

## PENEMPATAN DINDING GESER PADA BANGUNAN BETON BERTULANG DENGAN ANALISA PUSHOVER

Rezkiyanto<sup>1</sup>, Mufti Amir Sultan<sup>2</sup>, Imran<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun  
Jalan Jusuf Abdulrahman Kampus II Gambesi Kota Ternate Selatan, Indonesia  
<sup>1</sup>rezkiyanto97@gmail.com

### Abstrak

Fenomena gempa merupakan gejala alam yang sangat berpengaruh terhadap bangunan, terutama pada bangunan tinggi. Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa sangat penting di Indonesia, mengingat sebagian besar wilayahnya terletak dalam wilayah gempa dengan intensitas sedang hingga tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui letak ideal penempatan dinding geser dan untuk mengetahui keandalan struktur gedung asimetris dengan dinding geser terhadap beban gempa dengan analisis pushover. Penelitian ini menunjukkan bahwa dari 5 Layout penempatan dinding geser terdapat satu yang paling ideal yaitu Layout 5, di mana penempatan dinding geser terletak pada kedua sumbu X dan Y secara teratur di bagian sisi dalam gedung, yang ditandai dengan terjadinya penurunan waktu getar alami fundamental sebesar 51,49% dari waktu getar alami fundamental yang dihasilkan dari SRPMK, dan nilai simpangan antar lantai yang terjadi pada layout 5 di anggap memenuhi persyaratan SNI 03-1726-2012 pasal 7.9.3 dimana  $\Delta_i < \Delta\alpha$  yaitu  $\Delta_i < 40$  mm. Layout 5 kombinasi 3 sebesar 26,06 mm, 28,30 mm pada kombinasi 4, 20,55 mm pada kombinasi 5 dan 22,54 mm pada kombinasi 6. Kinerja struktur beton bertulang tahan gempa dengan Analisa pushover pada Layout 5. Pertama, perpindahan hasil pushover maksimum ( $\delta_{max}$ ) arah XZ yaitu step 6 lebih kecil dari target perpindahan ( $\delta_i$ ) dengan angka 71,57 mm < 208,63 mm. Kedua ( $\delta_{max}$ ) arah YZ yaitu pada step 4 kecil dari target perpindahan ( $\delta_i$ ) dengan angka 28,31 mm < 208,63 mm. Ketiga Evaluasi pada arah XZ dalam masih keadaan aman karena  $\delta_{max} < \delta_i$  dan skema distribusi sendi plastis tidak memperlihatkan komponen struktur yang melewati kinerja Immediate Occupancy (IO). Evaluasi pada arah YZ masih dalam keadaan aman karena  $\delta_{max} < \delta_i$  dan skema distribusi sendi plastis tidak memperlihatkan komponen struktur yang melewati kinerja Immediate Occupancy (IO).

Kata Kunci :Dinding Geser, Pushover, Gempa

### PENDAHULUAN

Bangunan pada daerah rawan gempa, harus direncanakan mampu bertahan terhadap gempa. Dalam perencanaan terdapat dua jenis perhitungan struktur gedung, yaitu menggunakan *open frame* yaitu struktur gedung bertumpu pada balok, kolom dan pelat. Kemudian terdapat pula sistem ganda, yaitu kombinasi *open frame* dengan suatu dinding yang dapat menahan gaya lateral akibat gempa yang disebut dinding geser (*Shear Wall*). Dinding geser adalah dinding rangka yang berfungsi untuk menambah kakuatan dan kekakuan struktur gedung terhadap beban lateral akibat gempa. Dinding geser dianggap lebih kaku dari pada elemen rangka biasa sehingga dapat menahan beban lateral yang lebih besar akibat gempa dan di saat yang bersamaan dapat membatasi simpangan antar lantai. (Nawy, 2005).

