

**PENGARUH LETAK *SHEAR WALL* PADA GEDUNG TIDAK
BERATURAN TERHADAP NILAI SIMPANGAN DENGAN ANALISA
RESPONS SPEKTRUM
(Studi Kasus : Apartemen di Cimanggis, Depok)**

Baehaki¹, Hendrian Budi Bagus Kuncoro², Puspa Dahlia³
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman km. 03 Cilegon, Banten
dahlia_puspa@yahoo.co.id

INTI SARI

Struktur gedung bertingkat tinggi memiliki risiko fleksibilitas yang cukup besar. Gedung dengan fleksibilitas yang besar memerlukan elemen pengaku seperti *shear wall*. Namun, harus diperhatikan posisi yang tepat untuk meletakkan *shear wall* agar dapat memberikan kinerja gedung yang optimal. Sehingga, perlu dilakukan studi untuk mengetahui letak *shear wall* yang efektif.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku struktur berupa simpangan dan gaya geser dasar gempa dengan posisi *shear wall* yang bervariasi. Terdapat empat model posisi *shear wall* yaitu Model A (gedung eksisting), Model B (proporsi *shear wall* 50% arah X dan 50% arah Y), Model C (proporsi 60% arah X dan 40% arah Y), dan Model D (proporsi 70% arah X dan 30% arah Y). Model B, C dan D dibandingkan dengan Model A sehingga dapat diketahui model dengan efektifitas tertinggi. Analisa yang digunakan adalah analisa respon spektrum pada apartemen 24 lantai di Cimanggis, Depok dengan ukuran gedung sebesar 110,56 m x 59,9 m. Perhitungan mengacu pada peraturan SNI-1726-2012 dan FEMA 451 dengan bantuan analisa software ETABS v.9.7.

Hasil analisa menunjukkan bahwa pada setiap model menghasilkan *mode shape* 1, 2 dan 3 berturut-turut adalah translasi, translasi dan rotasi. Gedung dengan tingkat efektivitas tertinggi adalah gedung Model D karena simpangan yang dihasilkan tereduksi sebesar 37,25% arah X dan 12,65% arah Y, sedangkan gaya geser terjadi peningkatan sebesar 4,17% terhadap gedung eksisting.

Kata Kunci : *Shear wall, Gedung Tidak Beraturan, Simpangan*

ABSTRACT

High rise buildings structure has a large risk of flexibility. The building which is very flexible need a structural strengthening such as the shear wall. But, the right position should be considered to placing the shear wall for getting the best performance of the buidings. Then, it should be held the study to find the effective position of the shear wall.

This research was conducted to determine the behavior of building structures such as displacement and base shear force by a variant layout of the shear wall. There were four shear wall layout model were Model A an (existing model), Model B (shear wall proportion was 50% in X direction and 50% in Y direction), Model C (proportion was 60% in X direction and 40% in Y direction), and Model D (was 70% in X direction and 30% in Y direction). Model B, C and D have compared towards the Model A then it can determine the effective model. It had analyzed by respons spectrum analysis to apartment 24th stories at Cimanggis, Depok with size is 110,56 m x 59,9 m. The calculation using SNI-1726-2012 and FEMA 451 as a regulation and software analysis by ETABS v.9.7.

The result of the analysis shows that the mode shape 1, 2 and 3 of all model are the translation, translation and torsion. The building which has the best performance is Model D because it was reduced the displacement by 37,25% in X axis and 12,65% in Y axis and on the $V_{base\ shear}$ was happening up to 4,17% towards the existing model.

Key Words : *Shear walls, Irregular buildings, Displacement*

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Bangunan bertingkat tinggi (*High Rise Building*) memiliki risiko fleksibilitas yang cukup tinggi akibat gaya lateral seperti beban gempa. Semakin tinggi struktur bangunan, maka risiko fleksibilitas akan semakin besar. Tingkat fleksibilitas struktur bangunan dapat dilihat dari perilaku yang terjadi seperti simpangan. Apabila simpangan yang terjadi melebihi simpangan izin, maka struktur bangunan tersebut memerlukan suatu elemen struktur penahan gaya lateral seperti *shear wall*.

