



## Pembandingan Perancangan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

<sup>1</sup>Azis Wicaksana, <sup>2</sup>Anis Rosyidah

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424

<sup>1</sup>azis.wicaksana.ts16@mhs.w.pnj.ac.id, <sup>2</sup>anis.rosyidah@sipil.pnj.ac.id

### Abstract

Indonesia has a code for designing a seismic-resistant building, which has always improved year after year. Start from Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung (PPTI-UG) 1983, SNI 1726:2002, SNI 1726:2012, and the latest one is SNI 1726:2019. SNI 1726:2019 experienced some renewal on designing a seismic-resistant building. This research aims to compare spectrum response design and the structural behavior behaviors are base shear force ( $V$ ), drift ( $\delta_{max}$ ), and story drift ( $\Delta$ ). The study compares the detail of the structural components as well as using SNI 2847:2013 and SNI 2847:2019. The research uses a 10-story building modeling that serves as an apartment building and located in the city of Banda Aceh. Seismic analysis using a spectrum response analysis with Special Moment Resisting Frame (SMRF) structure. The result showed that the peak acceleration ( $S_a$ ) for the class sites of Medium Land (SD) and Hard Land (SC) were 11% and 26%, respectively, while for Soft Land (SE), there was no increase. The shear force in SNI 1726: 2019 has increased by 19.75% for the X direction and 19.97% for the Y direction. The increase in the shear force is directly proportional to the increase in drift and story drift. In the beam detailing and beam-column connection, there were no significant changes. While in the column detailing, there are additional provisions that cause the transverse reinforcement to be tighter.

**Keywords :** SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, beam detailing, column detailing, beam-column connection, spectrum response

### Abstrak

Di Indonesia terdapat peraturan perencanaan bangunan tahan gempa yang selalu diperbaiki dari tahun ke tahun. Mulai dari Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung (PPTI-UG) tahun 1983, SNI 1726:2002, SNI 1726:2012 dan yang terbaru saat ini yaitu SNI 1726:2019. Pada SNI 1726:2019 terdapat beberapa perubahan dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan spektrum respons desain dan perilaku struktur antara perancangan bangunan tahan gempa menggunakan SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019. Perilaku struktur yang ditinjau adalah gaya geser dasar ( $V$ ), simpangan ( $\delta_{max}$ ), dan simpangan antar lantai ( $\Delta$ ). Penelitian ini juga membandingkan detailing balok dan kolom serta hubungan balok kolom menggunakan SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019. Penelitian ini menggunakan pemodelan bangunan 10 lantai yang difungsikan sebagai bangunan Apartemen yang berlokasi di kota Banda Aceh. Analisis gempa menggunakan analisis respon spektrum dengan sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Dari hasil penelitian didapatkan peningkatan percepatan puncak ( $S_a$ ) untuk kelas situs Tanah Sedang (SD) dan Tanah Keras (SC) masing-masing sebesar 11% dan 26%, sedangkan untuk Tanah Lunak (SE) tidak terjadi peningkatan. Nilai gaya geser dasar pada SNI 1726:2019 mengalami peningkatan sebesar 19,75% untuk arah X dan 19,97% untuk arah Y. Peningkatan pada gaya geser dasar berbanding lurus terhadap peningkatan pada simpangan dan simpangan antar lantai. Pada detailing balok dan hubungan balok kolom tidak terdapat perubahan yang signifikan. Pada detailing kolom terdapat ketentuan tambahan yang mengakibatkan tulangan transversal yang terpasang menjadi lebih rapat.

**Kata kunci :** SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, Detailing balok, Detailing kolom, Hubungan balok kolom, respon spektrum

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021

## 1. Pendahuluan

Indonesia yang terletak pada jalur *Ring of Fire* merupakan negara dengan kondisi tektonik yang cukup aktif di dunia [1]. Dengan kondisi tersebut tidak heran jika Indonesia sering dilanda bencana alam gempa bumi. Selain itu, Indonesia berada diantara tiga lempeng bumi yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Indo-Australia yang memiliki pergerakannya masing-masing [2]. Menurut Indra pengaruh percepatan pergerakan tanah yang terjadi saat gempa perlu dipertimbangkan dalam perancangan gedung dan infrastruktur. Ketika terjadi gempa, bangunan yang ada akan mengalami guncangan pada muka tanah yang dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan tersebut [3]. Maka dari itu diperlukan peraturan perancangan bangunan tahan gempa yang dapat mengurangi kerusakan yang terjadi akibat gempa di Indonesia.

Di Indonesia terdapat peraturan perancangan bangunan tahan gempa yang selalu diperbaiki dari tahun ke tahun. Dimulai dari PPTI-UG-1983, SNI 1726:2002, SNI 1726:2012 [4][5] dan peraturan yang terbaru saat ini yaitu SNI 1726:2019. Pembaharuan SNI 1726:2019 mengacu pada ASCE 7-16 [6] dan didasari dengan pemuktahiran Peta Gempa Nasional yang menghasilkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia [7].

Maka dari itu peneliti ingin melakukan perbandingan desain bangunan tahan gempa menggunakan SNI 1726:2012 [8] dengan SNI 1726:2019 [9] untuk mendapatkan besarnya perbedaan gaya geser dasar ( $V$ ), simpangan ( $\delta_{max}$ ), dan simpangan antar lantai ( $\Delta$ ) serta detailing komponen struktur balok, kolom dan hubungan balok kolom antara SNI 2847:2013 [10] dengan SNI 2847:2019 [11].

