

KEEFEKTIFAN PENEMPATAN DINDING GESER BANGUNAN TINGKAT TINGGI DALAM MENGURANGI SIMPANGAN STURTUR

Alfianus Tanii¹ (alvintanii04@gmail.com)

Jusuf J. S. Pah² (yuserpbdaniel@yahoo.co.id)

Ruslan Ramang³ (ruslan_ramang@gmail.com)

Andi H. Rizal⁴ (dayat_rizal@yahoo.co.id)

Sudiyo Utomo⁵ (Diyotomo@gmail.com)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan dinding geser dari beberapa model gedung dimana penempatan dan panjang dinding geser berbeda agar dapat melihat pengaruh terhadap penurunan simpangan struktur. Terdapat beberapa model yang dianalisis yaitu model F4SW0, model F3SW1, model F2SW2, model F1SW3, model F2'SW2'. Model gedung 10 lantai dengan tinggi tiap lantai adalah 4,00 m untuk semua model gedung serta akan dianalisis menggunakan analisis dinamik respons spektrum. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai simpangan struktur yang paling efektif adalah model gedung yang mempunyai jumlah dinding geser terbanyak yaitu F3SW1 dengan nilai simpangan rata-rata yang terjadi sebesar 11,37 mm, kemudian model F2SW2 sebesar 19,81 mm, model F2'SW2' sebesar 22,81 mm, model F3SW1 sebesar 34,77 mm, dan model F4SW0 sebesar 39,72 mm. serta dari hasil penelitian juga menunjukkan struktur yang mempunyai jumlah dinding geser yang sama yaitu model F2SW2 dan model F2'SW2' yang lebih efektif dalam mengurangi simpangan adalah model gedung dinding geser yang lebih rapat yaitu F2SW2 dibandingka model F2'SW2' yang model dinding geser terpisah.

Kata Kunci: Dinding Geser, Simpangan Struktur, Respon Spektrum.

ABSTRACT

This study aims to determine the effectiveness of the shear walls of several building models where the placement and length of the shear walls are different in order to see the effect on the decrease in structural deviation. There are several models analyzed, namely the F4SW0 model, F3SW1 model, F2SW2 model, F1SW3 model, F2'SW2' model. A 10-storey building model with a height of 4.00 m per floor for all building models and will be analyzed using dynamic response spectrum analysis. The results of this study indicate that the most effective structural deviation value is the building model that has the highest number of shear walls, namely F3SW1 with an average deviation value of 11.37 mm, then the F2SW2 model of 19.81 mm, the F2'SW2' model of 19.81 mm. 22.81 mm, the F3SW1 model is 34.77 mm, and the F4SW0 model is 39.72 mm. and the results of the study also show that a structure that has the same number of shear walls, namely the F2SW2 model and the F2'SW2' model which is more effective in reducing deviations is a building model that has a denser shear wall, namely F2SW2 compared to the F2'SW2' model which is separate shear wall.

Key Words: Shear Wall, Structural Deviation, Response Spectrum.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap gempa dikarenakan letak negara Indonesia yang terletak diantara pertemuan tiga lempeng besar yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng

¹ Prodi Teknik Sipil – FST Undana, (penulis korespondensi);

² Prodi Teknik Sipil – FST Undana;

³ Prodi Teknik Sipil – FST Undana;

⁴ Prodi Teknik Sipil – FST Undana;

⁵ Prodi Teknik Sipil – FST Undana.

Eurasia, dan lempeng Pasifik. Indonesia merupakan negara berkembang sehingga terjadi perkembangan dalam berbagai sektor salah satunya yaitu perkembangan dalam sektor infrastruktur dengan dibangunnya bangunan tingkat tinggi. Sehingga jika dihubungkan pembangunan gedung-gedung tingkat tinggi dengan letak negara Indonesia yang rawan akan terjadinya gempa, maka perlu dibangun suatu sistem struktur yang dapat menahan gaya lateral akibat gaya gempa. Salah satu sistem struktur yang sering digunakan dalam mengurangi gaya lateral yaitu sistem struktur dengan dinding geser (*shear wall*). Gaya lateral akibat gempa dapat mempengaruhi nilai simpangan struktur sehingga dengan dibuatkannya sistem struktur dinding geser dapat mengurangi simpangan pada struktur akibat beban gempa tersebut. Berkaitan dengan sistem dinding geser yang dipasang untuk dapat mengurangi simpangan struktur terdapat peneliti terdahulu Evantianus (2019) yang juga meneliti mengenai keefektifan penempatan dinding geser dalam mengurangi simpangan struktur. Dimana peneliti memodelkan lima gedung dengan jumlah dan variasi dinding geser yang dipasang pada bagian-bagian luar gedung menggunakan analisis statik ekuivalen untuk mencari model gedung yang paling efisien dalam mengurangi simpangan struktur.

