

PERBANDINGAN RESPONS STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN VARIASI PENEMPATAN DINDING GESER

Retno Trimurtiningrum^{1*}, Gede Sarya², Herry Widhiarto³, Hario Walid Rohaniawan⁴ & M. Hafidh Masruri⁵

¹⁻⁵Progam Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru Nomor 45, Sukolilo, Kota Surabaya, 60118, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: ¹retnotrimurti@untag-sby.ac.id

(*) Penulis Koresponden

ABSTRAK: Bangunan tingkat tinggi merupakan solusi pembangunan bagi wilayah yang padat penduduknya sehingga sering dijumpai di berbagai kota besar di Indonesia. Konsep perencanaan metode desain ultimit yang membuat dimensi elemen struktur relatif lebih langsing atau kecil membuat struktur bangunan tingkat tinggi rawan terhadap pembebanan lateral, khususnya terkait simpangan lateral struktur. Penambahan dinding geser pada struktur biasanya dilakukan untuk menambah kekakuan lateral struktur, sehingga bangunan dapat memenuhi syarat simpangan yang diizinkan oleh SNI 03-1726-2019 pasal 7.8.6. Dinding geser pada struktur sebaiknya didesain dan ditempatkan sedemikian rupa agar memberikan ketahanan lateral yang cukup, mereduksi simpangan serta tidak menimbulkan efek puntir pada struktur. Penempatan dinding geser berpengaruh pada respons struktur bangunan. Penelitian ini akan membandingkan respons struktur dengan 3 (tiga) variasi yang berbeda yaitu struktur beton bertulang tanpa dinding geser (SW-0), struktur beton bertulang dengan dinding geser di tepi bangunan (SW-1) dan struktur beton bertulang dengan dinding geser di tengah bangunan (SW-2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa permodelan SW-2 dimana dinding geser terletak di tengah bangunan memiliki respons struktur yang paling baik dalam menahan beban lateral. Permodelan SW-2 memenuhi persyaratan sistem ganda, simpangan antar lantai ijin, pengaruh P-delta serta memiliki nilai simpangan maksimum terkecil yaitu sebesar 19,297 mm.

KATA KUNCI: respons, gempa, dinding geser, sistem ganda

1. PENDAHULUAN

Struktur bangunan tingkat tinggi banyak dijumpai di beberapa wilayah negara Indonesia, khususnya di kota-kota besar. Pembangunan ke arah vertikal merupakan solusi dari permasalahan wilayah yang penduduknya padat. Bangunan tingkat tinggi memiliki beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu simpangan ijin dan fleksibilitas terkait dengan respons terhadap beban lateral. Hal tersebut dikarenakan perencanaan menggunakan metode desain ultimit yang membuat dimensi elemen struktur relatif lebih langsing atau kecil. Permasalahan terkait simpangan maupun fleksibilitas struktur dapat diatasi dengan menambah kekakuan lateral pada bangunan. Penambahan dinding geser pada bangunan dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan sehingga dapat mengurangi goyangan lateral bangunan serta mereduksi kerusakan pada struktur (Magendra, Titiksh, & Qureshi, 2016). Dinding geser adalah elemen struktur vertikal yang dapat memberikan tahanan momen, gaya geser dan gaya aksial yang ditimbulkan oleh adanya beban gravitasi maupun beban gempa

yang bekerja (Mishra, Kushwaha, & Kumar, 2015).

Lokasi dinding geser berpengaruh pada perilaku struktur gedung bertingkat dalam responsnya terhadap beban lateral khususnya gempa (Usmat, Imran, & Sultan, 2019). Dinding geser sebaiknya ditempatkan secara simetris agar dapat mengurangi efek torsi pada bangunan (Tarigan, Manggala, & Sitorus, 2017) yang disebabkan oleh adanya eksentrisitas pada pusat massa bangunan dan titik pusat rotasi bangunan (Nurchahyo, Suryanita, & Kurniawandy, 2016). Dinding geser yang ditempatkan pada lokasi yang tepat pada bangunan akan memberikan ketahanan lateral yang efisien dan mereduksi simpangan lateral akibat gempa (Tarigan, Manggala, & Sitorus, 2017).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan respons struktur dengan 2 (dua) variasi lokasi dinding geser yang berbeda terhadap beban lateral gempa. Respons struktur yang diamati dalam penelitian ini adalah perbandingan gaya geser dasar struktur, periode, simpangan, serta pengaruh p-delta. Sistem struktur bangunan yang digunakan pada

