

**Studi Analisis Gedung Bertingkat dengan Perbandingan SNI-1726-2012 dan SNI-1726-2019 Terhadap Rasio Tulangan
(Studi Kasus : Rumah Susun Pasar Jumat Jakarta Selatan)**

Vince Nukrisman Halawa¹⁾

Mohd. Isneini²⁾

Vera Agustriana Noorhidana³⁾

Hasti Riakara Husni⁴⁾

Abstract

The design of building structures in Indonesia must be designed with the applicable earthquake regulations so that the building is resistant to earthquake loads. Over the course of time, the earthquake regulations were updated considering the large earthquakes that occurred in Indonesia still caused a lot of damage to building structures. The purpose of this study was to determine the difference between the response of the structure and the design of the structure after the SNI regulations were updated.

The building being analyzed is the Pasar Jumat apartment in South Jakarta. The method used is the response spectrum method. The building was analyzed using the ETABS program given earthquake loads based on SNI-1726-2012 and SNI-1726-2019.

Based on the results of the analysis, the value of the fundamental natural vibration period is not too different, the value of interstory drift between levels is below the interstory drift between permission levels and the value of the basic shear force has increased by 19.69%. While in the design of the structure, there is an increase in the ratio of reinforcement in the main beam by 10.61% at the support and 10% in the field. for secondary beam, the reinforcement ratio increased by 8.43% at the support and 10.52% in the field. While the column structure has increased by 2.84%.

Keywords: Earthquake, spectrum response, reinforcement ratio, SNI-1726-2012, SNI-1726-2019

Abstrak

Perancangan struktur gedung di Indonesia harus didesain dengan peraturan gempa yang berlaku sehingga gedung tersebut tahan terhadap beban gempa. Seiring berjalannya waktu, maka peraturan gempa pun diperbaharui mengingat gempa yang terjadi di Indonesia masih menyebabkan banyak kerusakan pada struktur bangunan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan respon struktur dan perancangan struktur setelah peraturan SNI diperbaharui.

Gedung yang dianalisis adalah Rumah Susun Pasar Jumat yang berada di Jakarta Selatan. Metode yang digunakan adalah metode respon spektrum. Gedung tersebut dianalisis dengan menggunakan program ETABS diberi beban gempa berdasarkan SNI-1726-2012 dan SNI-1726-2019.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai periode fundamental tidak terlalu berbeda, nilai simpangan antar lantai berada di bawah simpangan antar lantai izin dan untuk nilai gaya geser dasar mengalami peningkatan sebesar 19,69 %. Sedangkan pada perancangan strukturnya, terdapat peningkatan rasio tulangan pada balok induk sebesar 10,61 % pada tumpuan dan 10 % pada lapangan. Untuk balok anak mengalami peningkatan rasio tulangan sebesar 8,43 % pada tumpuan dan 10,52 % pada lapangan. Sedangkan pada struktur kolom mengalami peningkatan sebesar 2,84 %.

Kata Kunci : Gempa, respon spektrum, rasio tulangan, SNI-1726-2012, SNI-1726-2019

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

⁴⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia merupakan wilayah yang termasuk dalam daerah rawan gempa. Indonesia terletak pada jalur atau daerah *Ring of Fire* yang merupakan daerah yang sering terjadi gempa bumi karena terletak di atas pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia, dan lempeng Indo-Australia. Dari gempa tersebut menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan. Setelah dilakukan suatu penelitian tentang hal ini, bahwa gempa besar yang terjadi ternyata percepatan batuan dasar lebih besar daripada percepatan batuan dasar yang telah ditetapkan dalam peta gempa sebelumnya (Crista et al., 2020). Oleh sebab itu, perancangan struktur gedung bertingkat di Indonesia harus didesain dengan peraturan gempa yang berlaku sehingga gedung tersebut tahan terhadap beban lateral gempa yang terjadi. Dengan adanya pembaharuan peraturan SNI gempa dari (SNI-1726, 2012) ke (SNI-1726, 2019) maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui perbedaan dan efektifitas penggunaan standar peraturan tersebut terhadap perencanaan struktur bangunan tahan gempa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Peraturan gempa di Indonesia telah mengalami pembaharuan dari (SNI-1726, 2012) ke (SNI-1726, 2019). Peta gempa sebelumnya dinilai kurang relevan untuk perencanaan gedung tahan gempa karena masih menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan. Perubahan standar tentang perencanaan struktur bangunan tahan gempa tersebut perlu dilakukan suatu penelitian untuk meninjau perbedaan yang terjadi pada struktur bangunan baik dalam hal perancangan struktur gedung maupun hasil atau respon struktur berdasarkan standar lama dan standar baru.

2.2. Balok Beton Bertulang

Menurut (SNI-2847, 2019) pasal 2.3 struktur beton bertulang merupakan struktur beton struktural yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum berdasarkan syarat yang sudah ditentukan dengan atau tanpa prategang, dan dalam perencanaan diasumsikan bahwa kedua material tersebut bekerja sama dalam menopang gaya-gaya yang terjadi pada struktur.

2.3. Pembebanan

Pembebanan yang digunakan berdasarkan (SNI-1727, 2020) yaitu Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam analisis bangunan Gedung tinggi 18 lantai ini meliputi : beban mati sendiri (*dead load*), beban mati tambahan (*super dead load*), beban hidup (*live load*), dan beban atap.

2.4. Beban Gempa

2.4.1 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan berdasarkan (SNI-1726, 2012) dan (SNI-1726, 2019) dapat di lihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kombinasi pembebanan

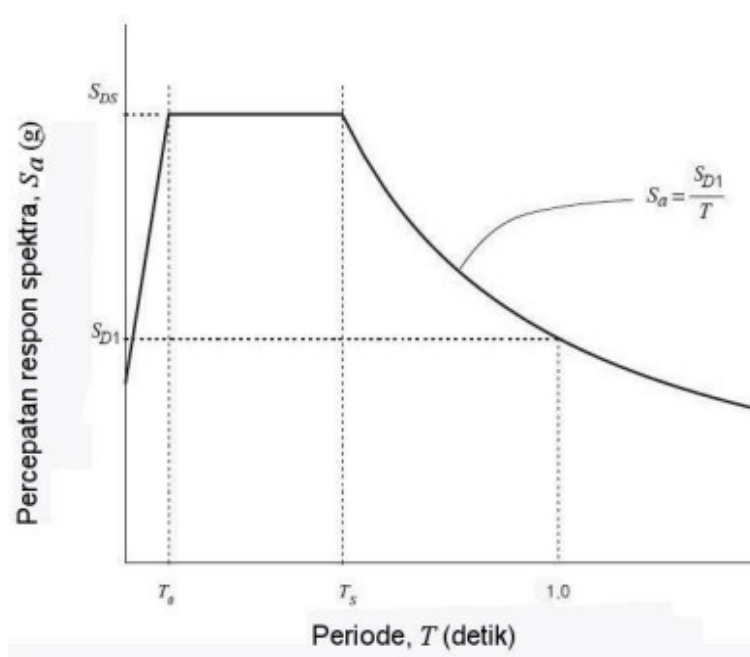
SNI-1726-2012	SNI-1726-2019
1. 1,4D	1. 1,4 D
2. 1,2 D + 1,6L + 0,5 (L _r atau R)	2. 1,2 D + 1,6L + 0,5 (L _r atau R)
3. 1,2 D + 1,6 (L _r atau R) + (L atau 0,5W)	3. 1,2 D + 1,6 (L _r atau R) + (L atau 0,5W)
4. 1,2 D + 1,0W + L+0,5(L _r atau R)	4. 1,2 D + 1,0W + L+0,5(L _r atau R)
5. 1,2 D + 1,0E+L	5. 0,9 D + 1,0W
6. 0,9 D + 1,0 W	6. 1,2 D + 1,0E _v +1,0E _h + L
7. 0,9 D + 1,0E	7. 0,9 D - 1,0E _v +1,0E _h

2.4.2 Kelas Situs Tanah

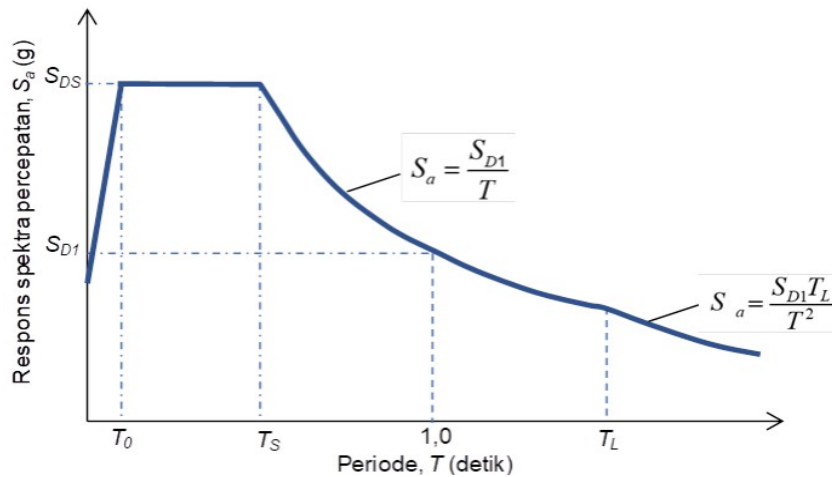
Kelas situs berdasarkan (SNI-1726, 2012) dan (SNI-1726, 2019) serta hasil penyelidikan geoteknik Rumah Susun Pasar Jumat, tanah disekitar proyek berjenis tanah lempung dengan Indeks Plastisitas sebesar 78%, kuat geser tanah 13,0990 kN/m² serta kadar air sebesar 82,44% maka dapat disimpulkan bahwa tanah di sekitar proyek berkelas situs SE dengan spesifikasi tanah lunak

2.4.3 Respon Spektrum

Data respons spektrum yang akan digunakan dalam penelitian ini akan digunakan untuk menentukan gempa rencana berdasarkan (SNI-1726, 2012) dan (SNI-1726, 2019).



Gambar 1. Spektrum respon desain (SNI-1726, 2012)



Gambar 2. Spektrum respon desain (SNI-1726, 2019)

2.4.4 Pemilihan Sistem Struktur

Sistem struktur pada gedung ini adalah rangka beton bertulang pemikul momen khusus.

2.4.5 Kategori Risiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa

berdasarkan (SNI-1726, 2012) dan (SNI-1726, 2019) kategori risiko bangunan pada gedung ini adalah kategori risiko II dengan nilai faktor keutamaan gempa 1,0.

2.4.6 Periode Fundamental Struktur

Periode fundamental struktur adalah waktu getaran alami bangunan dalam hitungan detik. Berdasarkan (SNI-1726, 2012) dan (SNI-1726, 2019), Periode fundamental pendekatan batas bawah ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Ta_{minimum} = Ct \times h_n^x \quad (1)$$

Periode fundamental pendekatan batas atas ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Ta_{maksimum} = Cu \times Ta_{minimum} \quad (2)$$

2.4.7 Gaya Geser Dasar

Berdasarkan (SNI-1726, 2012) dan (SNI-1726, 2019) gaya geser seismik dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = Cs \times W \quad (3)$$

2.4.8 Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan (SNI-1726, 2012) dan (SNI-1726, 2019) nilai simpangan antar lantai izin harus lebih besar dari selisih defleksi terbesar antar lantai. Persamaan defleksi pusat massa dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\delta_x = \frac{Cd \times \delta_{xe}}{I_e} \quad (4)$$

2.4.9 Penelitian Terdahulu

(Darmawan et al., 2021) pada penelitiannya yang berjudul Studi Komparasi Parameter Respons Spektrum Gempa SNI 1726-2012 Terhadap SNI 1726- 2019 dengan Studi Kasus Gedung C STIE Perbanas didapatkan hasil bahwa parameter nilai S_s dan S_1 pada SNI 1726-2019 mengalami peningkatan sebesar 2.24% dan 23.08%, hal ini berpengaruh pada gempa vertikal yang mengakibatkan meningkatnya koefisien pengali beban mati maksimum pada kombinasi SNI 1726-2019 sebesar 0.797%.

Penelitian tentang perbandingan SNI Gempa juga dilakukan oleh (Hastono dan Syamsudin, 2018). Peraturan gempa yang dibandingkan adalah SNI-1726-2002 dan SNI-1726-2012 dengan lokasi penelitian adalah bangunan gedung di kota Aceh.. Hasil perbandingan perhitungannya adalah nilai respon spektrum SNI-1726-2012 lebih besar 8,5% dari SNI-1726-2002 dan untuk statik ekuivalen SNI-1726-2012 lebih besar 14% dari SNI-1726-2002, sehingga berpengaruh momen yang bekerja pada balok yang menyebabkan perbedaan dimensi dan kebutuhan tulangnya, dan dari hasil perhitungannya SNI1726-2012 lebih besar 3% dari SNI-1726-2002 namun pada gaya aksial yang bekerja pada kolom dan pondasi nilainya sama pada masing-masing SNI, sehingga desain dan perhitungannya sama.

Penelitian tentang SNI gempa juga dilakukan oleh (Cornelis et al., 2014) dengan judul Analisis Perbandingan Gaya Geser Tingkat, Gaya Geser Dasar, Perpindahan Tingkat dan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Berdasarkan Peraturan Gempa SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa pada kondisi tanah lunak, sedang maupun keras, nilai gaya geser, perpindahan tingkat dan simpangan antar tingkat berdasarkan SNI 1726-2002 lebih kecil dari SNI 1726-2012.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Umum

Analisis yang digunakan pada penelitian adalah analisis respon spektrum. Gedung bertingkat yang dianalisis adalah Rumah Susun Pasar Jumat. Gedung tersebut dianalisis dengan menggunakan program ETABS diberi beban gempa berdasarkan SNI-1726-2012 dan SNI-1726-2019.

3.2. Lokasi dan Data Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan adalah Rumah Susun Pasar Jumat yang terletak di Jalan Sapta Taruna Raya, Komplek PU Pasar Jumat, Lebak Bulus, Pondok Pinang, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan. Data pada penelitian ini yaitu berupa gambar kerja dan data tanah yang akan digunakan untuk memodelkan struktur dan menentukan kelas situs.

3.3. Prosedur Penelitian

Dari data yang telah didapatkan, pembuatan model 3 dimensi dilakukan menggunakan aplikasi pemodelan struktur. Selanjutnya memasukkan beban mati, beban hidup dan beban gempa. Kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan analisis respon spektrum. Dari hasil analisis diperoleh respon struktur dan nilai gaya - gaya dalam. Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan tulangan pada balok dan kolom berdasarkan SNI-1726-2012 dan SNI 1726-2019

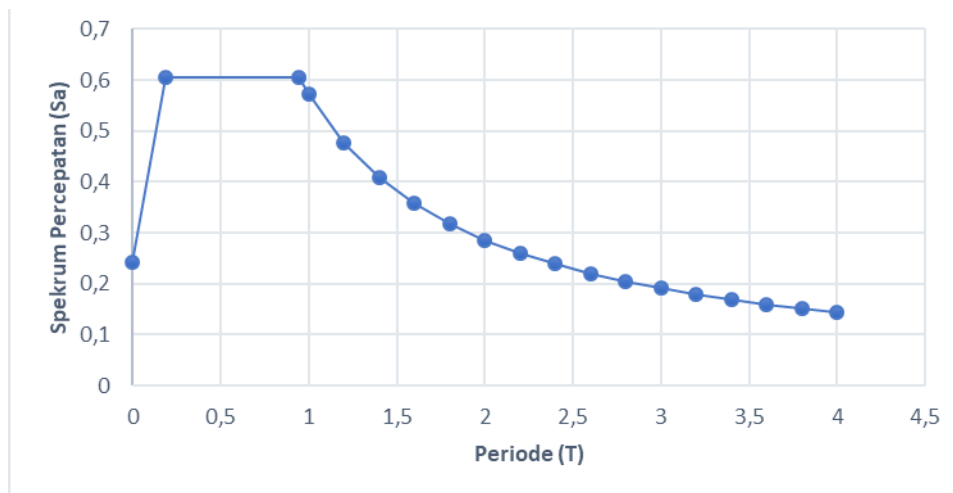
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Spektrum Respon Desain

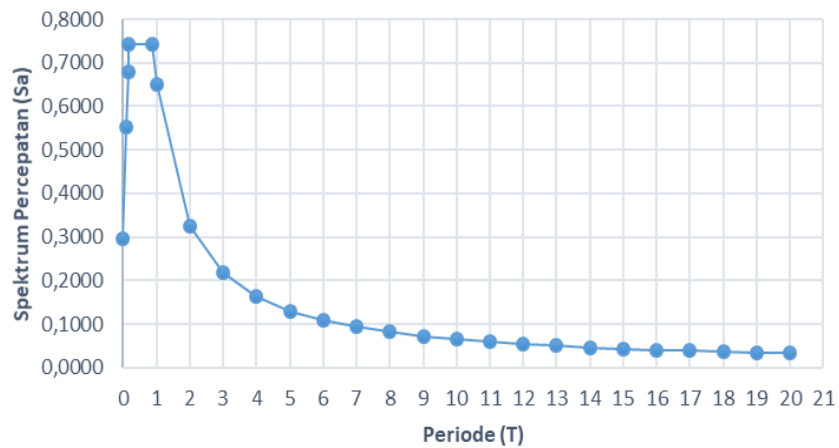
Parameter respon spektrum berdasarkan peta gempa SNI untuk lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut

Tabel 2. Parameter respon spektrum

SNI-1726-2012		SNI-1726-2019	
Variabel	Nilai	Variabel	Nilai
PGA (g)	0,375	PGA (g)	0,404
S _s (g)	0,723	S _s (g)	0,742
S ₁ (g)	0,311	S ₁ (g)	0,650
F _A	1,254	F _A	1,300
F _V	2,755	F _V	2,382
S _{MS} (g)	0,907	S _{MS} (g)	1,113
S _{M1} (g)	0,858	S _{M1} (g)	0,974
S _{DS} (g)	0,604	S _{DS} (g)	0,742
S _{D1} (g)	0,572	S _{D1} (g)	0,650
T ₀ (detik)	0,189	T ₀ (detik)	0,188
T _s (detik)	0,946	T _s (detik)	0,937

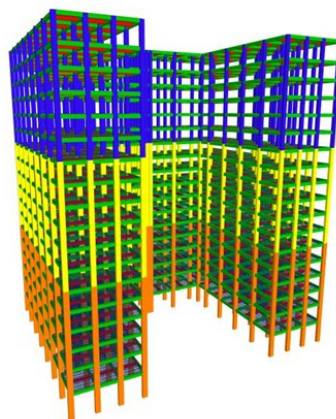


Gambar 3. Spektrum respon desain (SNI-1726, 2012)



Gambar 4. Spektrum respon desain (SNI-1726, 2019)

4.2 Pemodelan Struktur 3D Bangunan



Gambar 5. Pemodelan 3D menggunakan ETABS

Untuk tipe balok, kolom dan dimensi dapat dilihat pada uraian berikut :

Tabel 3. Dimensi struktur

Struktur		Dimensi
Balok	B1	300 mm x 550 mm
	BA1	250 mm x 500 mm
Kolom	K1	500 mm x 900 mm
	K2	500 mm x 800 mm
	K3	500 mm x 700 mm

4.3. Prosedur Analisis Respon Spektrum

Setelah dilakukan pemodelan 3D struktur, maka selanjutnya dilakukan penginputan beban mati, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa. Model struktur dibuat hanya satu model saja tetapi model tersebut akan dikenakan dengan gaya gempa yang berbeda, yaitu SNI-1726-2012 dan SNI-1726-2019. Setelah penginputan beban gempa, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode respon spektrum. Dari hasil analisis akan didapatkan nilai periode fundamental struktur, gaya geser dasar, simpangan antar lantai dan gaya-gaya dalam yang digunakan untuk perancangan struktur.

4.4 Periode Fundamental Struktur

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai periode fundamental struktur T_x sebesar 0,7809 detik dan T_y sebesar 0,8337 detik pada SNI-1726-2012. Sedangkan pada SNI-1726-2019 diperoleh nilai T_x sebesar 0,7775 detik dan T_y sebesar 0,8335 detik pada SNI-1726-2012.

4.5 Gaya Geser Dasar

Berdasarkan perhitungan nilai C_s pada SNI-1726-2012 maka nilai C_s yang digunakan adalah 0,0715. Nilai berat bangunan dari *output* ETABS adalah 220053,3972 kN. Sehingga nilai gaya geser dasarnya adalah

$$\begin{aligned} V &= C_s \times W \\ &= 0,0715 \times 220053,3972 \text{ kN} \\ &= 15733,8179 \text{ kN}. \end{aligned}$$

Sedangkan pada perhitungan nilai C_s berdasarkan SNI-1726-2019 nilai C_s yang digunakan adalah 0,0813. Sehingga nilai gaya geser dasarnya adalah

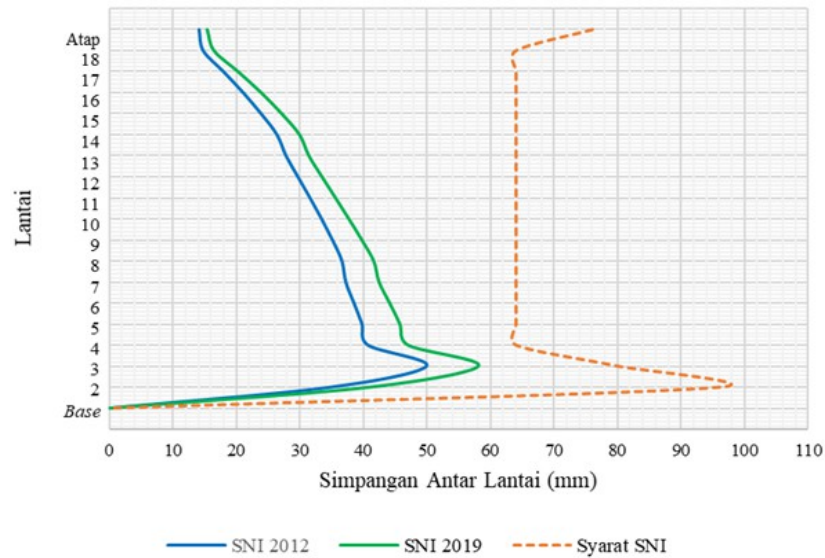
$$\begin{aligned} V &= C_s \times W \\ &= 0,0813 \times 220053,3972 \text{ kN} \\ &= 220053,3972 \text{ kN}. \end{aligned}$$

4.6 Simpangan Antar Lantai

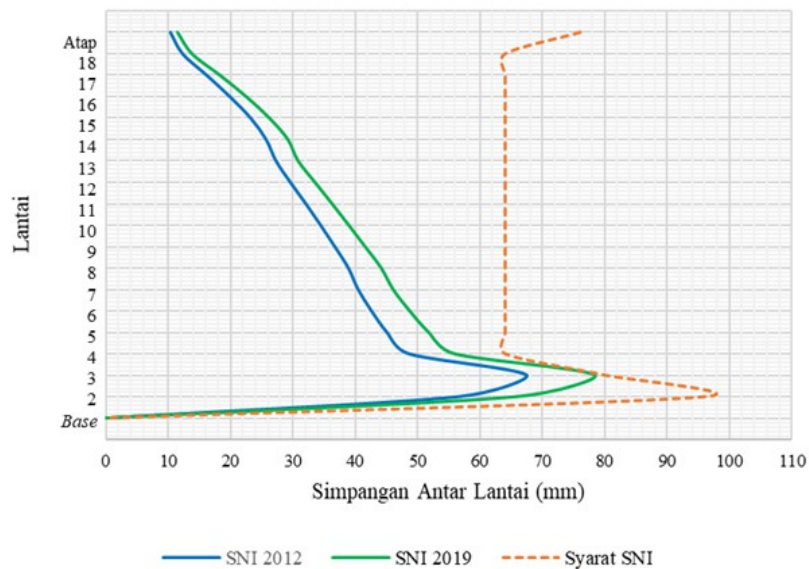
Nilai simpangan antar lantai izin (Δ_{izin}) harus lebih besar dari selisih defleksi terbesar (*interstory drift*) antar lantai. Nilai simpangan antar tingkat izin dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\Delta_a = 0,0020 \times h_{sx} \quad (5)$$

Kemudian hasilnya diplotkan seperti Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Kinerja Struktur Gabungan Arah X



Gambar 7. Kinerja Struktur Gabungan Arah Y

4.6 Perhitungan Kebutuhan Tulangan

4.6.1 Balok Induk B1

Berdasarkan *output* ETABS diperoleh nilai momen tumpuan sebesar 317,2699 kNm dan nilai momen lapangan sebesar 100,2894 kNm berdasarkan beban gempa SNI-1726-2012. Sedangkan berdasarkan beban gempa SNI-1726-2019 diperoleh nilai momen tumpuan sebesar 348,3090 kNm dan nilai momen lapangan sebesar 111,9214 kNm. Dari nilai momen tersebut dilakukan perhitungan untuk mendapatkan rasio tulangan yang dibutuhkan.

Tabel 4. perhitungan tulangan balok B1

Struktur		Rasio Tulangan		Jumlah Tulangan	
		SNI-2012	SNI-2019	SNI-2012	SNI-2019
Balok B1	Tumpuan	0,0132	0,0146	8D19	10D19
	Lapangan	0,0040	0,0044	4D19	4D19

4.6.2 Balok Anak BA1

Berdasarkan *output* ETABS diperoleh nilai momen tumpuan sebesar 138,873 kNm dan nilai momen lapangan sebesar 33,0465 kNm berdasarkan beban gempa SNI-1726-2012. Sedangkan berdasarkan beban gempa SNI-1726-2019 diperoleh nilai momen tumpuan sebesar 148,7204 kNm dan nilai momen lapangan sebesar 36,9481 kNm. Dari nilai momen tersebut dilakukan perhitungan untuk mendapatkan rasio tulangan yang dibutuhkan

Tabel 5. perhitungan tulangan balok BA1

Struktur		Rasio Tulangan		Jumlah Tulangan	
		SNI-2012	SNI-2019	SNI-2012	SNI-2019
Balok BA1	Tumpuan	0,0083	0,0090	4D19	4D19
	Lapangan	0,0019	0,0021	2D19	2D19

4.6.2 Kolom

4.6.2.1 Kolom K1

Berdasarkan *output* ETABS diperoleh nilai momen sebesar 637,1225 kNm dan gaya aksial sebesar 8906,8107 kN berdasarkan beban gempa SNI-1726-2012. Sedangkan berdasarkan beban gempa SNI-1726-2019 diperoleh nilai momen sebesar 737,8774 kNm dan gaya aksial sebesar 8999,8889 kN berdasarkan SNI-1726-2019.

4.6.2.2 Kolom K2

Berdasarkan *output* ETABS diperoleh nilai momen sebesar 199,9115 kNm dan gaya aksial sebesar 5555,3602 kN berdasarkan beban gempa SNI-1726-2012. Sedangkan berdasarkan beban gempa SNI-1726-2019 diperoleh nilai momen sebesar 232,9379 kNm dan gaya aksial sebesar 5578,075 kN berdasarkan SNI-1726-2019.

4.6.2.3 Kolom K3

Berdasarkan *output* ETABS diperoleh nilai momen sebesar 148,8017 kNm dan gaya aksial sebesar 2792,7189 kN berdasarkan beban gempa SNI-1726-2012. Sedangkan berdasarkan beban gempa SNI-1726-2019 diperoleh nilai momen sebesar 176,9091 kNm dan gaya aksial sebesar 2757,6314 kN berdasarkan SNI-1726-2019.

Dari nilai momen dan gaya aksial tersebut dilakukan perhitungan untuk mendapatkan rasio tulangan yang dibutuhkan.