Tujuan dari penelitian ini yaitu ingin melanjutkan penelitian sebelumnya dari Evantianus yaitu dimana untuk model gedung dan variasi dinding geser yang sama untuk mencari keefektifan dinding geser dalam mengurangi simpangan struktur namun dengan analisis yang berbeda yaitu menggunakan analisis dinamik respon spektrum.

TINJAUAN PUSTAKA

Dinding Geser

Dinding geser adalah jenis struktur dinding yang terbuat dari beton bertulang dan dirancang untuk menahan gaya lateral akibat gempa bumi. Dinding geser berfungsi sebagai kekuatan dan kekakuan. Sebagai kekuatan karena dinding geser harus memberikan kekuatan lateral yang diperlukan untuk melawan kekuatan gempa horizontal. Sedangkan sebagai kekakuan karena dinding geser dapat mencegah atap atau lantai di atas dari sisi goyangan yang berlebihan.

Respon Spektrum

Respon spektrum adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getar suatu struktur T , lawan respon-respon maksimumnya berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum, kecepatan maksimum atau percepatan maksimum. Respon spektrum desain diperlukan sehingga kurva spektrum respon desain harus mengacu dan mengikuti ketentuan di bawah ini:

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respon percepatan desain (S_a), harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

2. Untuk periode yang lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , respon spektrum percepatan desain (S_a), sama dengan S_{DS}
3. Untuk periode yang lebih besar dari T_s , respon spektrum percepatan desain (S_a), diambil dari persamaan:

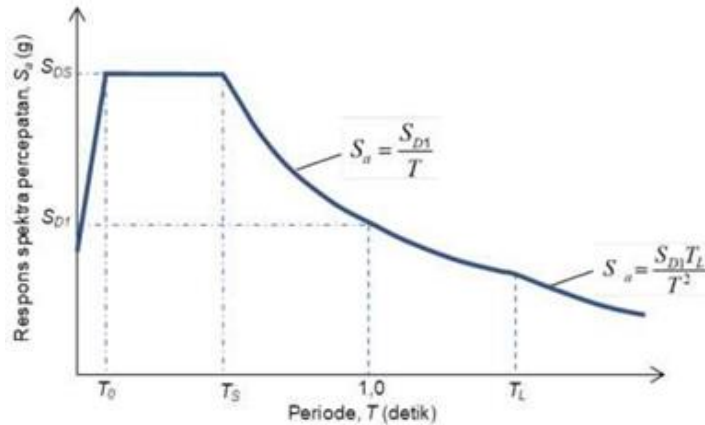
$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Dimana:

- S_{DS} : percepatan desain pada periode pendek
 S_{D1} : percepatan desain pada periode 1 detik
 T : periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \text{ dan } TS = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

Gambar respon spektrum desain dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Kurva Respon Spektrum Desain SNI 2019

Simpangan Antar Lantai

Penentuan simpangan antar lantai atau *story drift* desain harus dihitung sebagai selisih terbesar dari titik-titik diatas dan dibawah tingkat di sepanjang salah satu bagian tepi struktur. Simpangan pusat massa di tingkat-x (δ_x) (mm) harus ditentukan sesuai dnegan persamaan berikut:

$$\delta_x = \frac{Cd \cdot \delta_{xe}}{Ie}$$

Dimana:

- Cd = factor pembesaran simpangan lateral
- δ_{xe} = simpangan di tingkat-x yang ditentukan dengan analisis elastic
- Ie = faktor keutamaan gempa

