

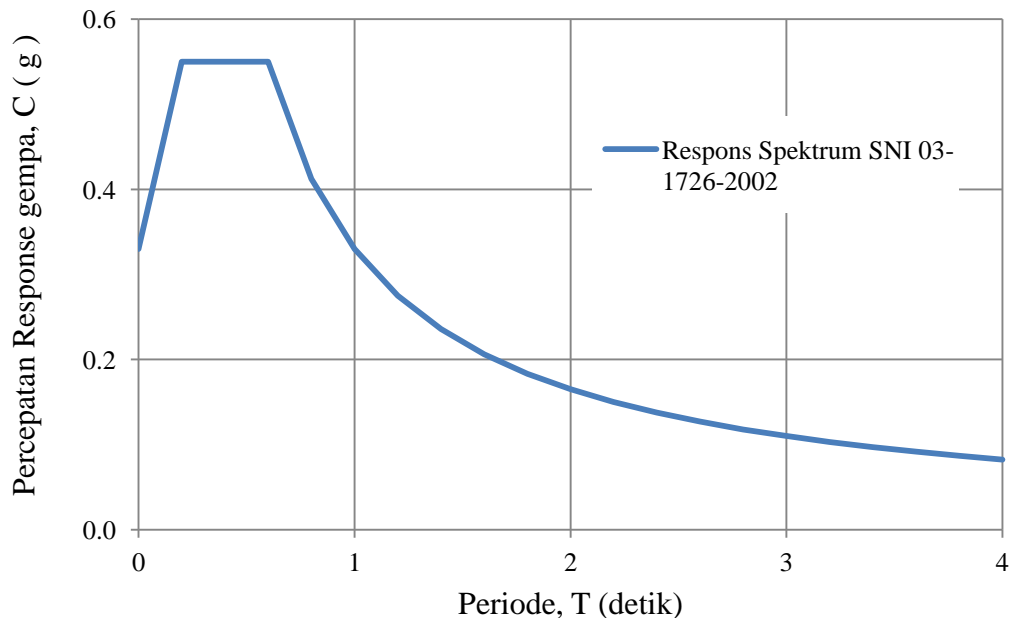
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Respons Spektrum Desain

1. Respons spektrum desain berdasarkan SNI 03-1726-2002

Daerah Yogyakarta pada SNI 03-1726-2002 termasuk ke dalam kategori zona wilayah gempa 3 dengan percepatan puncak batuan dasar yaitu 0,15g dan jenis tanah pada gedung penelitian yaitu tanah sedang. Percepatan puncak muka tanah A_0 yaitu 0,22g dan waktu getar alami dengan jenis asumsi tanah sedang yaitu 0,6 detik. Grafik respons spektrum pada SNI 03-1726-2002 dapat dibuat dengan melakukan perhitungan terlebih dahulu atau berdasarkan grafik yang telah dicantumkan dalam SNI 03-1726-2002 yang mengacu pada kategori zona wilayah gempa.

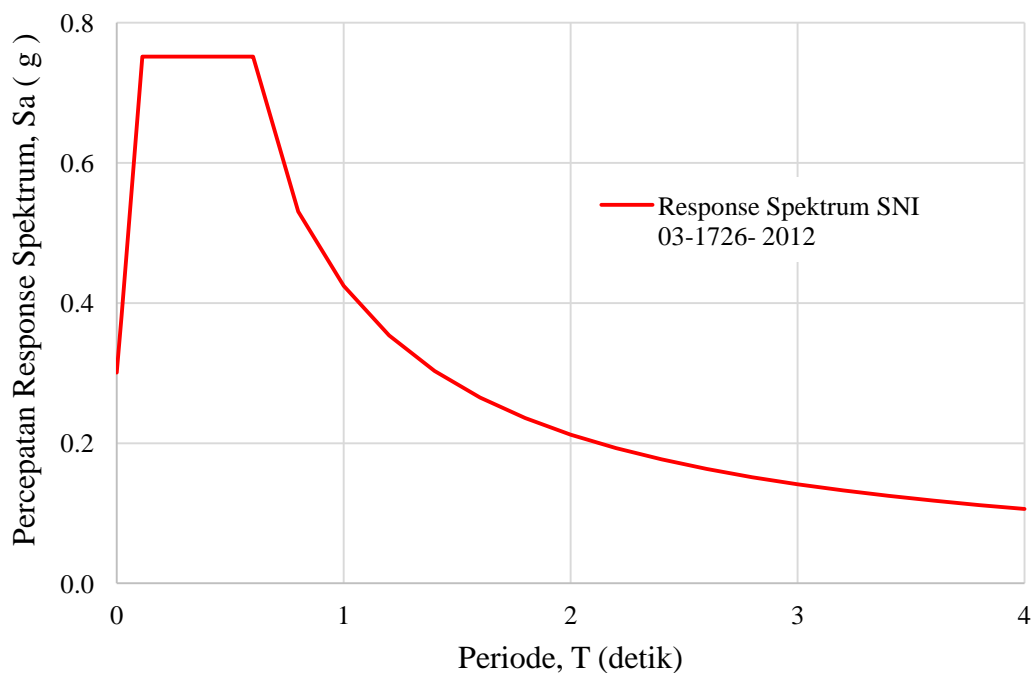


Gambar 5.1 Spektrum gempa rencana wilayah gempa 3 dengan jenis tanah sedang pada SNI 03-1726-2002

Percepatan respons gempa paling besar yang ditunjukkan pada gambar 5.1 berada pada periode 0,2 sampai 0,6 dengan percepatan respons yaitu 0,550g. Setelah melewati periode 0,6 detik, nilai percepatan respons gempa turun secara signifikan.

2. Respons spektrum desain berdasarkan SNI 03-1726-2012

Berdasarkan SNI 03-1726-2012, respons spektrum desain dihitung terlebih dahulu. Data yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan nilai dari situs web *www.puskim.pu.go.id*. dengan memasukkan data koordinat dan jenis tanah Gedung AR- Fachruddin kedalam situs web tersebut. Sehingga, didapatkan data percepatan batuan dasar $S_S = 1,04$ dan $S_1 = 0,396$ serta faktor amplifikasi $F_a = 1,084$ dan $F_v = 1,608$. Data tersebut kemudian digunakan pada tahapan untuk membuat respons spektrum desain berdasarkan SNI 03-1726-2012.



Gambar 5.2 Respons spektrum gempa rencana SNI 03-1726-2012

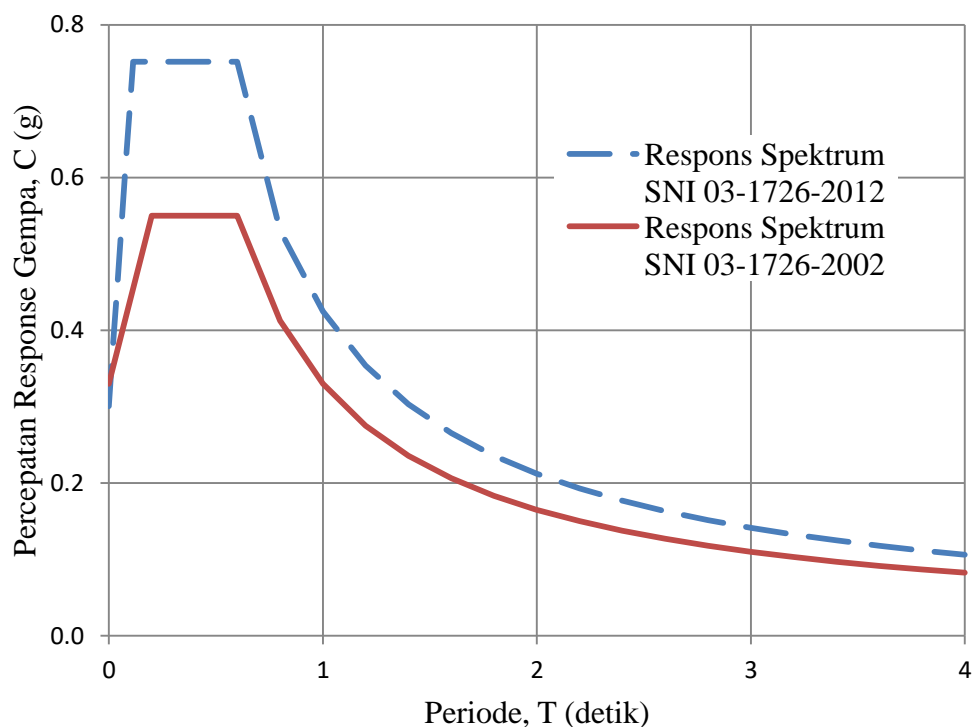
Nilai percepatan respons spektrum terbesar yang ditunjukkan dari gambar 5.2 yaitu 0,752g dengan rencang periode yaitu dari 0,113 detik

hingga 0,5 detik. Setelah detik 0,5 nilai percepatan respons mulai mengalami penurunan.

3. Perbandingan respons spektrum desain SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012

Respons spektrum pada SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 mengalami perbedaan percepatan respons gempa yang berbeda. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan parameter yang digunakan oleh masing-masing SNI.

Percepatan respons gempa pada SNI 03-1726-2002 ditentukan oleh zona wilayah gempa dan jenis tanah. Sedangkan, pada SNI 03-1726-2012 ditentukan oleh parameter percepatan batuan dasar S_S dan S_1 serta faktor amplifikasi F_a dan F_v yang kemudian digunakan untuk menghitung nilai percepatan respons gempa.



Gambar 5.3 Perbandingan respons spektrum gempa rencana SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012

Nilai percepatan respons gempa pada gambar 5.3 menunjukkan bahwa pada $T_0 \leq T \leq T_s$ pada SNI 03-1726-2012 memiliki nilai yang lebih besar daripada $T > T_c$ pada SNI 03-1726-2002. Sehingga, respons spektrum desain yang dihasilkan berdasarkan SNI 03-1726-2012 lebih besar dibandingkan SNI 03-1726-2002 hal ini disebabkan karena berubahnya peta percepatan dasar batuan pada SNI 03-1726-2012.