## 2. Metode Penelitian

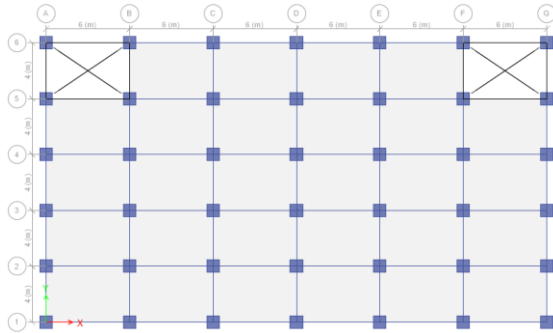
### 2.1. Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan model bangunan beraturan dengan tinggi 10 lantai yang difungsikan sebagai bangunan Apartemen yang berlokasi di kota Banda Aceh. Analisis gempa menggunakan analisis respon spektrum dengan sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Perhitungan beban hidup dan beban mati mengacu pada SNI 1727:2013 [12]. Ada 2 pemodelan yang akan dibuat, pemodelan yang dirancang menggunakan SNI 1726:2012 dan pemodelan yang dirancang menggunakan SNI 1726:2019. Kedua pemodelan tersebut memiliki bentuk, fungsi serta dimensi komponen struktur yang sama, yang membedakan hanyalah peraturan dalam perancangannya saja. Model struktur yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

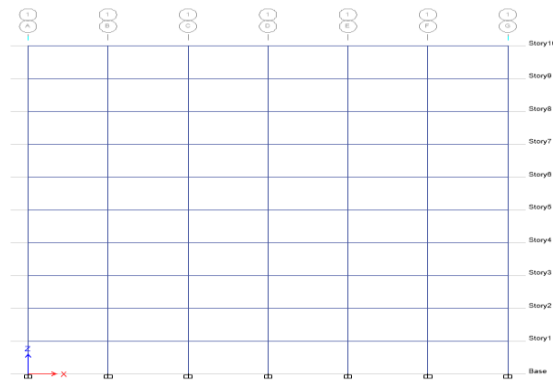
---

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021

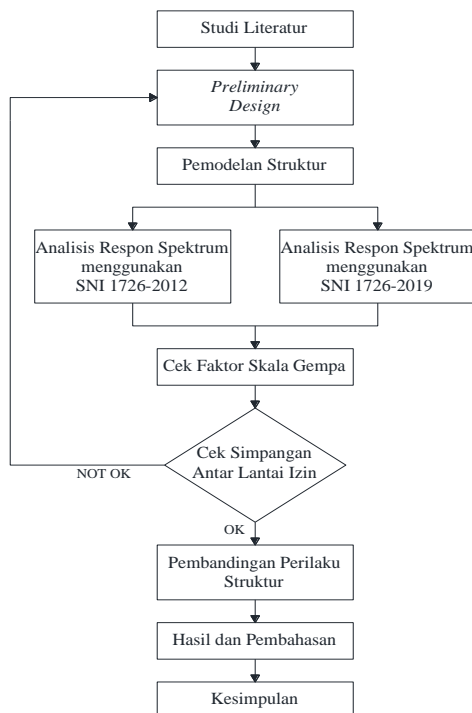


Gambar 1. Denah Bangunan



Gambar 2. Elevation View Bangunan Arah x

## 2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

## 2.3. Studi Literatur

Studi literatur dimulai dengan menentukan topik yang ingin diteliti, kemudian mencari referensi berupa jurnal-jurnal yang berkaitan dengan topik yang akan diteliti. Dalam studi literatur juga mencari peraturan-peraturan yang digunakan sebagai pedoman dalam penelitian.

## 2.4. Preliminary Design

Pada tahap ini dilakukan perhitungan penampang balok dan kolom serta tebal plat yang akan digunakan untuk memasukkan dimensi elemen struktur kedalam pemodelan 3D yang dibuat. Perhitungan ini mengacu pada peraturan yang mengatur persyaratan beton struktur yaitu SNI 2847:2019.

## 2.5. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur menggunakan software ETABS sesuai dengan data-data yang direncanakan. Tahapan-tahapan dalam pemodelan struktur adalah sebagai berikut:

1. Membuat grid line sumbu x dan sumbu y serta menentukan tinggi bangunan sesuai dengan data yang direncanakan.
2. Memasukkan spesifikasi material yang digunakan. Dalam penelitian ini, peneliti hanya menggunakan material beton dan tulangan saja.
3. Membuat dimensi elemen-elemen struktur seperti balok, kolom dan plat sesuai dengan dimensi yang sudah dihitung pada tahap *preliminary design*.
4. Menggambar pemodelan struktur berdasarkan *grid line* dan data perancangan.
5. Merubah perletakkan tumpuan pada kolom menjadi jepit. Perletakkan tumpuan kolom

## Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021

jepit karena asumsi perancangan menggunakan pondasi tiang pancang.

6. Memasukkan beban mati dan hidup sesuai dengan data perancangan.

#### 2.6. Analisis Respons Spektrum

Langkah-langkah dalam analisis respon spektrum, yaitu:

1. Menentukan parameter percepatan respon spektral ( $S_s$  dan  $S_1$ ) sesuai dengan peta gempa dari lokasi bangunan yang ditentukan.
2. Menentukan jenis tanah dari lokasi bangunan yang ditentukan.
3. Menghitung koefisien situs ( $F_a$  dan  $F_v$ ).
4. Menghitung parameter spektrum respons percepatan ( $S_{ms}$  dan  $S_{m1}$ ).
5. Menghitung parameter percepatan spektral desain ( $SDS$  dan  $SD1$ ).
6. Menghitung periode getar fundamental struktur ( $T_0$ ,  $T_s$  dan  $T_L$ ).
7. Menghitung spektrum respons percepatan ( $S_a$ ).
8. Memasukkan semua data yang dihitung kedalam software ETABS.