Sebuah penelitian terhadap dinding geser diperlukan kurva kapasitas sehingga perilaku bangunan terhadap gaya yang bekerja dapat diketahui, sehingga dapat ditentukan efektifitas dari dinding geser tersebut. Untuk mengetahui kapasitas dari bangunan yang direncanakan maka dilakukan analisis menggunakan metode *pushover*.

Metode analisis *pushover* merupakan salah satu komponen *performance based design* yang menjadi sarana untuk mengetahui kapasitas suatu struktur. Dasar dari metode ini sangat sederhana, yaitu memberikan pola beban statik tertentu dalam arah lateral yang besarnya ditingkatkan secara incremental sampai struktur tersebut mencapai pola keruntuhan tertentu. (Manalip dkk, 2015)

## METODE PENELITIAN

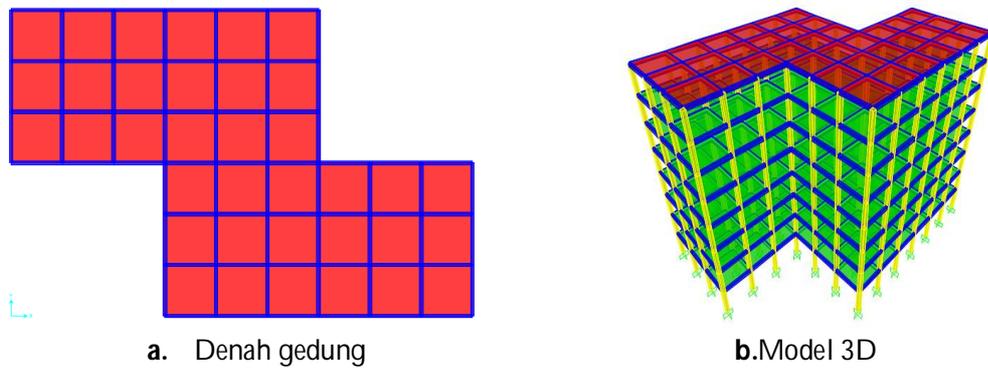
Metodologi penelitian ini akan menguraikan dan menjelaskan tahapan penyelesaian desain secara rinci, mulai dari studi literatur, menentukan data gedung, pemodelan struktur Gedung. Analisa pembebanan hingga Analisa *pushover*.

Tahap-tahapan pengujian yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini adalah:

1. Penentuan Lokasi  
Lokasi tinjauan yang ditetapkan pada penelitian ini yakni di Kota Ternate dengan koordinat Lintang : 0,78 dan Bujur : 127,380. Adapun pengaruh pemilihan lokasi tinjauan penelitian ini terletak pada keadaan tanah wilayah gempa yang telah ditetapkan oleh pemerintah melalui SNI 1726-2012.
2. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data pada penelitian ini antara lain dengan melakukan penentuan lokasi serta data pendukung perancangan yang ditinjau seperti denah struktur, elemen struktur dan material struktur yang kemudian akan digunakan pada tahapan pemodelan struktur dengan bantuan software.
3. Pemodelan Struktur  
Pemodelan struktur gedung dibuat dalam bentuk 3D dengan menggunakan data-data yang diperoleh seperti gambar denah struktur, material struktur, elemen struktur. Pemodelan struktur terdiri dari kolom, balok, pelat lantai, dan pelat atap dan dinding geser.
4. Variasi Penempatan Dinding Geser  
Variasi penempatan dinding geser yang akan di analisis sebanyak 5 (lima) model yang akan di tempatkan pada bagian luar dan dalam gedung, dan secara beraturan dan tidak beraturan.
5. Analisis Pembebanan  
Beban-beban yang bekerja pada struktur gedung terdiri dari beban mati (*Dead Load*), beban mati tambahan (*Superimposed Dead Load*), beban hidup (*Live Load*) dan beban gempa (*Earthquake Load*).
6. Kontrol Struktur Gedung  
Kontrol struktur gedung dimaksud agar supaya struktur gedung tetap dalam kondisi aman terhadap pengaruh beban gempa. Kontrol struktur gedung diantaranya gayageser dasar ( $V$ ), partisipasi massa, perioda fundamental ( $T$ ) dan simpangan antar lantai ( $\Delta$ ).
7. *Pushover*
  - a. Penentuan Sendi Plastis
  - b. Penentuan Pembebanan
  - c. Input Parameter *FEMA 356*
  - d. Pembahasan Hasil Analisa *Pushover*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pemodelan Struktur Gedung (SRPMK)**



**Gambar 1.** Model gedung yang ditinjau

a. Kontrol waktu getar alami

- Periode getar minimum  
 $T_{a_{min}} = C_t \times h_n^x = 0,0466 \times 32^{0,9} = 1,054$  detik
- Periode getar maksimum  
 $T_{a_{max}} = C_u \times T_{a_{min}} = 1,4 \times 1,054 = 1,476$  detik
- Periode getar program SAP 2000  
 $T_{cx} = 1,703$  detik  
 $T_{cy} = 1,744$  detik
- Kontrol batasan waktu getar alami struktur  
 $T_{a_{min}} < T_{cx} < T_{max}$   
 $1,054 < 1,703 > 1,476 \Rightarrow$  Tidak Memenuhi  
 $T_{a_{min}} < T_{cy} < T_{max}$   
 $1,054 < 1,744 > 1,476 \Rightarrow$  Tidak Memenuhi

b. Kontrol simpangan antar lantai

**Tabel 1.** Simpangan gedung akibat kombinasi 3 atau EQX

Lantai	Li (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta I$ (mm)	$\Delta \alpha$ (mm)	Ket
Atap	4000	85,236	312,532	11,244	40	Ok
7	4000	82,170	301,289	23,854	40	Ok
6	4000	75,664	277,435	35,473	40	Ok
5	4000	65,990	241,962	44,455	40	Tidak
4	4000	53,865	197,506	50,829	40	Tidak
3	4000	40,003	146,677	54,665	40	Tidak
2	4000	25,094	92,012	54,715	40	Tidak
1	4000	10,172	37,297	37,297	40	Ok

**Tabel 2.** Simpangan gedung akibat kombinasi 4 atau EQY

Lantai	Li (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta I$ (mm)	$\Delta\alpha$ (mm)	Ket
Atap	4000	89,800	329,267	12,446	40	Ok
7	4000	86,406	316,821	25,512	40	Ok
6	4000	79,448	291,309	37,618	40	Ok
5	4000	69,189	253,691	46,966	40	Tidak
4	4000	56,380	206,725	53,563	40	Tidak
3	4000	41,772	153,162	57,450	40	Tidak
2	4000	26,103	95,712	57,234	40	Tidak
1	4000	10,494	38,478	38,478	40	Ok

**Tabel 3.** Simpangan gedung akibat kombinasi 5 atau RSPX

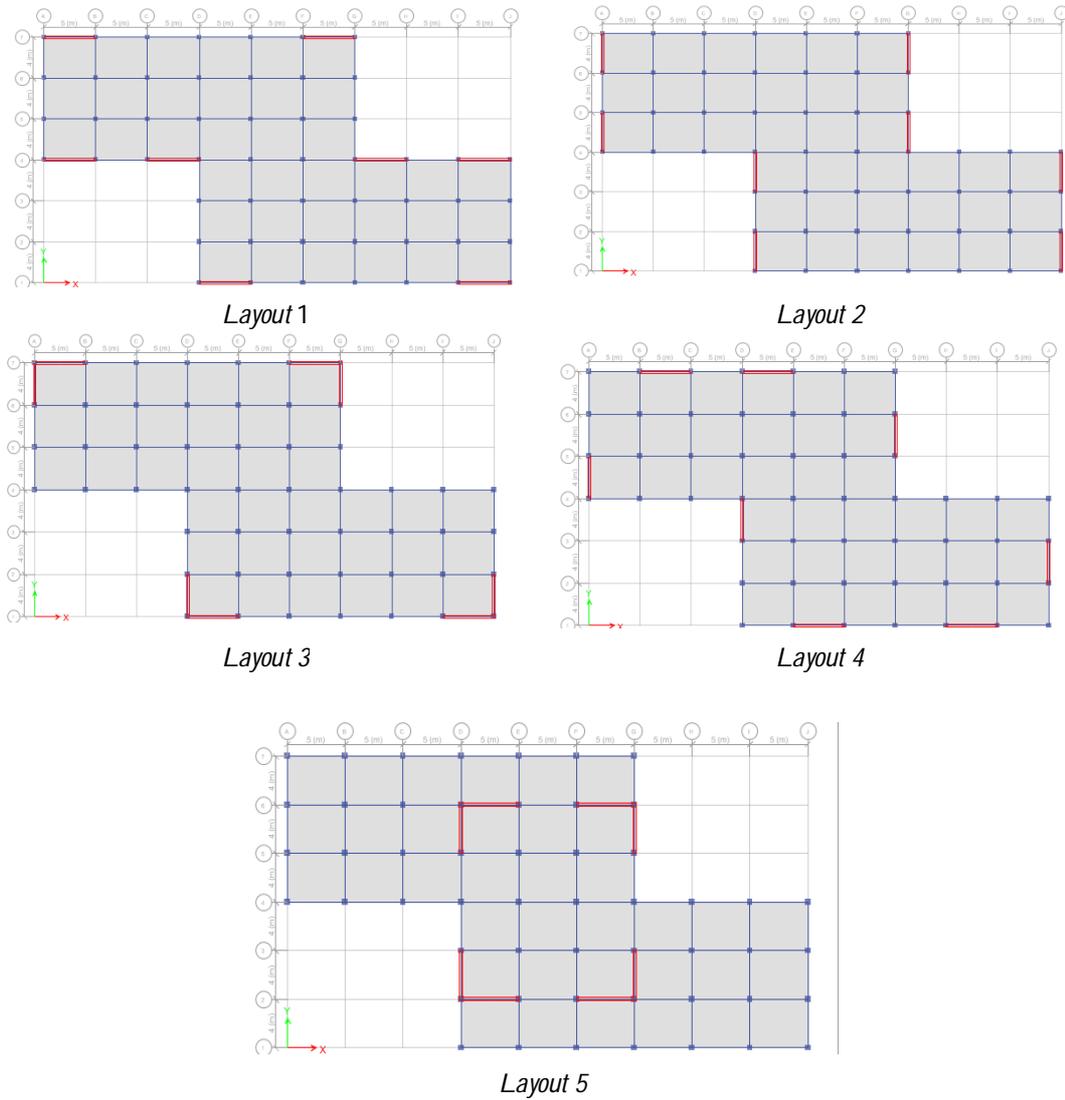
Lantai	Li (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta I$ (mm)	$\Delta\alpha$ (mm)	Ket
Atap	4000	59,815	219,320	6,734	40	Ok
7	4000	57,978	212,586	14,640	40	Ok
6	4000	53,985	197,946	22,340	40	Ok
5	4000	47,893	175,606	28,986	40	Ok
4	4000	39,987	146,621	34,813	40	Ok
3	4000	30,493	111,808	39,765	40	Ok
2	4000	19,648	72,042	42,182	40	Tidak
1	4000	8,144	29,860	29,860	40	Ok

**Tabel 4.** Simpangan gedung akibat kombinasi 6 atau RSPY

Lantai	Li (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta I$ (mm)	$\Delta\alpha$ (mm)	Ket
Atap	4000	62,416	228,860	7,484	40	Ok
7	4000	60,375	221,376	15,618	40	Ok
6	4000	56,116	205,759	23,530	40	Ok
5	4000	49,699	182,229	30,329	40	Ok
4	4000	41,427	151,900	36,291	40	Ok
3	4000	31,530	115,609	41,358	40	Tidak
2	4000	20,250	74,250	43,714	40	Tidak
1	4000	8,328	30,537	30,537	40	Ok

### Struktur Sistem Ganda

Berdasarkan kajian literatur mengenai dinding geser, maka penempatan dinding geser yang akan ditinjau sebanyak 5 tipe (*Layout*). Pada masing-masing studi kasus ini, ditinjau kombinasi-kombinasi penempatan dinding geser.