B. Periode Fundamental *ETABS*

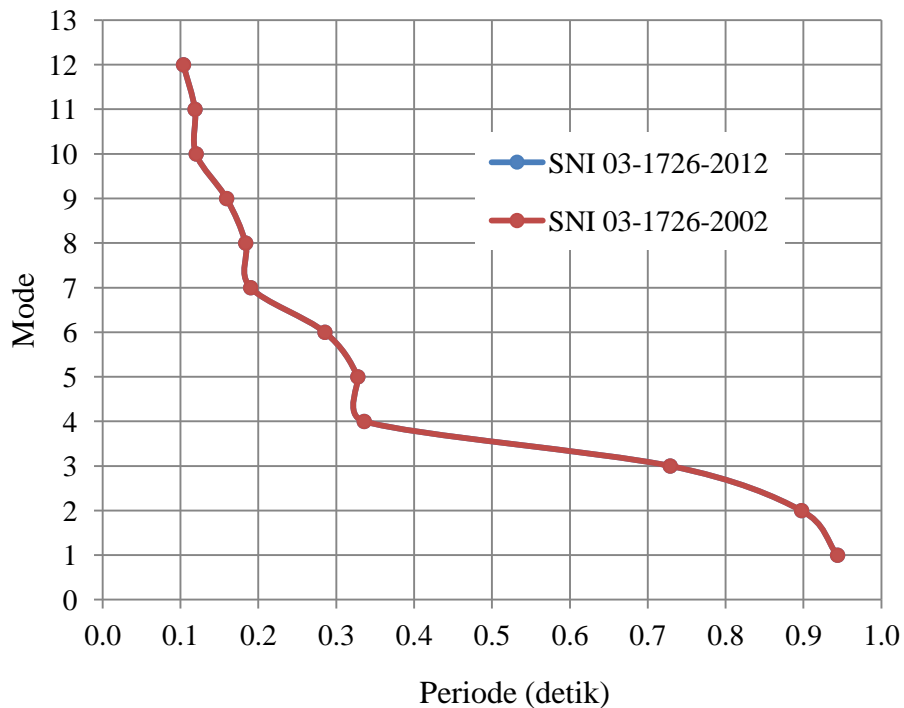
Periode fundamental merupakan waktu yang dibutuhkan dari suatu getaran ketika terjadi gempa terhadap srstruktur. Pada analisis *ETABS*, periode fundamental di digambarkan dengan pola goyangan (*mode shape*). Periode getar struktur dan partisipasi massa ragam berdasarkan hasil *ETABS* pada Tabel 5.1 menunjukkan bahwa pada *mode shape* ke-12 partisipasi massa ragam sudah melebihi 90%, sehingga sudah memenuhi syarat SNI 1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

Tabel 5.1 Periode *ETABS* berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012

Mode	Periode (det)	Partisipasi massa ragam (%)	
		Arah X	Arah Y
1	0,944	23.00	46.91
2	0,897	70.54	71.36
3	0,729	71.23	71.37
4	0,336	75.50	90.39
5	0,328	94.18	93.63
6	0,285	94.25	94.06
7	0,190	94.25	96.54
8	0,184	97.06	96.62
9	0,159	97.13	97.09
10	0,120	97.29	98.07
11	0,118	98.35	98.27
12	0,104	98.41	98.51

Berdasarkan Tabel 5.1 diketahui bahwa terdapat 12 *mode shape* yang terjadi pada *ETABS* dengan periode fundamental terlama yaitu pada *mode shape* 1 dengan periode 0,944 detik dan periode fundamental

tercepat yaitu pada *mode shape* 12 dengan periode 0,104 detik. Berikut merupakan grafik periode fundamental pada program *ETABS* :



Gambar 5.4 Periode fundamental *ETABS* (detik)

Periode fundamental untuk SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 memiliki periode fundamental yang sama, hal ini karena peneliti hanya mengambil satu jenis gedung saja. Berdasarkan gambar 5.4 periode paling besar berada pada mode pertama dan periode paling kecil berada pada mode terakhir atau mode 12.

C. Gaya Geser Lantai

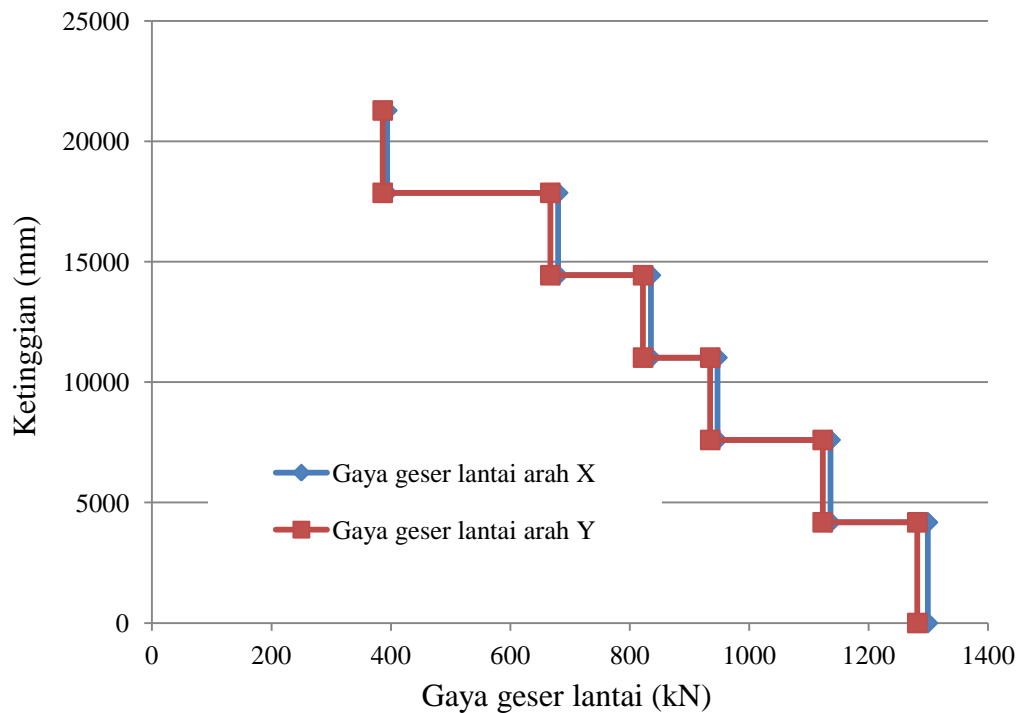
1. Gaya geser lantai berdasarkan SNI 03-1726-2002

Gaya geser dasar respons dinamik diperoleh dari hasil *output* program *ETABS*, Nilai besaran skalar yang diberikan pada gaya geser merupakan hasil perkalian antara nilai gravitasi bumi dan nilai I_e/R . besaran skalar diinput pada *Respons Spectrum Case Data* sebelum *ETABS* mulai *dirunning*.

Nilai gravitasi bumi yang digunakan yaitu 9,81. Nilai R adalah Faktor reduksi gempa yang diperoleh dari Tabel 3 pada SNI 03-2847-2002. Nilai R yang digunakan yaitu 8,5 karena sistem rangka struktur penahan gaya gempa yang digunakan termasuk dalam kategori sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Nilai I_e adalah faktor keutamaan gempa yang diperoleh dari Tabel 3.1. Nilai faktor keutamaan (I_e) yang digunakan yaitu 1 karena Gedung AR-Fachruddin merupakan gedung umum. Nilai besaran skala yang diinput pada *Response Spectrum Case Data* sebelum *ETABS* mulai *dirunning* yaitu 1,154. Sehingga diperoleh nilai besaran gaya geser seperti pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 *Output* gaya geser tiap lantai SNI 03-1726-2002

Story	V_X (kN)	V_Y (kN)
Atap 1	394	386.3
Lantai 5	680.06	666.97
Lantai 4	835.38	822.25
Lantai 3	946.8	934.73
Lantai 2	1136.28	1123.07
Lantai 1	1299.28	1281.51



Gambar 5.5 Gaya geser lantai berdasarkan SNI 03-1726-2002

Berdasarkan SNI 03-1726-2002, nilai akhir respons dinamik terhadap pembebanan nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh diambil kurang dari 80% nilai statik ekuivalen, maka persyaratan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$V_d > 0,8 V_s$$

Nilai gaya dasar statik yaitu 1479,27 kN maka :

$$V_{dx} > 0,8 (1479,27)$$

$$1299.28 \text{ kN} > 1183,42 \text{ kN} \text{ untuk arah X}$$

$$V_{dy} > 0,8 (1479,27)$$

$$1281.51 \text{ kN} > 1183,42 \text{ kN} \text{ untuk arah Y}$$

Nilai V_{dx} dan V_{dy} diatas telah memenuhi persyaratan $V_d > 0,8 V_s$
Oleh karena itu, nilai simpangan dapat digunakan untuk menentukan

kelayakan struktur berdasarkan batas layan struktur. Apabila nilai V_{dx} dan V_{dy} tidak memenuhi maka nilai nilai skala awal harus dikalikan dengan faktor skala baru sesuai dengan persamaan 3.7.

2. Gaya geser lantai berdasarkan SNI 03-1726-2012

Gaya geser tingkat atau biasa disebut *Story Shear* diperoleh dari *output* program *ETABS*. *Running story shear* menggunakan gempa dinamik dan *output* merupakan gaya geser arah X dan arah Y.

Nilai besaran skala yang diberikan pada gaya geser merupakan hasil perkalian antara nilai gravitasi bumi dan nilai I_e/R . besaran skala diinput pada *Respons Spectrum Case Data* sebelum *ETABS* mulai *dirunning*.

Nilai gravitasi bumi yaitu 9,81. Nilai R adalah koefisien modifikasi respons yang diperoleh dari Tabel 3.9. Nilai R yang digunakan yaitu 8 karena asumsi sistem rangka struktur penahan gaya gempa yang digunakan yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Nilai I_e adalah faktor keutamaan gempa yang diperoleh dari 3.6 Nilai faktor keutamaan (I_e) yang digunakan yaitu 1,5 karena Gedung AR-Fahrudin merupakan gedung fasilitas pendidikan sehingga termasuk kategori risiko bangunan IV .

$$\text{Faktor skala} = g \cdot \frac{I_e}{R}$$

$$\text{Faktor skala} = 9,81 \frac{1,5}{8} = 1,839$$

Nilai besaran skala diinput pada *Respons Spectrum Case Data* kemudian program *ETABS* dirun sehingga diperoleh gaya dasar pada struktur seperti pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 *Output* gaya geser tiap lantai SNI 03-1726-2012

Story	V _x (kN)	V _y (kN)
Atap 1	824,14	807,24
Lantai 5	1408,36	1380,37
Lantai 4	1719,89	1692,52
Lantai 3	1943,53	1918,69
Lantai 2	2344,24	2316,96
Lantai 1	2701,03	2663,46

Penentuan nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu pada gaya geser dasar dinamik (V_d) ditentukan berdasarkan besaran nilai pada gaya geser dasar statik (V_s). Berdasarkan SNI 03-1726-2012, nilai $V_d > 0,85 V_s$. Tabel 5.3 menunjukkan nilai gaya geser pada lantai 1 untuk arah X yaitu 2701.03 kN dan arah Y 2663.46 kN. Sedangkan nilai gaya geser pada lantai 1 arah X dan Y pada perhitungan statik ekuivalen yaitu 5372,44 kN maka :

$$V_{dx} > 0,85 V_s$$

$$2701,03 \text{ kN} > 0,85 (5372,44)$$

$$2701,03 \text{ kN} < 4566,57 \text{ untuk arah X (tidak memenuhi)}$$

$$V_{dy} > 0,85 V_t$$

$$2663,46 \text{ kN} > 0,85 (5372,44)$$

$$2663,46 \text{ kN} < 4566,57 \text{ untuk arah Y (tidak memenuhi)}$$

Nilai V_{dx} dan V_{dy} diatas telah tidak memenuhi persyaratan $V_d > 0,85V_s$. Oleh karena itu, nilai simpangan tidak dapat digunakan untuk menentukan kelayakan struktur. Untuk memenuhi nilai V_{dx} dan V_{dy} maka

nilai skala awal harus dikalikan dengan faktor skala baru sesuai dengan pasal 7.2.3 SNI 03-1726-2002.