#### 2.7. Periksa Faktor Skala Gempa

Pada tahap ini dilakukan untuk menentukan gaya gempa rencana perlu dikalikan dengan faktor skala atau tidak. Faktor skala gempa dilakukan ketika gaya gempa statik lebih besar dari gaya gempa pada analisis respon spektrum.

#### 2.8. Cek Simpangan Antar Lantai Izin

Pada tahap ini dilakukan pengecekan terhadap simpangan antar lantai izin. Dimana simpangan antar lantai tingkat ( $\Delta$ ), akibat gempa yang ditinjau dengan analisis elastis, tidak boleh melebihi simpangan antar lantai

izin ( $\Delta_a$ ). Jika simpangan antar lantai tingkat ( $\Delta$ ) melebihi simpangan antar lantai izin ( $\Delta_a$ ) maka perlu dilakukan pembesaran dimensi, jika tidak maka akan berlanjut ketahap berikutnya.

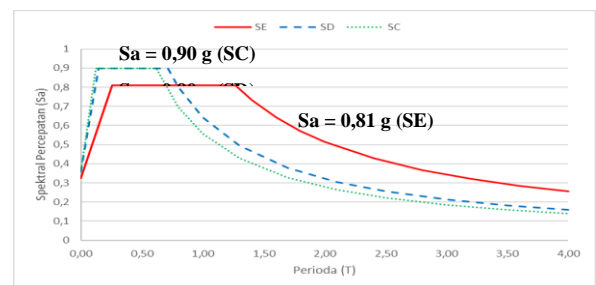
#### 2.9. Perbandingan Perilaku Struktur

Ketika simpangan antar lantai tingkat ( $\Delta$ ) tidak melebihi simpangan antar lantai izin ( $\Delta_a$ ), maka pemodelan tersebut sudah benar. Selanjutnya membuat rekapitulasi dan membandingkan hasil gaya geser dasar ( $V$ ), perpindahan ( $\delta_{max}$ ), dan simpangan antar lantai ( $\Delta$ ) SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Spektrum Respons Desain

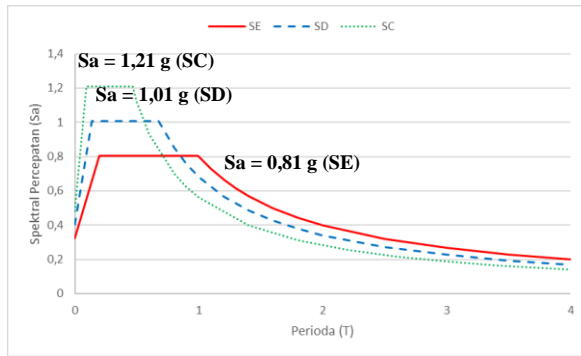
Berikut adalah hasil spektrum respons desain SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 yang dihitung secara manual menggunakan excel pada Gambar 4.



(a) SNI 1726:2012

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021



(b) SNI 1726:2019

Gambar 4. Spektrum Respons Desain Berdasarkan  
 (a) SNI 1726:2012, (b) SNI 1726:2019

Sumber : Olahan Pribadi

Berdasarkan Gambar 4, nilai percepatan puncak ( $S_a$ ) pada spektrum respons desain menggunakan SNI 1726:2019 untuk kelas situs Tanah Lunak (SE) tidak mengalami peningkatan, sedangkan untuk kelas situs Tanah Sedang (SD) dan Tanah Keras (SC) mengalami peningkatan masing-masing sebesar 12% dan 34%. Peningkatan SD dan SC dipengaruhi oleh nilai percepatan puncak ( $S_a$ ) yang diperoleh. Dampak dari peningkatan SD dan SC akan mempengaruhi besarnya gaya geser dasar yang terjadi.

### 3.2. Hasil Gaya Geser Dasar

Dari perhitungan gaya geser dasar menggunakan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Nilai gaya geser dasar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Gaya Geser Dasar

Arah	Gaya Geser Dasar (kN)		% Peningkatan Gaya Geser terhadap SNI 1726:2012	
	SNI 2012	SNI 2019	SNI 2012	SNI 2019
X	7681,27	9572,14	100,00	124,62
Y	7677,92	9569,66	100,00	124,64

Sumber : Olahan Pribadi

Berdasarkan Tabel 1, nilai gaya geser dasar arah X dan Y pada SNI 1726:2019 mengalami

peningkatan dengan nilai masing-masing sebesar 24,62% dan 24,64% dari nilai gaya geser dasar pada SNI 1726:2012.