Tabel 6. perhitungan tulangan kolom

Tipe Kolom	SNI	Rasio Tulangan Longitudinal	Jumlah Tulangan
K1	2012	0,0211	20D25
	2019	0,0217	20D25
K2	2012	0,01	10D25
	2019	0,01	10D25
K3	2012	0,01	8D25
	2019	0,01	8D25

Dari hasil perhitungan tulangan balok dan kolom di atas dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan rasio tulangan balok tipe B1 sebesar 10,61 % pada tumpuan dan 10 % pada lapangan sedangkan balok tipe BA1 mengalami peningkatan rasio tulangan sebesar 8,43 % pada tumpuan dan 10,52 % pada lapangan. Kemudian untuk tipe kolom yang mengalami peningkatan pada analisis ini adalah tipe kolom K1 dengan peningkatan sebesar 2,84 %.

Penelitian tentang perbandingan SNI Gempa juga telah dilakukan oleh (Hastono dan Syamsudin, 2018). Peraturan gempa yang dibandingkan adalah SNI-1726-2002 dan SNI-1726-2012 dengan lokasi penelitian adalah bangunan gedung di kota Aceh. Dari hasil penelitian tersebut juga diperoleh bahwa terjadi peningkatan rasio tulangan sebesar 3% pada SNI 1726-2012 jika dibandingkan pada SNI 1726-2002. Dari perbandingan penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa perubahan peraturan SNI gempa akan mempengaruhi perhitungan strukturnya terutama pada rasio tulangannya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan periode getar alami fundamental struktur, didapatkan hasil yang tidak terlalu berbeda jauh antara SNI-1726-2012 dan SNI-1726-2019.
2. Berdasarkan perhitungan dan analisis, gaya geser dasar statik mengalami peningkatan sebesar 19,69 % dari 15733,8179 kN pada SNI-1726-2012 ke 18833,1497 kN pada SNI-1726-2019. Ini disebabkan karena nilai koefisien C_s yang meningkat.
3. Nilai simpangan maksimum pada hasil analisis berdasarkan SNI-1726- 2012 dan SNI-1726-2019 sudah memenuhi simpangan izin pada SNI.
4. Pada perhitungan tulangan balok dan kolom berdasarkan SNI-2847-2013 mengalami peningkatan rasio dan kebutuhan tulangan. Pada balok tipe B1 mengalami peningkatan rasio tulangan sebesar 10,61 % pada tumpuan dan 10 % pada lapangan sedangkan balok tipe BA1 mengalami peningkatan rasio tulangan sebesar 8,43 % pada tumpuan dan 10,52 % pada lapangan. Kemudian untuk tipe kolom yang mengalami peningkatan pada analisis ini adalah tipe kolom K1 dengan peningkatan sebesar 2,84 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Cornelis, R., Bunganaen, W., dan Tay, B.H.U., 2014. Analisis Perbandingan Gaya Geser Tingkat, Gaya Geser Dasar, Perpindahan Tingkat dan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Berdasarkan Peraturan Gempa SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012. *Jurnal Teknik Sipil*, 3 (2), 205–216.
- Crista, N.H., Widorini, T., dan Anggraini, L., 2020. Perbandingan Tulangan Lentur Pada Gedung Fakultas Psikologi Universitas Semarang Dengan Membandingkan Peraturan SNI Gempa. *Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, 16 (2), 143–162.
- Darmawan, R.R., Susanti, E., dan Fitriyah, D.K., 2021. Studi Komparasi Parameter Respon Spektrum Gempa SNI 1726-2012 Terhadap SNI 1726-2019 Dengan Studi Kasus Gedung C STIE PERBANAS. *E-Journal ITATS*, 1 (1), 139–145.
- Hastono, K.B. dan Syamsudin, R., 2018. Perbandingan Ketahanan Gempa SNI 03-1726-2002 & SNI 03-1726-2012 Pada Perencanaan Bangunan Gedung di Kota Aceh. *Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil* e-ISSN, 1 (1), 2615–7195.
- SNI-1726, 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–149.
- SNI-1726, 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–254.
- SNI-1727, 2020. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–336.
- SNI-2847, 2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–720.