$$FS_{\text{baru}} = \frac{0,85Vs}{Vd} (FS_{\text{awal}})$$

$$FSX_{\text{baru}} = \frac{4566,57}{2701,03} (1,839) = 3,11$$

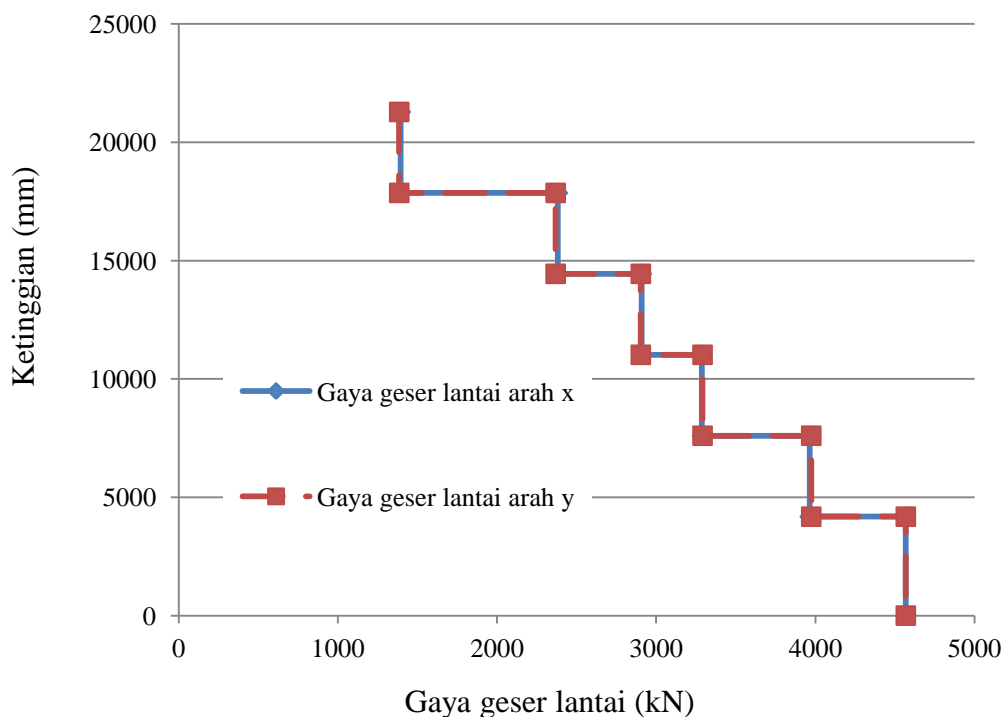
$$FSY_{\text{baru}} = \frac{4566,57}{2663,46} (1,839) = 3,15$$

Faktor skala baru kemudian diinput pada *Respons Spectrum Case Data* pada program *ETABS* lalu dirun sehingga diperoleh gaya dasar pada struktur seperti pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 *Output* gaya geser tiap lantai dengan faktor skala baru

Story	V _X (kN)	V _Y (kN)
Atap 1	1393,73	1384,47
Lantai 5	2381,72	2367,42
Lantai 4	2908,56	2902,77
Lantai 3	3286,77	3290,67
Lantai 2	3964,43	3973,72
Lantai 1	4567,81	4568

Berdasarkan Tabel 5.4 nilai *base shear* pada arah X dan Y yaitu 4567,81 kN dan 4568 kN. Nilai *base shear* pada X dan Y telah lebih besar daripada 0,85Vs. Sehingga, nilai simpangan pada *ETABS* dapat digunakan untuk menentukan kelayakan struktur berdasarkan batas layannya.



Gambar 5.6 Gaya geser lantai berdasarkan SNI 03-1726-2012

Berdasarkan gambar 5.6, Lantai yang menerima gaya geser paling besar berada pada lantai paling dasar. Sedangkan, gaya geser yang paling kecil berada pada lantai yang paling atas.

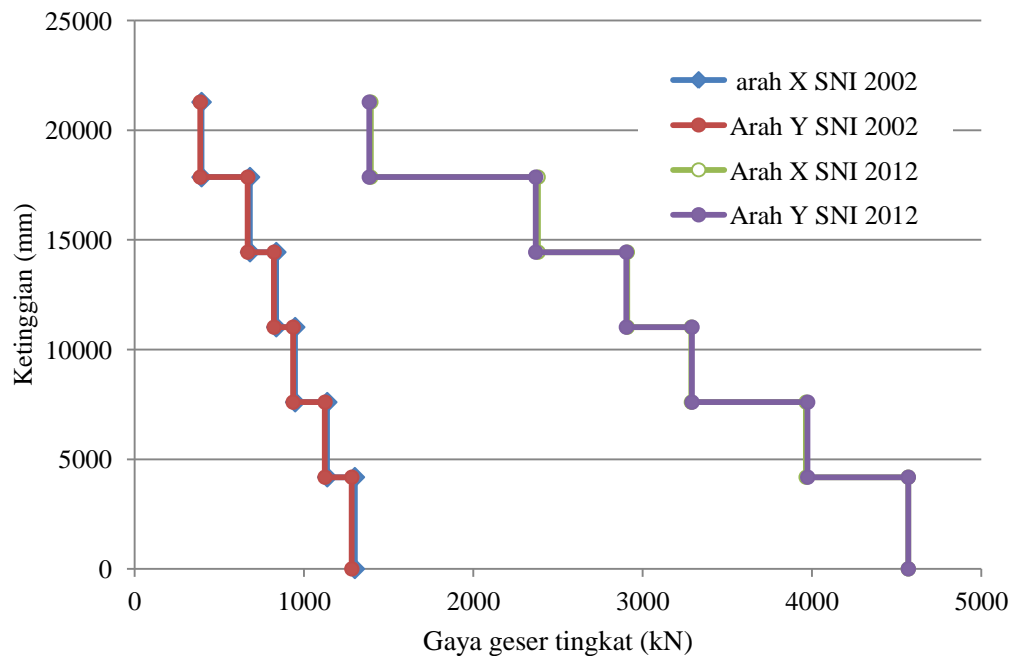
3. Perbandingan Gaya geser lantai berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012

Gaya geser lantai yang diperoleh pada SNI 03-1726-2012 mengalami peningkatan. Perihal ini dapat terjadi karena nilai besaran skala pada SNI 03-1726-2012 lebih besar daripada SNI 03-1726-2002. Nilai besaran skala yang meningkat dipengaruhi oleh berubahnya peta percepatan batuan dasar pada SNI 03-1726-2012. Berubahnya peta percepatan batuan dasar mempengaruhi gaya geser lantai yang terjadi pada struktur. Pada Tabel 5.5 menunjukkan peningkatan yang terjadi pada gaya geser lantai dari SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

Tabel 5.5 Kenaikan gaya geser pada SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012

Story	SNI 2002		SNI 2012		Kenaikan	
	V _X (kN)	V _Y (kN)	V _X (kN)	V _Y (kN)	V _X	V _Y
Atap	394	386,3	1393,73	1384,47	3,54	3,58
Lantai 5	680,06	666,97	2381,72	2367,42	3,50	3,55
Lantai 4	835,38	822,5	2908,56	2902,77	3,48	3,53
Lantai 3	946,8	934,3	3286,77	3290,67	3,47	3,52
Lantai 2	1136,28	1123,07	3964,43	3973,72	3,49	3,54
Lantai 1	1299,28	1281,51	4567,81	4568	3,52	3,56

Berdasarkan Tabel 5.5 kenaikan terbesar yang terjadi pada arah y yaitu sebesar 3,58. Sedangkan, kenaikan terbesar yang terjadi pada arah x yaitu 3,54. Perbandingan pada gaya geser lantai ini dapat diperhatikan pada gambar 5.7

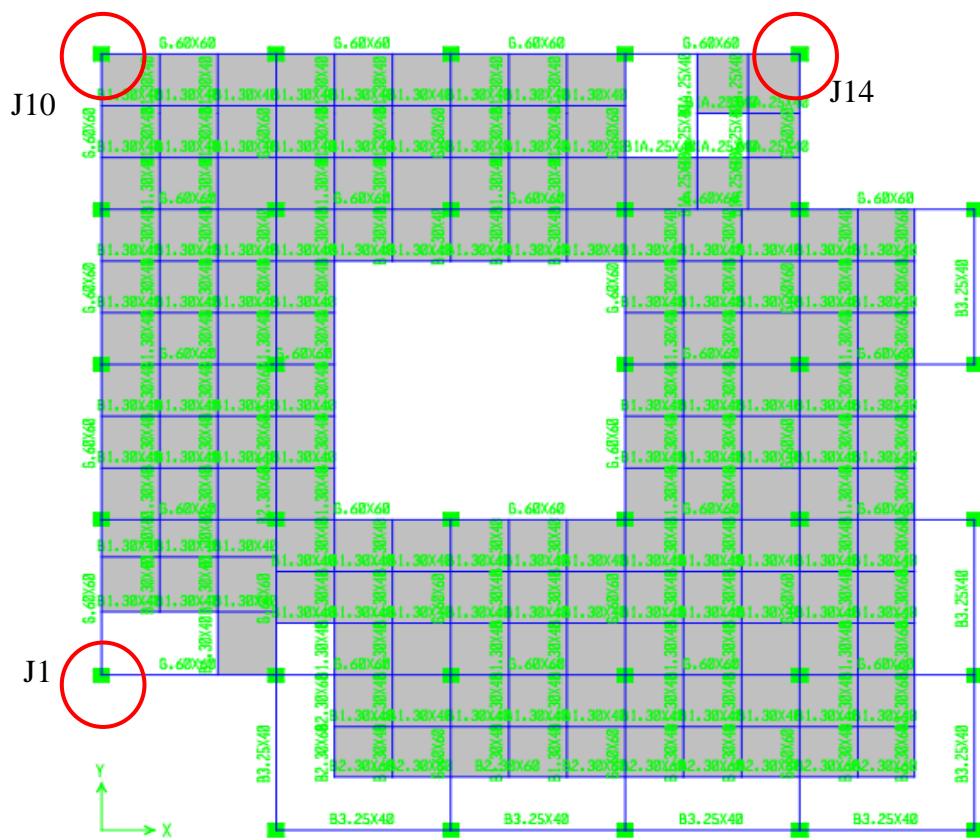


Gambar 5.7 Perbandingan gaya geser lantai pada SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012

Diagram gaya geser tingkat untuk struktur Gedung AR-Fachruddin ditunjukkan pada Gambar 5.7 Gaya geser tingkat yang timbul berdasarkan SNI 03-1726-2012 mengalami kenaikan yang signifikan pada 3,47 hingga 3,58 sesuai pada Tabel 5.5. Selain itu, gambar 5.7 juga menunjukkan nilai gaya geser yang terbesar pada struktur terdapat pada lantai dasar.

D. Displacement

Dalam penelitian ini *joint* yang digunakan yaitu 1, 10 dan 14 sebagai data yang akan di analisis. Kemudian, ketiga *displacement* tersebut di rata-ratakan untuk mewakili *displacement* per-lantainya. Berikut ini merupakan *joint* yang ditinjau pada gedung AR-Fachruddin.



Gambar 5.8 Lokasi *joint* yang akan dianalisis

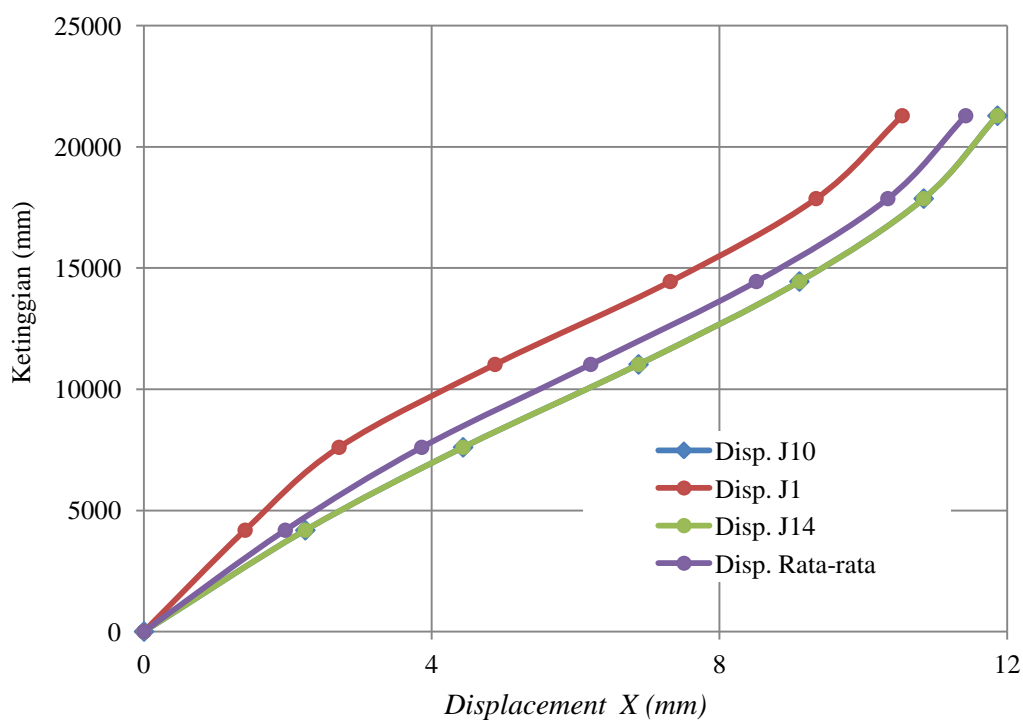
1. *Displacement* berdasarkan SNI 03-1726-2002.

Nilai *displacement* yang digunakan adalah hasil *displacement* rata-rata dari ketiga *joint* yaitu *joint* 1, 10 dan 14. *Displacement* rata-rata

selanjutnya akan digunakan untuk menentukan nilai *Interstory drift*. Berikut nilai *displacement* arah x dan y pada SNI 03-1726-2002.

Tabel 5.6 *Displacement* arah x dan y pada SNI 03-1726-2002.

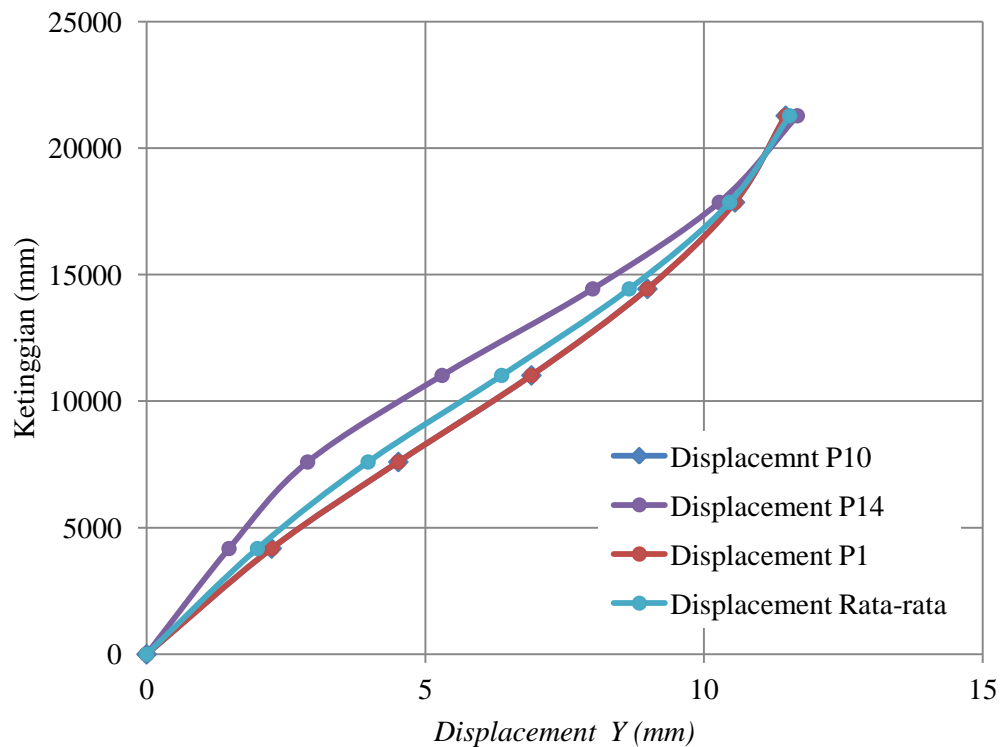
Lantai	elevasi	<i>Displacement X</i> (mm)				<i>Displacement Y</i> (mm)			
	(mm)	J1	J10	J14	rerata	J1	J10	J14	rerata
Atap	21280	10,54	11,86	11,86	11,42	11,47	11,47	11,68	11,54
Lantai 5	17860	9,34	10,84	10,84	10,34	10,56	10,56	10,27	10,46
Lantai 4	14440	7,31	9,11	9,11	8,51	8,98	8,98	8,00	8,66
Lantai 3	11020	4,88	6,87	6,87	6,21	6,90	6,90	5,30	6,37
Lantai 2	7600	2,71	4,43	4,43	3,86	4,52	4,52	2,89	3,97
Lantai 1	4180	1,40	2,24	2,24	1,96	2,24	2,24	1,48	1,99
Base	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Gambar 5.9 *Displacement* arah X SNI 03-1726-2002

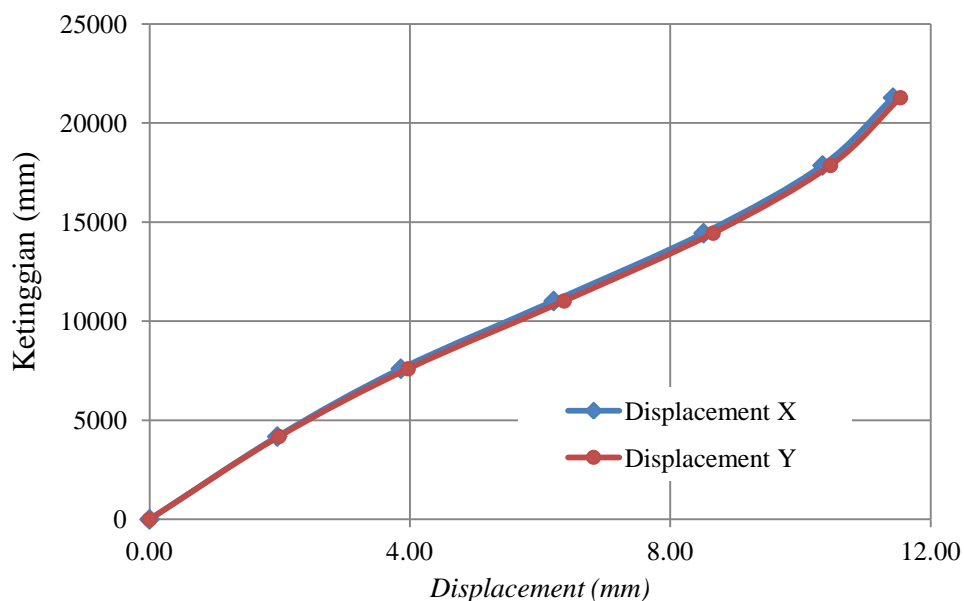
Displacement arah X pada gambar 5.9 menunjukkan bahwa *displacement* yang terbesar terjadi pada *joint* 14 dan 10. Sedangkan, *joint* 1 memiliki *displacement* terkecil jika dibandingkan *joint* 14 dan 10. Pada *joint* 10 dan 14

memiliki nilai *displacement* yang sama karena kedua *joint* tersebut berada pada arah bidang yang sama.



Gambar 5.10 *Displacement* arah Y SNI 03-1726-2002

Displacement arah Y pada gambar 5.10 menunjukkan bahwa *displacement* yang terbesar terjadi pada *joint* 14. Sedangkan, *joint* 1 dan 10 memiliki *displacement* terkecil jika dibandingkan dengan *joint* 14. Pada *joint* 1 dan 10 memiliki nilai *displacement* yang sama karena kedua *joint* tersebut berada pada arah bidang yang sama. *Displacement* ketiga *joint* kemudian di rata-ratakan sehingga diperoleh *displacement* yang akan digunakan untuk mewakili ketiga *displacement* tersebut.



Gambar 5.11 *Displacement* arah X dan Y SNI 03-1726-2002

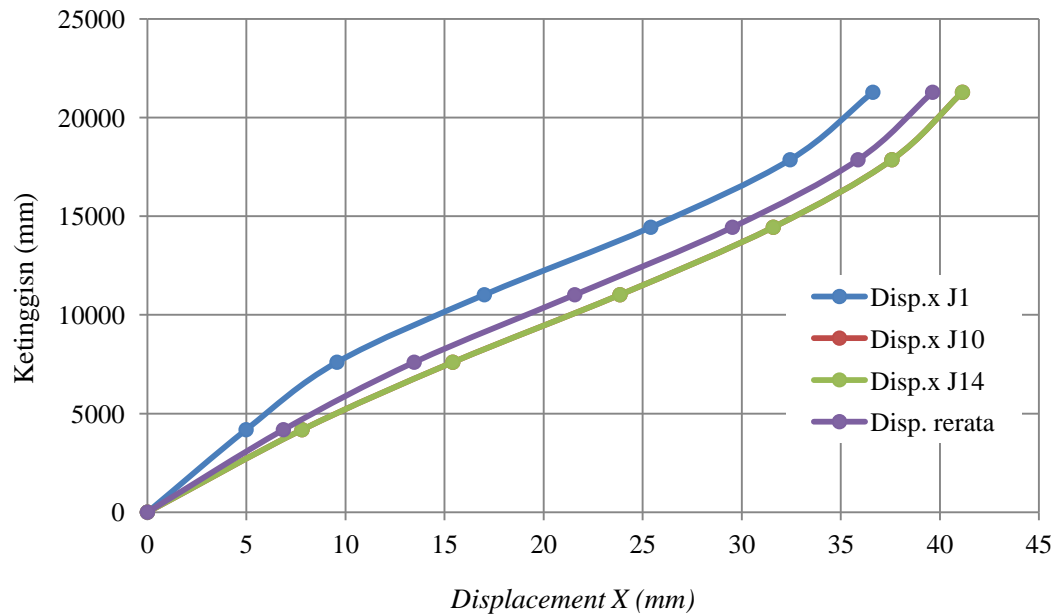
Berdasarkan gambar 5.11 diketahui bahwa nilai *displacement* berbanding lurus terhadap ketinggian struktur. *Displacement* yang terbesar berada pada tingkat yang paling atas. Hal ini karena pada lantai atas merupakan lantai dengan jarak yang paling jauh dengan penjepit lateral atau pondasi.

2. *Displacement* berdasarkan SNI 03-1726-2012.

Displacement pada hasil *output* dari program *ETABS* menunjukkan besaran simpangan yang terjadi dari lantai dasar lantai. Berikut nilai *displacement* arah x dan y pada SNI 03-1726-2012.

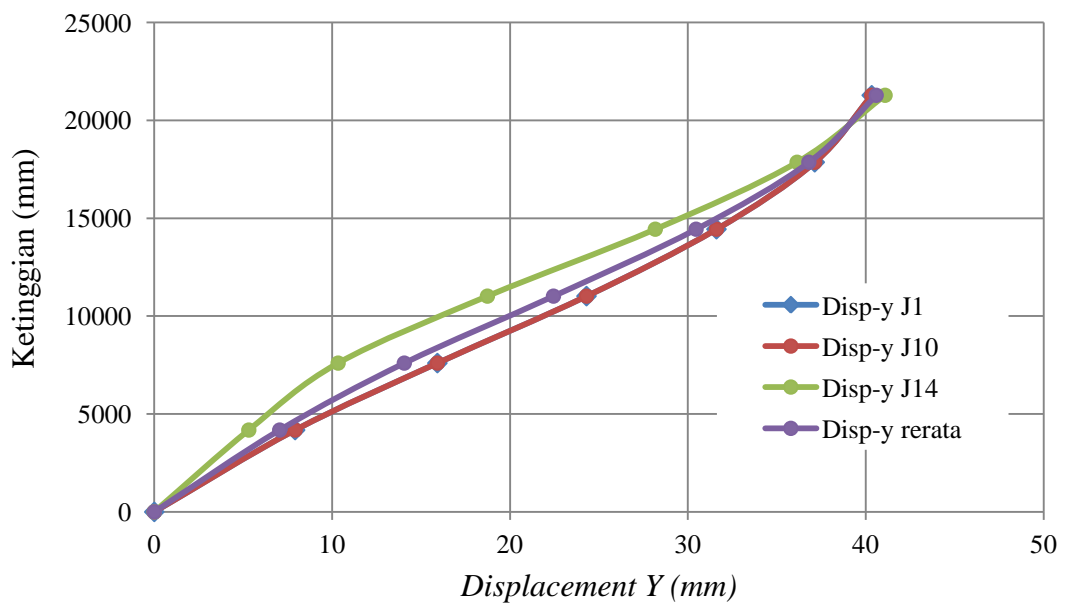
Tabel 5.7 *Displacement* arah x dan y pada SNI 03-1726-2012.

Lantai	elevasi (mm)	<i>Displacement</i> X (mm)				<i>Displacement</i> Y (mm)			
		J1	J10	J14	rerata	J1	J10	J14	rerata
Atap	21280	36,62	41,14	41,14	39,63	40,34	40,34	41,09	40,59
Lantai 5	17860	32,44	37,58	37,58	35,86	37,13	37,13	36,14	36,80
Lantai 4	14440	25,40	31,59	31,59	29,53	31,61	31,61	28,17	30,46
Lantai 3	11020	17,01	23,85	23,85	21,57	24,30	24,30	18,73	22,44
Lantai 2	7600	9,57	15,41	15,41	13,46	15,92	15,92	10,33	14,06
Lantai 1	4180	4,98	7,80	7,804	6,86	7,92	7,92	5,31	7,05



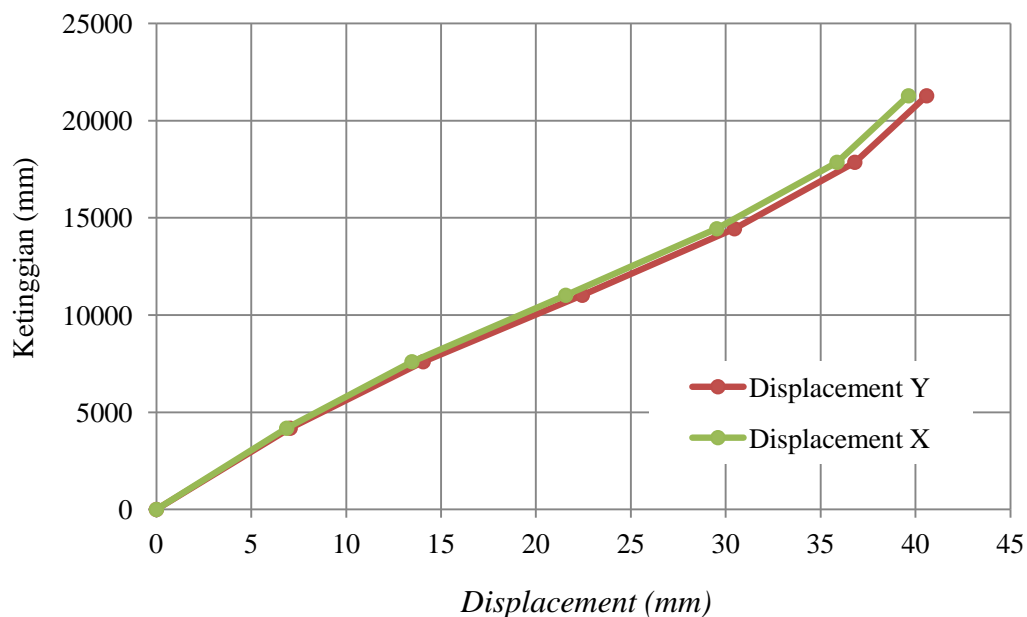
Gambar 5.12 Displacement arah X SNI 03-1726-2012

Nilai *displacement* arah x terbesar berdasarkan gambar 5.12 yaitu pada *joint* 10 dan 14 dengan nilai berada diatas 40 mm yaitu 41,14 mm. sedangkan, nilai terendah berada pada *joint* 1 dengan nilai berada dibawah nilai 40mm yaitu 36,62mm.



Gambar 5.13 Displacement arah Y SNI 03-1726-2012

Displacement arah X pada gambar 5.13 menunjukkan bahwa *displacement* yang terbesar terjadi pada *joint* 14 yaitu sebesar 41,39 mm. Sedangkan, *joint* 10 dan 1 memiliki *displacement* terkecil jika dibandingkan *joint* 14 yaitu sebesar 40,34 mm.



Gambar 5.14 *Displacement* arah X dan Y SNI 03-1726-2002

Berdasarkan gambar 5.14 diketahui bahwa nilai *displacement* berbanding lurus terhadap ketinggian struktur. *Displacement* yang terbesar berada pada tingkat yang paling atas. Hal ini karena pada lantai atas merupakan lantai dengan jarak yang paling jauh dengan penjepit lateral atau pondasi.

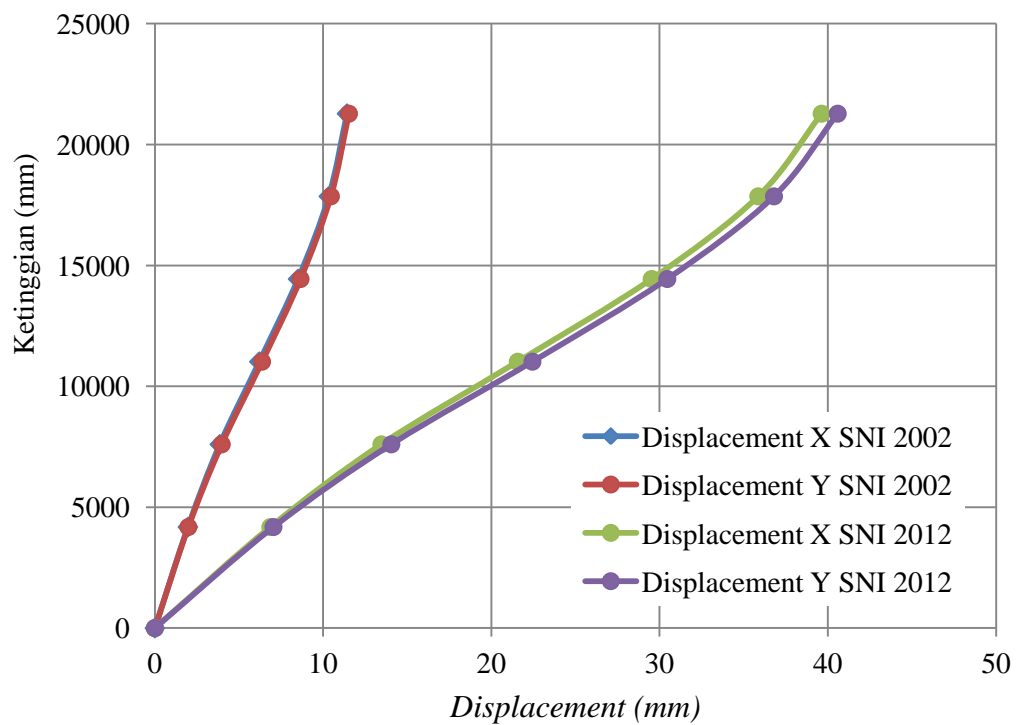
3. Perbandingan *displacement* berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

Nilai *displacement* yang digunakan pada perbandingan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 yaitu nilai *displacement* rerata arah x dan y pada kedua jenis SNI tersebut. Nilai *displacement* terbesar yang ditunjukkan pada Tabel 5.8 yaitu terdapat pada *displacement* pada tingkat paling atas. hal ini karena, lantai paling atas merupakan lantai dengan jarak paling jauh dengan penjepit lateral atau pondasi. Kenaikan yang terjadi

pada *displacement* dipengaruhi oleh berubahnya peta percepatan batuan dasar di Indonesia yang menyebabkan nilai percepatan respons spektrum pada SNI 03-1726-2012 berubah menjadi lebih besar daripada SNI 03-1726-2002. Berikut nilai *displacement* arah x dan y pada SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

Tabel 5.8 Perbandingan *displacement* SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

Lantai	elevasi (mm)	SNI 2012 (kN)		SNI 2002 (kN)		Kenaikan	
		X	Y	X	Y	X	Y
Atap	21280	39.63	40.59	11.42	11.54	3.47	3.52
Lantai 5	17860	35.86	36.80	10.34	10.46	3.47	3.52
Lantai 4	14440	29.53	30.46	8.51	8.66	3.47	3.52
Lantai 3	11020	21.57	22.44	6.21	6.37	3.47	3.52
Lantai 2	7600	13.46	14.06	3.86	3.97	3.49	3.54
Lantai 1	4180	6.86	7.05	1.96	1.99	3.50	3.54
Base	0	0	0	0	0	0	0



Gambar 5.15 Grafik perbandingan *displacement* SNI 2002 dan 2012

Berdasarkan gambar 5.15 diketahui bahwa *displacement* untuk SNI 03-1726-2012 lebih besar daripada *displacement* SNI 03-1726-2002. Kenaikan pada *displacement* ini dapat dilihat pada Tabel 5.8. Kenaikan terbesar *displacement* untuk arah x sebesar 3,5 sedangkan kenaikan terbesar *displacement* untuk arah y sebesar 3,54. Hal ini terjadi karena nilai percepatan respons spektrum desain pada SNI 03-1726-2012 lebih besar daripada SNI 03-1726-2002.

E. *Interstory Drift*

1. *Interstory drift* berdasarkan SNI 03-1726-2002.

Berdasarkan SNI 03-1726-2002, kinerja batas layan dihitung dari nilai *Interstory drift* tidak boleh melampaui nilai $\frac{0,03}{R}$ kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, tergantung yang nilainya lebih kecil.

$$\Delta i < \frac{0,03}{R} h_x$$

$$\Delta i < 30 \text{ mm}$$

Nilai *Interstory* yang digunakan adalah hasil *Interstory* rata-rata dari ketiga *joint* yaitu *joint* 1, 10 dan 14. *Interstory* rata-rata selanjutnya akan digunakan untuk menentukan keamanan simpangan yang terjadi pada struktur. Berikut ini merupakan hasil perhitungan *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 1,10 dan 14 untuk arah x dan y :

Tabel 5.9 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 1 arah x

Lantai	Tinggi (mm)	Ketinggian (mm)	<i>Disp</i> (mm)	<i>Interstory</i> (mm)	Δi (mm)	Keterangan
Atap	3420	21280	10.54	1.32	12.07	OK
Lantai 5	3420	17860	9.34	2.23	12.07	OK
Lantai 4	3420	14440	7.31	2.68	12.07	OK
Lantai 3	3420	11020	4.88	2.38	12.07	OK
Lantai 2	3420	7600	2.71	1.44	12.07	OK
Lantai 1	4180	4180	1.40	1.54	14.75	OK
Base	0	0	0	0.	0.	

Tabel 5.10 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 10 arah x

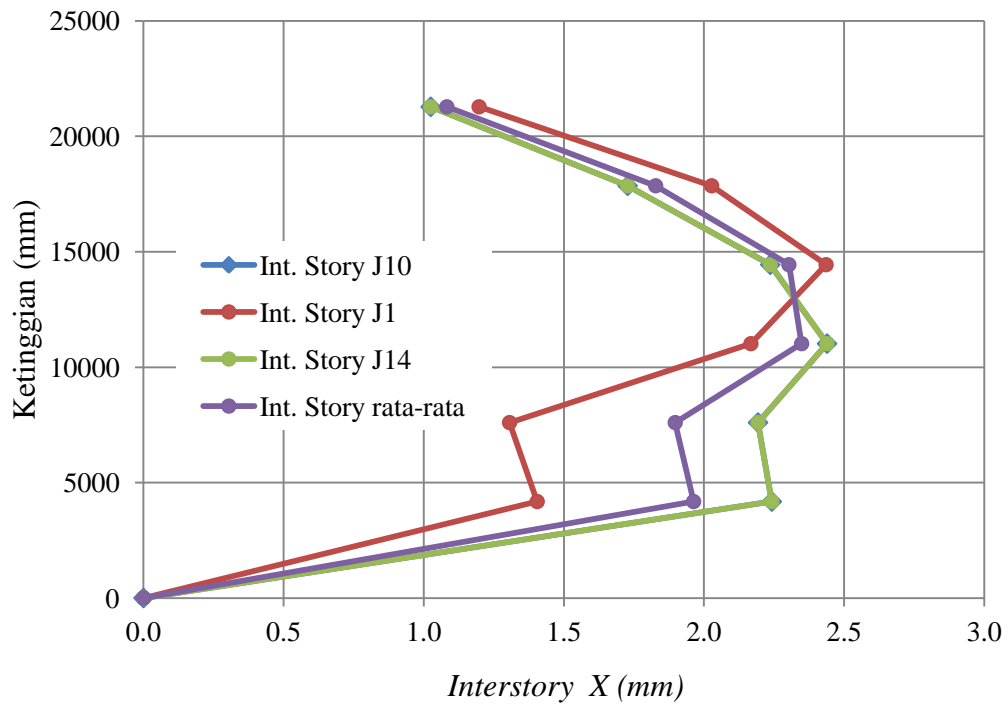
Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	11.86	1.13	12.07	OK
Lantai 5	3420	17860	10.84	1.90	12.07	OK
Lantai 4	3420	14440	9.11	2.46	12.07	OK
Lantai 3	3420	11020	6.87	2.68	12.07	OK
Lantai 2	3420	7600	4.43	2.41	12.07	OK
Lantai 1	4180	4180	2.24	2.46	14.75	OK
Base	0	0	0	0	0	

Tabel 5.11 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 14 arah x

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	11.86	1.13	12.07	OK
Lantai 5	3420	17860	10.84	1.90	12.07	OK
Lantai 4	3420	14440	9.11	2.46	12.07	OK
Lantai 3	3420	11020	6.87	2.68	12.07	OK
Lantai 2	3420	7600	4.43	2.41	12.07	OK
Lantai 1	4180	4180	2.24	2.46	14.75	OK
Base	0	0	0.00	0.00	0.00	

Tabel 5.12 *Interstory* dan kinerja batas layan rerata arah x

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	11.42	1.19	12.07	OK
Lantai 5	3420	17860	10.34	2.01	12.07	OK
Lantai 4	3420	14440	8.51	2.53	12.07	OK
Lantai 3	3420	11020	6.21	2.58	12.07	OK
Lantai 2	3420	7600	3.86	2.08	12.07	OK
Lantai 1	4180	4180	1.96	2.16	14.75	OK
Base	0	0	0.00	0.00	0.00	



Gambar 5.16 Grafik *Interstory* arah X berdasarkan SNI 03-1726-2002

Berdasarkan gambar 5.16 nilai *Interstory* terbesar berada pada lantai 4 dengan nilai 2,44mm. nilai *Interstory* pada arah x tidak ada yang melewati batas izin layan. Nilai *Interstory* diperoleh dari selisih pada *displacement* lantai atas dan bawah yang dibagi dengan faktor skala. Faktor skala diperoleh dari $0,8V_{\text{Statik}}$ dibagi V_{Dinamik} . Sehingga diperoleh faktor skalanya yaitu 0,91

Tabel 5.13 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 1 arah y

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	11.47	0.99	12.07	OK
Lantai 5	3420	17860	10.56	1.71	12.07	OK
Lantai 4	3420	14440	8.98	2.26	12.07	OK
Lantai 3	3420	11020	6.90	2.60	12.07	OK
Lantai 2	3420	7600	4.52	2.47	12.07	OK
Lantai 1	4180	4180	2.24	2.44	14.75	OK
Base	0	0	0	0	0	

Tabel 5.14 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 10 arah y

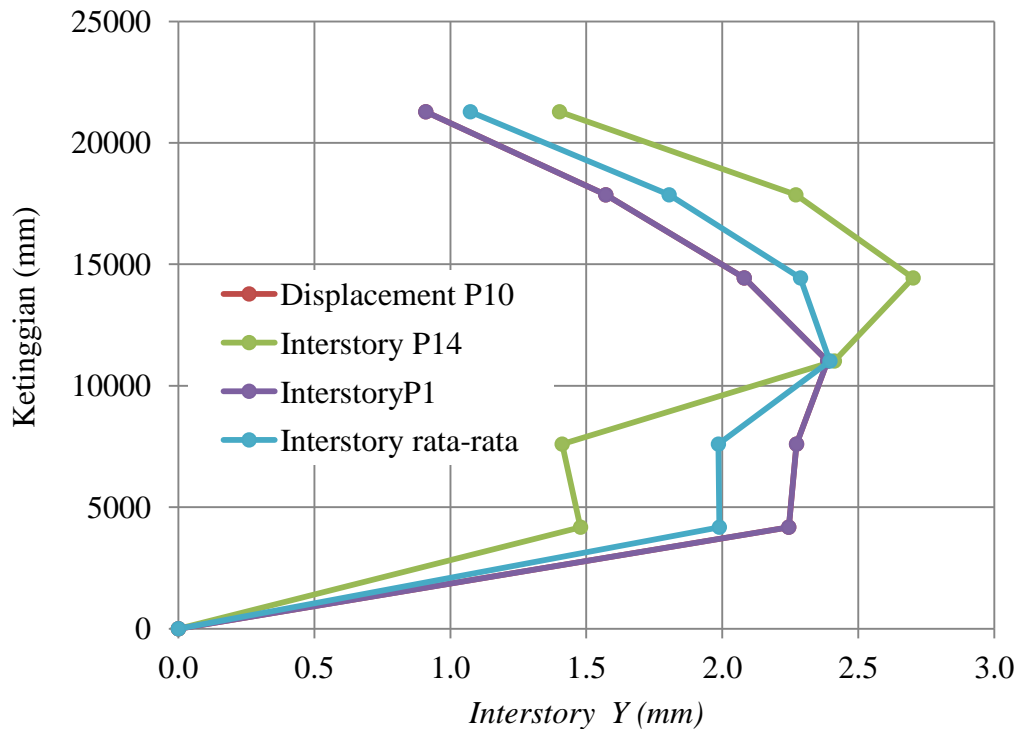
Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	11.47	0.99	12.07	OK
Lantai 5	3420	17860	10.56	1.71	12.07	OK
Lantai 4	3420	14440	8.98	2.26	12.07	OK
Lantai 3	3420	11020	6.90	2.60	12.0	OK
Lantai 2	3420	7600	4.52	2.47	12.07	OK
Lantai 1	4180	4180	2.24	2.44	14.75	OK
Base	0	0	0	0	0	

Tabel 5.15 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 14 arah y

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	11.68	1.52	12.07	OK
Lantai 5	3420	17860	10.27	2.47	12.07	OK
Lantai 4	3420	14440	8.00	2.94	12.07	OK
Lantai 3	3420	11020	5.30	2.62	12.07	OK
Lantai 2	3420	7600	2.89	1.53	12.07	OK
Lantai 1	4180	4180	1.48	1.61	14.75	OK
Base	0	0	0.00	0.00	0.00	

Tabel 5.16 *Interstory* dan kinerja batas layan pada rerata arah y

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	11.54	1.17	12.07	OK
Lantai 5	3420	17860	10.46	1.96	12.07	OK
Lantai 4	3420	14440	8.66	2.49	12.07	OK
Lantai 3	3420	11020	6.37	2.60	12.07	OK
Lantai 2	3420	7600	3.97	2.16	12.07	OK
Lantai 1	4180	4180	1.99	2.16	14.75	OK
Base	0	0	0	0	0	



Gambar 5.17 Grafik *Interstory* arah Y berdasarkan SNI 03-1726-2002

Berdasarkan gambar 5.17 nilai *Interstory* terbesar berada pada lantai 4 pada *joint* 14 dengan nilai 2,70mm. nilai *Interstory* pada arah y tidak ada yang melewati batas izin layan. Nilai *Interstory* diperoleh dari selisih pada *displacement* lantai atas dan bawah yang dibagi dengan faktor skala. Faktor skala diperoleh dari $0,8V_{\text{Statik}}$ dibagi V_{Dinamik} . Sehingga diperoleh faktor skalanya yaitu 0,92. Berikut contoh perhitungan nilai *interstory drift* pada lantai 3 *joint* 14 arah y berdasarkan pasal 8.1.1 SNI 03-1726-2002:

$$\text{Interstory } 4 = \frac{(\text{Disp } 5 - \text{Disp } 4)}{\text{Faktor Skala}}$$

$$\text{Interstory } 4 = \frac{(8,98 - 6,90)}{0,92} = 2,26 \text{ mm}$$

$$\text{Batas izin} = \frac{0,03}{R} h_X$$

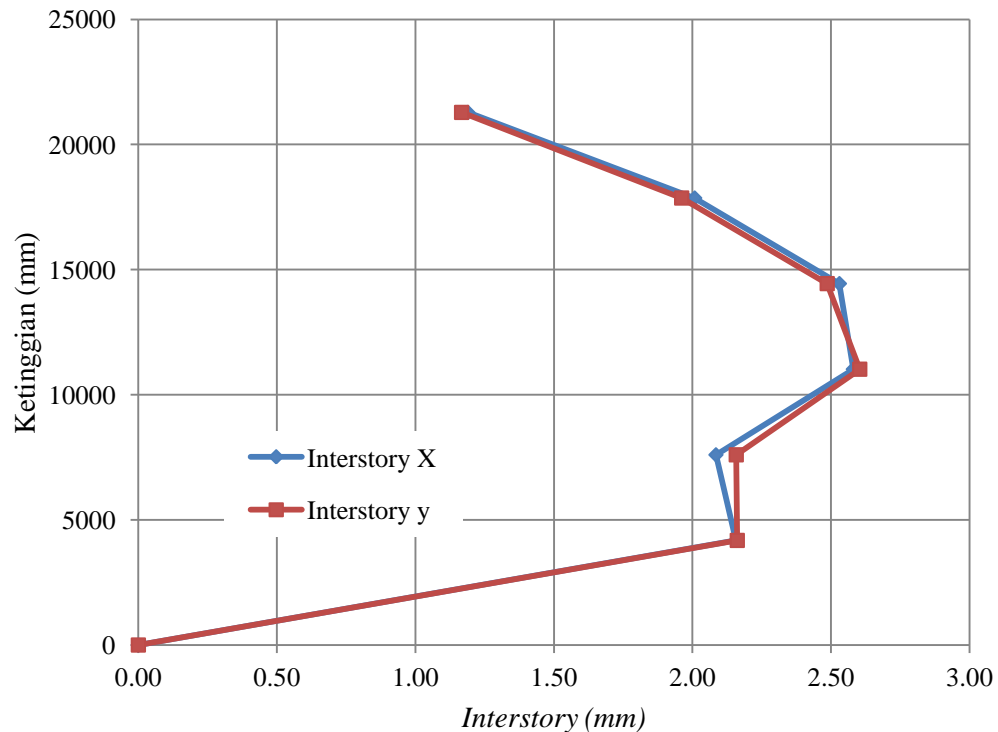
$$\text{Batas izin} = \frac{0,03}{8,5} (3420) = 12,07 \text{ mm}$$

Batas izin > *Interstory*

12,07 mm > 2,26 mm (OK)

Tabel 5.17 *Interstory* arah x dan y pada SNI 03-1726-2002

Lantai	Tinggi	elevasi	<i>Interstory</i>		Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	X(mm)	Y(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	1.19	1.17	12.07	OK
Lantai 5	3420	17860	2.01	1.96	12.07	OK
Lantai 4	3420	14440	2.53	2.49	12.07	OK
Lantai 3	3420	11020	2.58	2.60	12.07	OK
Lantai 2	3420	7600	2.08	2.16	12.07	OK
Lantai 1	4180	4180	2.16	2.16	14.75	OK
Base	0	0	0	0	0	



Gambar 5.18 Grafik *Interstory* arah X dan Y berdasarkan SNI 03-1726-2002

Berdasarkan gambar 5.18 nilai *Interstory* terbesar berada pada lantai 4 pada arah x dan y. sedangkan, untuk nilai *Interstory* paling rendah berada pada atap. Nilai batas izin merupakan hasil dari $\frac{0,03}{R}$ kali tinggi tingkat. Batas izin pada lantai 4 yaitu 12,07 mm diperoleh dari $\frac{0,03}{0,85}$ (3420 mm). Pada Tabel 5.17 untuk rata-rata arah x dan y, menunjukkan bahwa nilai *Interstory* tidak melewati kinerja batas layan. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja layan struktur pada saat menerima beban gempa masih aman.

2. *Interstory drift* berdasarkan SNI 03-1726-2012.

Berdasarkan SNI 03-1726-2012, nilai batas untuk *Interstory* (Δi) terdapat pada Tabel 16 SNI 03-1726-2012. Sehingga, diperoleh batas izin simpangan yaitu $0,010h_x$ dengan nilai h_x adalah tinggi tingkat yang bersangkutan. Berikut ini merupakan hasil perhitungan *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 1,10 dan 14 untuk arah x dan y :

Tabel 5.18 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 1 arah x

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	36.62	15.32	34.20	OK
Lantai 5	3420	17860	32.44	25.79	34.20	OK
Lantai 4	3420	14440	25.40	30.79	34.20	OK
Lantai 3	3420	11020	17.01	27.28	34.20	OK
Lantai 2	3420	7600	9.57	16.82	34.20	OK
Lantai 1	4180	4180	4.98	18.26	41.80	OK
Base	0	0	0	0	0	

Tabel 5.19 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 10 arah x

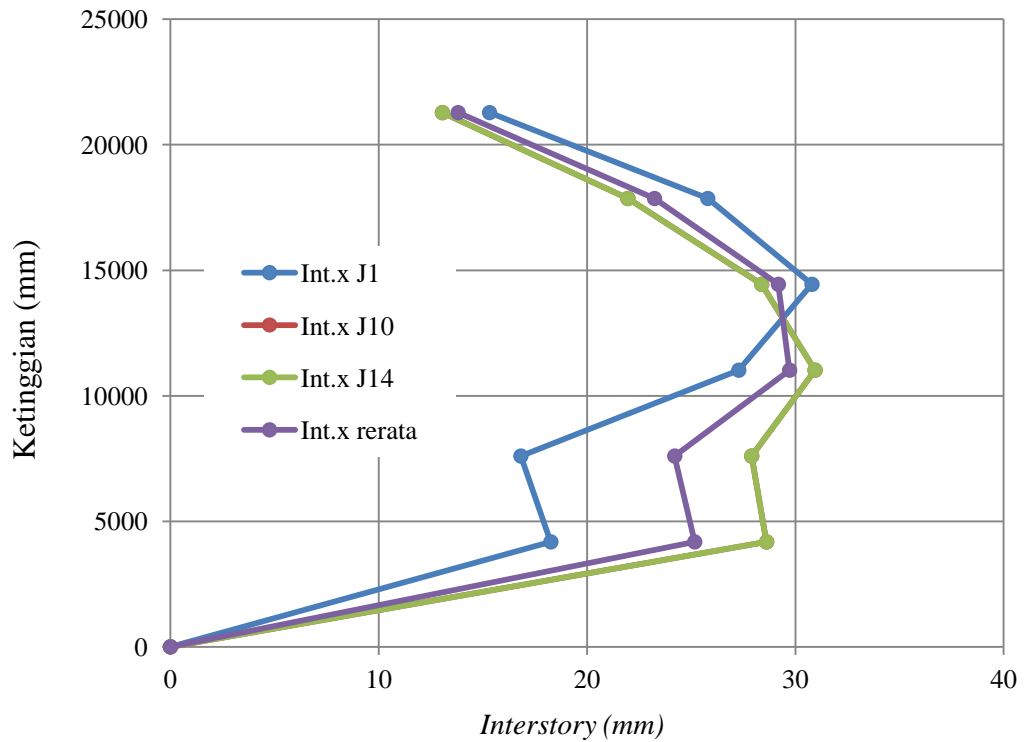
Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	41.14	13.05	34.20	OK
Lantai 5	3420	17860	37.58	21.96	34.20	OK
Lantai 4	3420	14440	31.59	28.38	34.20	OK
Lantai 3	3420	11020	23.85	30.94	34.20	OK
Lantai 2	3420	7600	15.41	27.90	34.20	OK
Lantai 1	4180	4180	7.80	28.62	41.80	OK
Base	0	0	0	0	0	

Tabel 5.20 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 14 arah x

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	41.14	13.05	34.20	OK
Lantai 5	3420	17860	37.58	21.96	34.20	OK
Lantai 4	3420	14440	31.59	28.38	34.20	OK
Lantai 3	3420	11020	23.85	30.94	34.20	OK
Lantai 2	3420	7600	15.41	27.90	34.20	OK
Lantai 1	4180	4180	7.80	28.62	41.80	OK
Base	0	0	0	0	0	

Tabel 5.21 *Interstory* dan kinerja batas layan pada rerata arah x

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	39.63	13.81	34.20	OK
Lantai 5	3420	17860	35.86	23.23	34.20	OK
Lantai 4	3420	14440	29.53	29.18	34.20	OK
Lantai 3	3420	11020	21.57	29.72	34.20	OK
Lantai 2	3420	7600	13.46	24.21	34.20	OK
Lantai 1	4180	4180	6.86	25.16	41.80	OK
Base	0	0	0	0	0	



Gambar 5.19 Grafik *Interstory* arah X berdasarkan SNI 03-1726-2012

Nilai *Interstory* terbesar berdasarkan gambar 5.19 berada pada *joint* 1 di lantai 4 yaitu 30,57 mm. sedangkan nilai *Interstory* terkecil berada pada *joint* 10 dan 14 yaitu 13,05 mm. nilai *Interstory* yang digunakan untuk arah merupakan nilai rata-rata *Interstory* dari ketiga *joint* yang ditinjau dengan asumsi *Interstory* rata-rata mewakili ketiga *joint* tersebut.

Tabel 5.22 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 1 arah y

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	40.34	11.75	34.20	OK
Lantai 5	3420	17860	37.13	20.26	34.20	OK
Lantai 4	3420	14440	31.61	26.79	34.20	OK
Lantai 3	3420	11020	24.30	30.74	34.20	OK
Lantai 2	3420	7600	15.92	29.33	34.20	OK
Lantai 1	4180	4180	7.92	29.03	41.80	OK
Base	0	0	0	0	0	

Tabel 5.23 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 10 arah y

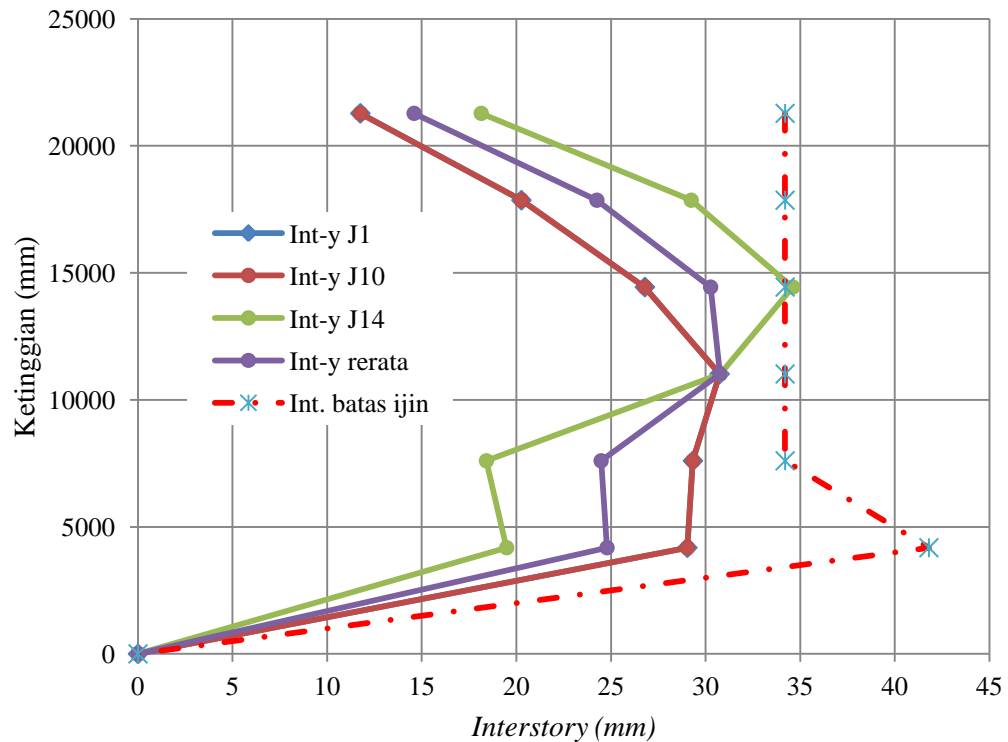
Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	40.34	11.75	34.20	OK
Lantai 5	3420	17860	37.13	20.26	34.20	OK
Lantai 4	3420	14440	31.61	26.79	34.20	OK
Lantai 3	3420	11020	24.30	30.74	34.20	OK
Lantai 2	3420	7600	15.92	29.33	34.20	OK
Lantai 1	4180	4180	7.92	29.03	41.80	OK
Base	0	0	0	0	0	

Tabel 5.24 *Interstory* dan kinerja batas layan pada *joint* 14 arah y

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	41.09	18.14	34.20	OK
Lantai 5	3420	17860	36.14	29.24	34.20	OK
Lantai 4	3420	14440	28.17	34.61	34.20	TIDAK OK
Lantai 3	3420	11020	18.73	30.78	34.20	OK
Lantai 2	3420	7600	10.33	18.41	34.20	OK
Lantai 1	4180	4180	5.31	19.48	41.80	OK
Base	0	0	0	0	0	

Tabel 5.25 *Interstory* dan kinerja batas layan pada rerata arah y

Story	Tinggi	Ketinggian	<i>Disp</i>	<i>Interstory</i>	Δi	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	3420	21280	40.59	14.59	34.20	OK
Lantai 5	3420	17860	36.80	24.25	34.20	OK
Lantai 4	3420	14440	30.46	30.26	34.20	OK
Lantai 3	3420	11020	22.44	30.76	34.20	OK
Lantai 2	3420	7600	14.06	24.48	34.20	OK
Lantai 1	4180	4180	7.05	24.79	41.80	OK
Base	0	0	0	0	0	

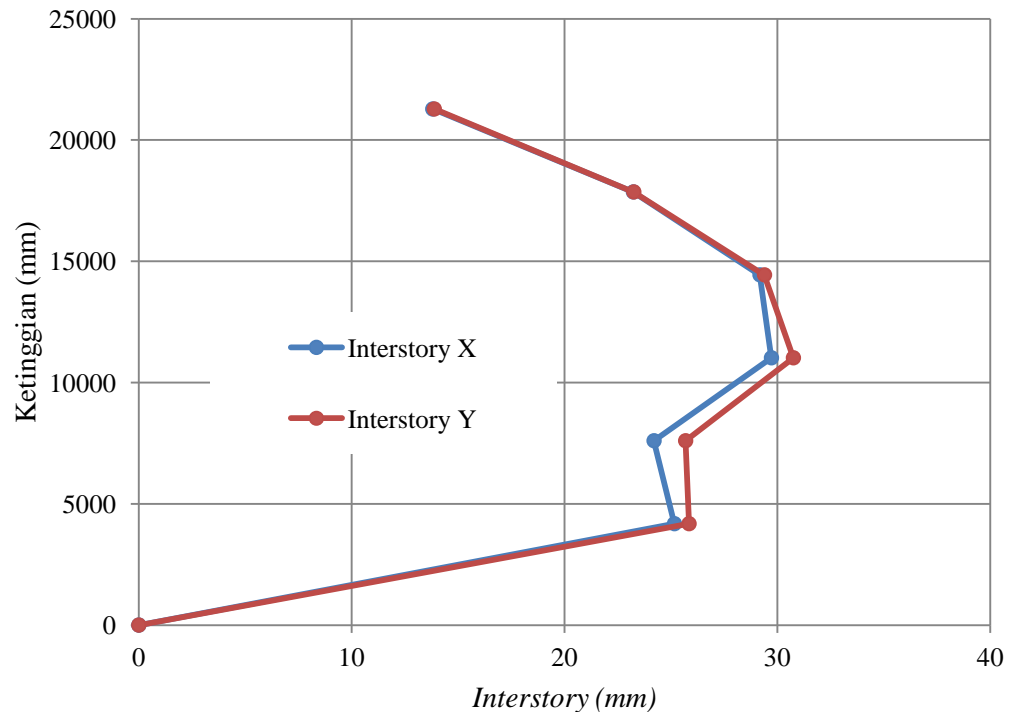


Gambar 5.20 Grafik *Interstory* arah Y berdasarkan SNI 03-1726-2012

Nilai *Interstory* terbesar berdasarkan gambar 5.20 berada pada *joint* 14 di lantai 4 yaitu 34,61 mm. sedangkan nilai *Interstory* terkecil berada pada *joint* 1 dan 14 yaitu 11,75 mm. nilai *Interstory* yang digunakan untuk arah y merupakan nilai rata-rata *Interstory* dari ketiga *joint* yang ditinjau dengan asumsi *Interstory* rata-rata mewakili ketiga *joint* tersebut.

Tabel 5.26 *Interstory* arah x dan y pada SNI 03-1726-2012

Lantai	Tinggi	elevasi (mm)	<i>Interstory</i>		Δi (mm)	Keterangan
	(mm)		X(mm)	Y(mm)		
Atap	3420	21280	13.81	14.59	34.20	OK
Lantai 5	3420	17860	23.23	24.25	34.20	OK
Lantai 4	3420	14440	29.18	30.26	34.20	OK
Lantai 3	3420	11020	29.72	30.76	34.20	OK
Lantai 2	3420	7600	24.21	24.48	34.20	OK
Lantai 1	4180	4180	25.16	24.79	41.80	OK
Base	0	0	0	0	0	



Gambar 5.21 *Interstory* arah X dan Y SNI 03-1726-2012

Nilai *Interstory* diperoleh dari selisih *displacement* dikali faktor pembesaran defleksi (C_d) yaitu 5.5 kemudian dibagi dengan faktor keutamaan gempa (I_e) yaitu 1,5. Nilai C_d dan I_e diperoleh dari Tabel 2 dan 20 SNI 03-1726-2012. Berikut contoh perhitungan *Interstory* dan batas izin simpangan pada Tabel 5.23 pada lantai 4.

$$\text{Interstory } 4 = \frac{(\text{Disp } 5 - \text{Disp } 4)(C_d)}{I_e}$$

$$\text{Interstory } 4 = \frac{(31,61 - 24,30)(5.5)}{1,5} = 26,79 \text{ mm}$$

$$\text{Batas izin} = 0,010h_x$$

$$\text{Batas izin} = 0,010 (3420) = 34,2 \text{ mm}$$

$$\text{Batas izin} > \text{Interstory}$$

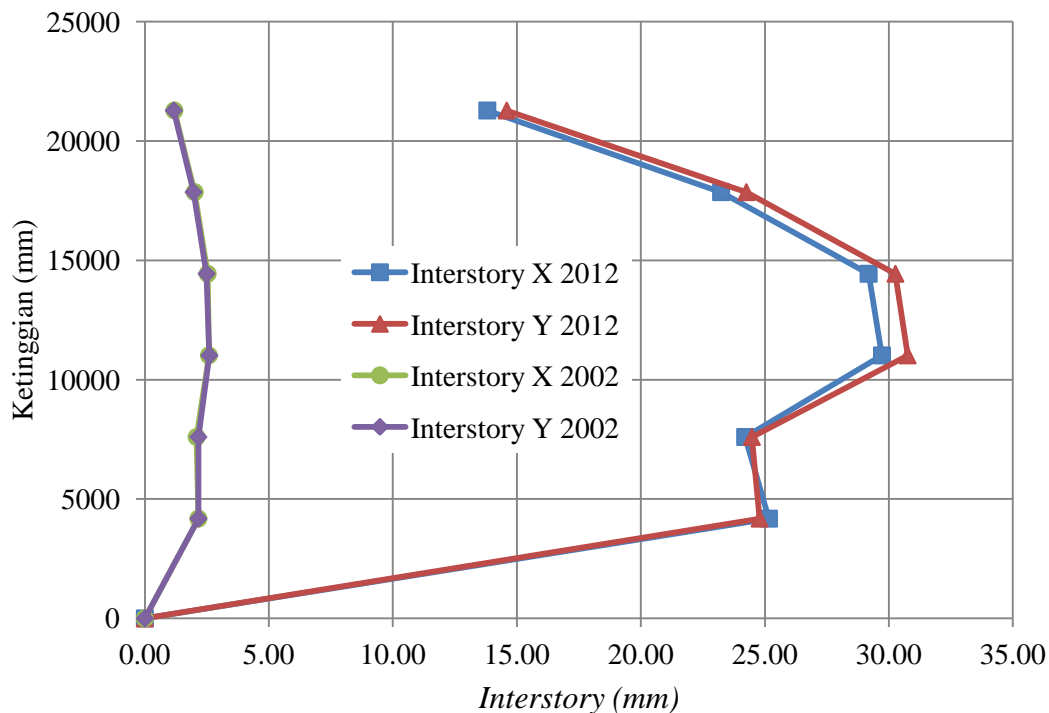
34,2 mm > 26,79 mm (OK)

3. Perbandingan *Interstory drift* berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

Nilai *Interstory* yang digunakan pada perbandingan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 yaitu nilai *Interstory* rerata arah x dan y dari kedua jenis SNI tersebut. Berikut nilai *Interstory* arah x dan y pada SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

Tabel 5.27 Perbandingan *Interstory* SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

Story	Ketinggian (mm)	SNI 2012(mm)		SNI 2002(mm)		Kenaikan	
		X	Y	X	Y	X	Y
Atap	21280	13.81	14.59	1.19	1.17	11.61	12.50
Lantai 5	17860	23.23	24.25	2.01	1.96	11.57	12.37
Lantai 4	14440	29.18	30.26	2.53	2.49	11.53	12.17
Lantai 3	11020	29.72	30.76	2.58	2.60	11.52	11.81
Lantai 2	7600	24.21	24.48	2.08	2.16	11.61	11.34
Lantai 1	4180	25.16	24.79	2.16	2.16	11.67	11.47
Base	0	0	0	0	0	0	0



Gambar 5.22 Grafik perbandingan *Interstory* SNI 03-1726-2002 dan 03-1726-2012

Berdasarkan gambar 5.22 diketahui bahwa *Interstory* untuk SNI 03-1726-2012 lebih besar daripada *Interstory* SNI 03-1726-2002. Kenaikan pada *Interstory* ini dapat dilihat pada Tabel 5.27 Kenaikan terbesar *Interstory* untuk arah x sebesar 11,67 pada lantai 1 sedangkan kenaikan terbesar *Interstory* untuk arah y sebesar 11,81 pada lantai 3.

Kenaikan ini terjadi karena berubahnya peta percepatan batuan dasar yang menyebabkan parameter-parameter respons spektrum berubah. Perubahan parameter pada respons spektrum mengakibatkan percepatan respons spektrum gempa pada SNI 03-1726-2012 meningkat daripada SNI 03-1726-2002. Selain mempengaruhi percepatan respons gempa, perubahan peta percepatan dasar batuan juga mempengaruhi parameter-parameter untuk menentukan kelayakan suatu struktur. parameter-parameter yang dimaksud adalah meningkatnya gaya geser lantai, *displacement*, *Interstory drift* dan batas izin kelayakan struktur.