### 3.3. Hasil Simpangan dan Simpangan Antar Lantai

Hasil simpangan dan simpangan antar lantai menggunakan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3, sedangkan grafik simpangan dan simpangan antar lantai disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Tabel 2. Simpangan

Lantai	Tinggi (m)	Arah X		Arah Y	
		SNI 2012	SNI 2019	SNI 2012	SNI 2019
Lantai 10	3,5	32.08	39.88	29.63	36.86
Lantai 9	3,5	30.54	37.96	28.15	35.02
Lantai 8	3,5	28.82	35.82	26.47	32.92
Lantai 7	3,5	26.43	32.85	24.17	30.06
Lantai 6	3,5	23.31	28.97	21.22	26.40
Lantai 5	3,5	19.53	24.29	17.73	22.05
Lantai 4	3,5	15.47	19.23	14.02	17.45
Lantai 3	3,5	11.05	13.75	10.03	12.48
Lantai 2	3,5	6.50	8.08	5.92	7.37
Lantai 1	3,5	2.33	2.90	2.14	2.66

Sumber : Olahan Pribadi

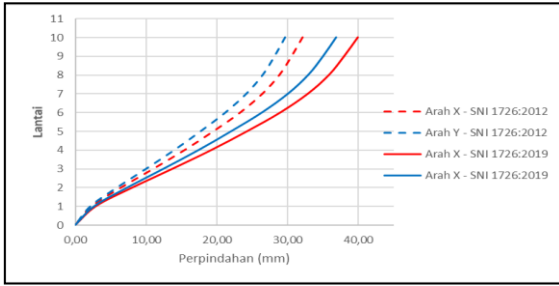
Tabel 3. Simpangan Antar Lantai

Lantai	Tinggi (m)	Arah X		Arah Y	
		SNI 2012	SNI 2019	SNI 2012	SNI 2019
Lantai 10	3,5	8.48	10.57	8.12	10.12
Lantai 9	3,5	9.47	11.78	9.26	11.53
Lantai 8	3,5	13.16	16.36	12.65	15.74
Lantai 7	3,5	17.17	21.32	16.20	20.14
Lantai 6	3,5	20.75	25.76	19.24	23.90
Lantai 5	3,5	22.37	27.79	20.36	25.30
Lantai 4	3,5	24.28	30.17	21.97	27.32
Lantai 3	3,5	25.05	31.15	22.62	28.14
Lantai 2	3,5	22.93	28.53	20.78	25.88
Lantai 1	3,5	12.79	15.93	11.76	14.65

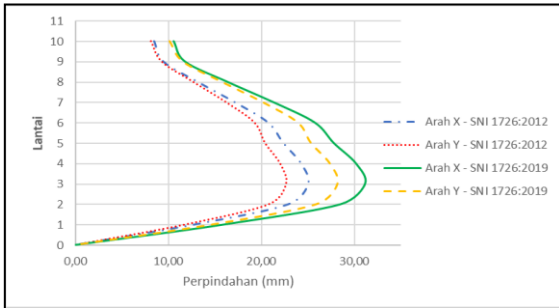
Sumber : Olahan Pribadi

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021



Gambar 5. Grafik Simpangan  
 Sumber : Olahan Pribadi



Gambar 6. Grafik Simpangan Antar Lantai  
 Sumber : Olahan Pribadi

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6, nilai simpangan antar lantai terbesar arah X dan Y pada SNI 1726:2019 mengalami peningkatan masing-masing sebesar 24,35% dan 24,42% dari nilai simpangan antar lantai pada SNI 1726:2012. Meningkatnya simpangan dan simpangan antar lantai terjadi karena meningkatnya gaya geser dasar yang terjadi. Peningkatan simpangan dan simpangan antar lantai tersebut mengakibatkan meningkatnya gaya-gaya dalam yang terjadi

### 3.4. Hasil *Detailing* Balok

Hasil perbandingan *detailing* balok dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Detailing* Balok

	(SNI 2847:2013)	(SNI 2847:2019)
Balok B1 digunakan tulangan longitudinal :	pada daerah tumpuan yaitu	pada daerah tumpuan yaitu
	- Atas = 7 D22 - Bawah = 4 D22	- Atas = 7 D22 - Bawah = 4 D22
	pada daerah lapangan yaitu	pada daerah lapangan yaitu
	- Atas = 2 D22 - Bawah = 4 D22	- Atas = 2 D22 - Bawah = 4 D22
<b>1. Ketentuan Gaya dan Geometri</b>		
- $P_u < A_g f_c / 10$	61,23 < 1275 (OK)	Tidak ada persyaratan mengenai gaya aksial terfaktor pada balok
- $L_n \geq 4d$	5100 > 3144 (OK)	5100 > 3144 (OK)
- $b \geq 0,3h$ dan 250 mm	500 > 283,3 dan 250 (OK)	500 > 283,3 dan 250 (OK)
<b>2. Ketentuan Tulangan Lentur</b>		
- $A_s \min > A_s \text{ use} > A_s \text{ maks}$	$A_s \min = 1375,5 \text{ mm}^2$	$A_s \min = 1375,5 \text{ mm}^2$
	$A_s \text{ maks} = 9825,0 \text{ mm}^2$	$A_s \text{ maks} = 9825,0 \text{ mm}^2$
	$A_s \text{ Tump. Kiri atas} = 2662,0 \text{ mm}^2$ (OK)	$A_s \text{ Tump. Kiri atas} = 2662,0 \text{ mm}^2$ (OK)
	$A_s \text{ Tump. Kiri bawah} = 1521,1 \text{ mm}^2$ (OK)	$A_s \text{ Tump. Kiri bawah} = 1521,1 \text{ mm}^2$ (OK)
	$A_s \text{ Tump. Kanan atas} = 2662,0 \text{ mm}^2$ (OK)	$A_s \text{ Tump. Kanan atas} = 2662,0 \text{ mm}^2$ (OK)
	$A_s \text{ Tump. Kanan bawah} = 1521,1 \text{ mm}^2$ (OK)	$A_s \text{ Tump. Kanan bawah} = 1521,1 \text{ mm}^2$ (OK)
- $M_n^+ \geq 0.5 M_n^-$	Tumpuan kiri	Tumpuan kiri
	$A_s M_n^- = 2662,0 \text{ mm}^2$	$A_s M_n^- = 2662,0 \text{ mm}^2$
	$A_s M_n^+ = 1521,1 \text{ mm}^2$ } (OK)	$A_s M_n^+ = 1521,1 \text{ mm}^2$ } (OK)
	Tumpuan kanan	Tumpuan kanan
	$A_s M_n^- = 2662,0 \text{ mm}^2$ } (OK)	$A_s M_n^- = 2662,0 \text{ mm}^2$ } (OK)

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021

	(SNI 2847:2013)	(SNI 2847:2019)
	As Mn <sup>+</sup> = 1521,1 mm <sup>2</sup> (OK)	As Mn <sup>+</sup> = 1521,1 mm <sup>2</sup>
	Mn max = 2662,0 mm <sup>2</sup>	Mn max = 2662,0 mm <sup>2</sup>
	As Tump. Kiri atas = 2662,0 mm <sup>2</sup> (OK)	As Tump. Kiri atas = 2662,0 mm <sup>2</sup> (OK)
- Mn <sup>+</sup> atau - ≥ 0.25 Mn max	As Tump. Kiri bawah = 1521,1 mm <sup>2</sup> (OK)	As Tump. Kiri bawah = 1521,1 mm <sup>2</sup> (OK)
	As Tump. Kanan atas = 2662,0 mm <sup>2</sup> (OK)	As Tump. Kanan atas = 2662,0 mm <sup>2</sup> (OK)
	As Tump. Kanan bawah = 1521,1 mm <sup>2</sup> (OK)	As Tump. Kanan bawah = 1521,1 mm <sup>2</sup> (OK)
<b>3. Ketentuan Tulangan Transversal</b>		
	Dipasang sepanjang 2h dari muka kolom = 1900 mm	Dipasang sepanjang 2h dari muka kolom = 1900 mm
- Pemasangan tulangan transversal	Pemasangan sengkang pertama sejarak maksimal 50 mm dari muka kolom	Pemasangan sengkang pertama sejarak maksimal 50 mm dari muka kolom
	S1 = d/4 = 197 mm	S1 = d/4 = 197 mm
	S2 = 8D tul. utama = 176 mm	S2 = 8D tul. utama = 176 mm
- Jarak tulangan transversal di dalam sendi plastis (tumpuan)	S3 = 24D sengkang= 312 mm	S3 = 24D sengkang= 312 mm
	S4 = 300 mm	S4 = 300 mm
	S maks = 176 mm	S maks = 176 mm
	S use = 100 mm	S use = 100 mm
	S1 = d/2 = 393 mm	S1 = d/2 = 393 mm
- Jarak tulangan transversal di luar sendi plastis (lapangan)	S2 = 600 mm	S2 = 600 mm
	S maks = 393 mm	S maks = 393 mm
	S use = 300 mm	S use = 300 mm
<b>4. Ketentuan Kekuatan Geser</b>		
	M <sub>pr1</sub> = 976,7 kNm	M <sub>pr1</sub> = 976,7 kNm
	M <sub>pr2</sub> = 575,1 kNm	M <sub>pr2</sub> = 575,1 kNm
	M <sub>pr3</sub> = 976,7 kNm	M <sub>pr3</sub> = 976,7 kNm
	M <sub>pr4</sub> = 575,1 kNm	M <sub>pr4</sub> = 575,1 kNm
- Gaya geser desain	V <sub>g</sub> = 304,3 kN	V <sub>g</sub> = 304,3 kN
	V <sub>DL&amp;LL</sub> = 105,4 kN	V <sub>DL&amp;LL</sub> = 105,4 kN
	V <sub>e</sub> = 409,7 kN	V <sub>e</sub> = 409,7 kN
	V <sub>e</sub> / f = 546,3 kN	V <sub>e</sub> / f = 546,3 kN
- Tulangan transversal terpasang	Tulangan transversal daerah tumpuan = 2 D13 – 100	Tulangan transversal daerah tumpuan = 2 D13 – 100
	Tulangan transversal daerah lapangan = 2 D13 – 300	Tulangan transversal daerah lapangan = 2 D13 – 300