Shear wall berfungsi sebagai pengaku yang menerus sampai ke pondasi dan juga merupakan dinding inti untuk memperkaku seluruh bangunan untuk menahan gaya-gaya lateral. Penempatan posisi *shear wall* akan mempengaruhi perilaku struktur bangunan. Semakin tepat penempatan posisi *shear wall*, maka akan menghasilkan performa yang optimal.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perilaku struktur gedung dengan variasi letak *shear wall*?
2. Bagaimana gaya geser dasar gempa yang dihasilkan akibat variasi letak *shear wall*?
3. Bagaimana posisi *shear wall* yang paling efektif?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perilaku struktur gedung dari setiap variasi letak *shear wall* yang dimodelkan.
2. Mengetahui adanya perubahan nilai gaya geser dasar gempa akibat perubahan posisi *shear wall*.
3. Mengetahui posisi *shear wall* yang paling efektif.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Perilaku Struktur Gedung Tinggi

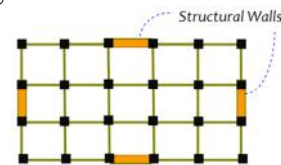
Tahanan gempa pada suatu bangunan harus diperhitungkan, seperti kekakuan lateral minimum, sehingga bangunan tidak terjadi perputaran yang berlebihan akibat guncangan. Momen pada *frame* bangunan tidak akan selalu mampu menahannya. Ketika

simpangan lateral yang terjadi pada suatu bangunan besar, diperlukan elemen struktur penahan gaya lateral seperti dinding geser untuk memberikan *support* kemampuan gedung. (Murty C.V.R et al. 2012).

B. Letak *Shear Wall* pada Gedung

Letak *shear wall* akan mempengaruhi perilaku struktur gedung. Hal ini diperkuat dengan beberapa hasil studi tentang pengaruh letak *shear wall* pada gedung bertingkat tinggi.

Menurut Murty C.V.R et al. (2012), letak *shear wall* sangat penting untuk memberikan tahanan lateral pada suatu bangunan. Dinding geser akan bekerja efektif jika diletakkan pada keliling bangunan.



Gambar 1. *Shear Wall at Periphery*
(Sumber : Murty C.V.R et al, 2012)

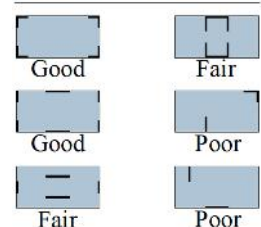
Menurut Sanjeebanee (2017), letak *shear wall* di sudut bangunan (*corner*) memberikan pengaruh yang baik pada struktur dengan mereduksi simpangan secara maksimal.

Letak *shear wall* yang searah dengan beban gempa rencana akan menghasilkan perilaku yang baik. (Lilik Fauziah, 2013).

Letak *shear wall* pada inti bangunan memberikan respons yang baik pada struktur bangunan bila dibandingkan dengan letak *shear wall* di tepi bangunan maupun di sudut bangunan. (Ismail, Adhi Nur. 2015).

Pengaruh letak *shear wall* menurut Rashad Kalikavu (2015) sebagai berikut :

Placement of Shear Wall



Gambar 2. Letak *Shear Wall*
(Sumber : Rashad Kalikavu, 2015)

C. Pengaruh Shear Wall Terhadap Gaya Geser Gedung

Sistem ganda merupakan gabungan dari elemen struktur penahan momen dan elemen struktur penahan gaya lateral. Struktur dengan

sistem ganda sering dijumpai pada gedung bertingkat tinggi. Sistem ganda merupakan konsep perencanaan gedung bertingkat tinggi dengan tujuan untuk memberikan pertahanan kedua (*second defense*).

Struktur dengan sistem ganda umumnya memiliki gaya geser dasar gempa yang lebih besar jika dibandingkan dengan struktur rangka pemikul momen biasa. Hal ini disebabkan karena berat sendiri elemen *shear wall* yang besar. Sehingga gaya gempa yang dihasilkan dari perkalian antara berat struktur dengan koefisien seismik, C_s menjadi besar.

