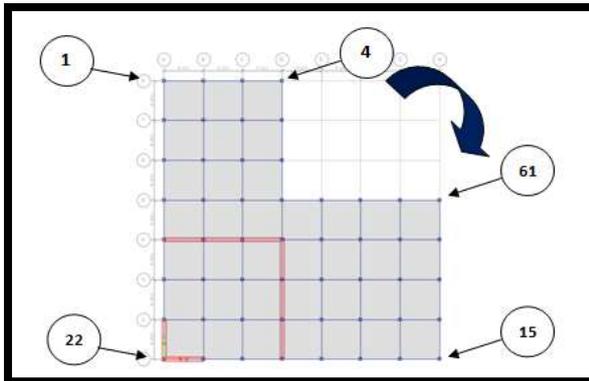


Gambar 4.7 Denah Bangunan F

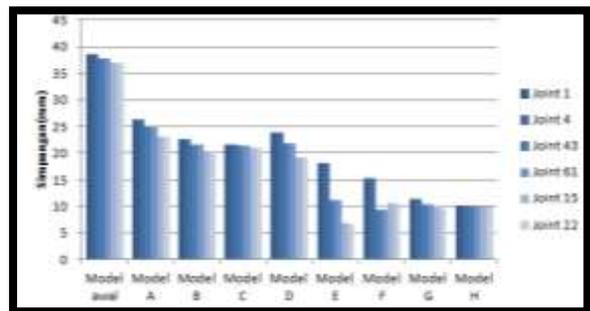
Model G



Model H

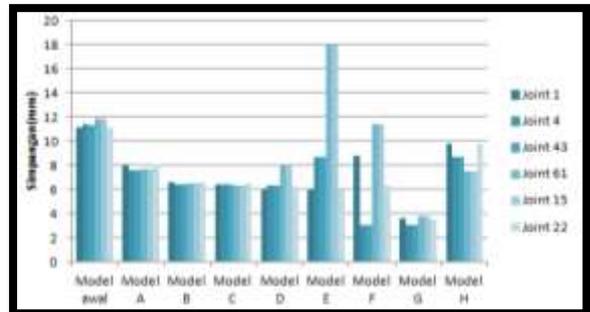


Perbandingan nilai simpangan pada titik tinjauan pada tiap model untuk arah X



Dari 8 variasi model diatas didapat hasil analisa struktur berupa simpangan untuk masing masing model. Simpangan maksimum gempa statis arah x, simpangan maksimum gempa statis arah y dan simpangan maksimum gempa dinamis.

Perbandingan nilai simpangan pada titik tinjauan pada tiap model untuk arah Y



## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa struktur yang telah diperoleh menggunakan *software* ETABS, yaitu pemodelan bangunan tidak beraturan dengan pemasangan Dinding Geser. Dapat diambil beberapa kesimpulan:

- Model Struktur yang baik untuk mereduksi efek torsi bangunan adalah Model G karena pada Model G letak dinding geser dipasang mengelilingi pusat massa bangunan. Dengan beragam bentuk bangunan yang tidak beraturan

- dianjurkan untuk menempatkan dinding geser pada pusat massa bangunan agar lebih efektif dalam mereduksi efek torsi.
- b) Hubungan antara nilai simpangan struktur dengan efek torsi struktur pada model yang letak dinding gesernya di dekat pusat massa mempunyai hasil yang berbanding lurus.
  - c) Dari semua Model struktur yang telah dicoba, model struktur dengan penempatan dinding geser pada pusat massa bangunan merupakan model yang paling baik disebabkan karena ini merupakan jenis dinding geser *Core Walls* atau dinding geser yang terletak didalam wilayah inti pusat bangunan.

Dinding geser yang terletak pada inti pusat memiliki fungsi ganda dan dianggap menjadi pilihan ekonomis.

#### Saran

Dalam penelitian ini terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

- a. Dalam analisis kali ini yang digunakan hanya metode analisa dinamik respon spektrum saja, untuk studi lebih lanjut dapat mempertimbangkan metode analisa dinamik riwayat waktu sebagai pembandingan dari analisa ini.
- b. Perlu ditinjau hasil analisa struktur dengan model bangunan yang tidak beraturan vertikal dengan pemasangan dinding geser.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012)*. Jakarta.
- Christiani, Yohanna., 2012. “*Shear Wall*” <http://yohannachristiani.blogspot.com/2012/06/shear-wall.html>. accessed: 25 April 2015
- Jimmy S. Juwana. 2005. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi Untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan* . Jakarta:Erlangga
- Kuncoro, Wahyu Tri. 2010. Tugas Akhir “*Perubahan nilai simpangan horizontal bangunan bertingkat setelah pemasangan dinding geser pada tiap sudutnya*”. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
- McCormac, J.C. 2002. “*Desain Beton Bertulang Jilid 2*”. Jakarta : Erlangga
- McCormac, Jack C. 2001. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta:Erlangga
- Schodek, Daniel L. 1999 . *Struktur Edisi kedua*. Jakarta : Erlangga
- Tarigan, Johanes., 2009. Tugas Akhir “*Perencanaan penulangan dinding geser (shear wall) berdasarkan tata cara SNI 03-2847-2002*”. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta