

## PENGARUH PERATURAN GEMPA 2012 TERHADAP VOLUMETRIK TULANGAN PAKAI PADA GEDUNG DENGAN DINDING GESER DI KOTA BANDA ACEH

**Tondi Amirsyah Putera<sup>1,\*</sup>, Ade Faisal<sup>1</sup>, Marzuki Hidayat<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan*

*\*Email : [tondiamirsyah@umsu.ac.id](mailto:tondiamirsyah@umsu.ac.id)*

<p>Article Info</p> <hr/> <p>Article history:</p> <p>Received : Accepted : Published :</p> <hr/> <p>Keywords: <i>Seismic code, moment resisting frame system, displacement, reinforcement volume.</i></p> <hr/> <p>JEL Classification</p>  <p>DOI</p>	<p><b>Abstrak</b></p> <p>Banyak gempa besar telah terjadi di Indonesia yang menyebabkan kerusakan bangunan gedung yang cukup parah dan menelan banyak korban jiwa. Karena itu Indonesia memiliki peraturan perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung SNI 03-1726-2002 yang telah ramai dipakai dan juga peraturan yang terbaru SNI 1726:2012. Tugas akhir ini bertujuan untuk membandingkan hasil volumetrik tulangan pakai pada gedung yang berdasarkan SNI 03-1726-2002 dengan SNI 1726:2012. Analisis yang dilakukan pada tugas akhir ini yaitu dengan analisis statik ekuivalen dan analisis respon spektrum berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 1726:2012. Dalam tugas akhir ini, terdapat 2 model yaitu model pertama struktur gedung 3 lantai dengan sistem rangka pemikul momen sedangkan model kedua struktur gedung 6 lantai dengan sistem ganda (kombinasi sistem rangka dan sistem dinding geser). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terjadi peningkatan volumetrik tulangan pakai yang cukup signifikan pada model-model yang direncanakan memakai SNI 03-1726-2002 dibandingkan dengan SNI 1726:2012. Rata-rata peningkatan berkisar 65% untuk balok dan 75% untuk kolom, itu disebabkan karena meningkatnya nilai gaya geser dasar yang diterima oleh bangunan tersebut. Selain itu peningkatan gaya geser dasar tentunya juga memberi peningkatan terhadap simpangan gedung tersebut.</p>
---	---

**Kata kunci :** Peraturan gempa, sistem rangka pemikul momen, simpangan, volumetrik tulangan.

**Abstract.** Many big earthquakes hit Indonesia region, which have caused the damages of buildings and killed many peoples. Therefore Indonesia has an earthquake resistance design code for the building structures SNI 03-1726-2002, which have been used widely, and the new seismic code for buildings SNI 1726:2012. This final project aims to compare the volume of reinforcement in building designed according SNI 03-1726-2002 and SNI 1726:2012. The equivalent static analysis and response spectrum analysis by referring SNI 03-1726-2002 and SNI 1726:2012 are conducted in this study. Two models are employed, which are the 3 floors moment resisting frame building system and 6-storey building with a dual system (the moment resisting frame and shear wall system). In the comparison of SNI 03-1726-2002 and SNI 1726:2012, the results indicates that the reinforcement volume in the building would increase significantly. In average, the increment of reinforcement volume achieves 65% for the beam and 75% for the column due to the increase of base shear force on the building. In addition, the displacement of building is surely increased as well due to this base shear force increment.

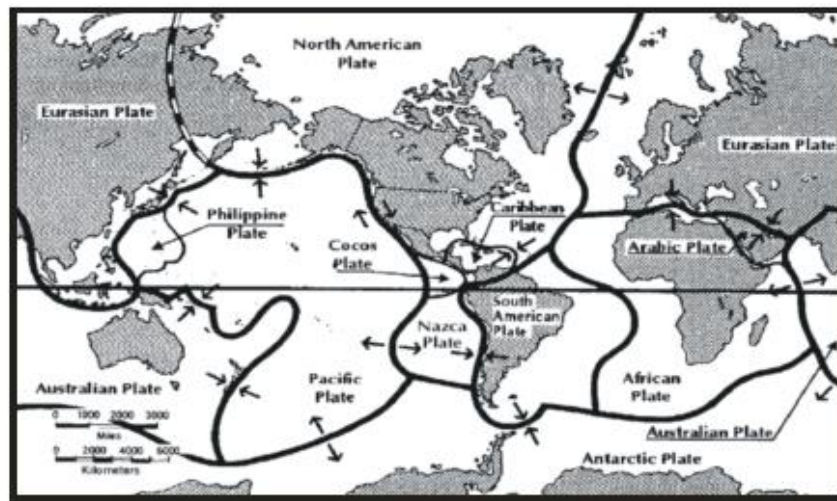
**Keywords :** Seismic code, moment resisting frame system, displacement, reinforcement volume.

### 1. LATAR BELAKANG

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki ancaman gempa bumi cukup tinggi. Negara yang terletak pada daerah pertemuan empat lempeng tektonik utama, yakni Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Filipina, maka tidak mengherankan bahwa Indonesia sangat kerap dilanda gempa. Berikut peta lempeng benua yang disajikan pada Gambar 1.

Gempa bumi yang sering terjadi di Indonesia sangat sulit untuk diprediksi percepatannya[1]. Salah satu gempa besar yang terjadi di Indonesia dalam kurun waktu terdekat adalah gempa Aceh. Pada umumnya, struktur gedung direncanakan berdasarkan peraturan struktur tahan gempa yang berlaku ketika itu. Dengan adanya kejadian gempa besar seperti gempa Aceh, memaksa dilakukannya revisi terhadap peraturan gempa yang ada, sehingga banyak struktur bangunan yang tidak bisa bertahan dengan percepatan gempa berdasarkan peraturan gempa yang baru[2].

Bangunan tahan gempa umumnya menggunakan elemen struktur rangka portal dan dinding struktural berupa dinding geser untuk menahan kombinasi dari geser, momen, dan gaya aksial yang ditimbulkan oleh gaya gempa. Dengan adanya dinding geser yang kaku sebagian besar gaya gempa akan terserap sehingga meringankan kerja dari elemen struktur yang lain [3].



Gambar 1: Lempeng Benua (Sahana dan Putra, 2008).

Untuk mengatasi bahaya gempa yang ada di Indonesia, pemerintah mempunyai peraturan perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung yaitu SNI 03-1726-2002. Setelah ada peraturan ini, di Indonesia tercatat beberapa kejadian gempa besar dalam kurun 6 tahun terakhir yaitu gempa Aceh tahun 2004, gempa Nias tahun 2005, gempa Yogya tahun 2006, dan yang terakhir gempa Padang tahun 2009. Gempa tersebut menyebabkan kerusakan infrastruktur dan menelan korban jiwa yang cukup besar.

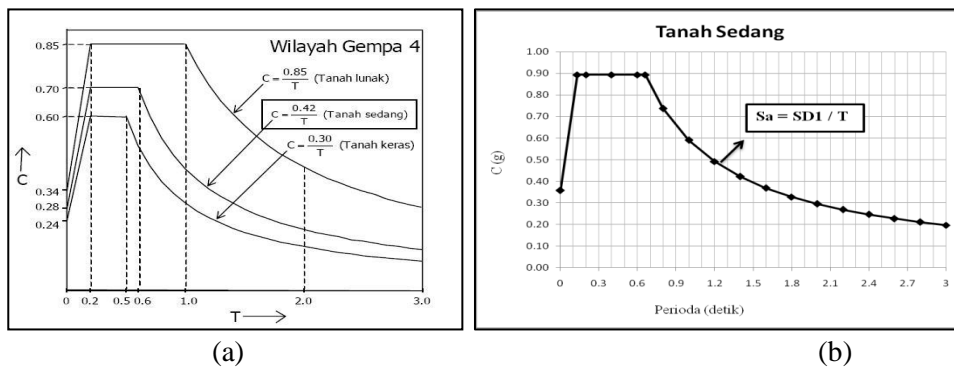
Indonesia pertama kali mempunyai Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung (PPTI-UG 1983) dimana peta gempa dibagi menjadi enam zona gempa. Pada tahun 2002, PPTI-UG 1983 diperbaharui menjadi Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) dengan peta percepatan puncak atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam masa layan bangunan 50 tahun atau dengan perioda ulang gempa 500 tahun.

Standar perencanaan umumnya selalu diperbaharui guna mengakomodir kejadian-kejadian gempa yang terbaru[4]. Sebagai contoh kejadian gempa besar Aceh sudah selayaknya standar perencanaan untuk direvisi. Pemerintah beserta ilmuwan yang terkait pada bidang kegempaan merevisi standar

perencanaan SNI 03-1726-2002 menjadi SNI 1726:2012. Dengan menggunakan pendekatan probabilitas, para ilmuwan menghasilkan peta PGA, spektra percepatan untuk perioda pendek (0,2 detik) dan perioda 1,0 detik dengan 2% dalam 50 tahun dengan (potensi bahaya) gempa yaitu perioda ulang gempa 2500 tahun.

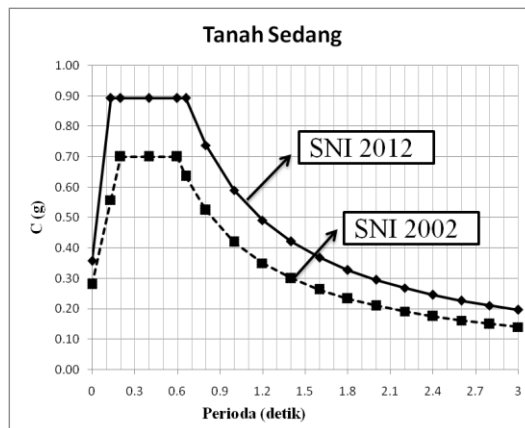
**2. FAKTOR RESPON GEMPA (C)**

Berdasarkan SNI 03-1726-2002, wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun untuk daerah Banda Aceh berada pada wilayah gempa 4. Kondisi tanah diasumsikan adalah tanah sedang, sehingga faktor respon gempa di wilayah 4 dengan kondisi tanah sedang adalah seperti yang disajikan dalam Gambar 2a.



Gambar 2: (a) Spektrum Respon Gempa Rencana untuk Wilayah Gempa 4 (SNI 03-1729-2002) ; (b) Respon spektrum gempa SNI 1726:2012 kota Banda Aceh dengan jenis tanah sedang.

Sedangkan untuk SNI 1726:2012, spektrum respon gempa desain harus dianalisis terlebih dahulu. Dengan data  $PGA = 0,55g$  ,  $S_s = 1,34g$  dan  $S_l = 0,59g$  yang berada di kota Banda Aceh, pada gambar 2-b perlu dilakukan tahap-tahap analisis sesuai dengan standarisasi SNI 1726:2012. Sebagai perbandingan grafik respon spektrum antara SNI 03-1726-2002 dan SNI 1726:2012 dapat dilihat pada Gambar 3.

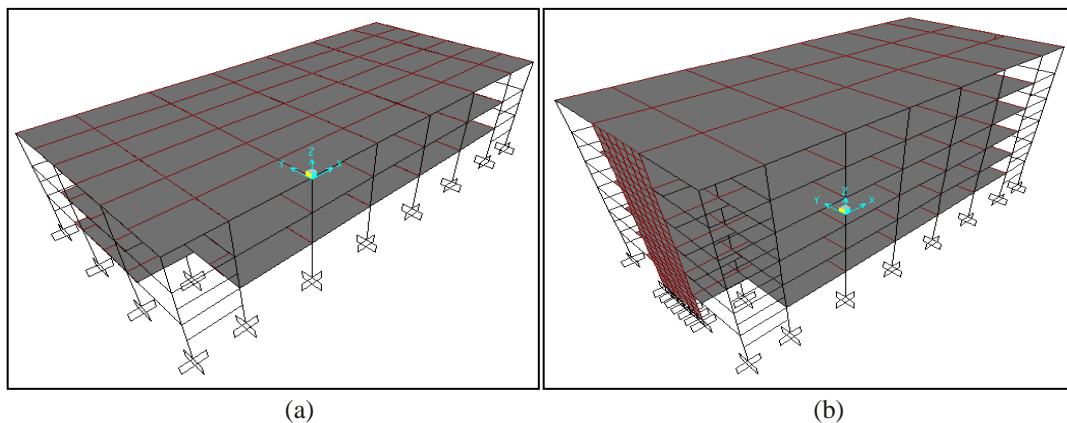


Gambar 3: Perbandingan respon spektrum gempa SNI 2002 dan SNI 2012.

Jika dilihat grafik pada Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa respons spektrum gempa rencana yang dihasilkan berdasarkan standar kegempaan SNI 1726:2012 memiliki perubahan yang signifikan dibandingkan standar kegempaan SNI 03 1726-2002 untuk daerah Banda Aceh dengan jenis tanah sedang.

### 3. PEMODELAN DAN ANALISIS STRUKTUR

Pada Makalah ini pemilihan jenis analisa yang digunakan yaitu prosedur analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik, dimana analisis dinamik yaitu analisa dinamik respon spektrum.



Gambar 4: Pemodelan Struktur, dimensi gedung 38 x 18 m dengan tinggi lantai dasar ke lantai 1 adalah 4 m dan antar tinggi lantai selanjutnya adalah 3,5 m. (a) Model 1 Struktur Gedung dengan 3 lantai Sistem Portal Terbuka; (b) Model 2 Struktur Gedung dengan 6 Lantai sistem Portal dengan Dinding Geser.

#### 3.1. Data Perencanaan Struktur

- Jenis portal struktur gedung beton bertulang
- Fungsi gedung perkantoran
- Gedung terletak di Banda Aceh
- Gedung didesain berdasarkan SRPMM (Struktur Rangka Pemikul Momen Menengah). (Model 1)
- Gedung didesain memiliki sistem ganda dimana rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi dan mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral, untuk beban selebihnya dari beban lateral diterima dinding geser. (Model 2)
- Kuat tekan beton yang digunakan  $f'_c = 30$  MPa
- Mutu baja tulangan utama direncanakan  $f_y = 390$  MPa dan mutu baja tulangan geser  $f_y = 235$  MPa, pengambilan nilai mutu baja berdasarkan SNI 07-2052-2002 Pasal 5.4.
- Jenis tanah sedang

#### 3.2. Properties Penampang

Tabel 1: Perbandingan Properties Penampang Antara Model 1 dan Model 2.

Model 1	Model 2
---------	---------

a. Balok		a. Balok	
- Balok induk	= 40x65 cm	- Balok induk	= 25x50 cm
- Balok anak	= 20x30 cm	- Balok	= 20x35 cm
- Balok bordes	= 15x30 cm	- Balok	= 50x90 cm
- Balok lain-lain	= 25x40 cm	b. Kolom	
b. Kolom		- Kolom lantai 1	= 65x65 cm
- Kolom lantai 1	= 50x50 cm	- Kolom lantai 2, 3, 4	= 55x55 cm
- Kolom lantai 2	= 45x45 cm	- Kolom lantai 5	= 45x45 cm
- Kolom lantai 3	= 35x35 cm	- Kolom lantai 6	= 35x35 cm

### 3.3. Tebal dinding geser

Menurut Budiono dan Supriatna (2011), ketebalan dinding geser minimum dapat digunakan dengan metode empiris [5], yaitu:

$$\text{Tebal Shear Wall} \geq 1/25 * l_w \quad (1)$$

$$\text{Tebal Shear Wall} \geq 1/25 * 6000 \text{ mm} \quad (2)$$

$$\text{Tebal Shear Wall} \geq 240 \text{ mm} \quad (3)$$

Maka, dalam pemodelan ini digunakan tebal dinding geser adalah 300 mm dimana :  $l_w$  = panjang bagian dinding

## 4. HASIL ANALISIS GAYA GESER GEMPA

### 4.1. Gaya Lateral Statik Ekuivalen

Untuk perbandingan antara gaya geser analisis statik ekuivalen beserta persentase perubahan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1: Perbandingan gaya geser dasar analisis statik ekuivalen (Model 1).

No.	Parameter	SNI 03-1726-2002		SNI 1726:2012		Persentase (%)	
		X	Y	X	Y	X	Y
1	Gaya geser dasar seismik (V)-Kg	263.565	263.565	369.995	369.995	40,38	40,38

Tabel 4.2: Perbandingan gaya geser analisis statik ekuivalen (Model 2).

No.	Parameter	SNI 03-1726-2002		SNI 1726:2012		Persentase (%)	
		X	Y	X	Y	X	Y
1	Gaya geser dasar seismik (V)-Kg	384.277	480.884	593.799	613.699	54,52	27,62

### 4.1. Analisis Respon Spektrum

Untuk perbandingan gaya geser analisis respon spektrum antara SNI 03-1726-2002 dan SNI 1726:2012 dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dengan nilai gaya geser yang telah dikoreksi terhadap gaya geser statik ekuivalen.

Tabel 4.3: Perbandingan gaya geser dan koefisien nilai gaya geser dasar analisis respon spektrum (Model 1).

No.	Parameter	SNI 03-1726-2002		SNI 1726:2012		Persentase (%)	
		X	Y	X	Y	X	Y
1	Gaya geser dasar seismik (V)-Kg	217.756	218.013	314.496	314.496	44,43	44,26

Tabel 4.4: Perbandingan gaya geser dasar analisis respon spektrum (Model 2).

No.	Parameter	SNI 03-1726-2002		SNI 1726:2012		Persentase (%)	
		X	Y	X	Y	X	Y
1	Gaya geser dasar seismik (V)-Kg	307.852	384.707	504.729	521.644	63,95	35,60

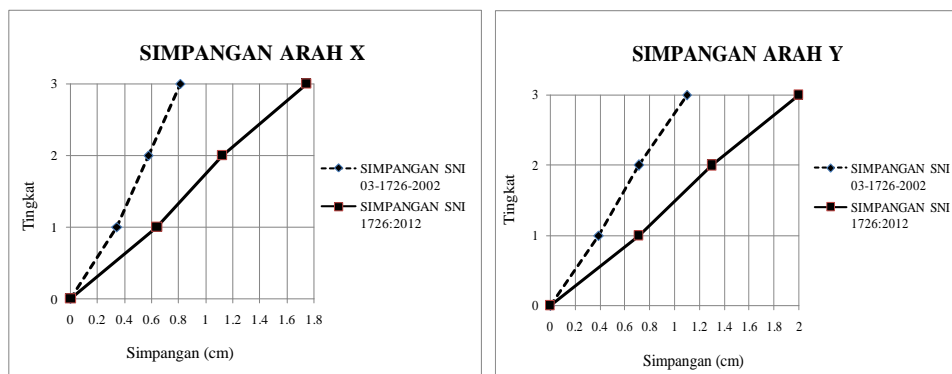
## 5. NILAI SIMPANGAN GEDUNG

Bagian ini menjelaskan bahwa suatu gedung harus dikontrol terhadap simpangan antar lantai yang diperoleh berdasarkan peraturan SNI 03-1726-2002 yaitu kinerja batas layan dan kinerja batas ultimet, sedangkan menurut peraturan SNI 1726;2012 juga harus di kontrol terhadap kinerja batas ultimet, di bawah ini dijelaskan hasil kontrol simpangan dan perbandingan terhadap dua peraturan.

### 5.1. Simpangan Gedung Pada Model 1

Tabel 5: Hasil persentase peningkatan simpangan dengan metode analisis statik ekuivalen (Model 1).

ANALISIS STATIK EKIVALEN						
Tingkat	SNI 03-1726-2002		SNI 1726:2012		Persentase Kenaikan (%)	
	X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)	X	Y
1	0,344	0,394	0,638	0,716	85,63	81,91
2	0,572	0,718	1,122	1,303	96,06	81,56
3	0,811	1,100	1,747	1,999	115,34	81,74

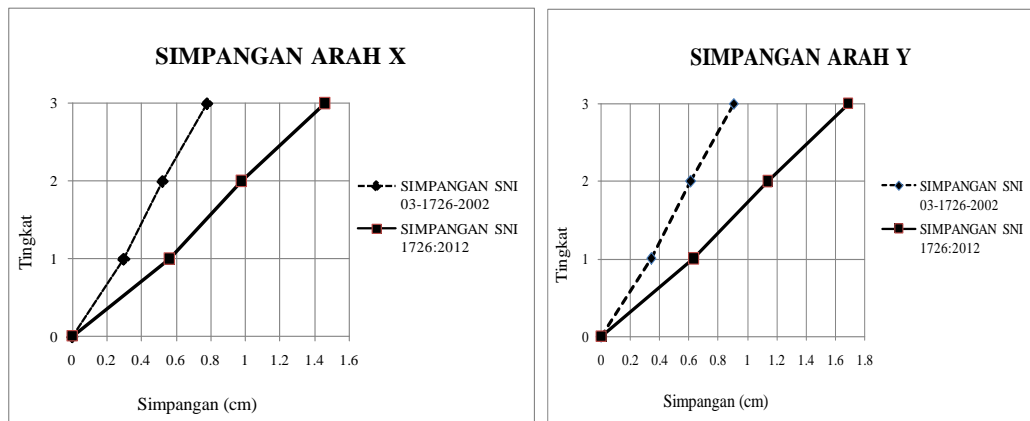


Gambar 5: Peningkatan simpangan arah x dan y untuk gedung 3 lantai (Model 1) menggunakan metode statik ekuivalen.

Tabel 6 : Hasil persentase peningkatan simpangan dengan metode analisis respon spektrum (Model 1).

ANALISIS RESPON SPEKTRUM
--------------------------

Tingkat	SNI 03-1726-2002		SNI 1726:2012		Persentase Kenaikan (%)	
	X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)	X	Y
1	0,300	0,339	0,563	0,633	87,68	86,98
2	0,521	0,610	0,977	1,139	87,61	86,62
3	0,779	0,903	1,461	1,687	87,63	86,76

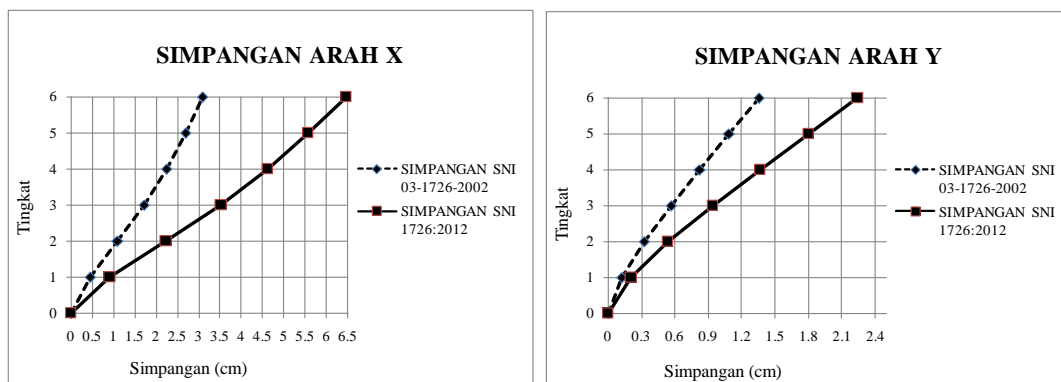


Gambar 6: Peningkatan simpangan arah x dan y untuk gedung 3 lantai (Model 1) menggunakan metode respon spektrum.

### 5.2. Simpangan Gedung Pada Model 2

Tabel 7: Hasil persentase peningkatan simpangan dengan metode analisis statik ekuivalen (Model 2).

ANALISIS STATIK EKIVALEN						
Tingkat	SNI 03-1726-2002		SNI 1726:2012		Persentase Kenaikan (%)	
	X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)	X	Y
1	0,454	0,126	0,918	0,209	102,30	65,71
2	1,097	0,327	2,232	0,541	103,52	65,60
3	1,723	0,569	3,530	0,942	104,88	65,51
4	2,248	0,826	4,635	1,366	106,15	65,44
5	2,693	1,089	5,585	1,802	107,40	65,40
6	3,102	1,355	6,475	2,241	108,72	65,40

