

EVALUASI PENGARUH KOLOM DILATASI TERHADAP KINERJA STRUKTUR PADA GEDUNG BERBENTUK LINEAR MENGGUNAKAN METODE SRPMM

Singgih Wisnu Prabowo

Purwanto, S.T.,M.T.

Deni Ariadi., S.T.,M.T.

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRACT

One of the methods for planning an earthquake resistant building is Intermediate Moment Resisting Frame System (IMRFS). This method is used for planning earthquake resistant building which is used for seismic design category area.

On building planning matter, dilatation system was well applied to a long span building. This dilatation system itself has a function to reduce danger of collapse building due to unequal ground conditions along the building. This system also could avoid domino effect from earthquake load that received on the building when earthquake happens. On this research writer used dilatation methods with coloum. The earthquake analysis that writer used was time history methods, and it supported by ETABS v.9.7.2 structure analysis program. The last step was putting out the results from completed drift.

Keywords: Intermediate Moment Resisting Frame System, Dilatation, Earthquake, Time History Methods

ABSTRAK

Dalam merencanakan suatu struktur gedung tahan gempa salah satu metode yang digunakan adalah sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM). Metode ini merupakan metode perencanaan bangunan tahan gempa yang digunakan pada daerah yang masuk dalam kategori desain seismik (KDS).

Dalam bidang perencanaan bangunan, sistem dilatasi sangat baik diterapkan pada bangunan dengan bentang yang panjang, dimana fungsi dilatasi itu sendiri adalah untuk mengurangi bahaya keruntuhan akibat terjadinya penurunan tanah yang tidak seragam sepanjang bangunan dan dapat menghindari efek domino dari beban gempa yang diterima pada gedung itu saat gempa. Pada penelitian ini sistem dilatasi yang di gunakan adalah sistem dilatasi dengan kolom. Analisis gempa yang di lakukan adalah dengan metode time history, di bantu dengan menggunakan program analisa struktur ETABS v.9.7.2. Pada langkah akhir adalah mengeluarkan hasil dari simpangan yang dimana hasil simpangan memenuhi.

Kata kunci : sistem rangka pemikul momen menengah, Dilatasi, Gempa, Metode time history

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu faktor yang paling berpengaruh dalam perencanaan struktur bangunan bertingkat dan bangunan memanjang adalah kekuatan struktur bangunan, dimana faktor ini sangat terkait dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan atau menampung beban yang bekerja pada struktur. bangunan– bangunan tinggi dan panjang sangat berkembang di Indonesia, hal ini dipengaruhi oleh kebutuhan ruang yang meningkat pesat sedangkan lahan yang tersedia semakin mengalami kelangkaan. Selain itu Indonesia adalah negara yang sering mengalami gempa bumi dikarenakan letak geografisnya. Dalam segi struktur, beban gempa menjadi aspek yang penting dalam perhitungan desain bangunan. Dalam mengantisipasi kemungkinan terjadi keruntuhan antar bangunan tinggi yang berdekatan, maka dapat dilakukan sistem dilatasi. Dilatasi digunakan untuk menghindari terjadinya keruntuhan yang bersamaan antar bangunan yang tinggi dan berdekatan. Dengan adanya dilatasi, kemungkinan jatuhnya korban akibat keruntuhan bangunan dapat di kurangi. Dilatasi bangunan akan menyebabkan pusat berat bangunan terbagi-bagi sehingga berat menjadi lebih kecil bila di dibandingkan tanpa dilatasi. Semakin ringan suatu bangunan, maka gaya gempa yang terjadi juga semakin kecil karena gaya gempa sangat bergantung pada berat bangunan.

Selain mengantisipasi bahaya gempa, dilatasi bangunan juga dapat mengurangi

bahaya keruntuhan akibat terjadinya penurunan tanah yang tidak seragam sepanjang bangunan, menghindari efek domino dari beban gempa yang diterima pada gedung itu saat gempa, Kondisi tanah yang tidak seragam di sepanjang bangunan menyebabkan besarnya settlement masing-masing bagian bangunan tidak seragam.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah bagaimana pengaruh kolom dilatasi terhadap kinerja struktur gedung bertingkat sedang dengan bentuk linear (memanjang) menggunakan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dengan bantuan analisis struktur menggunakan program ETABS v.9.7.2.

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah menganalisa dan mengetahui kinerja atau perilaku kolom dilatasi pada gedung bertingkat sedang yang memiliki bentuk *linear* (memanjang) terhadap beban seismik (gempa) dengan menggunakan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan di uji dengan melakukan analisis *Time History*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini penulis membatasi permasalahan yang ada dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Model struktur yang digunakan adalah struktur gedung 6 lantai.
2. Menggunakan sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

3. Perhitungan analisa menggunakan program analisa struktur ETABS v.9.7.2
4. Analisis gaya gempa yang digunakan adalah analisis *Time History*.
5. Tidak menghitung pondasi, diasumsikan pondasi *bor pile* yang tidak mengalami puntir dan translasi
6. Tidak membahas metode pelaksanaan
7. Tidak menghitung tulangan
8. Output hanya berupa simpangan atau drift

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah mengetahui bagaimana kinerja penggunaan kolom dilatasi pada gaya dalam meliputi momen, gaya geser dan gaya aksial yang timbul pada bangunan gedung yang dirancang tahan gempa dengan gedung berbentuk *linear* (memanjang).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gempa

Gempa bumi sebagai salah satu gejala alam, di dalam cakupan studi seismologi dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu gempa vulkanik dan gempa tektonik. Kedua jenis ini dibedakan atas dasar penyebabnya yaitu gempa vulkanik akibat dari aktivitas gunung berapi sedangkan gempa tektonik berasal dari aktifitas lempeng tektonik dunia. Baik gempa vulkanik maupun gempa tektonik, keduanya mempunyai karakter yang unik di dalam rekaman seismogram,

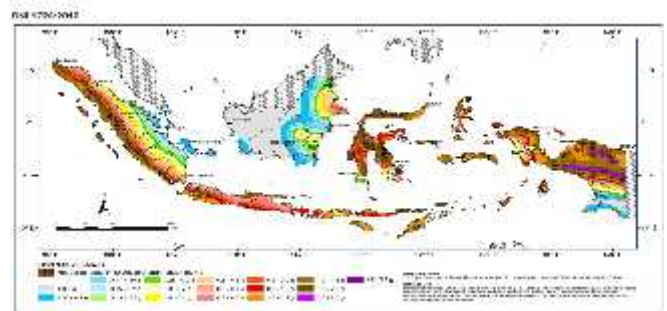
sehingga dapat dibedakan satu sama lain, meskipun kedua jenis gempa pada umumnya adalah kandungan frekuensi masing-masing gempa. Jadi mengenali dan memisahkan kedua jenis gempa dapat dilakukan dengan melakukan analisa frekuensi signal.

2.2 Wilayah Gempa Bumi di Indonesia

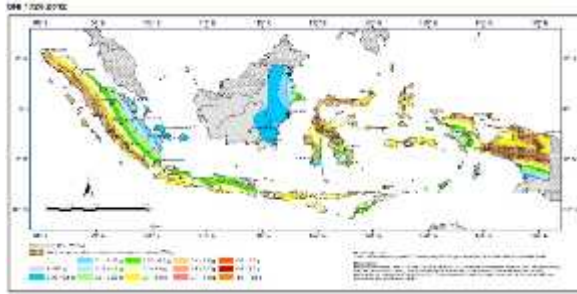
Untuk wilayah gempa bumi yang terdapat di Indonesia dapat dilihat pada SNI 1726-2012. Peta wilayah gempa ditetapkan berdasarkan parameter percepatan gempa batuan dasar, yang terdiri dari 2 buah yaitu :

- Ss (Percepatan batuan dasar periode pendek 0.2 detik)
- S₁ (Percepatan batuan dasar periode 1.0 detik)

Nilai tersebut diperoleh melalui pembacaan peta gempa SNI 1726-2012 untuk 0,2 detik dan 1 detik. Peta wilayah dapat dilihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2



Gambar. Peta wilayah gempa menurut SNI 1726-2012 berdasarkan parameter Ss. (Sumber : SNI 1726-2012)



Gambar. Peta wilayah gempa menurut SNI 1726-2012 berdasarkan parameter S_L . (Sumber : SNI 1726-2012)

Wilayah Gempa	Percepatan puncak badan dasar (g)	Percepatan puncak muka tanah A_0 (g)			
		Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak	Tanah Khusus
1	0,03	0,04	0,05	0,08	Diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi
2	0,10	0,12	0,15	0,20	
3	0,15	0,18	0,23	0,30	
4	0,20	0,24	0,28	0,34	
5	0,25	0,28	0,32	0,36	
6	0,30	0,33	0,36	0,38	

Gambar pembagian wilayah gempa

1. Wilayah 1

Daerah tersebut mempunyai potensi sangat rendah untuk mengalami gempa, meliputi sebagian besar pulau Kalimantan, kecuali Kalimantan timur dan sebagian Kalimantan tengah.

2. Wilayah 2

Daerah itu mempunyai potensi rendah untuk mengalami gempa, meliputi bagian timur pulau Kalimantan dan Sulawesi bagian selatan, pantai timur sumatera, pantai utara jawa timur dan Madura.

3. Wilayah 3

Berarti daerah itu mempunyai potensi sedang untuk mengalami gempa, meliputi pantai utara pulau jawa, pantai timur pulau sumatera, sulawesi tenggara, bagan timur Halmahera.

4. Wilayah 4

Berarti daerah itu mempunyai potensi tinggi untuk mengalami gempa, meliputi bagian selatan pulau jawa dan Maluku

5. Wilayah 5

Berarti daerah itu mempunyai potensi sangat tinggi untuk mengalami gempa, meliputi bali, NTB, sebagian sumatera dan irian.

6. Wilayah 6

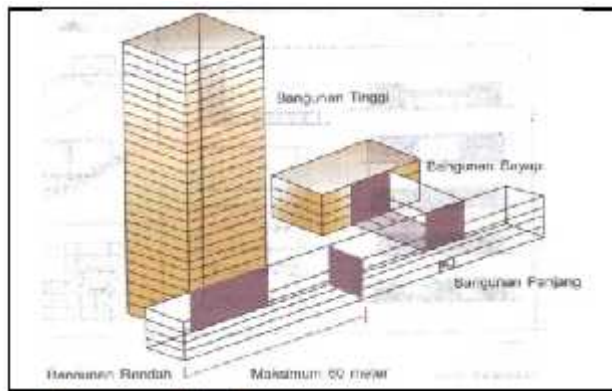
Berarti daerah itu mempunyai potensi paling tinggi untuk mengalami gempa, meliputi bagian barat pulau sumatera, NTT, ambon dan irian bagian tengah.

Semakin besar resiko kegempaan, maka semakin rawan daerah tersebut terhadap bahaya gempa.

2.3 Pemisah bangunan (dilatasi)

Dilatasi baik digunakan pada pertemuan antara bangunan yang rendah dengan yang tinggi, antara bangunan induk dengan bangunan bersayap, dan bagian bangunan lain yang mempunyai kelemahan geometris. Disamping itu, bangunan yang sangat panjang tidak dapat menahan deformasi akibat penurunan fondasi dan

gempa, karena akumulasi gaya yang sangat besar pada dimensi bangunan yang panjang, dan menyebabkan timbulnya retakan atau keruntuhan structural. Oleh karenanya, suatu bangunan yang besar perlu dibagi menjadi beberapa bangunan yang lebih kecil, dimana setiap bangunan dapat bereaksi secara kompak dan kaku dalam menghadapi pergerakan bangunan yang terjadi (juwana 2005:51)

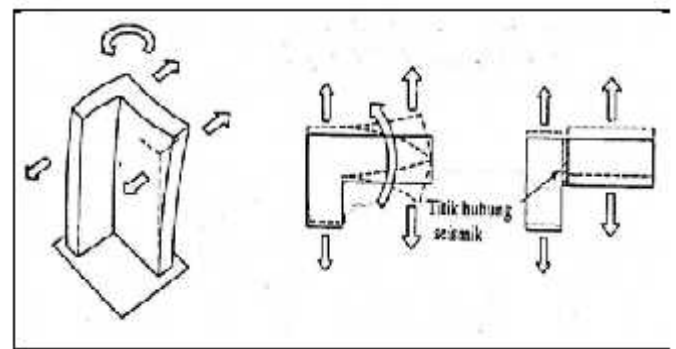


Gambar pemisah bangunan

Schodek (1998:530) mengungkapkan bahwa gaya lateral akibat beban gempa, tentu saja mempunyai sifat inersial, jadi berkaitan langsung dengan setiap massa gedung tersebut. Lokasi massa yang tidak simetris dapat menyebabkan gaya-gaya pada massa tersebut menimbulkan momen torsi pada gedung yang pada akhirnya dapat meruntuhkan gedung. Struktur simetris tidak mengalami gaya torsi besar sehingga jenis struktur ini lebih dikehendaki dibandingkan struktur tidak simetris. Struktur yang tidak simetris, baik karena konfigurasi atau karena penempatan secara tidak simetris elemen-elemen pemikul beban lateral, pada umumnya mengalami gaya torsi besar yang dapat sangat merusak. Penempatan massa secara tidak simetris juga dapat

menyebabkan efek torsi. Konfigurasi tidak simetris seperti bentuk L dan H tidak mempunyai ketahanan yang cukup terhadap efek torsional.

Kerusakan umumnya terjadi pada pojok-pojok bangunan, pemisah massa gedung tersebut atas bagian-bagian yang lebih kecil akan memungkinkan masing-masing bagian beregtar sendiri-sendiri pada saat mengalami beban gempa (gambar 2.6). Gedung yang dibuat saling berdekatan harus mempunyai jarak pemisah yang cukup, sedemikian rupa sehingga dapat dengan bebas bergetar pada ragam alaminya, tanpa saling bertumbuhan. Apabila jarak ini tidak diperhatikan dengan baik, dapat terjadi kerusakan yang serius.



Gambar konfigurasi tidak simetris

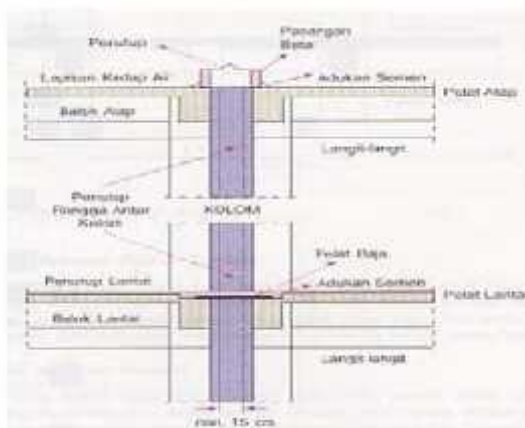
Menurut pauley dan priestley (1992:18), bentuk yang sederhana lebih dikendaki, bangunan dengan bentuk yang indah seperti T dan L harus dihindari atau dibagi menjadi bentuk yang lebih sederhana. Bentuk yang simetris harus diberikan jika memungkinkan. Bentuk yang tidak simetris dapat mengakibatkan munculnya torsi, banyak kerusakan besar akibat gempa telah diamati pada bangunan yang terletak di pojok jalan, dimana struktur yang simetris sulit untuk dicapai.

Macam – macam Dilatasi

Ada 4 macam dilatasi, antara lain :

Dilatasi dengan 2 kolom

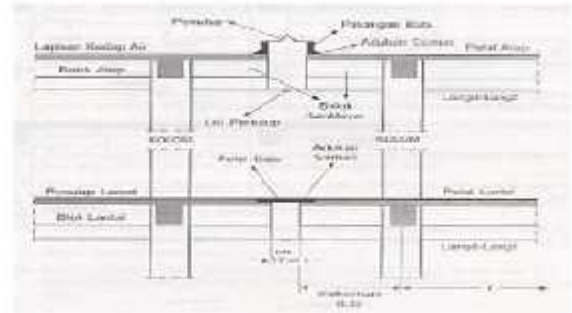
- Dilatasi dengan 2 kolom biasanya digunakan untuk bangunan yang bentuknya memanjang (linier).
- Dengan adanya dilatasi maka jarak kolom akan menjadi pendek.
-



Gambar dilatasi dengan 2 kolom.

Dilatasi dengan balok kantilever

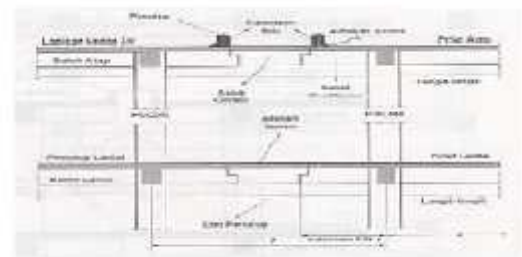
- Dilatasi juga bisa dilakukan dengan struktur balok kantilever.
- Bentang balok kantilever maksimal $\frac{1}{3}$ dari bentang balok induk.
- Pada lokasi dilatasi bentang kolom dirubah (diperkecil) menjadi $\frac{2}{3}$ bentang kolom yang lain.



Gambar gambar dilatasi dengan balok kantilever

Dilatasi dengan balok gerber

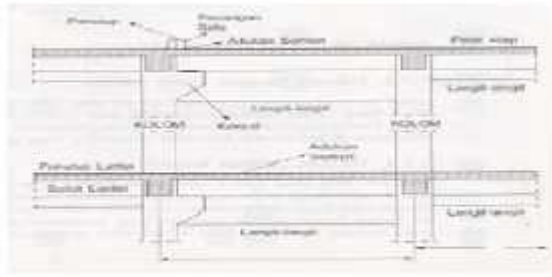
- Sistem ini dipergunakan apabila diinginkan jarak kolom tetap sama.
- Sistem ini memiliki kelemahan apabila ada beban horizontal yang cukup besar (akibat gempa bumi) akan berakibat fatal (lepas dan jatuh).



Gambar dilatasi dengan balok gerber

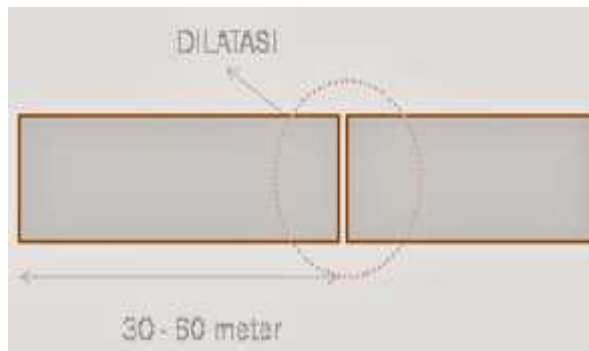
Dilatasi dengan konsol

- Dengan sistem ini jarak kolom dapat dipertahankan sama.
- Umumnya dipergunakan pada bangunan yang menggunakan material prefabrikasi.



Gambar dilatasi dengan konsol

Dalam penerapan sistem dilatasi perlu diperhatikan jaraknya. Jarak dilatasi harus benar – benar diperhitungkan. Dilatasi yang terlalu sempit apabila terkena pergeseran akibat gaya vertical maupun horizontal akan timbul banyak masalah, mulai dari dilatasi itu sendiri yang rusak, kebocoran yang sulit diperbaiki, sampai kerusakan – kerusakan di bagian lain akibat saling bertabrakannya blok bangunan satu dengan yang lainnya.



Gambar dilatasi dengan kolom pada bangunan panjang

2.4 Jarak sela pemisah (dilatasi)

Menurut schodek (1998:534), gedung yang dibuat saling berdekatan harus mempunyai jarak pemisah yang cukup, sedemikian rupa sehingga masing-masing bangunan dapat dengan bebas bergetar pada ragam alaminya, tanpa saling bertumbukan.

Apabila jarak ini tidak diperhatikan dapat terjadi kerusakan yang serius.

Menurut anonym (2002:32), kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatsi terjadinya pelepasan baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan (*drift*) struktur gedung tersebut akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi faktor skala.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

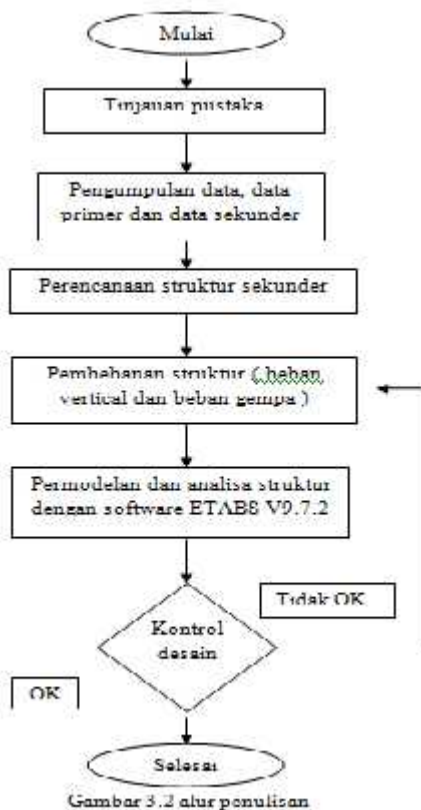
3.1 Lokasi penelitian

Dalam penelitian ini, mengambil lokasi pada jalan untung surapati sungai kunjang kota samarinda provinsi Kalimantan timur.

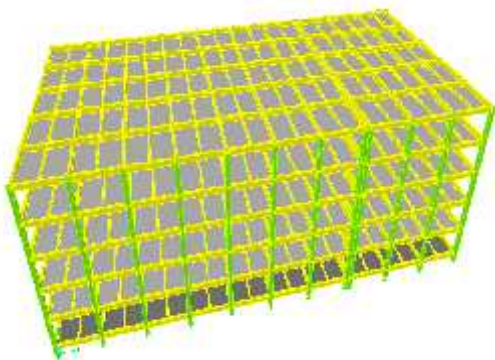


Gambar lokasi penelitian BLK samarinda, jalan pangeran untung surapati sungai kunjang

3.2 Bagan alur penulisan



BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN



Gambar 4.1 permodelan struktur pada ETABS

4.1 Analisa modal respon spectrum

Analisa model respon spektrum rencana mengikuti ketentuan dalam SNI 1726:2012 pasal 6.4

➤ Batasan periode

$$T_o = 0.21$$

$$T_s = 1.05$$

- #### ➤ Periode fundamental (T) dan percepatan respon spectra (Sa)
- Tabel 4.24 hasil periode fundamental dan percepatan respon spectrum

T (detik)	Sa (g)
0	0.084
T0	0.209
TS	0.209
TS+0	0.19
IS+0.1	0.174
IS+0.2	0.15
IS+0.3	0.149
IS+0.4	0.139
TS+0.5	0.13
IS+0.6	0.122
IS+0.7	0.113
IS+0.8	0.109
TS+0.9	0.104
IS+1	0.099
IS+1.1	0.094
IS+1.2	0.09
IS+1.3	0.086

T (detik)	Sa (g)
IS+1.4	0.083
TS+1.5	0.079
IS+1.6	0.077
TS+1.7	0.074
IS+1.8	0.071
TS+1.9	0.069
IS+2	0.067
TS+2.1	0.064
IS+2.2	0.063
TS+2.3	0.061
IS+2.4	0.059
TS+2.5	0.057
IS+2.6	0.056
TS+2.7	0.054
IS+2.8	0.053
1	0.052

Nilai spectrum respon tersebut harus dikalikan dengan faktor skala (scale factor) sebesar :

$$= g \times \frac{I_1}{R}$$

$$= 9.81 \times \frac{1}{5}$$

$$= 1.962$$

g = percepatan gravitasi
Ie = faktor keutamaan gedung
R = koefisien modifikasi respon

Karena gempa dari arah x dan y, maka gempa distribusikan 100% ke arah x dan 30 % ke arah y

Faktor skala x = 1.962

Faktor skala y = 1.962 x 0.3
= 0.589

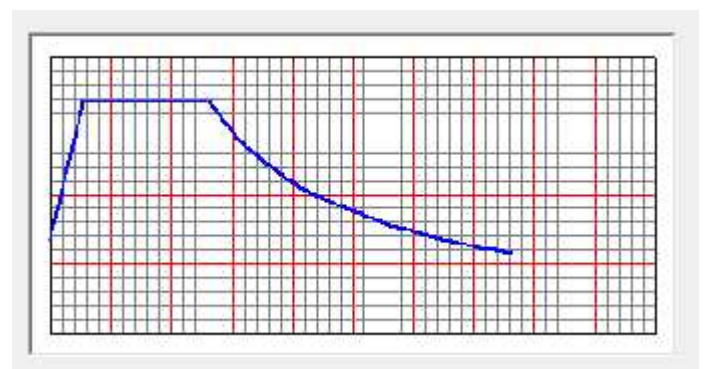
Nilai redaman struktur beton (damping)
= 0.05