### 3.5. Hasil Detailing Kolom

Hasil perbandingan detailing kolom dapat dilihat pada Tabel 5

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021

Tabel 5. Detailing Kolom

	(SNI 2847:2013)	(SNI 2847:2019)
	Kolom K1 digunakan tulangan longitudinal sebesar 24 D22	Kolom K1 digunakan tulangan longitudinal sebesar 24 D22
<b>1. Ketentuan Gaya dan Geometri</b>		
- $P_u > A_g f_c / 10$	7015,5 > 2430 (OK)	7330,4 > 2430 (OK)
- Dimensi penampang terkecil > 300 mm	900 > 300 (OK)	900 > 300 (OK)
- $b/h > 0,4$	1 > 0,4 (OK)	1 > 0,4 (OK)
<b>2. Ketentuan Kuat Lentur Minimum Kolom</b>		
- $\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$	4289,2 > 1898,1 (OK)	4289,2 > 1898,1 (OK)
<b>3. Ketentuan Tulangan Longitudinal</b>		
- Rasio tulangan memanjang, $1\% \leq \rho \leq 6\%$	$\rho = 1,21\%$ (OK)	$\rho = 1,21\%$ (OK)
<b>4. Ketentuan Tulangan Transversal</b>		
	Panjang $\ell_0$ :	Panjang $\ell_0$ :
- Tulangan transversal di dalam sendi plastis (tumpuan) sepanjang $\ell_0$	h kolom = 900 mm $1/6 L_n = 441,67$ mm = 450 mm $\ell_{0 \text{ pakai}} = 900$ mm	h kolom = 900 mm $1/6 L_n = 441,67$ mm = 450 mm $\ell_{0 \text{ pakai}} = 900$ mm
	Jumlah tul. longitudinal dalam satu sisi = 7 buah	Jumlah tul. longitudinal dalam satu sisi = 7 buah
	Jumlah tul. sengkang pakai (n) = 6 buah	Jumlah tul. sengkang pakai (n) = 7 buah
	$x_1 = 257,3$ mm $x_2 = 128,7$ mm $x_3 = 128,7$ mm $x_4 = 128,7$ mm $x_5 = 163,7$ mm $h_x = x_i \text{ maks} = 257,3$ mm	$x_1 = 128,7$ mm $x_2 = 128,7$ mm $x_3 = 128,7$ mm $x_4 = 128,7$ mm $x_5 = 128,7$ mm $x_6 = 163,7$ mm $h_x = x_i \text{ maks} = 163,7$ mm
- Jarak horizontal kaki sengkang ( $h_x$ )	$h_x < 350$ mm (OK)	$h_x < 200$ mm (OK)
	$b/4 = 225$ mm	$b/4 = 225$ mm
	6D tul.utama = 150 mm	6D tul.utama = 150 mm
	So pakai = 114 mm	So pakai = 150 mm
	S maks = 114 mm	S maks = 150 mm
- Jarak tulangan transversal didalam sendi plastis (tumpuan)	$S \text{ pakai} = 100$ mm $A_v = 706,78$ mm <sup>2</sup> $A_{sh1} = 442,61$ mm <sup>2</sup> $A_{sh2} = 544,73$ mm <sup>2</sup> $A_v \text{ perlu} = 549,36$ mm <sup>2</sup>	$S \text{ pakai} = 100$ mm $A_v = 720,1$ mm <sup>2</sup> $A_{sh1} = 623,75$ mm <sup>2</sup> $A_{sh2} = 521,10$ mm <sup>2</sup> $A_{sh3} = 517,93$ mm <sup>2</sup> $A_v \text{ perlu} = 666,24$ mm <sup>2</sup>
	6D tul.utama = 150 mm	6D tul.utama = 150 mm
	= 150 mm	= 150 mm
- Tulangan transversal di luar sendi plastis (lapangan).	S maks = 150 mm S use = 100 mm	S maks = 150 mm S use = 100 mm
<b>5. Ketentuan Kekuatan Geser</b>		

**Informasi Artikel**

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021



	(SNI 2847:2013)	(SNI 2847:2019)
- Gaya geser desain	$M_{pr\ atas} = 2380,8 \text{ kNm}$	$M_{pr\ atas} = 2427,6 \text{ kNm}$
	$M_{pr\ bawah} = 2316,6 \text{ kNm}$	$M_{pr\ bawah} = 2358,4 \text{ kNm}$
	$\sum M_{pr\ kolom} = 4697,4 \text{ kNm}$	$\sum M_{pr\ kolom} = 4786,0 \text{ kNm}$
	$V_e = 1772,6 \text{ kN}$	$V_e = 1806,0 \text{ kN}$
	$V_e / f = 2363,5 \text{ kN}$	$V_e / f = 2408,1 \text{ kN}$
- Tulangan transversal terpasang	Tulangan transversal daerah tumpuan = 6 D13 – 100	Tulangan transversal daerah tumpuan = 7 D13 – 100
	Tulangan transversal daerah lapangan = 2 D13 – 100	Tulangan transversal daerah lapangan = 2 D13 – 100

### 3.6. Hasil *Detailing* Hubungan Balok Kolom

Hasil perbandingan *detailing* hubungan balok kolom dapat dilihat pada Tabel 6. Tabel 6. Hubungan Balok

	(SNI 2847:2013)	(SNI 2847:2019)
Kolom		
<b>1. Ketentuan Gaya dan Geometri</b>		
- Syarat panjang <i>joint</i>	b kolom > 20 db	b kolom > 20 db
	900 > 440 (OK)	900 > 440 (OK)
	h kolom > 20 db	h kolom > 20 db
- Syarat tinggi <i>joint</i>	900 > 440 (OK)	900 > 440 (OK)
	Tidak ada syarat tinggi <i>joint</i>	h kolom > h balok/2
		900 > 425 (OK)
<b>2. Ketentuan Kuat Geser</b>		
- Kuat geser <i>joint</i>	$A_j = b_{eff} \times h$	$A_j = b_{eff} \times h$
	$= 810000 \text{ mm}^2$	$= 810000 \text{ mm}^2$
	$fV_n = 0,75 \times 1,7 \sqrt{f_c} \times A_j$	$fV_n = 0,75 \times 1,7 \times \lambda \sqrt{f_c} \times A_j$
	$= 5656604,71 \text{ N}$	$= 5656604,71 \text{ N}$
<b>3. Hasil</b>		
	$V_u = 874459,97 \text{ N}$	$V_u = 874459,97 \text{ N}$
- Kuat geser <i>ultimate</i>	Cek	Cek
	$fV_n > V_u$ (OK, kuat geser join memadai)	$fV_n > V_u$ (OK, kuat geser join memadai)

### 3.7. Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan peningkatan percepatan puncak ( $S_a$ ) di kota Banda Aceh pada perancangan bangunan tahan gempa menggunakan SNI 1726:2019 untuk kelas situs Tanah Sedang (SD) dan Tanah Keras (SC) [13]. Peningkatan percepatan puncak ( $S_a$ ) tersebut mengakibatkan beban

gempa yang terjadi semakin besar [14]. Beban gempa yang semakin besar akan menghasilkan nilai simpangan dan simpangan antar lantai juga semakin besar. Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil penelitian Zalukhu yang menunjukkan bahwa beban gempa yang meningkat berbanding lurus dengan simpangan dan simpangan antar lantai yang terjadi [15].