LANDASAN TEORI

A. Ketidakberaturan Struktur Gedung

Bangunan dengan bentuk denah yang sederhana umumnya akan berperilaku lebih baik sewaktu ada gempa besar dibandingkan dengan bangunan yang mempunyai sudut-sudut tonjolan dari denah yang berbentuk U, V, H, L dan + (Lilik Hendri Suryo Anom, 2013).

Menurut Murty C.V.R et al (2012), bentuk atau geometri bangunan dapat mempengaruhi tahanan lateral bangunan. Gedung sederhana akan mudah menyalurkan gaya lateral secara cemerata sedangkan gedung yang kompleks memerlukan jalur pendistribusian beban yang tidak langsung sehingga terjadi konsentrasi tegangan pada daerah-daerah yang terdapat tekukan.

Ketidakberaturan gedung terbagi menjadi ketidakberaturan gedung horisontal dan vertikal (SNI-1726-2012).

B. Shear Wall

Kinerja *shear wall* turut dipengaruhi oleh letak atau bentuk maupun konfigurasi yang digunakan. Pertimbangan dalam perencanaan *shear wall* meliputi banyaknya volume, efisiensi meredam simpangan, tidak mengganggu kebutuhan arsitektural dan sebagainya. Bentuk *shear wall* terdiri dari tipe lurus (*straight*), tipe L, tipe C dan tipe T. Menurut B U Anjali (2017), *shear wall* tipe *straight* (lurus) memberikan performa yang paling baik ketika menerima gaya lateral.

C. Beban Gravitasi

Beban pada struktur gedung pada umumnya terdiri dari beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi pada umumnya terdiri atas beban mati dan beban hidup.

Beban lateral pada umumnya terdiri atas beban angin dan gempa. Besaran nilai-nilai beban gravitasi diambil berdasarkan ketentuan PPPURG 1987.

D. Beban Gempa

Getaran yang sampai di permukaan tanah apabila mengenai struktur gedung maka akan menghasilkan gaya gempa. Gaya gempa terbesar berada di *base* atau dasar suatu bangunan. Gaya gempa timbul akibat sifat kelembaman suatu bangunan untuk mempertahankan dirinya akibat adanya getaran atau guncangan atau gaya dari luar. Beban gempa merupakan berat sendiri struktur gedung yang dikalikan dengan koefisien seismik (C_s) yang dinotasikan dalam bentuk persamaan :

$$V = C_s \times W_t \tag{1}$$

Dimana :

- V = Gaya Geser Gempa
- C_s = Koefisien Seismik
- W_t = Berat Bangunan Terakumulasi

E. Perencanaan Ketahanan Gempa

Perencanaan ketahanan gempa dapat dilakukan dengan mengikuti prosedur yang terdapat dalam peraturan SNI-1726-2012.

1. Penentuan Nilai C_s

a. C_s Maksimum

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R/I} \tag{2}$$

b. C_s Perlu

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T R/I} \tag{3}$$

c. C_s Minimum

$$C_s = 0,044 S_{DS} \times I_e \tag{4}$$

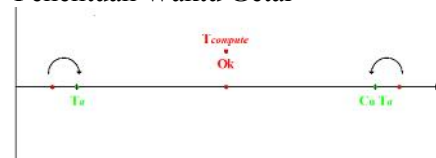
Dimana :

S_{DS} = parameter respons spectral percepatan desain pada perioda pendek (m/s^2)

S_{D1} = parameter respons spectral percepatan desain pada perioda 1 detik (m/s^2)

C_s = Koefisien seismik

2. Penentuan Waktu Getar



Jika $T_c < T_a$, maka gunakan T_a

Jika $T_a < T_c < C_u T_a$, maka gunakan T_c

Jika $T_c > C_u T_a$, maka gunakan $C_u T_a$

Dimana :

$$T_{a \min} = C_t h_n^x \quad (5)$$

$$T_{a \max} = C_u T_a \quad (6)$$

Keterangan :

h_n = ketinggian struktur dari dasar hingga tingkat tertinggi struktur (m)