Simpangan Ijin

Simpangan antar lantai (δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai ijin (δ_a) seperti yang ditetapkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Simpangan Ijin SNI 1726 : 2019

| 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 tingkat. | 0,025h _{sx} | 0,020h _{sx} | 0,015h _{sx} |
| Struktur dinding geser kantilever batu bata | 0,010h _{sx} | 0,010h _{sx} | 0,010h _{sx} |
| Struktur dinding geser batu bata lainnya | 0,007h _{sx} | 0,007h _{sx} | 0,007h _{sx} |
| Semua struktur lainnya | 0,020h _{sx} | 0,015h _{sx} | 0,010h _{sx} |

Dimana :

$$h_x = \text{Tinggi tingkat dibawah tingkat } x$$

METODE PENELITIAN

DATA STRUKTUR

1. Data gedung yang hendak di analisis adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Data-data umum gedung

| No | Deskripsi Gedung | Keterangan |
|----|---------------------------------|-------------------------|
| 1 | Lokasi Gedung | Kota Kupang - NTT |
| 2 | Fungsional Gedung | Kantor |
| 3 | Jenis Struktur | Beton Bertulang |
| 4 | Jenis Tanah | Tanah Sedang (SD) |
| 5 | Mutu Beton | $f_c' = 30 \text{ MPa}$ |
| 6 | Mutu Baja Tulangan Longitudinal | $F_y = 420 \text{ MPa}$ |
| 7 | Mutu Baja Tulangan Transversal | $F_y = 420 \text{ MPa}$ |
| 8 | Balok | 300 mm x 400 mm |
| 9 | Kolom | 400 mm x 400 mm |
| 10 | Plat | 150 mm |
| 11 | Dinding Geser | 200 mm |

2. Data beban-beban yang bekerja pada gedung

a. Beban gravitasi

Data beban gravitasi dibagi atas dua yaitu beban hidup (*Live Load*) yang mengacu pada SNI 1727 :2018 dan beban mati akibat berat struktur (*Dead Load*) yang mengacu pada SNI 1727:2020. Dimana untuk beban hidup dipakai beban hidup atap sebesar $0,96 \text{ kN/m}^2$ dan beban hidup lantai $2,40 \text{ kN/m}^2$ sedangkan untuk beban mati akibat berat sendiri struktur berdasarkan material struktur yang dipakai dan akan diverifikasi dengan program ETABS v16.

b. Beban lateral gempa

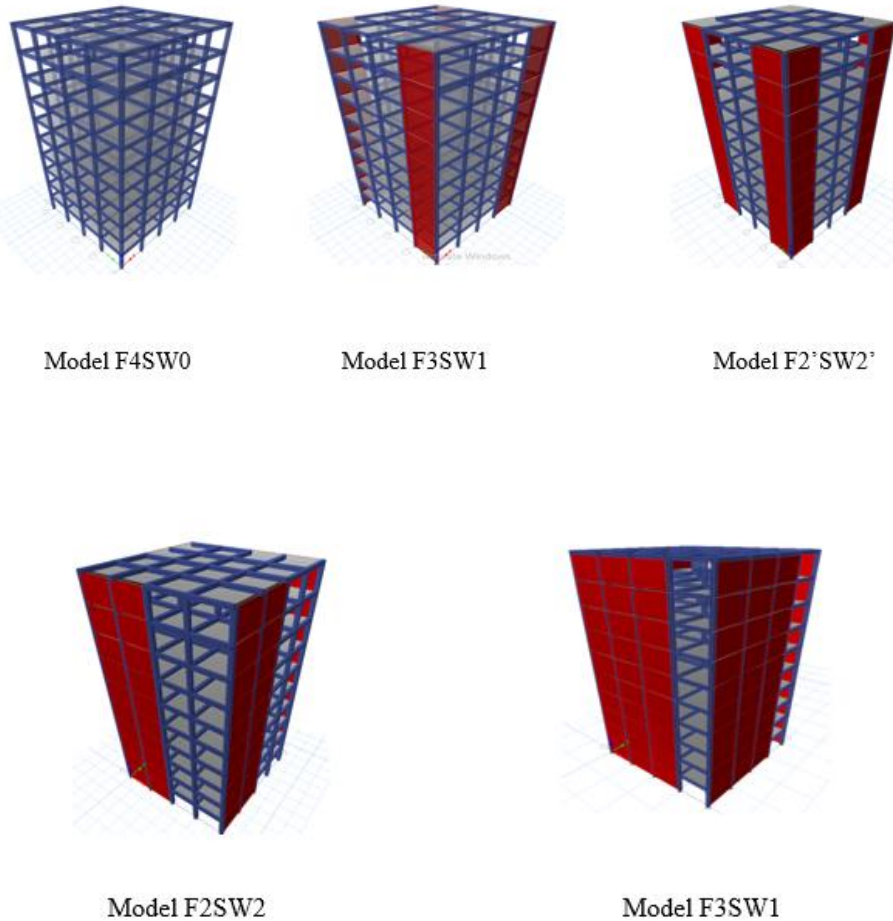
Data percepatan respons spektrum dihitung berdasarkan SNI 1726-2019. Untuk parameter percepatan terpetakan, percepatan S_s dan S_1 akan di pakai aplikasi Respon Spektra 2021 (<http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>) dengan titik gempa di Kota Kupang ($10,1702^\circ \text{LS}$ dan $123,6077^\circ \text{BT}$). Berdasarkan aplikasi respon spektra 2021 serta perhitungan beban lateral gempa maka didapat kurva respon spektra Kota Kupang seperti pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Kurva Respon Spekturm Rencana Kota Kupang