Tabel 4.1 nilai periode getar fundamental struktur

case	mode	period (detik)
Modal	1	1.01714
Modal	2	1.006848
Modal	3	0.949149
Modal	4	0.331982

Modal	5	0.327512
Modal	6	0.309736
Modal	7	0.193837
Modal	8	0.190949
Modal	9	0.180936
Modal	10	0.137441
Modal	11	0.135348
Modal	12	0.128528
Modal	13	0.110624
Modal	14	0.10927
Modal	15	0.103807
Modal	16	0.05401
Modal	17	0.053372
Modal	18	0.048049

Dari tabel di atas di dapat nilai periode getar fundamental struktur adalah 1.01714



Gambar 4.2 grafik respon spectrum

4.2 Analisa gempa static ekivalen

4.2.1 Koefisien respon seismik

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{sds}{R/I_e} \\ &= \frac{0.12}{5/1} = 0.024 \end{aligned}$$

nilai C_s tidak perlu lebih dari

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{sd1}{T(R/I_e)} \\ &= \frac{0.141}{1.01714 \cdot 5.6/1} = 0.2772 \end{aligned}$$

nilai C_s tidak kurang dari

$$\begin{aligned} C_s &= 0,044 \times sds \times I_e > 0,001 \\ &= 0.044 \times 0.134 \times 1 > 0,001 \\ &= 0.006 \geq 0.001 \end{aligned}$$

maka $C_{sx} = 0.0277248$

nilai C_s tidak perlu lebih dari

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{sd1}{T(R/I_e)} \\ &= \frac{0.141}{1.0065 \cdot 5/1} = 0.02801 \end{aligned}$$

nilai C_s tidak kurang dari

$$\begin{aligned} C_s &= 0,044 \times sds \times I_e > 0,001 \\ &= 0.044 \times 0.134 \times 1 > 0,001 \\ &= 0.006 \geq 0.001 \end{aligned}$$

maka $C_{sy} = 0.0280082$

4.2.2 Gaya geser dasar seismik

Menurut SNI 1726:2012 pasal 7.8.1, gaya gempa lateral didapat dengan mengalikan dengan berat bangunan dengan koefisien respon seismik

$$V = C_s \times W$$

➤ Arah x

$$\begin{aligned} V &= C_s \times W \\ &= 0.02772 \times 133344.09 \\ &= 3696.937719 \text{ kN} \end{aligned}$$

➤ Arah y

$$\begin{aligned} V &= C_s \times W \\ &= 0.02801 \times 133344.09 \\ &= 3734.727815 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.3 Analisis gempa dinamik time

history

Berdasarkan SNI gempa 03-1726-2002 pasal 7.3.1 analisis dinamik 3 dimensi berupa analisis dinamik linier dan non linier time history.

Tabel 4.2 tabel jenis tanah

Wilayah Gempa	Percepatan Puncak Batuan Dasar ($\frac{g}{5}$)	Percepatan Puncak Muka Tanah A_0 (g)			
		Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak	Tanah Keras
1	0.03	0.04	0.05	0.08	Diperlukan Evaluasi Keras di Setiap Lokasi
2	0.1	0.12	0.15	0.2	
3	0.15	0.18	0.23	0.3	
4	0.2	0.24	0.28	0.34	
5	0.25	0.28	0.32	0.36	
6	0.3	0.33	0.35	0.38	

Wilayah samarinda merupakan daerah dengan wilayah gempa 2, dan dengan kondisi tanah sedang, maka $A_0 = 0.15$

Faktor keutamaan gedung I = 1

Reduksi gempa R = 5

daktail parsial

Maka, percepatan gempa rencana pada taraf pembebanan nominal sebagai gempa masukan untuk analisis respon dinamik linier riwayat waktu struktur gedung (A) dapat dianalisa sebagai berikut :

$$A = \frac{A_0 \times I}{R}$$

$$= \frac{0.1 \times 1}{5}$$

$$= 0.020 \text{ g}$$

Nilai percepatan puncak gempa el centro sebesar 0.3194 g

Agar percepatan akselerogram tersebut sesuai target, maka diperlukan faktor pengali sebagai berikut :

$$\text{Faktor skala} = \frac{0.0}{0.3} \times 9.81 =$$

$$0.92141515$$

$$\text{Dengan } 30\% \text{ arah tegak lurusnya} = 0.03 \times 0.9124 = 0.027642$$