C_t = koefisien yang diperoleh berdasarkan tabel 15

x = angka pembesar yang diperoleh berdasarkan tabel 15

C_u = Koefisien

3. Penentuan Faktor Skala

Faktor skala, FS digunakan untuk penentuan nilai gaya geser gempa desain apabila nilai gaya geser gempa dinamik nilainya kurang dari 85 % gaya gempa statis. Besaran FS ditentukan dengan cara sebagai berikut :

$$FS = g \times I / R \times \frac{0,85 V \text{ statik}}{V \text{ dinamik}} \quad (7)$$

4. Simpangan

Hasil simpangan yang berasal dari pemodelan harus dikalikan dengan faktor pembesaran defleksi, C_d agar dapat terlihat perilaku struktur ketika terkena beban gempa kuat. Simpangan yang telah diperbesar harus dibandingkan dengan simpangan ijin perlantai sesuai dengan persamaan berikut :

a. Simpangan Perlantai

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (8)$$

Dimana :

C_d = faktor amplifikasi defleksi dalam Tabel 9 SNI-1726-2012.

δ_{xe} = defleksi lantai

I_e = faktor keutamaan gempa

b. Simpangan Ijin

Simpangan ijin dipengaruhi oleh besaran nilai koefisien yang dikalikan dengan tinggi lantai tingkat ke-x.

Tabel 1. Simpangan Antar Lantai Ijin

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	$0,025 h_{sx}$	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^a	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$
Semua Struktur lainnya	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$

(Sumber : SNI 1726:2012, 2012)

Simpangan ijin dengan KDS D diperhitungkan dengan nilai faktor reduksi, ρ .

$$\frac{0,020 h_x}{\rho} \quad (9)$$

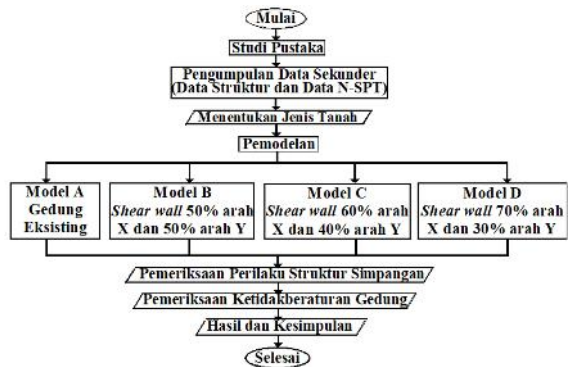
METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur Penelitian

Penelitian diawali dengan pengumpulan data sekunder yaitu data yang diperoleh/diperoleh dan disatukan oleh studi-studi sebelumnya atau yang diterbitkan oleh berbagai instansi yang terkait. Dalam penelitian ini data skunder diperoleh dari proyek pekerjaan apartemen di Cimanggis, Depok. Data yang dikumpulkan yaitu :

1. Data Struktur
2. Data N-SPT

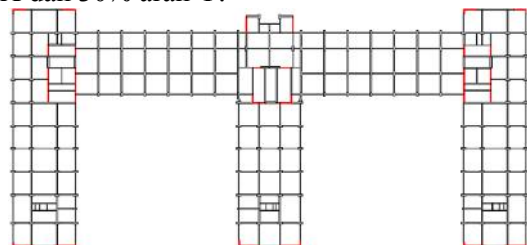
Skema penelitian dapat dilihat dalam gambar berikut:



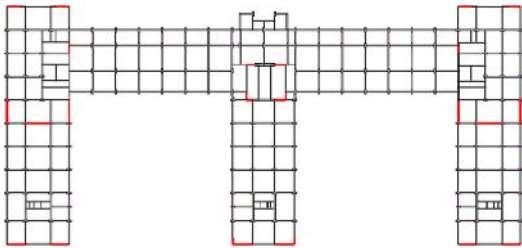
Gambar 2. Bagan Alur Penelitian (Sumber : Penulis, 2018)

B. Pemodelan Gedung

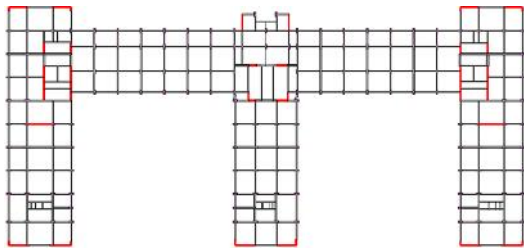
Gedung terbagi menjadi empat model yaitu Model A merupakan gedung eksisting, Model B merupakan gedung dengan proporsi shear wall 50% arah X dan 50% arah Y, Model C dengan proporsi shear wall sebesar 60% arah X dan 40% arah Y, dan Model D dengan proporsi shear wall sebesar 70% arah X dan 30% arah Y.