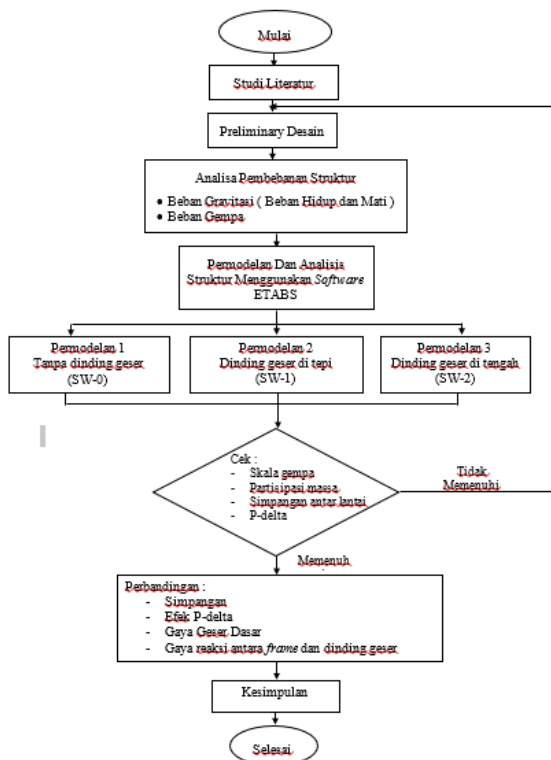
PERBANDINGAN RESPONS STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN VARIASI PENEMPATAN DINDING GESER
(Retno Trimurtiningrum, Gede Sarya, Herry Widhiarto, Hario Walid Rohaniawan, M. Hafidh Masruri)

penelitian ini adalah sistem ganda (*dual system*), dimana pada sistem ini rangka pemikul momen bekerja bersama-sama dengan dinding geser dalam memikul beban lateral dengan proporsi sekurang-kurangnya 25% dari beban lateral yang bekerja dan dinding geser memikul 75% dari beban lateral yang bekerja (Hasan & Astira, 2013)

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian respons struktur gedung bertulang terhadap beban gempa dengan variasi penempatan dinding geser ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Data Bangunan dan Permodelan Struktur

Penelitian ini meninjau bangunan beton bertulang 8 (delapan) lantai yang berfungsi sebagai hunian (apartemen) dengan deskripsi sesuai dengan tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Data Bangunan

Kriteria	Deskripsi
Sistem Struktur	- Sitem Rangka Pemikul Momen/SRPM (SW-0)

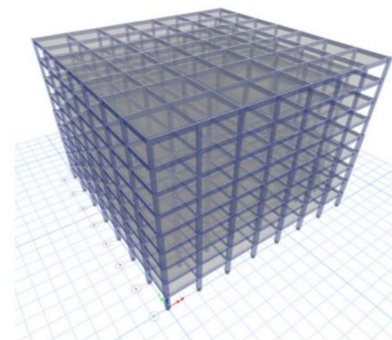
- Sistem Ganda dengan dinding geser di tepi bangunan (SW-1)
- Sistem Ganda dengan dinding geser di tengah bangunan (SW-2)

Fungsi Bangunan	Apartemen
Material	Beton Bertulang
Jumlah Lantai	9 lantai (8 lantai + 1 lantai atap)
Lokasi	Surabaya
Tipe Tanah	Tanah Sedang
Panjang Bangunan	35 m
Lebar Bangunan	35 m
Tinggi Bangunan	31,5 m
Tinggi antar tingkat	3,5 m