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021

Dari hasil detailing komponen struktur menggunakan SNI 2847:2019 terdapat beberapa perubahan. Perubahan yang terjadi pada detailing balok tidak mempengaruhi kebutuhan tulangan longitudinal maupun transversal. Pada detailing kolom terdapat ketentuan tambahan untuk  $P_u > 0,3 A_g f_c'$  atau  $f_c' > 70$  MPa yang mengharuskan pemasangan tulangan transversal mengikat di setiap tulangan longitudinal yang ada. Ketentuan tersebut mengakibatkan tulangan transversal yang terpasang menjadi lebih rapat. Pada detailing joint terdapat persyaratan tambahan untuk tinggi joint dan tambahan faktor pengali ( $\lambda$ ) untuk mendapatkan kuat geser joint. Penambahan ketentuan tersebut tidak memberikan pengaruh pada hasil perhitungan kuat geser ultimate.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat penulis simpulkan sebagai berikut.

1. Pada perancangan bangunan tahan gempa menggunakan SNI 1726:2019 mengalami peningkatan percepatan puncak ( $S_a$ ) untuk kelas situs Tanah Sedang (SD) dan Tanah Keras (SC). Sedangkan pada kelas situs Tanah Lunak (SE) tidak mengalami peningkatan. Demikian pula dengan gaya geser dasar, terjadi mengalami peningkatan sebesar 24,62% untuk arah x dan 24,64% untuk arah y. Nilai simpangan antar lantai terbesar pada SNI 1726:2019 mengalami peningkatan sebesar 24,35% untuk arah X dan 24,42% untuk arah Y.
2. Perubahan yang terjadi pada detailing balok menggunakan SNI 2847:2019 tidak mengakibatkan peningkatan jumlah tulangan

baik tulangan longitudinal maupun transversal. Pada detailing kolom menggunakan SNI 2847:2019 mengakibatkan tulangan transversal yang terpasang menjadi lebih rapat. Peningkatan tersebut dikarenakan pada SNI 2847:2019 terdapat ketentuan tambahan yang mengharuskan pemasangan tulangan transversal mengikat di setiap tulangan longitudinal yang ada. Ketentuan pada detailing hubungan balok kolom SNI 2847:2019 tidak memberikan pengaruh pada hasil perhitungan kuat geser ultimate.  
Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada UP2M Politeknik Negeri Jakarta yang telah mendanai penelitian ini.

#### Daftar Notasi

- $A_j$  : Luas efektif dari penampang suatu *joint*.  
 $A_s$  : Luas tulangan tarik.  
 $A_{sh}$  : Luas penampang total tulangan transversal.  
 $b_c$  : Dimensi penampang inti komponen struktur yang diukur ke tepi luar tulangan transversal yang membentuk luas  $A_{sh}$ .  
 $b_w$  : Lebar Balok  
 $d_b$  : Diameter nominal tulangan.  
 $d$  : Jarak dari serat tekan terjatuh ke pusat tulangan tekan longitudinal  
 $C_{vx}$  : Faktor distribusi vertikal.  
 $C_d$  : Faktor pembesaran simpangan lateral.  
 $c_1$  : Dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kepada kolom atau braket yang diukur dalam arah bentang dimana momen ditentukan

