

## Perbandingan respon seismik struktur atas gedung simetris dua arah berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 (Studi kasus: Gedung Kuliah Bersama Politeknik Cilacap)

**Fahmi Zuhul Imanullah Ohorella<sup>1</sup>, Malik Mushthofa<sup>2,\*</sup> dan Elvis Saputra<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup> Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

---

### Article Info

#### Article history:

Available online

---

#### Keywords:

*Spectrum response  
Structure analysis*

---

#### Corresponding Author:

Malik Mushthofa  
[185111302@uii.ac.id](mailto:185111302@uii.ac.id)

### Abstract

*Regulations for planning earthquake-resistant building structures in Indonesia have developed in line with the earthquake disaster in Indonesia, from SNI 1726-2012 being revised to SNI 1726-2019. So the emergence of new regulations, results in the need to review the building structure using the new regulations. The problem to be studied is how much the seismic response changes that occur in the superstructure of the building which includes the base shear force, drift ratio, and P-delta effect and re-planning the structure. The method used in this research is using response spectrum analysis. The program used in this analysis is SAP2000. Based on the vertical irregularity analysis, it is found that this building meets the vertical irregularity requirements. The results of the analysis of horizontal irregularities, namely torsion irregularities, show that during the earthquake in the y direction the building experiences torsion irregularities on the 1st to 5th floors. The results of the analysis of the drift between floors found that based on SNI 03-1726-2012 and SNI 03-1726-2019 when using earthquake loads in the x and y directions it fulfills of the drift ratio. Based on the results of the analysis of the effect of P-delta, it is known that based on SNI 03-1726-2012 and SNI 03-1726-2019 it has fulfilled the requirements for the influence of P-delta. Based on the results of the seismic response analysis using SNI 03-1726-2019 the structure of the Cilacap State Polytechnic Joint Lecture Building has met the structural performance requirements. In the cross-sectional analysis of the beams and columns after scaling the base shear forces it is concluded that the cross-sections of the beams and columns still meet the requirements according to SNI 03-1726-2019.*

Copyright © 2023 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved

## Pendahuluan

Sebagian besar wilayah yang ada di Indonesia terletak pada daerah cincin api pasifik (*Ring of Fire*). Hal ini yang menyebabkan sering terjadinya bencana gempa di Indonesia. Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa sendiri sudah diatur oleh pemerintah yang tertuang di dalam SNI. Peraturan perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa di Indonesia mengalami perkembangan seiring terjadinya bencana gempa di Indonesia dari SNI 1726-2012 direvisi menjadi SNI 1726-2019. Sehingga dengan munculnya peraturan baru maka hal tersebut mengakibatkan perlunya meninjau ulang struktur bangunan yang telah jadi untuk dikaji ulang menggunakan peraturan baru yaitu SNI 1726-2019. Masalah yang akan dikaji ialah seberapa besar perubahan respon seismik yang terjadi pada struktur atas bangunan gedung yang meliputi periode, gaya geser dasar, drift ratio, ketidakberaturan, dan efek P-delta jika digunakan beban gempa berdasar SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019.

(Kori, 2020) melakukan penelitian mengenai studi perbandingan gaya Gempa berdasar SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012 terhadap struktur atas bangunan Gedung. Pada penelitian tersebut menggunakan model struktur dengan asumsi gedung 3 lantai dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK). Lokasi penelitian ini dilakukan di kota madiun dan data tanah yang digunakan adalah data N-SPT yang diperoleh dari Laboratorium Universitas Merdeka Madiun. Analisis struktur pada penelitian ini menggunakan program bantu SAP2000 versi 17. Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui perbedaan perhitungan beban gempa berdasarkan SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012 terhadap struktur gedung. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh nilai gaya geser dasar berdasar SNI 1726-2002 yaitu sebesar 72029,23 kg sedangkan pada SNI 1726-2012 diperoleh nilai gaya geser dasar 1333760,1 kg.

Kemudian untuk nilai distribusi beban Gempa berdasar SNI 1726-2002 jauh lebih besar dibandingkan dengan SNI 1726-2012 dengan peningkatan distribusi gaya dasar tiap lantai yaitu 85,7%. Dan nilai Simpangan antar lantai berdasar SNI 1726-2002 jauh lebih kecil dibandingkan berdasar SNI 1726-2012 dengan penurunan Simpangan antar lantai mencapai 33,3% hasil perhitungan Simpangan antar lantai masih memenuhi untuk kontrol Simpangan ijin.

Purwoko (2018) melakukan penelitian tentang studi perbandingan SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012 terhadap struktur bangunan. Pada penelitian tersebut struktur bangunan yang ditinjau adalah bangunan 6 lantai dengan sistem struktur yang digunakan ialah Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Lokasi penelitian tersebut berada di kota Samarinda dengan data tanah yang digunakan menggunakan data tanah eksisting. Penelitian tersebut

menggunakan bantuan program bantu ETABS V 9.7.2. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui perbedaan pada gaya geser dasar dan Simpangan antar lantai pada SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012. Hasil analisis penelitian tersebut didapatkan nilai gaya geser dasar berdasar SNI 1726-2002 sebesar 4228,02 kN sedangkan pada SNI 1726-2012 diperoleh nilai sebesar 5198,67 kN maka pada gaya geser dasar terjadi peningkatan sebesar 18%.

### **Filosofi dan desain bangunan tahan gempa**

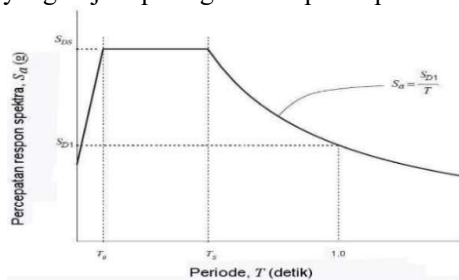
Filosofi bangunan tahan gempa adalah sebagai berikut; pada saat gempa kecil (*light earthquake*) terjadi, maka struktur utama bangunan tidak boleh rusak dan berfungsi dengan baik. Kerusakan kecil pada elemen non-struktur masih dapat ditoleransi. Pada saat gempa sedang (*moderate earthquake*) terjadi, maka struktur utama bangunan boleh rusak ringan tetapi masih dapat diperbaiki. Elemen non-struktur boleh rusak tetapi masih bisa diganti dengan yang baru. Pada

saat gempa kuat (*strong earthquake*) terjadi, struktur utama bangunan boleh rusak akan tetapi tidak boleh runtuh total.

**Spektrum respons**

Spektrum respons merupakan grafik spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik antara periode getaran suatu struktur dengan respons maksimum untuk rasio redaman dan beban seismik tertentu. Spektrum respons pada SNI 1726-2012 mengalami perubahan yang tertuang pada SNI 1726-2019 sebagaimana berikut ini. *Respons spektrum berdasarkan SNI 1726-2012*

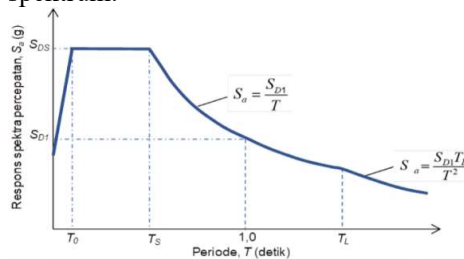
Pada SNI 1726-2012 terdapat tiga bagian perioda waktu getar fundamental struktur yang terjadi pada grafik respons spektrum.



Gambar 1. Grafik respons spektrum SNI 03-1726-2012

*Respons spektrum berdasarkan SNI 1726-2019*

Pada SNI 1726-2012 terdapat empat bagian perioda waktu getar fundamental struktur yang terjadi pada grafik respons spektrum.



Gambar 2. Grafik respons spektrum SNI 03-1726-2019

**Struktur bangunan gedung beraturan dan tidak beraturan**

Struktur gedung diklasifikasikan menjadi dua yaitu struktur beraturan dan struktur tidak beraturan. Klasifikasi tersebut harus berdasarkan kepada konfigurasi vertikal dan horizontal

**Simpangan antar lantai**

Simpangan antar lantai dapat dikatakan perpindahan lateral relatif antara dua tingkat struktur bangunan yang berdekatan dan bisa dikatakan horizontal pada setiap tingkat struktur bangunan. Simpangan antar lantai harus dihitung untuk menjadi perbedaan antara pusat massa atas dan bawah tingkat yang ditinjau. Apabila pusat massa tidak segaris dalam arah vertikal, maka diizinkan untuk menghitung simpangan di dasar tingkat berdasarkan proyeksi tingkat di atasnya.

**Pengaruh P-delta**

P-delta merupakan gejala yang terdapat pada struktur bangunan fleksibel dimana perpindahan lateral akibat beban seismik menyebabkan penambahan beban akibat beban gravitasi. Menurut SNI 1726-2012 maupun SNI 1726-2019 P-Delta pada geser tingkat dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan Simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak diperhitungkan apabila koefisien,  $\Theta \leq 0,10$ . Berikut ini adalah persamaan untuk efek P-Delta yang dapat dilihat dibawah ini.

$$\Theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} \tag{1}$$

**Kinerja Struktur**

Kinerja struktur ditinjau menurut persamaan yang diberikan oleh SNI 1726-2002.

**Kinerja Batas Layan**

Menurut SNI 1726-2002 kinerja batas layan struktur bertujuan untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana. Persyaratan untuk kinerja

batas layan yaitu perhitungan simpangan antar lantai tidak boleh melebihi  $0,03/R$  dikali tinggi antar tingkat atau 30 mm, tergantung mana yang nilainya paling kecil.

**Kinerja Batas Ultimit**

Menurut SNI 1726-2002 kinerja batas ultimit struktur bertujuan untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa dan untuk mencegah benturan berbahaya antar gedung atau bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah. Kinerja batas ultimit struktur ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar tingkat maksimum akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan.

**Metodologi penelitian**

**Studi kasus**

Objek penelitian sebagai studi kasus dalam studi ini adalah gedung kuliah bersama Politeknik Negeri Cilacap, yang bertempat di, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Gedung tersebut memiliki total jumlah 5 lantai dengan ketinggian total 21 m.

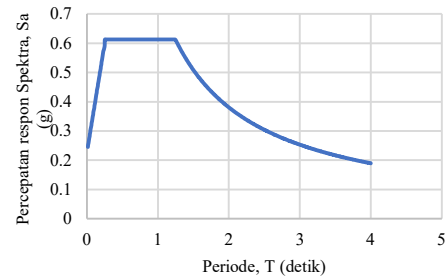
**Metode analisis**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan analisis spektrum respons. Program yang digunakan dalam analisis ini ialah SAP2000.

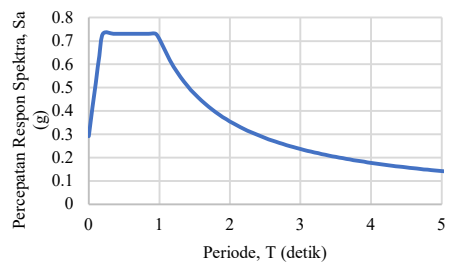
**Hasil dan pembahasan**

**Spektrum respons**

Grafik spektrum respon berdasarkan SNI 03-1726-2012 ditunjukkan Gambar 4 dan SNI 1726-2019 ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 4. Grafik respons spektrum SNI 03-1726-2012



Gambar 5. Grafik respons spektrum SNI 03-1726-2019

Nilai spectral tertinggi yang dianalisis menggunakan SNI 1726-2019 mempunyai lebih tinggi daripada nilai sketral (Sa) hasil hitungan SNI 1726-2012.

**Ketidakteraturan vertikal**

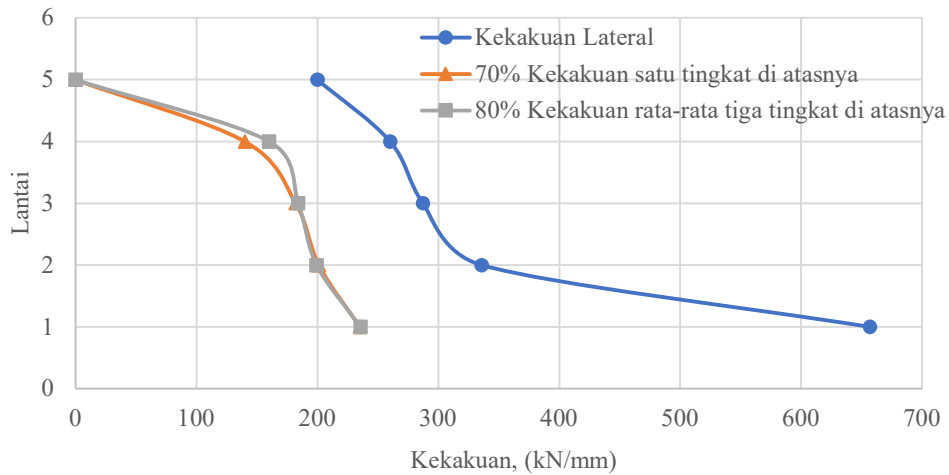
Bagian ini menyajikan data perbandingan ketidakteraturan berdasarkan SNI 1726 2012 dan SNI 1726 2019.

Tabel 1. Ketidakteraturan Tingkat Lunak Arah x

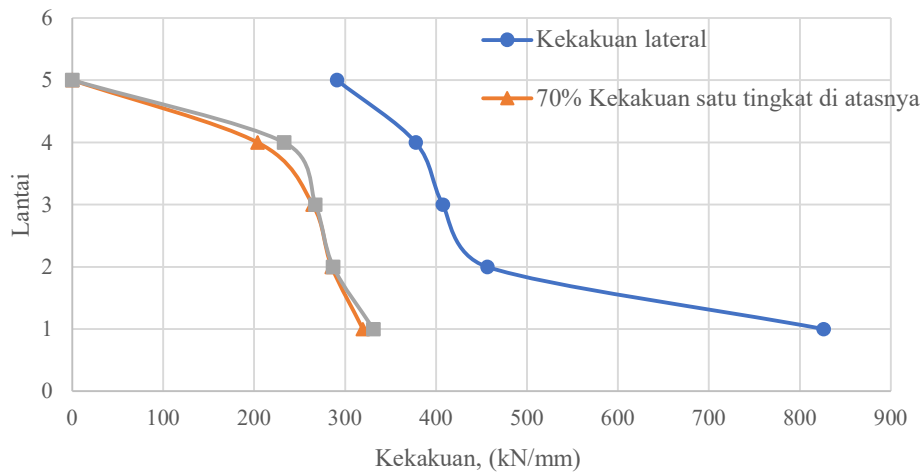
Lt	K (kN/mm)	70%	80%	Status
5	200,2	0	0	Regular
4	260,315	140,14	160,16	Regular
3	287,494	182,22	184,206	Regular
2	335,852	201,246	199,469	Regular
1	656,944	235,097	235,643	Regular

Tabel 2. Ketidakteraturan tingkat lunak arah y

Lt	K (kN/mm)	70%	80%	Status
5	291,03	0	0	Regular
4	377,64	203,72	232,82	Regular
3	407,49	264,35	267,47	Regular
2	456,46	285,24	286,98	Regular
1	826,17	319,52	331,09	Regular



Gambar 6. Ketidakberaturan tingkat lunak arah x



Gambar 7. Ketidakberaturan tingkat lunak y

Tabel 3. Ketidakberaturan massa

Lantai	W (kN)	Cek	Status
5	8753,671	13131	Regular
4	8753,671	13131	Regular
3	8753,671	13131	Regular
2	8753,671	13131	Regular
1	8753,671	13131	Regular

Tabel 4. Ketidakberaturan geometri vertikal

Lantai	di (m)	di/di+1	Status
5	0,6	0,91	Regular
4	0,7	0,78	Regular
3	0,7	0,91	Regular
2	0,7	0,91	Regular
1	0,7	0,91	Regular

diskontinuitas dari atas hingga dasar bangunan Gedung Kuliah Bersama Politeknik Negeri Cilacap.

Tabel 5. Ketidakberaturan tingkat lemah

Lanti	Cv	Cx	Vi/Vi+1	Status
5	0,34	0,34	0	
4	0,26	0,60	1,78	Regular
3	0,19	0,80	1,32	Regular
2	0,12	0,93	1,15	Regular
1	0,06	1	1,06	Regular

**Ketidakberaturan Horizontal**

Bagian ini menyajikan hasil kontrol ketidakberaturan horisontal berdasarkan SNI 1726 2012 dan SNI 1726 2019.

Berdasarkan data struktur yang diperoleh, maka tidak dijumpai kolom portal yang

Tabel 6. Ketidakberaturan torsi arah X

Lantai	+1x+0,3y	-1x+0,3y	-1x-0,3y	Status
5	1,020	0,98	0,980	Regular
4	1,017	0,98	0,983	Regular
3	1,017	0,98	0,983	Regular
2	1,016	0,98	0,984	Regular
1	1,016	0,98	0,985	Regular

Tabel 7. Ketidakberaturan torsi arah Y

Lantai	+0,3ex+1ey	-0,3ex+1ey	Status
5	1,223	1,232	Irregular
4	1,233	1,237	Irregular
3	1,239	1,239	Irregular
2	1,248	1,248	Irregular
1	1,274	1,273	Irregular

Setelah melakukan analisis terhadap struktur yang dimodelkan didapatkan bahwa struktur Gedung Kuliah Bersama Politeknik Negeri Cilacap mengalami ketidakberaturan sudut dalam.

Tabel 8. Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma

Lt	A bruto (m2)	A Void (m2)	A netto (m2)	50% A bruto	Status
5	886,8	52,1	834,7		Regular
4	886,8	52,1	834,7	443	Regular
3	886,8	52,1	834,7	443	Regular
2	886,8	52,1	834,7	443	Regular

Berdasarkan data struktur yang diperoleh, maka tidak dijumpai dinding atau kolom pemikul beban lateral yang bergeser dari tegak lurus bidang.

Berdasarkan data struktur yang diperoleh, maka tidak dijumpai elemen vertikal pemikul gaya lateral yang tidak paralel terhadap sumbu-sumbu orthogonal.

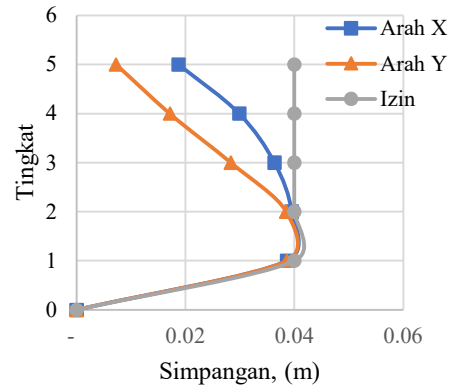
### Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai merupakan nilai perbandingan simpangan pada suatu lantai terhadap simpangan pada lantai diatas atau dibawahnya.

#### Berdasarkan SNI 03-1726-2012

Tabel 9. Simpangan Antar Lantai SNI 03-1726-2012

Lt	$\Delta x$	$\Delta a/\rho$	Status	$\Delta y$	$\Delta a/\rho$	Status
5	0,01	0,04	OKE	0,01	0,04	OKE
4	0,02	0,04	OKE	0,02	0,04	OKE
3	0,03	0,04	OKE	0,03	0,04	OKE
2	0,03	0,04	OKE	0,03	0,04	OKE
1	0,03	0,04	OKE	0,03	0,04	OKE

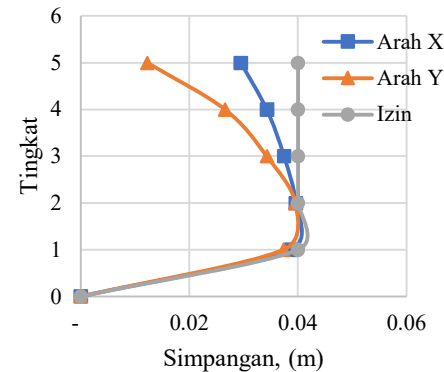


Gambar 8. Simpangan antar lantai SNI 03-1726-2012

#### Berdasarkan SNI 03-1726-2019

Tabel 10. Simpangan Antar Lantai SNI 03-1726-2019

Lt	$\Delta x$	$\Delta a/\rho$	Status	$\Delta y$	$\Delta a/\rho$	Status
5	0,03	0,04	OKE	0,01	0,04	OKE
4	0,03	0,04	OKE	0,02	0,04	OKE
3	0,03	0,04	OKE	0,03	0,04	OKE
2	0,04	0,04	OKE	0,04	0,04	OKE
1	0,04	0,04	OKE	0,04	0,04	OKE



Gambar 9. Simpangan antar lantai SNI 03-1726-2019

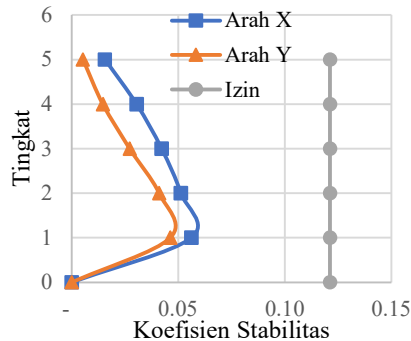
### Pengaruh P-Delta

P-delta merupakan gejala yang terdapat pada struktur bangunan fleksibel dimana perpindahan lateral akibat beban seismik menyebabkan penambahan beban akibat beban gravitasi. Menurut SNI 1726-2012 maupun SNI 1726-2019 P-Delta pada geser tingkat dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan Simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak diperhitungkan apabila koefisien,  $\Theta \leq 0,10$ .

**Berdasarkan SNI 03-1726-2012**

Tabel 11. Pengaruh P-Delta SNI 03-1726-2012

Lt	$\Theta_x$	$\Theta_y$	$\Theta_{max}$	Status
5	0,01	0,01	0,12	Ok
4	0,03	0,03	0,12	Ok
3	0,04	0,04	0,12	Ok
2	0,05	0,05	0,12	Ok
1	0,05	0,05	0,12	Ok

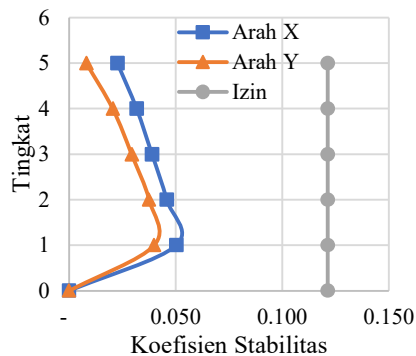


Gambar 10. Pengaruh P-Delta SNI 03-1726-2012

**Berdasarkan SNI 03-1726-2019**

Tabel 12. Pengaruh P-Delta SNI 03-1726-2019

Lt	$\Theta_x$	$\Theta_y$	$\Theta_{max}$	Status
5	0,02	0,01	0,12	Ok
4	0,03	0,02	0,12	Ok
3	0,03	0,02	0,12	Ok
2	0,04	0,03	0,12	Ok
1	0,05	0,03	0,12	Ok



Gambar 11. Pengaruh P-Delta SNI 03-1726-2019

**Skala Nilai Desain Untuk Respons Terkombinasi**

**Berdasarkan SNI 03-1726-2012**

$$T_a = C_t \cdot h_n^x = 0,0466 \times 21^{0,9} = 0,722 \text{ detik} \quad (2)$$

$$C_u T_a = 1,4 \times 0,722 = 1,0104 \text{ detik} \quad (3)$$

$$T_c = 1,1481 \text{ detik}$$

Berdasarkan pasal 7.9.4.1 SNI 1726-2012 menyatakan apabila  $T_c > C_u T_a$  maka periode yang dipakai  $T = C_u T_a$ .

$$T = 1,0104 \text{ detik}$$

$$C_s = \frac{SDS}{(R/I_e)} = \frac{0,6128}{(8/1,5)} = 0,1149 \quad (4)$$

$$C_{s \max} = \frac{SD1}{T(R/I_e)} = \frac{0,7573}{(1,0104 \times (8/1,5))} = 0,1405g \quad (5)$$

$$C_{s \min} = 0,044 SDS I_e = 0,044 \times 0,6128 \times 1,5 = 0,0404 \quad (6)$$

$$C_s = 0,1149$$

$$W = 52522,025 \text{ kN}$$

$$V = C_s \cdot W = 0,1149 \times 52522,025 = 6035,265 \text{ kN} \quad (7)$$

$$85\% V = 85\% \times 6035,265 = 5129,9756 \text{ kN} \quad (8)$$

$$V_{tx} = 4488,005 \text{ kN}$$

$$V_{ty} = 5407,659 \text{ kN}$$

$V_{tx} < 85\% V$ , dilakukan penskalaan gaya

$$F_{sx} = \frac{(85\% V)}{V_{tx}} = \frac{5129,9756}{4488,005} = 1,143$$

$V_{ty} > 85\% V$ , tidak dilakukan penskalaan gaya

$$F_{sy} = 5407,659 \text{ kN}$$

Setelah dilakukan penskalaan gaya maka gaya geser dinamik yang diperoleh dari SAP2000 untuk gempa arah x,  $V_{tx}$  sebesar  $5130,194 \text{ kN} > 85\%$  gaya geser statik sehingga penskalaan gaya geser sudah memenuhi syarat SNI 1726 2012.

**Berdasarkan SNI 03-1726-2019**

$$T_a = C_t \cdot h_n^x = 0,0466 \times 21^{0,9} = 0,722 \text{ detik}$$

$$C_u T_a = 1,4 \times 0,722 = 1,0104 \text{ detik}$$

$$T_c = 1,1481 \text{ detik}$$

Berdasarkan pasal 7.9.4.1 SNI 1726-2012 menyatakan apabila  $T_c > C_u T_a$  maka periode yang dipakai  $T = C_u T_a$ .

$$T = 1,0104 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= SDS / (R / I_e) \\
 &= 0,6128 / ((8 / 1,5)) \\
 &= 0,1149g \\
 C_{s \max} &= SD1 / T(R / I_e) \\
 &= 0,7573 / (1,0104 \times (8 / 1,5)) \\
 &= 0,1405 \\
 C_{s \min} &= 0,044 SDS I_e \\
 &= 0,044 \times 0,6128 \times 1,5 \\
 &= 0,0404 \\
 C_s &= 0,1149 \\
 W &= 52522,025 \text{ kN} \\
 V &= C_s W \\
 &= 0,1149 \times 52522,025 \\
 &= 6035,2654 \text{ kN} \\
 V_{tx} &= 4224,468 \text{ kN} \\
 V_{ty} &= 5138,978 \text{ kN} \\
 V_{tx} &< V, \text{ dilakukan penskalaan gaya} \\
 F_x &= V / V_{tx} \\
 &= 6035,2654 / 4224,468 \\
 &= 1,423
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{ty} &< V, \text{ dilakukan penskalaan gaya} \\
 F_y &= V / V_{ty} \\
 &= 6035,265 / 5138,978 \\
 &= 1,175 \\
 V_{tx} &= 6040,99 \text{ kN} \\
 V_{ty} &= 6038,299 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

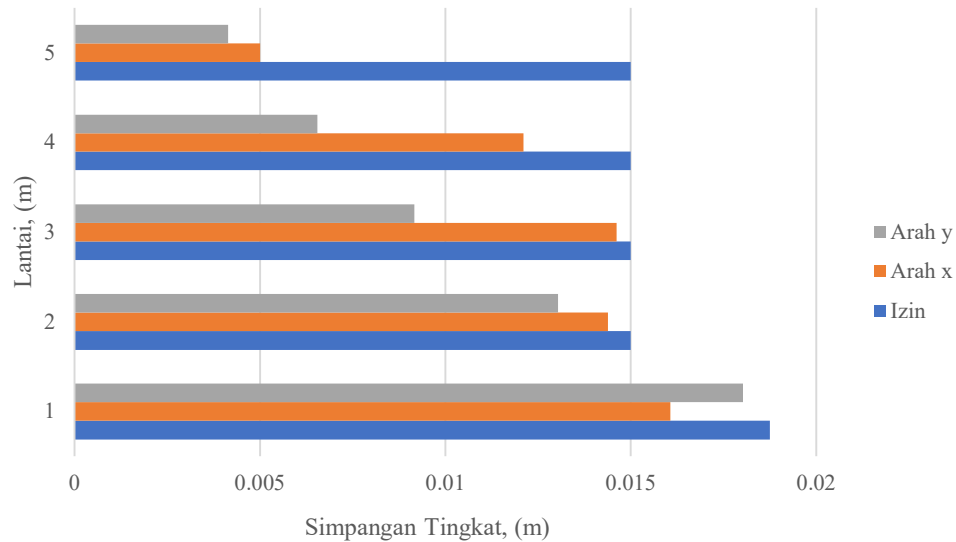
Berdasarkan nilai gaya geser dasar dinamik yang telah diskalakan maka nilai tersebut sudah memenuhi syarat SNI 1726 2019 yaitu gaya geser dinamik harus lebih besar dari gaya geser dasar statik.

**Kinerja Struktur**

**Kinerja Batas Layan**

Tabel 13. Kinerja Batas Layan

Lt	$\Delta x$ antar tingkat	$\Delta y$ antar tingkat	Syarat	Status
5	0,0138	0,0089	0,01	Aman
4	0,0147	0,0097	0,01	Aman
3	0,0149	0,0148	0,01	Aman
2	0,0146	0,0113	0,01	Aman
1	0,0180	0,0152	0,02	Aman



Gambar 12. Kinerja Batas Layan

Simpangan antar tingkat pada gempa arah x maupun gempa arah y telah memenuhi syarat kinerja batas layan yaitu simpangan antar tingkat < 0,03/R dikali tinggi antar tingkat.

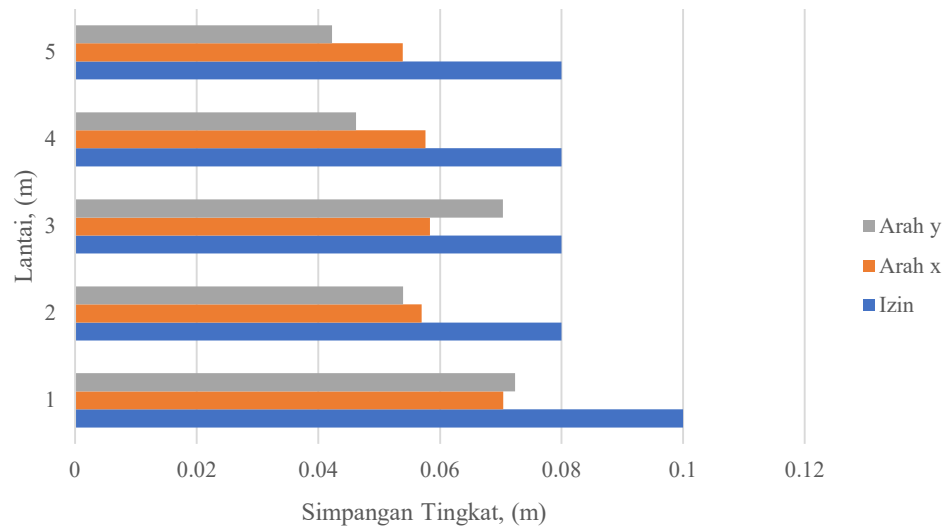
**Kinerja Batas Ultimit**

Simpangan antar tingkat pada gempa arah x maupun gempa arah y telah memenuhi syarat kinerja batas ultimit yaitu

simpangan antar tingkat dikali faktor pengali < 0,02 dikali tinggi antar tingkat.

Tabel 13. Kinerja Batas Layan

Lt	$\xi \Delta x$ antar tingkat	$\xi \Delta y$ antar tingkat	Syarat	Status
5	0,0539	0,0422	0,08	Aman
4	0,0576	0,0462	0,08	Aman
3	0,0583	0,0704	0,08	Aman
2	0,0570	0,0539	0,08	Aman
1	0,0704	0,0723	0,10	Aman



Gambar 13. Kinerja Batas Ultimit

### Analisis detail penampang

#### Balok

Berdasarkan hasil perhitungan desain dan analisis terhadap penampang balok terhadap adanya perubahan peraturan dari SNI 1726-2012 menjadi SNI 1726-2019 dengan menggunakan data penampang balok eksisting ternyata beberapa tipe balok belum memenuhi syarat. Sehingga dilakukan percobaan atau trial pada jumlah tulangan dengan cara menambah ataupun mengurangi jumlah tulangan pada penampang balok. Setelah melakukan trial pada jumlah tulangan balok maka didapatkan bahwa struktur balok yang didesain sudah memenuhi syarat sesuai SNI 1726-2019. Dengan terjadi penambahan jumlah tulangan paling besar yaitu sebesar 33,33 % pada beberapa tipe balok. Sedangkan pada beberapa tipe balok yang lain terjadi pengurangan jumlah tulangan sebesar 10 – 25 %.

#### Kolom

Berdasarkan hasil perhitungan desain dan analisis terhadap penampang kolom terhadap adanya perubahan peraturan dari SNI 1726-2012 menjadi SNI 1726-2019 dengan menggunakan data penampang

kolom eksisting, beberapa tipe kolom belum memenuhi syarat pada desain tulangan geser. Sehingga dilakukan percobaan atau trial pada jumlah tulangan geser dengan cara menambah ataupun mengurangi jumlah tulangan geser dan spasi tulangan geser pada penampang kolom. Setelah melakukan trial pada jumlah tulangan geser dan spasi tulangan geser kolom maka didapatkan bahwa struktur kolom yang didesain sudah memenuhi syarat sesuai SNI 1726-2019. Pada beberapa tipe kolom diperlukan penambahan jumlah tulangan geser sebesar 33,33 %. Sedangkan pada beberapa tipe kolom yang lain terjadi pengurangan spasi jarak antar tulangan geser sebesar 25 - 40 %. Dan pada beberapa tipe kolom yang lain diperlukan pengurangan spasi antar tulangan geser yaitu pada lantai 1 sebesar 4%.

#### Kesimpulan

Setelah melakukan analisis respon seismik pada objek penelitian yaitu Gedung Kuliah Bersama Politeknik Negeri Cilacap berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 dengan analisis dinamik menggunakan respon spektrum maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis respon seismik yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:
    - a. Berdasarkan hasil analisis ketidakberaturan vertikal yaitu tingkat lunak, ketidakberaturan massa, ketidakberaturan geometri, ketidakberaturan diskontinuitas bidang vertikal, dan ketidakberaturan tingkat lemah didapatkan hasil bahwa gedung ini memenuhi syarat ketidakberaturan vertikal.
    - b. Berdasarkan hasil analisis ketidakberaturan horizontal yaitu pada ketidakberaturan torsi didapatkan hasil bahwa pada gempa arah y gedung mengalami ketidakberaturan torsi pada lantai 1 sampai lantai 5.
    - c. Berdasarkan hasil analisis simpangan antar lantai didapatkan bahwa berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 saat menggunakan beban gempa arah x maupun arah y memenuhi syarat simpangan antar lantai.
    - d. Berdasarkan hasil analisis pengaruh P-delta diketahui bahwa berdasarkan SNI 03-1726-2012 maupun SNI 03-1726-2019 telah memenuhi syarat pengaruh P-delta.
  2. Berdasarkan hasil analisis kinerja struktur yang diperoleh didapatkan bahwa Gedung Kuliah Bersama Politeknik Negeri Cilacap telah memenuhi persyaratan kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit.
  3. Berdasarkan hasil analisis penampang balok dan kolom setelah dilakukan penskalaan gaya geser dasar disimpulkan bahwa penampang balok dan kolom masih memenuhi syarat sesuai SNI 1726-2019.
- Kori, A. F. (2020). *Analisis Perbandingan Gaya Gempa Berdasar SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012 Terhadap Struktur Atas Gedung Perpustakaan dan Laboratorium Politeknik Negeri Madiun*.
- Nasional, B. S. (1989). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2020). *SNI 03-1727-2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Pawirodikromo, W. (2012). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Purwoko, A. (2018). *Studi Perbandingan Gaya Gempa Pada Struktur Bangunan di Samarinda Berdasarkan SNI 03 1726 2002 dan SNI 03 1726 2012*.
- Wicaksana, A. (2021). *Pembandingan Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019*.

#### Daftar pustaka

- Aditya, B. (2021). *Pengaruh Perubahan SNI 1726-2012 Menjadi SNI 1726-2019 Untuk Nilai Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen (Studi Kasus Gedung Kampus di Provinsi Jawa Tengah)*.