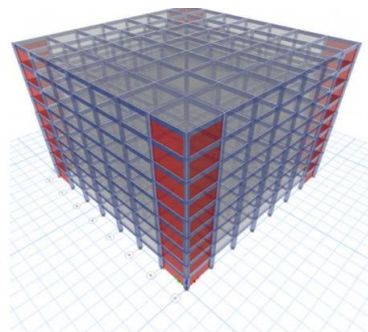
Tabel 2. Dimensi Elemen Struktur

Elemen Struktur	Dimensi
Balok	30/60 cm
Kolom	K1 = 100/100 cm K2 = 90/90 cm
Pelat	12 cm
Dinding Geser	25 cm

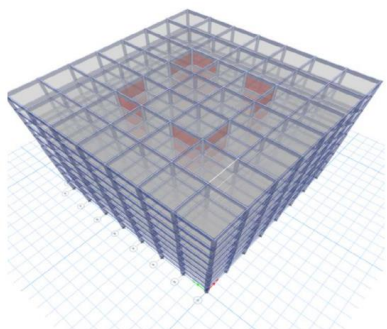
Permodelan struktur menggunakan bantuan software ETABS dengan bentuk permodelan seperti pada gambar 2, gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 2. Permodelan SRPM (SW-0)



Gambar 3. Permodelan Sistem Ganda dengan dinding geser di tepi (SW-1)



Gambar 4. Permodelan Sistem Ganda dengan dinding geser di tengah (SW-2)

Pembebanan yang dianalisis dalam penelitian ini adalah beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) berdasarkan peraturan PPIUG 1983 dan SNI 03-1727-2013 serta beban lateral gempa berdasarkan SNI 03-1726-2019. Peraturan yang digunakan untuk merencanakan elemen struktur beton bertulang adalah SNI 03-2847-2019.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Gaya Geser Dasar

Penambahan dinding geser pada struktur menambah kekakuan lateral struktur sehingga dapat menyebabkan meningkatnya gaya geser dasar akibat beban lateral yang diterima oleh struktur. Besarnya gaya geser dasar yang diterima oleh ketiga permodelan struktur ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan Gaya Geser Dasar Struktur

Model	Gaya Geser Dasar	
	Arah X	Arah Y
SW-0	4.105,06	4.105,06
SW-1	10.507,91 (156%)	10.507,91 (156%)
SW-2	9.581,85 (133%)	9.581,85 (133%)

Tabel 3 menunjukkan besarnya gaya geser dasar akibat beban lateral yang diterima oleh masing-masing permodelan struktur. Penambahan dinding geser menyebabkan peningkatan gaya geser dasar struktur sebesar 156% pada permodelan SW-1 dan 133% pada permodelan SW-2.

3.2. Cek Kontribusi Rangka dan Dinding Geser terhadap Beban Lateral

Sistem Ganda (*dual system*) merupakan sistem struktur dimana selain menahan beban gravitasi, rangka juga berkontribusi memikul gaya geser akibat beban lateral sekurang-kurangnya 25% dari total gaya yang terjadi (Wiyono, Milyardi, &

Lesmana, 2018). Kontribusi elemen rangka dan dinding geser dalam menahan gaya lateral dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Kontribusi Dinding Geser dalam Menahan Beban Lateral

Model	Elemen Struktur	Gaya Geser yang dipikul (kN)	%
SW-1 (arah X dan Y)	Dinding Geser	7.163,48	68,17
	Total	10.507,91	
SW-2 (arah X dan Y)	Dinding Geser	6.974,70	72,78
	Total	9.581,85	

Analisis untuk arah X dan Y mempunyai hasil yang sama karena bangunan mempunyai bentuk denah serta berat tiap lantai yang simetri. Dinding geser pada permodelan SW-1 (dinding geser di tepi bangunan) mempunyai kontribusi sebesar 68,17% terhadap total gaya lateral, sehingga sistem rangka berkontribusi sebesar 31,83% terhadap total gaya lateral.

Dinding geser pada permodelan SW-2 (dinding geser di tengah bangunan) mempunyai kontribusi sebesar 72,78% terhadap total gaya lateral, sehingga sistem rangka berkontribusi sebesar 27,22% terhadap total gaya lateral.