**Gambar 2.** Layout penempatan dinding geser

a. Perbandingan waktu getar alami fundamental

**Tabel 5.** Perbandingan penurunan waktu getar alami variasi layout dinding geser terhadap SRPMK

Model	T1 (Detik)	Tmaks (Detik)	Penurunan T1 (%)
<b>SRPMK</b>	1,744	1,476	-
<b>Layout 1</b>	1,759	0,919	0,85
<b>Layout 2</b>	1,720	0,919	1,38
<b>Layout 3</b>	0,872	0,919	50
<b>Layout 4</b>	0,987	0,919	43,41
<b>Layout 5</b>	0,846	0,919	51,49

Dapat dilihat dari **Tabel 5** pada *Layout 5* mengalami penurunan waktu getar alami fundamental terbesar diandingkan dengan variasi lainnya, dengan waktu getar alami sebesar 0,846 detik dan penurunan sebesar 51,49%. Hal ini mejadikan *layout 5* sebagai layout terbaik yang dipilih karena kekakuan yang cukup dengan indikasi waktu getar alami yang terjadi memenuhi syarat yaitu kurang dari waktu getar alami maksimum yang diizinkan yaitu 0,919 detik sesuai dengan aturan SNI 1726-2012.

b. Perbandingan simpangan gedung

**Tabel 6.**Perbandingan nilai simpangan gedung akibat gempa statik (EQ)

Lantai	Displacement (mm)											
	SRPMK		Layout 1		Layout 2		Layout 3		Layout 4		Layout 5	
	EQx	EQy	EQx	EQy	EQx	EQy	EQx	EQy	EQx	EQy	EQx	EQy
8	85,23	89,80	50,22	156,49	148,48	47,31	49,20	51,09	58,51	62,60	46,79	50,42
Perbandingan %			41,08	42,62	42,59	47,32	42,28	43,11	31,35	30,29	45,11	43,40

**Tabel 7.**Perbandingan nilai simpangan gedung akibat gempa dinamik (RSP)

Lantai	Displacement (mm)											
	SRPMK				SRPMK				SRPMK			
	RSPx		RSPx		RSPx		RSPx		RSPx		RSPx	
8	85,23	89,80	41,19	112,88	108,98	39,93	39,87	41,54	45,89	49,18	36,94	40,51
Perbandingan %			31,14	44,71	45,11	36,03	33,35	33,55	23,28	22,21	38,24	35,09

**Analisis Pushover**

a. Kurva kapasitas

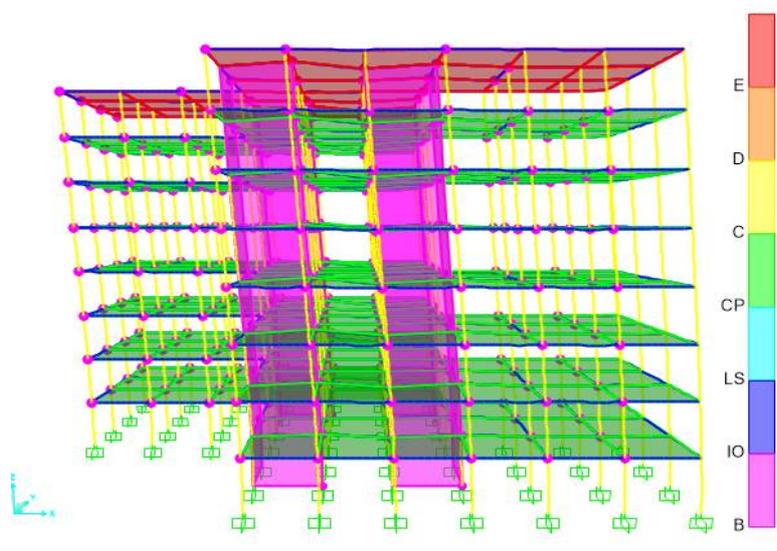
**Tabel 8.**Pushover curve demand layout 5 – FEMA356 – PUSH X