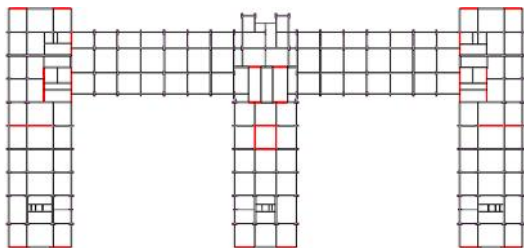
Gambar 3. Gedung Model A (Sumber : Analisa Data, 2018)



Gambar 4. Gedung Model B
(Sumber : Analisa Data, 2018)



Gambar 5. Gedung Model C
(Sumber : Analisa Data, 2018)



Gambar 6. Gedung Model D
(Sumber : Analisa Data, 2018)

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan gedung eksisting menggunakan data sebagai berikut :

$$W_t = 1030617,391 \text{ kN}$$

$$S_{DS} = 0,613 \text{ m/s}^2$$

$$S_{D1} = 0,378 \text{ m/s}^2$$

$$T_a = 1,192 \text{ s}$$

$$C_u T_a = 1,669 \text{ s}$$

$$T_{uncrack} = 2,852 \text{ s}$$

Nilai T_{maks} berdasarkan rumus empiris ($C_u T_a$) tidak perlu lebih kecil dari $T_{computed}$ kondisi *uncrack*, sehingga digunakan :

$$T_{pakai} = 2,852 \text{ s}$$

A. Perhitungan Gaya Gempa Desain

Berdasarkan data diatas, dapat dilakukan perhitungan nilai koefisien seismik, C_s serta $V_{base\ shear}$.

$$C_{s\ perlu} = \frac{S_{D1}}{T \times R/I} = \frac{0,378}{2,852 \times 7/I} = 0,019$$

$$C_{s\ max} = \frac{S_{DS}}{R/I} = \frac{0,613}{7/I} = 0,088$$

$$C_{s\ min} = 0,044 S_{DS I} = 0,044 \times 0,613 \times 1 = 0,027$$

$$C_{s\ pakai} = 0,027$$

$$\begin{aligned} V_{statik} &= W_t \times C_s \\ &= 1030617,391 \times 0,027 \\ &= 27826,67 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya gempa statik, V_{static} harus dibandingkan dengan gaya gempa dinamik, $V_{dynamic}$ yang didapatkan dari pemodelan gedung dengan analisa respons spektrum. $V_{dynamic}$ tidak boleh lebih kecil dari $0,85 V_{static}$. Berdasarkan analisa respons yang dilakukan, didapat $V_{dynamic}$ sebesar :

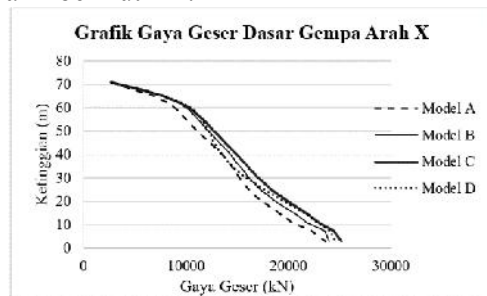
$$V_{din} = 11904,77 \text{ kN}$$

Maka diperlukan kontrol terhadap FS gempa jika $V_{dynamic}$ kurang dari $0,85 V_{static}$.