Tabel 3 menunjukkan bahwa masing-masing permodelan dengan dinding geser memenuhi persyaratan sistem ganda dimana kontribusi rangka dalam menahan gaya lateral total yang terjadi seseser lebih dari 25%.

Permodelan SW-2 memberikan kontribusi dinding geser yang lebih besar terhadap gaya lateral dibandingkan dengan permodelan SW-1.

3.3. Periode Struktur

Periode struktur merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kekakuan pada struktur (Sudarsana, Giri, & Wiryadi, 2014). **Tabel 5** menunjukkan periode struktur yang terjadi pada masing-masing permodelan. Periode struktur didapatkan dari hasil *output software* ETABS.

Tabel 5. Perbandingan Periode Struktur

Model	Periode Struktur (T)	%
SW-0	1,572 s	-
SW-1	0,776 s	(50,64 %)
SW-2	0,851 s	(45,86 %)

Permodelan struktur dengan dinding geser mempunyai nilai periode yang lebih kecil

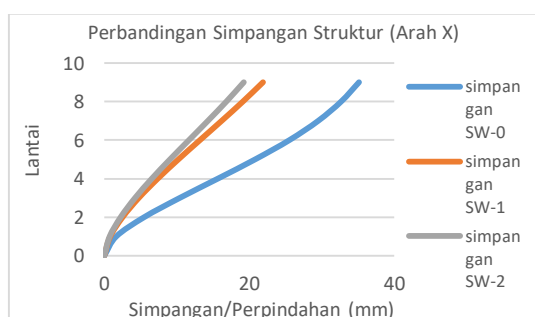
PERBANDINGAN RESPONS STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN VARIASI PENEMPATAN DINDING GESER

(Retno Trimurtiningrum, Gede Sarya, Herry Widhiarto, Hario Walid Rohaniawan, M. Hafidh Masruri)

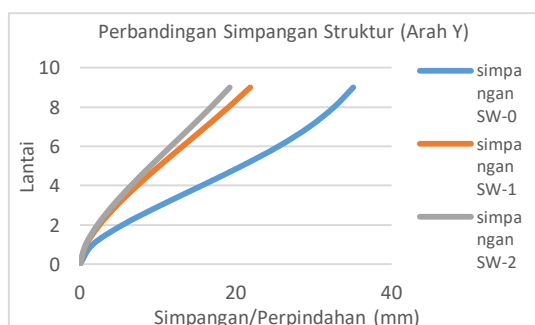
dibandingkan dengan permodelan struktur tanpa dinding geser. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan dinding geser menambah kekakuan struktur.

3.4. Simpangan Struktur

Simpangan adalah besarnya perpindahan suatu lantai terhadap posisi atau titik awalnya. Kekakuan lateral bangunan berperan penting dalam menentukan besarnya simpangan struktur. Terkait simpangan, SNI 03-1726-2019 memberikan batasan maksimum terhadap simpangan antar lantai bangunan yang diatur dalam pasal 7.8.6. Gambar 5, gambar 6, gambar 7 dan gambar 8 menunjukkan besarnya simpangan dan hasil analisis simpangan antar lantai dari 3 permodelan struktur yang ditinjau.



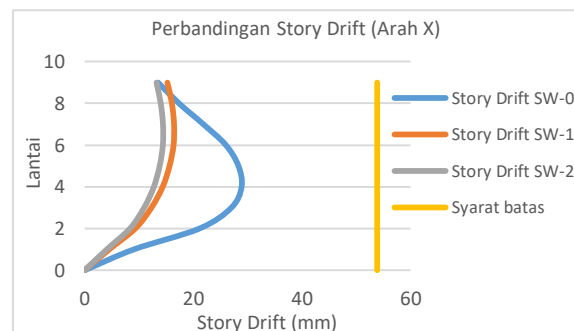
Gambar 5. Perbandingan Simpangan Struktur Arah X