Step	Displacement (mm)	Base Force (kN)
0	0	0
1	3,99	1127,148
2	34,17	12769,969
3	65,55	22353,706
4	70,25	23707,273
5	70,26	23708,314
6	70,41	23752,95

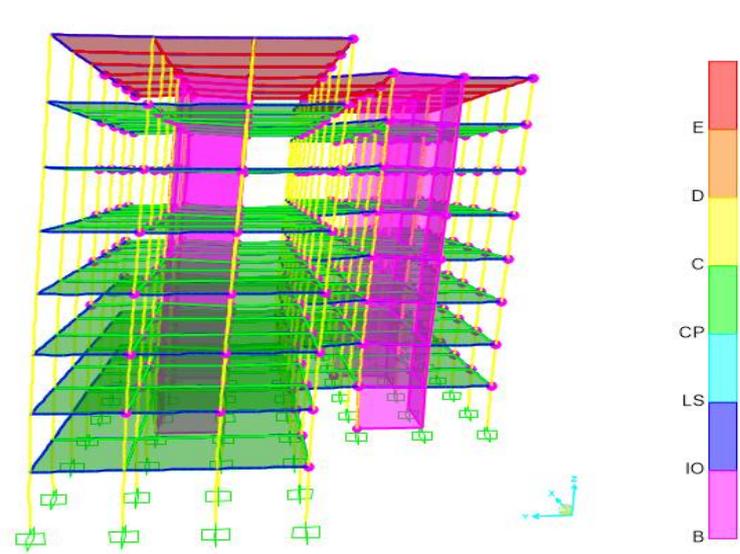
**Tabel 9.**Pushover curve demand layout 5 – FEMA356 – PUSH Y

Step	Displacement (mm)	Base Force (kN)
0	0	0
1	2,78	321,033
2	30,84	10975,594
3	42,29	14891,031
4	56,69	19434,597

- b. Skema distribusi sendi plastis  
Skema distribusi sendi plastis disajikan dengan gambar yang lebih banyak dan lebih tinggi tingkatan sendi plastis. warna sendi platis menunjukan secara grafis posisi dan tingkatan kerusakan yang terjadi pada sendi plastis.