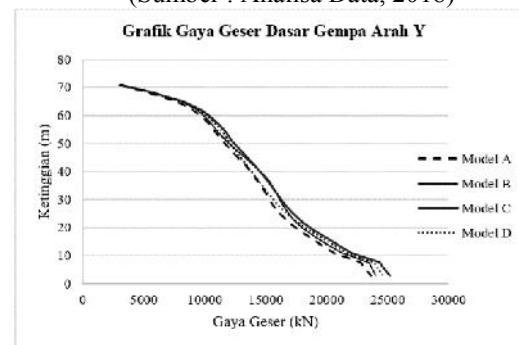
$$\begin{aligned} FS &= \frac{0,85 V_{statikX}}{V_{dinamik X}} \\ &= \frac{0,85 \times 27826,67}{11904,77} \\ &= \frac{23652,67}{11904,77} \\ &= 1,987 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{design} &= V_{dinamik} \times FS_x \\ &= 11.904,77 \times 1,987 \\ &= 23658,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

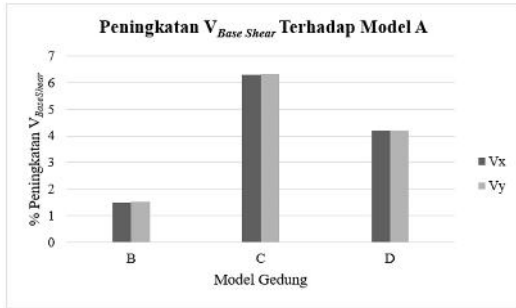
Perhitungan yang sama dilakukan pada setiap model yang telah divariasikan. Terjadi peningkatan nilai gaya geser dasar gempa di setiap model terhadap gedung eksisting. Peningkatan gaya gempa diuraikan ke dalam grafik berikut ini :



Grafik 1. Geser Dasar Gempa Arah X
(Sumber : Analisa Data, 2018)



Grafik 2. Geser Dasar Gempa Arah Y
(Sumber : Analisa Data, 2018)



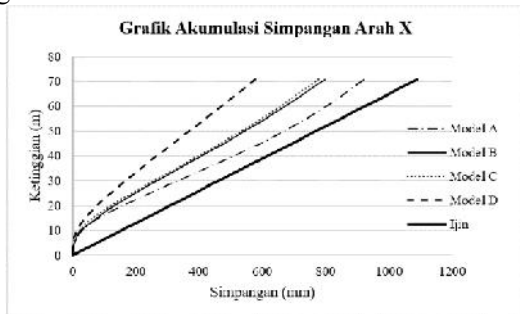
Grafik 3. Peningkatan $V_{Base\ Shear}$ Terhadap Model A

(Sumber : Analisa Data, 2018)

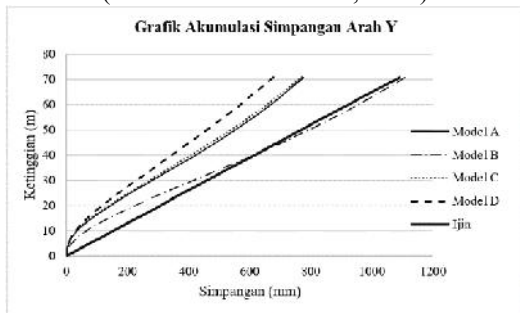
Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan gaya geser dasar gempa model B, C dan D berturut-turut sebesar 1,5%, 6,33% dan 4,17% terhadap gedung eksisting.

B. Simpangan

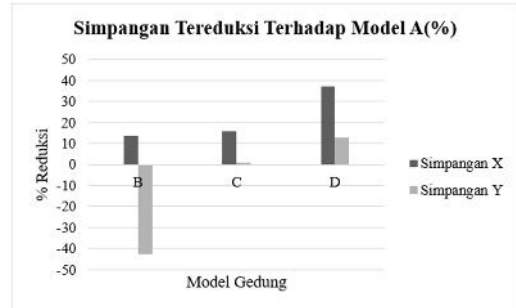
Simpangan yang terjadi akibat variasi letak *shear wall* pada setiap model gedung berbeda. Terjadi pereduksian di setiap model untuk arah X, namun untuk arah Y terjadi peningkatan simpangan hingga melewati simpangan ijin pada model B. Hasil perbandingan simpangan dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Grafik 4. Grafik Akumulasi Simpangan Arah X (Sumber : Analisa Data, 2018)



Grafik 5. Grafik Akumulasi Simpangan Arah Y (Sumber : Analisa Data, 2018)



Grafik 6. Simpangan Tereduksi Terhadap Model A

(Sumber : Analisa Data, 2018)

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa gedung model D terjadi pereduksian simpangan tertinggi yaitu 37,25% pada arah X dan 12,65% pada arah Y terhadap gedung eksisting (model A). Sedangkan gedung model B terjadi peningkatan simpangan pada arah Y hingga mencapai 42,7%.