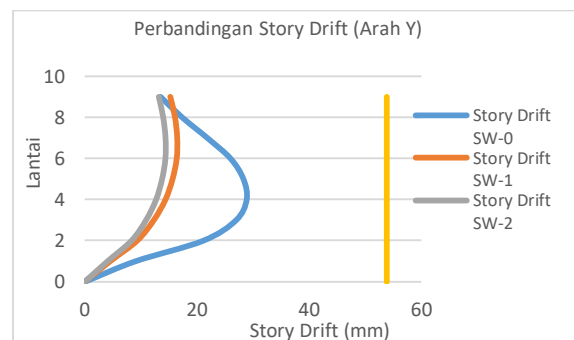
Gambar 6. Perbandingan Simpangan Struktur Arah Y

Simpangan arah X dan Y struktur mempunyai nilai yang sama dikarenakan bentuk denah yang persegi beraturan dan penempatan dinding geser yang simetris baik arah X maupun arah Y. Gambar 6 dan gambar 7 menunjukkan bahwa simpangan lateral terbesar dimiliki oleh permodelan SW-0, dimana merupakan permodelan struktur tanpa dinding geser dengan nilai simpangan maksimum sebesar 35,091 mm. Permodelan struktur dengan dinding geser SW-1 (dinding geser di tepi bangunan) mengalami simpangan maksimum sebesar 21,882 mm dan

untuk permodelan SW-2 (dinding geser di tengah bangunan) mengalami simpangan maksimum sebesar 19,297 mm. Jika dibandingkan dengan simpangan permodelan SW-0, pada permodelan SW-1 terjadi penurunan nilai simpangan sebesar 37,6% dan pada permodelan SW-2 terjadi penurunan simpangan lateral sebesar 45,1%. Hal tersebut menunjukkan bahwa dinding geser meningkatkan kekakuan lateral sehingga dapat mereduksi simpangan.



Gambar 7. Perbandingan *Story Drift* Arah X

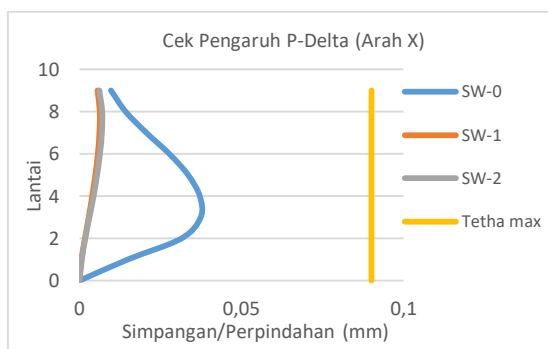


Gambar 8. Perbandingan *Story Drift* Arah Y

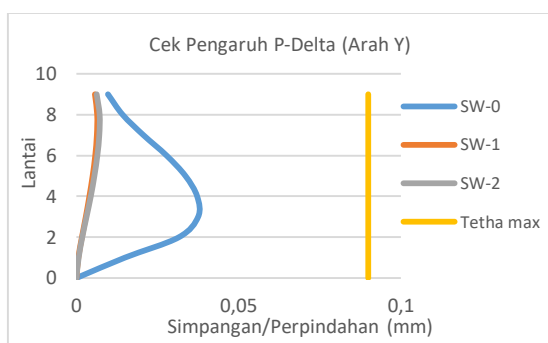
Simpangan antar lantai (*story drift*) arah X dan Y struktur mempunyai nilai yang sama dikarenakan bentuk denah yang persegi beraturan dan penempatan dinding geser yang simetris baik arah X maupun arah Y. Gambar 8 dan gambar 9 menunjukkan bahwa semua permodelan memenuhi syarat batas simpangan antar lantai (53,85 mm) sesuai dengan SNI 03-1726-2019 pasal 7.8.6. Simpangan antar lantai maksimum terkecil dimiliki oleh permodelan SW-2 yaitu sebesar 14,42 mm.

3.5. Cek Pengaruh P-delta

Pengaruh P-Delta diatur dalam peraturan SNI 03-1726-2019 pasal 7.8.7. Pasal tersebut mengatur bahwa pengaruh P-Delta tidak perlu diperhitungkan bila nilai koefisien stabilitas (θ) sama dengan atau kurang dari 0,1. Struktur dikatakan masih dalam kondisi stabil jika nilai $\theta < \theta_{\max}$ (Kalangi, Tanijaya, & Thetrawan, 2021).