**Gambar 3.** Distribusi sendi plastis pada step 6 pembebanan arah X



**Gambar 4.** Distribusi sendi plastis pada step 4 pembebanan arah Y

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dari 5 *layout* penempatan dinding geser terdapat satu *layout* yang paling ideal yaitu *layout* 5, di mana penempatan dinding geser terletak pada kedua sumbu X dan Y secara teratur di bagian sisi dalam gedung. *Layout* 5 di anggap ideal karena dapat menambah kekakuan yang ditandai dengan terjadinya penurunan waktu getar alami fundamental sebesar 51,49% dari waktu getar alami fundamental yang di hasilkan dari struktur sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Dan nilai simpangan antar lantai yang terjadi pada *layout* 5 di anggap memenuhi persyaratan SNI 03-1726-2012 pasal 7.9.3 dimana  $\Delta_i < \Delta_\alpha$  yaitu  $\Delta_i < 40$  mm. *Layout* 5 kombinasi 3 sebesar 26,06 mm, 28,30 mm pada kombinasi 4, 20,55 mm pada kombinasi 5 dan 22,54 mm pada kombinasi 6.
- b. Kinerja struktur beton bertulang tahan gempa dengan Analisa *Pushover* pada *layout* 5:
  - o Perpindahan hasil *pushover* maksimum ( $\delta_{max}$ ) arah XZ yaitu pada step 6 lebih kecil dari target perpindahan ( $\delta_t$ ) dengan angka 70,41 mm < 209,56 mm
  - o Perpindahan hasil *pushover* maksimum ( $\delta_{max}$ ) arah Y yaitu pada step 4 lebih kecil dari target perpindahan ( $\delta_t$ ) dengan angka 56,69 mm < 209,56 mm.
  - o Evaluasi pada arah XZ dalam masih keadaan aman karena  $\delta_{max} < \delta_t$  dan skema distribusi sendi plastis tidak memperlihatkan komponen struktur yang melewati kinerja *Immediate Occupany* (IO).
  - o Evaluasi pada arah YZ masih dalam keadaan aman karena  $\delta_{max} < \delta_t$  dan skema distribusi sendi plastis tidak memperlihatkan komponen struktur yang melewati kinerja *Immediate Occupany* (IO).

## DAFTAR PUSTAKA

- ASCE. 2000. FEMA 356 – *Prestandard And Comentary For The Seismic Rehabilitation Of Building*. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- Aristiyawan, E. 2010. *Pengaruh Pemasangan Shear Wall Terhadap Simpangan Horisontal Portal Baja Gedung Bertingkat Tinggi*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Skripsi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta, Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 2847:2013 *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung, Jakarta, Indonesia.
- Churrohman, F., 2012. *Studi Perilaku Dinding Geser Beton Bertulang Dan Dinding Geser Pelat Baja Dengan Analisis Statik Non-Linier Pushover*. Universitas Indonesia, Depok. Skripsi Teknik Sipil Universitas Indonesia.
- Fauziah, L. 2013. *Pengaruh Penempatan Dan Posisi Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa*, Jurnal Sipil Statik 1(7).
- Imran, I., Yuliari, E., Suhelda, dan Kristianto, A., 2008. *Aplicability Metoda Desain Kapasitas Pada Perancangan Struktur Dinding Geser Beton Bertulang*, Seminar HAKI.

CLAPEYRON : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil 1(1): 31-39

ISSN xxxx-xxxx

- Kusuma, Y.M., Purwanto., Mahendra, W. 2017. *Studi Bentuk dan Layout Dinding Geser (Shear Wall) Terhadap Perilaku Struktur Gedung Bertingkat*. Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur 1(1).
- Manalip, H., Kumaat, E. J. dan Runtu, F.I. 2015. *Penempatan Dinding Geser Pada bangunan Beton Bertulang Dengan Analisa Pushover*, Jurnal Sipil Statik 5(1).
- Mangoda, N.Z. 2018, *Evaluasi Kinerja Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Analisa Pushover*, Skripsi Program Studi Teknik Sipil Universitas Khairun.
- Mangoda, N.Z., Sultan, M.A., Imran. 2018. *Evaluasi Kinerja Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Pushover Analysis*, Prosiding Seminar Keteknikan (SINTEK):80-87.
- Mangoda, N.Z., Sultan, M.A., Imran. 2019. *Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Dengan Metode Pushover Studi Kasus Bangunan Gedung di Ternate*. Sipilsains 9(17).
- Sultan, M.A. 2016, *Evaluasi Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Analisa Pushover*, Sipilsains 6(11).
- Usmat, N.A. 2019. *Analisa Letak Dinding Geser (Shear Wall) Terhadap Perilaku Struktur Gedung Akibat Beban Gempa*. Skripsi Program Studi Teknik Sipil Universitas Khairun.
- Usmat, N.A., Sultan, M.A., Imran. 2019. *Analisa Letak Dinding Geser (Shear Wall) Terhadap Perilaku Struktur Gedung Akibat Beban Gempa*. Techno 8(2).