3. Pemodelan Struktur Gedung

Terdapat lima model gedung yang dilakukan analisis dengan jumlah sepuluh tingkat untuk setiap gedung dengan ketinggian gedung 40 meter. Kelima model gedung yaitu model F4SW0, model F3SW1, model F2'SW2', model F2SW2, dan model F1SW3 yang ditunjukkan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Layout 3D Pemodelan Gedung

Teknik Analisis Data

1. Melakukan persiapan data dengan menentukan data-data awal berupa data mutu material serta data beban yang bekerja pada struktur.
2. Membuat pemodelan struktur untuk kelima model gedung yang akan dianalisis dengan *software* ETABS.
3. Mendefinisikan material dan dimensi struktur kedalam program ETABS.
4. Menginput beban berupa beban mati, beban hidup, beban mati tambahan serta kombinasi pembeban ke dalam program ETABS.
5. Melakukan analisis struktur menggunakan *software* ETABS.
6. Melakukan kontrol partisipasi massa dan kontrol pola ragam struktur.
7. Melakukan analisis gempa statik ekuivalen.
8. Melakukan analisis gempa dinamik respon spektrum.
9. Melakukan analisis struktur pada program ETABS.

10. Melakukan kontrol terhadap respon struktur yaitu gaya geser dasar serta simpangan antar lantai dari hasil analisis program ETABS.
11. Melakukan kontrol tambahan yaitu kontrol terhadap P-Delta serta kontrol ketidaberaturan struktur horizontal dan ketidakteraturan struktur vertikal.

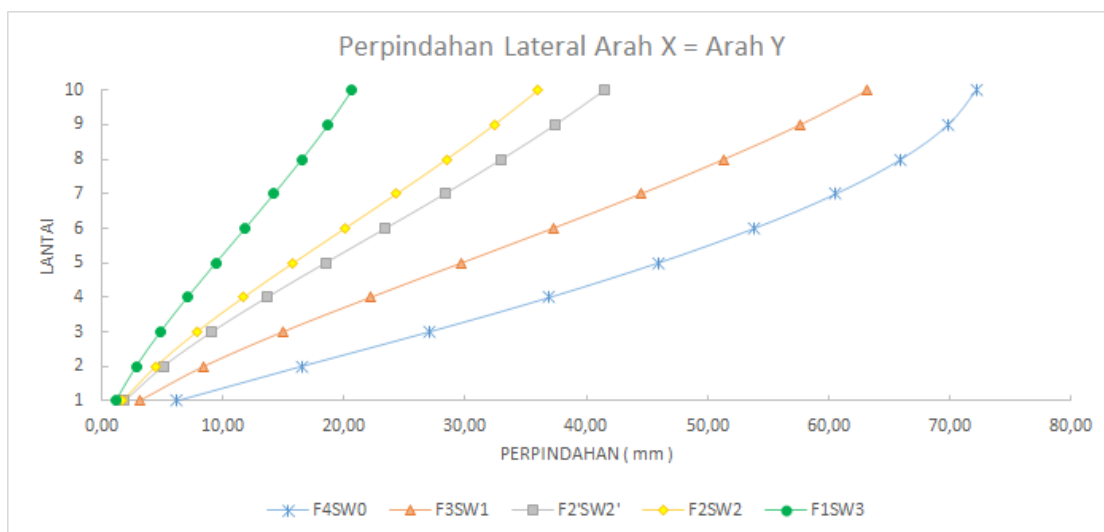
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perpindahan (*Displacement*)