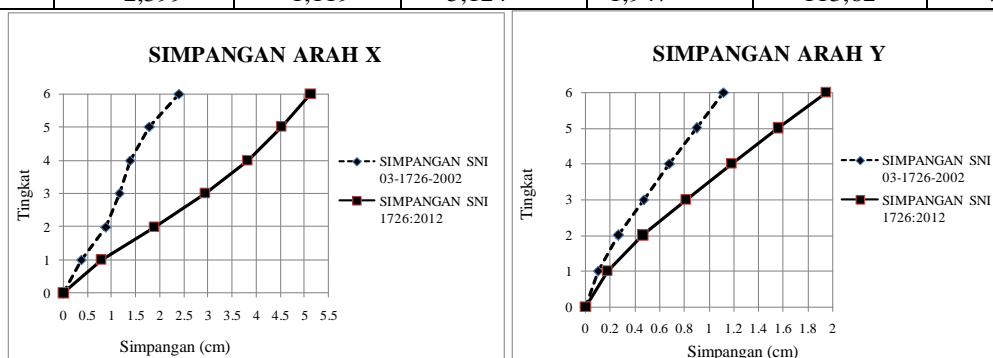


Gambar 6: Peningkatan simpangan arah x dan y untuk gedung 6 lantai (Model 2) menggunakan metode analisis statik ekuivalen.



Tabel 8: Hasil persentase peningkatan simpangan dengan metode analisis respon spektrum (Model 2).

ANALISIS RESPON SPEKTRUM						
Tingkat	SNI 03-1726-2002		SNI 1726:2012		Persentase Kenaikan (%)	
	X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)	X	Y
1	0,364	0,102	0,777	0,179	113,33	74,96
2	0,879	0,267	1,877	0,466	113,50	74,44
3	1,147	0,468	2,938	0,814	156,09	74,13
4	1,375	0,681	3,810	1,184	177,08	73,97
5	1,782	0,900	4,519	1,565	153,55	73,92
6	2,399	1,119	5,124	1,947	113,62	73,96



Gambar 7: Peningkatan simpangan arah x dan y untuk gedung 6 lantai (Model 2) menggunakan metode analisis respon spektrum.

## 6. PENINGKATAN VOLUMETRIK TULANGAN KOLOM

### 6.1. Volumetrik Tulangan Utama Kolom Pada Model 1

Tabel 9: Luas tulangan utama dengan metode analisis statik ekuivalen (Model 1).

Metode Analisis Statik Ekuivalen			
Tulangan Utama			
Nama Struktur	Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> )		Persentase Kenaikan (%)
	SNI 03-1726-2002	SNI 1726:2012	
K 500/500	4323	12688	193.51%
K 450/450	4903	11492	134.39%
K 350/350	2762	7216	161.27%

Tabel 10: Luas tulangan utama dengan metode analisis respon spektrum (Model 1).

Metode Analisis Respon Spektrum			
Tulangan Utama			
Nama Struktur	Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> )		Persentase Kenaikan (%)
	SNI 03-1726-2002	SNI 1726:2012	
K 500/500	3757	10144	169.99%



K 450/450	4098	10006	144.18%
K 350/350	2657	5444	104.93%

## 6.2. Volumetrik Tulangan Utama Kolom Pada Model 2

Tabel 11: Luas tulangan utama dengan analisis statik ekuivalen (Model 2).

Metode Analisis Statik Ekuivalen			
Tulangan Utama			
Nama Struktur	Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> )		Persentase Kenaikan (%)
	SNI 03-1726-2002	SNI 1726:2012	
K 650/650	5233	12973	147.91%
K 550/550	3629	10637	193.08%
K 450/450	5463	10937	100.19%
K 350/350	2784	6021	116.29%

Tabel 12: Luas tulangan utama dengan analisis respon spektrum (Model 2).

Metode Analisis Respon Spektrum			
Tulangan Utama			
Nama Struktur	Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> )		Persentase Kenaikan (%)
	SNI 03-1726-2002	SNI 1726:2012	
K 650/650	4225	7550	78.71%
K 550/550	3025	5586	84.66%
K 450/450	4131	8089	95.82%
K 350/350	2141	4248	98.42%

## 7. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil investigasi ini telah dapat disimpulkan pengaruh perubahan Standarisasi Perencanaan Gempa terhadap Struktur Bangunan yaitu SNI 03-1726-2002 dengan SNI 1726:2012, khususnya terhadap volumetrik tulangan adalah sebagai berikut :