Gambar 9. Cek Pengaruh P-Delta Arah X



Gambar 10. Cek Pengaruh P-Delta Arah Y

Gambar 9 dan gambar 10 menunjukkan analisis pengaruh P-Delta terhadap 3 (tiga) permodelan. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa ketiga permodelan memenuhi persyaratan batas maksimum koefisien stabilitas (θ) sehingga struktur masih dalam kondisi stabil dan pengaruh P-Delta tidak perlu diperhitungkan. Hasil analisis pengaruh P-Delta menunjukkan bahwa penempatan dinding geser yang simetris berpengaruh pada nilai koefisien stabilitas.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa dinding geser memberikan kontribusi yang besar terkait penambahan kekakuan lateral. Permodelan SW-2 dimana dinding geser terletak pada tengah bangunan memberikan respons yang paling baik. Permodelan SW-2 memenuhi persyaratan sistem ganda dengan kontribusi rangka dalam menahan gaya lateral sebesar 27,22%. Nilai gaya geser dasar pada permodelan SW-2 lebih kecil dibandingkan dengan permodelan SW-1 yaitu sebesar 9.581,85 kN, serta simpangan maksimum yang terjadi lebih kecil dibandingkan semua permodelan, yaitu sebesar 19,297 mm atau mengalami reduksi simpangan sebesar 45,1% jika dibandingkan dengan permodelan SW-0 (sistem SRPM).

5. DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI

03-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2013). SNI 03-1727-2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 03-2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Hasan, A., & Astira, I. F. (2013). Analisis Perbandingan Simpangan Lateral Bangunan Tinggi dengan Variasi Bentuk dan Posisi Dinding Geser Studi Kasus : Proyek Apartemen The Royale Springhill Residence. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 47-56.

Kalangi, H. T., Tanijaya, J., & Thetrawan, M. (2021). Analisis Pengaruh Penempatan Dinding Geser terhadap Perilaku Dinamik Struktur Bangunan. *Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan 2021* (pp. 1-14). Bandung: RITEKTRA.

Magendra, T., Titiksh, A., & Qureshi, A. (2016). *International Journal of Trend in Research and Development*, 666-671.

Mishra, R., Kushwaha, V., & Kumar, S. (2015). A Comparative Study of Different Configuration of Shear Wall Location in Soft Story Building Subjected to Seismic Load. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 513-519.

Nurchahyo, H., Suryanita, R., & Kurniawandy, A. (2016). Kajian Posisi Shear Wall pada Gedung Tidak Beraturan dengan Analisis Riwayat Waktu Beban Gempa. *Jom FTEKNIK*, 1-13.

Sudarsana, K., Giri, I. B., & Wiryadi, I. G. (2014). Efek Penambahan Dinding Geser atau Perimeter Beam terhadap Perilaku Dinamis Struktur Pelat Datar Empat Tingkat. *Jurnal Ilmiah Teknik*

**PERBANDINGAN RESPONS STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG
TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN VARIASI PENEMPATAN DINDING GESER**
(Retno Trimurtiningrum, Gede Sarya, Herry Widhiarto, Hario Walid Rohaniawan, M.
Hafidh Masruri)

Sipil, 78-87.

Tarigan, J., Manggala, J., & Sitorus, T.
(2017). The effect of shear wall location
in resisting earthquake. IOP Conference
Series: Materials Science and
Engineering, 1-6.

Usmat, N. A., Imran, & Sultan, M. A. (2019).
Analisa Letak Dinding Geser (Shear
Wall) terhadap Perilaku Struktur
Gedung Akibat Beban Gempa. Techno
: Jurnal Penelitian, 297-307.

Wiyono, D. R., Milyardi, R., & Lesmana, C.
(2018). The Effect of Shear Wall
Configuration on Seismic Performance
in the Hotel Building. MATEC Web of
Conferences 159, 1-7