Tabel 3. Nilai Perpindahan Lateral Arah X = Arah Y

| Lantai | Perpindahan Lateral (mm) | | | | |
|--------|----------------------------|-------|---------|-------|-------|
| | F4SW0 | F3SW1 | F2'SW2' | F2SW2 | F1SW3 |
| 10 | 72,21 | 63,22 | 41,47 | 36,02 | 20,67 |
| 9 | 69,85 | 57,66 | 37,43 | 32,41 | 18,70 |
| 8 | 65,99 | 51,36 | 33,01 | 28,48 | 16,53 |
| 7 | 60,61 | 44,52 | 28,32 | 24,35 | 14,23 |
| 6 | 53,89 | 37,25 | 23,43 | 20,09 | 11,84 |
| 5 | 45,97 | 29,72 | 18,48 | 15,83 | 9,42 |
| 4 | 36,97 | 22,18 | 13,63 | 11,70 | 7,06 |
| 3 | 27,05 | 14,95 | 9,09 | 7,86 | 4,83 |
| 2 | 16,49 | 8,43 | 5,09 | 4,47 | 2,84 |
| 1 | 6,21 | 3,10 | 1,89 | 1,72 | 1,15 |

Berdasarkan gambar 3 di bawah, diketahui bahwa perpindahan lateral terbesar sampai yang terkecil berturut-turut yaitu dari model gedung F4SW0, F3SW1, F2'SW2', F2SW2 dan F1SW3. Hal ini dikarenakan rasio dinding geser membuat kekakuan struktur lebih besar sehingga perpindahan semakin kecil.

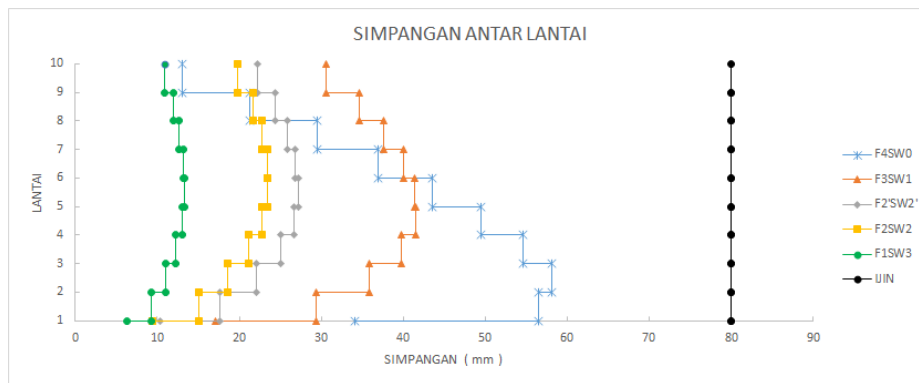


Gambar 3. Nilai Perpindahan (*Displacement*) arah X = arah Y

Simpangan Antar Tingkat

Tabel 4. Rekapian Nilai Simpangan Antar Tingkat Arah X = Arah Y

| Lantai | Simpangan Antar Tingkat Lateral (mm) | | | | |
|--------|--|-------|---------|-------|-------|
| | F4SW0 | F3SW1 | F2'SW2' | F2SW2 | F1SW3 |
| 10 | 12,98 | 30,59 | 22,21 | 19,83 | 10,82 |
| 9 | 21,27 | 34,66 | 24,32 | 21,64 | 11,92 |
| 8 | 29,55 | 37,60 | 25,82 | 22,73 | 12,67 |
| 7 | 36,97 | 39,99 | 26,87 | 23,40 | 13,16 |
| 6 | 43,58 | 41,40 | 27,22 | 23,43 | 13,28 |
| 5 | 49,48 | 41,46 | 26,66 | 22,72 | 12,99 |
| 4 | 54,58 | 39,79 | 24,99 | 21,15 | 12,24 |
| 3 | 58,07 | 35,88 | 22,02 | 18,62 | 10,99 |
| 2 | 56,54 | 29,32 | 17,58 | 15,11 | 9,25 |
| 1 | 34,17 | 17,03 | 10,38 | 9,47 | 6,35 |