1. Gaya geser dasar dari SNI 1726:2012 lebih besar dari pada gaya geser dasar SNI 03-1726-2002. Peningkatan persentase nilai gaya geser dasar dapat dilihat di bawah ini:  
Gedung 3 lantai (Model 1) : Analisis statik ekuivalen : arah x = 40,38%, arah y = 40,38% ; Analisis respon spektrum : arah x = 44,43%, arah y = 44,26%. Gedung 6 lantai dengan dinding geser (Model 2) : Analisis statik ekuivalen : arah x = 54,52%, arah y = 27,62% ; Analisis respon spektrum : arah x = 63,95%, arah y = 35,60%.
2. Nilai simpangan gedung (displacement) mengalami peningkatan, SNI 1726:2012 memiliki nilai simpangan yang lebih besar dari pada nilai simpangann SNI 03-1726-2002. Nilai rata-rata persentase peningkatan simpangan dapat dilihat di bawah ini :

Gedung 3 lantai (Model 1) : Analisis statik ekuivalen : arah x = 74%, arah y = 61% ; Analisis respon spektrum : arah x = 66%, arah y = 65%. Gedung 6 lantai dengan dinding geser (Model 2) : Analisis statik ekuivalen : arah x = 90%, arah y = 56% ; Analisis respon spektrum : arah x = 118%, arah y = 64%.

3. Perubahan peraturan dari SNI 03-1726-2002 ke SNI 1726:2012 menyebabkan peningkatan volumetrik tulangan pakai, dimana dengan gaya geser yang semakin besar menyebabkan volumetrik tulangan juga mengalami perubahan yang cukup signifikan. Selain itu, peraturan SNI 1726:2012 memiliki kombinasi pembebanan yang berbeda dengan SNI 03-1726-2002, maka dari itu kombinasi dari SNI 1726:2012 menghasilkan nilai gaya-gaya dalam struktur yang mengalami peningkatan dibandingkan dengan SNI 03-1726-2002.
4. Volumetrik Tulangan pokok kolom terjadi peningkatan antara SNI 03-1726-2002 dengan SNI 1726:2012 mencapai lebih dari 50%.

## 8. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. A. Bradley, "Empirical correlations between peak ground velocity and spectrum-based intensity measures," *Earthq. Spectra*, 2012.
- [2] J. W. Baker, "An introduction to Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)," *Stanfordedu*, 2008.
- [3] B. Shafei, F. Zareian, and D. G. Lignos, "A simplified method for collapse capacity assessment of moment-resisting frame and shear wall structural systems," *Eng. Struct.*, 2011.
- [4] E. L. Harp, D. K. Keefer, H. P. Sato, and H. Yagi, "Landslide inventories: The essential part of seismic landslide hazard analyses," *Eng. Geol.*, 2011.
- [5] L. Astriana, S. Sangadji, E. Purwanto, and S. A. Kristiawan, "Assessing Seismic Performance of Moment Resisting Frame and Frame-shear Wall System Using Seismic Fragility Curve," in *Procedia Engineering*, 2017.
- [6] A. Asroni, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7] A. Asroni, *Kolom, Fondasi dan Balok "T" Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, *Standard Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 2002.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2012*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum., 2012.
- [10] L. Budiono, B. dan Supriatna, *Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan SNI 1726:2012*. Bandung: ITB, 2011.
- [11] F. Imran, I. dan Hendrik, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berdasarkan SNI 03-2847-2002*. Bandung: ITB, 2009.
- [12] Yosimarizan, "Perencanaan Dinding Geser (Shear Wall)," <http://yosimarizan.com/2013/01/perencanaan-dinding-geser-shearwall/>, 2013. [Online]. Available: <http://yosimarizan.com/2013/01/perencanaan-dinding-geser-shearwall/>. [Accessed: 15-Jun-2013].
- [13] N. . Herman, "Bahan Kuliah Struktur Beton II (TC305) Bab 5 Analisa Dinding Geser," 2013. [Online]. Available: [http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR.\\_PEND.TEKNIK\\_SIPIL/196202021988031/NANANG\\_DALIL\\_HERMAN/BAB\\_V\\_BAHAN\\_KULIAH\\_STRUKTUR\\_BETON\\_II.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND.TEKNIK_SIPIL/196202021988031/NANANG_DALIL_HERMAN/BAB_V_BAHAN_KULIAH_STRUKTUR_BETON_II.pdf), . [Accessed: 15-Jan-2013].

PCEJ

Progress in Civil Engineering Journal  
Available at [jurnal.umsu.ac.id/index.php/PCEJ](http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/PCEJ)  
ISSN .....