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021

<p><math>c_2</math> : Dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kepada kolom atau braket yang diukur dalam arah tegak lurus terhadap <math>c_1</math>.</p> <p><math>F_c'</math> : Mutu beton.</p> <p><math>F_a</math> : Koefisien situs untuk periode 0,2 detik.</p> <p><math>F_{yt}</math> : Kuat leleh tulangan.</p> <p><math>F_y</math> : Kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan.</p> <p><math>F_v</math> : Koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik).</p> <p><math>h</math> : Tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur.</p> <p><math>h_i, h_x</math> : Tinggi dasar sampai tingkat <math>i</math> atau <math>x</math>.</p> <p><math>k</math> : Eksponen yang terkait dengan periode struktur.</p> <p><math>k_f</math> : Faktor kekuatan beton.</p> <p><math>k_n</math> : Faktor keefektifan pengekangan.</p> <p><math>L_n</math> : Panjang bentang bersih komponen struktur.</p> <p><math>M_{pr}</math> : Kekuatan lentur mungkin komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan properti komponen struktur pada muka <i>joint</i> yang mengasumsikan tegangan tarik dalam batang tulangan longitudinal sebesar paling sedikit <math>1,25f_y</math> dan faktor reduksi kekuatan sebesar 1 Nmm.</p> <p><math>M_{nc}</math> : Kuat lentur nominal kolom yang merangka ke dalam <i>joint</i>, yang dievaluasi di muka-muka <i>joint</i>. Kuat lentur kolom didapat dari gaya aksial terfaktor terkecil yang menghasilkan kuat lentur terendah.</p> <p><math>M_{nb}</math> : Kekuatan nominal balok yang merangka ke dalam <i>joint</i> yang dievaluasi di muka-muka <i>joint</i>.</p> <p><math>n_l</math> : Jumlah batang atau bundel tulangan longitudinal di sekeliling inti kolom</p>	<p><math>P_u</math> : Beban aksial kolom.</p> <p><math>S_a</math> : Respon spektra percepatan.</p> <p><math>S_{DS}</math> : Parameter percepatan respons spektra pada periode pendek, redaman 5 persen</p> <p><math>S_{D1}</math> : Parameter percepatan respons spektra pada periode 1 detik, redaman 5 persen.</p> <p><math>S_{ms}</math> : Parameter percepatan respons spektra MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.</p> <p><math>S_{m1}</math> : Parameter percepatan respons spektra MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.</p> <p><math>S_s</math> : Parameter percepatan respons spektra MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen.</p> <p><math>S_1</math> : Parameter percepatan respons spektra MCE dari peta gempa pada periode 1 detik pendek, redaman 5 persen.</p> <p><math>R</math> : Koefisien modifikasi respons</p> <p><math>T_0</math> : <math>0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}</math></p> <p><math>T</math> : Periode fundamental bangunan.</p> <p><math>T_a</math> : Periode fundamental pendekatan</p> <p><math>T_s</math> : <math>\frac{S_{D1}}{S_{DS}}</math></p> <p><math>T_L</math> : Peta periode panjang.</p> <p><math>V</math> : Geser desain total di dasar struktur dalam arah yang ditinjau.</p> <p><math>V_c</math> : Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton.</p> <p><math>V_e</math> : Gaya geser rencana.</p> <p><math>V_n</math> : Kuat geser <i>joint</i>.</p> <p><math>V_x</math> : Geser sesismik desain di tingkat.</p>	<p>dengan sengkang persegi yang ditumpu secara lateral oleh sudut dari sengkang pengekang atau kait seismik.</p>
---	--	--

**Informasi Artikel**

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021

$x_i$	: Jarak antara pusat ke pusat tulangan longitudinal yang ditopang secara lateral dengan jarak maksimum 350mm	[6]	Floating Columns Terhadap Beban Gempa,” <i>Potensi</i> , vol. 22, no. 1, pp. 96–103, 2020.
$s$	: Jarak tulangan transversal sepanjang $l_0$ .	[7]	7-16 ASCE/SEI, <i>Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures</i> . American Society of Civil Engineers, VA, 2016.
$s_0$	: Spasi pusat ke pusat tulangan transversal dalam panjang $l_0$ .	[8]	Pustlitbang PUPR, <i>Buku Peta Gempa 2017</i> . 2017.
$l_0$	: Panjang penamaan tambahan melewati garis pusat tumpuan atau titik belok.	[9]	1726-2012 SNI, <i>Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung</i> . Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2012.
$l_{dh}$	: Panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir dengan kait standar, yang diukur dari penampang kritis ujung luar kait.	[10]	1726-2019 SNI, <i>Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung</i> . Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2019.
$\Delta$	: Simpangan antar lantai tingkat desain.	[11]	2847:2013 SNI, <i>Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung</i> . Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2013.
$\Delta_a$	: Simpangan antar lantai tingkat yang diijinkan.	[12]	SNI 2847:2019, <i>Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan</i> . Bandung: Badan Standardisasi Indonesia, 2019.
$\delta_{max}$	: Perpindahan maksimum di tingkat $x$ .	[13]	1727-2013 SNI, <i>Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain</i> . Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2013.

**Daftar Rujukan**

[1]	J. R. Batmetan, “Algoritma Ant Colony Optimization ( ACO ) untuk Pemilihan Jalur Tercepat Evakuasi Bencana Gunung Lokon Sulawesi Utara,” <i>J. Teknol. Informasi-Aiti</i> , vol. 14, no. 1, pp. 31–48, 2016.	[13]	S. Sutjipto, “Perbandingan Spektrum Respons Desain RSNI 1726 : 2018 dan SNI 1726-2012 Pada 17 Kota Besar Di Indonesia,” in <i>Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-12 2018</i> , 2018, pp. 1–7.
[2]	Y. F. Kastama, I. G. M. Sudika, and N. K. Astarian, “Perbandingan Perilaku Struktur Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa Berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan 03-1726-2012,” 2016.	[14]	B. N. Dini and A. A. Masagala, “Studi Komparasi Perencanaan Struktur Gedung Berdasarkan SNI 1726-2012 Menggunakan Peta Hazard Gempa Indonesia 2010 dan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017,” 2019.
[3]	I. D. Sidi, “Ketidakpastian (uncertainties) dan Risiko (risk) dalam Perencanaan Bangunan Tahan Gempa, Prespektif Standard Nasional Indonesia (SNI),” 2017.	[15]	Zalukhu, O. Yamotuh, and A. A. Masagala, “Gedung Bertingkat Menggunakan Peta Hazard Gempa Indonesia 2010 Dengan Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia 2017 Berdasarkan Sni 1726 : 2012,” Pp. 1–13, 2018.
[4]	R. Patria, “Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung Studi Kasus Pada Hotel Inna Garuda Extension Yogyakarta,” 2017.		
[5]	F. S. Anggriawan and A. Rosyidah, “Kinerja Struktur Bangunan Dengan		

**Informasi Artikel**

Diterima Redaksi : 22-03-2021 | Selesai Revisi : 11-04-2021 | Diterbitkan Online : 24-05-2021