C. Ketidakberaturan Gedung

Ketidakteraturan gedung dapat dilihat pada tabel rekapitulasi berikut ini :

Tabel 2. Rekapitulasi Ketidakberaturan Gedung

Ketidakberaturan Horisontal				
Tipe	Model A	Model B	Model C	Model D
1a	√	√	√	√
1b	-	-	-	-
2	√	√	√	√
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
Ketidakberaturan Vertikal				
Tipe	Model A	Model B	Model C	Model D
1a	√	√	-	-
1b	√	√	-	-
2	√	-	√	√
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5a	-	√	-	-
5b	-	√	-	-

(Sumber : Analisa Data, 2018)

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada keempat model gedung adalah sebagai berikut :

1. Perilaku struktur gedung berdasarkan *mode shape* 1, 2, dan 3 yang terjadi di setiap gedung berturut-turut ialah translasi, translasi dan torsi. Simpangan pada model B terjadi pereduksian pada arah X sebesar 13,49% namun terjadi peningkatan simpangan pada arah Y sebesar 42,7%. Simpangan pada model C terjadi

- pereduksian di kedua arah yaitu tereduksi 15,66% arah X dan 0,82% arah Y. Simpangan pada model D terjadi pereduksian sebesar 37,25% arah X dan 12,65% arah Y.
2. Terjadi peningkatan gaya geser disetiap model bila dibandingkan dengan model A yaitu peningkatan sebesar 1,5% pada model B, 6,33% pada model C dan 4,17% pada model D.
 3. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, posisi *shear wall* yang paling efektif terjadi pada model D.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan merencanakan kembali kebutuhan tulangan *shear wall* karena dalam perencanaan ini tidak menyertakan perhitungan perencanaan kebutuhan tulangan *shear wall*.
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan analisa lanjut ketika gedung terjadi ketidakberaturan baik horisontal maupun vertikal sesuai dengan code SNI 1726 : 2012.
3. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mengubah lokasi sesuai dengan peta gempa terbaru dan dengan analisa yang berbeda seperti analisa *push-over*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjali, B U., & Gopisiddappa. (2017). *Efect of Positioning and Configuration of Shear Walls on seismic Performance of RC Building Resting on Hilly and Plain Terrain*. International Journal of Research in Engineering and Technology (IRJET). Vol. 04 Issue 06.
- Badan Standar Nasional. (2012). SNI 1726 2012 *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Jakarta : Author.
- Bahera, Sanjeebanee., & Parhi, P.K. (2017). *Studies on Location of Shear Wall in Buildings for Structural Stability*. International Journal of Research in Engineering and Technology (IRJET). Vol. 6 Issue 6.

Computers and Structures, Inc. (1995), ETABS Nonlinear Version 9.7.0. University Avenue Barkeley. California.

Fauziah, Lilik. (2013). *Pengaruh Penempatan dan Posisi Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa*. Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 7.

<https://www.slideshare.net/rashadbinabdulla/shear-wall-44526621>.
Diakses 11 Februari 2018.

Ismail, Adhi Nur. (2015). *Perbandingan Simpangan Horisontal pada Bangunan Bertingkat Struktur Beton dengan Penggunaan Dinding Geser Menurut SNI-1726-2002 dan SNI-1726-2012*. Cilegon.

Murty C.V.R et.al. (2012). *Some Concepts in Earthquake Behaviour of Buildings*. Government of Gujarat. India

National Earthquake Hazards Reduction Program. (2006). *FEMA 451 for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures and Accompanying Commentary and Maps*. Washington, DC : Author.