Gambar 4. Nilai Simpangan Antar Tingkat Arah X = Arah Y

Berdasarkan gambar 4 diatas diketahui bahwa nilai simpangan antar tingkat dari yang terbesar hingga yang terkecil berturut-turut yaitu model F4SW0, F3SW1, F2'SW2', F2SW2 dan F1SW3. Hal ini karena simpangan antar tingkat itu sendiri merupakan selisih perpindahan lateral antar tingkat, sehingga semakin besar nilai perpindahan lateral maka semakin besar pula nilai simpangan antar tingkatnya. Berdasarkan gambar di atas juga dapat dilihat bahwa simpangan pada model F4SWO mengalami anomali, dimana simpangan dari lantai 8 hingga lantai 10 mengalami perpotongan terhadap model lainnya. Hal ini karena nilai simpangan merupakan nilai *inter story drift* yang merupakan selisih antara tingkat serta nilai *inter story drift* untuk model gedung yang tidak berinding geser berbeda yang tidak harus linier mengikuti grafik dari nilai perpindahan lateral.

Perhitungan Nilai Ketersebaran Dinding Geser Terhadap Nilai Simpangan

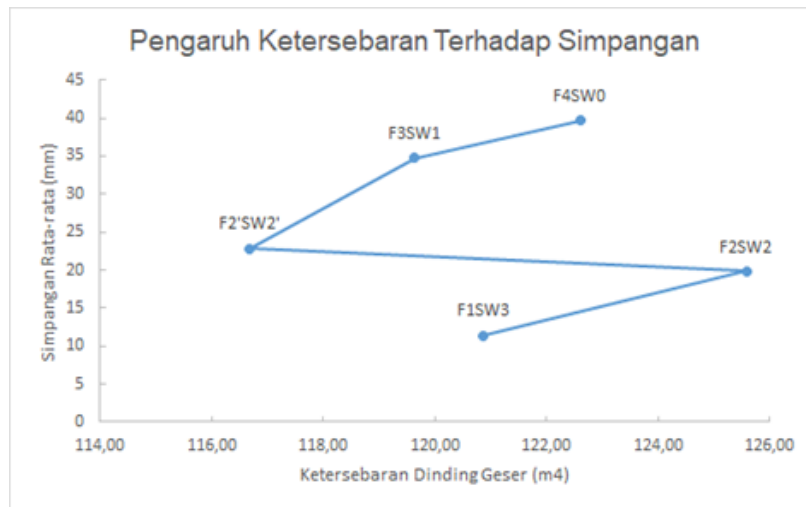
Tabel 5. Nilai Ketersebaran Dinding Geser

| Model Gedung | Nilai Ketersebaran (m ⁴) |
|--------------|--------------------------------------|
| F2'SW2' | 116,68 |
| F3SW1 | 119,63 |
| F4SW0 | 122,6 |
| F1SW3 | 120,87 |
| F2SW2 | 125,58 |

Menurut Sansujaya, Evantianus (2020) dalam penelitiannya mendapati bahwa nilai simpangan antar tingkat dari yang terbesar hingga yang terkecil berturut-turut yaitu model F4SW0, F3SW1, F2'SW2', F2SW2 dan F1SW3. Sehingga jika dibandingkan maka didapati bahwa hasil dalam penelitian ini linier terhadap penelitian sebelumnya.

Tabel 6 Perhitungan Pengaruh Ketersebaran Dinding Geser Terhadap Perubahan Nilai Simpangan

| Model | Ketersebaran Dinding Geser | Simpangan Rata – rarta | Nilai Pengaruh (%) |
|---------|----------------------------|------------------------|--------------------|
| F4SW0 | 122,6 | 39,72 | 167% |
| F1SW3 | 119,63 | 34,77 | 405% |
| F2'SW2' | 116,68 | 22,81 | -36% |
| F2SW2 | 125,58 | 19,81 | 179% |
| F1SW3 | 120,87 | 11,37 | |



Gambar 5. Pengaruh Ketersebaran Dinding Geser terhadap Nilai Simpangan

Berdasarkan Tabel 5. Dapat dilihat bahwa nilai ketersebaran dinding geser yang dihitung berdasarkan momen inersia dari yang terkecil hingga yang terbesar berturut-turut yaitu model F2'SW2', model F3SW1, model F4SW0, model F1SW3, dan model F2SW2. Dimana dapat dilihat bahwa besar nilai ketersebaran dinding geser tidak harus dipengaruhi oleh banyaknya bentang dinding geser tetapi juga dipengaruhi oleh letak dan posisi dari dinding geser.

Pada Tabel 6 dan gambar 5 dapat dilihat nilai ketersebaran diurutkan dari model gedung yang tidak mempunyai dinding geser sampai model gedung yang mempunyai jumlah dinding geser terbanyak untuk dilihat seberapa pengaruh setiap penambahan satu spesimen dinding geser. Dimana pada model F4SW0-F3SW1, model F3SW1-F2'SW2', dan model F2SW2 mempunyai nilai pengaruh berturut-turut yaitu sebesar 167%, 405% , 179%. Hal ini menunjukan setiap penambahan satu spesimen dinding geser maka mempengaruhi laju perubahan nilai simpangan. Pada model F2'SW2'-F2SW2 mempunyai nilai perubahan sebesar -36%. Hal dikarenakan kedua

model gedung ini mempunyai jumlah dinding geser yang sama namun mempunyai posisi penempatan yang berbeda sehingga mempengaruhi nilai ketersebaran serta nilai simpangan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Hubungan antara penempatan dinding geser terhadap simpangan struktur yaitu semakin banyak dinding geser yang dipasang maka simpangan struktur yang dihasilkan lebih kecil, hal ini dibuktikan dengan nilai simpangan yang terjadi dari yang terbesar hingga yang terkecil berturut-turut adalah model F4SW0, model F3SW1, model F2'SW2', model F2SW2 dan F1SW3.
2. Pengaruh ketersebaran dinding geser terhadap nilai simpangan yaitu menunjukkan bahwa setiap penambahan satu spesiman dinding geser dapat mempengaruhi nilai simpangan serta pada model dengan jumlah dinding geser yang mempunyai jumlah dinding geser yang sama namun mempunyai posisi yang berbeda maka akan memperoleh nilai simpangan yang berbeda.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada level kinerja struktur untuk mencari pendetailan tulangan pada setiap komponen struktur.
2. Pada penelitian sebelumnya terdapat sedikit kekeliruan dalam penentuan simpangan antar lantai.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk meninjau keefektifan dinding geser dari segi biaya.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. SNI-2847-2019. BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung. SNI 1726-2019. BSN, Jakarta.
- Bentuk Dan Posisi Dinding Geser Studi Kasus : Proyek Apartemen *The Royale Springhill Residences*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol.1, No.1, Universitas Sriwijaya, Sumatra Selatan.
- Hariyanto, Agus. 2011. Analisis Kinerja Struktur Pada Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan Dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Respon Spektrum, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surakarta Sebelas Maret, Surakarta.
- Istino, Antonius.2002.Pengaruh Tinggi Dinding Geser Terhadap Beban Gempa Pada Gedung Batavia City Jakarta, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Kementrian PU. 2019. *Desain Spektra Indonesia*, Diambil dari http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_gempa_indonesia_2011/.
- Majore, Braien. 2015. Studi Perbandingan Respons Dinamik Bangunan Bertingkat Banyak Dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser, Jurnal Teknik Sipil, Vol.3, No.6, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- PPIUG. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Stensil,Bandung.
- Sansujaya, Evantianus.2019. Studi Keefektifan Dinding Geser Pada Bangunan Tingkat Tinggi Dalam Mengurangi Simpangan Struktur, Jurnal Forum Teknik Sipil, Vol.1, No.1, Universitas Nusa Cendana, Kupang.