Waktu rekaman total gempa el centro adalah 12.113 dt dengan interval waktu rata-rata maka besarnya : Waktu total di bagi interval

$$\text{waktu rata-rata adalah } \frac{1 \cdot 1}{0.0} = 242$$

Untuk arah X dan Y dengan redaman struktur beton (damping) sebesar 5 % sesuai SNI gempa 03-1726-2002 pasal 7.2.3

4.4 Kontrol simpangan antar lantai

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non struktur dan ketidaknyamanan penghuni

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.9.3 untuk memnuhi persyaratan

$$\Delta_i < \Delta_a$$

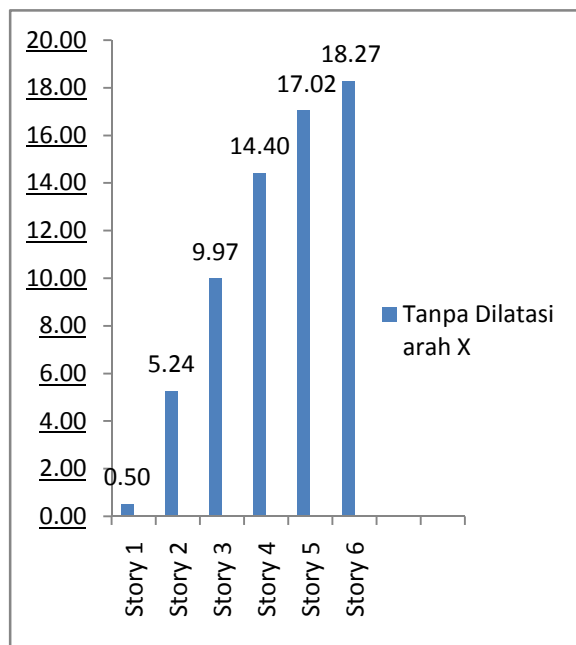
$$\Delta_i = \text{simpangan yang terjadi}$$

$$\Delta_a = \text{simpangan ijin antar lantai}$$

$$\Delta_i = \frac{C_d \times \delta_{ei}}{I}$$

$$\Delta_2 = \delta_{e1} - \delta_{e2} \times \frac{C_d}{I}$$

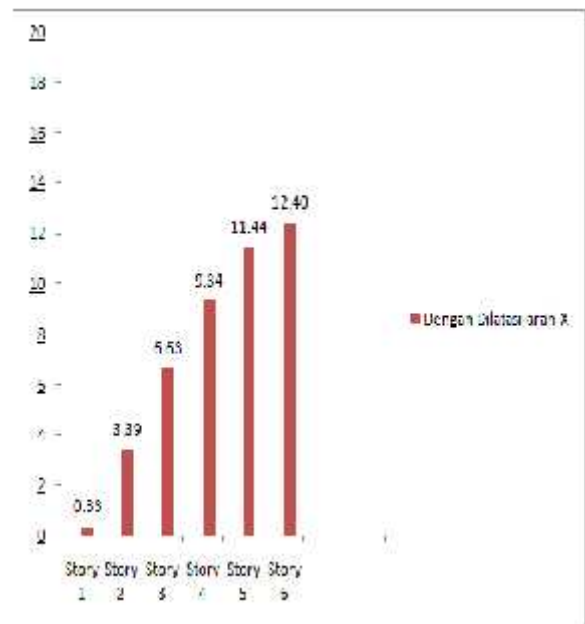
$\delta e1$ = simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 1
 $\delta e2$ = simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 2
 C_d = 5 sistem rangka beton bertulang momen menengah
 $I = 1$
 $\Delta 2 = 0.020 \times h_{sx} = 0.020 \times 4000 = 80$
 H_{sx} = tinggi tingkat dibawah tingkat x
 Dari analisa etabs diperoleh nilai simpangan sebagai berikut



Gambar 4.3 rekapitulasi simpangan arah x dari story 1 – 6 (tanpa kolom dilatasi)

Tabel 4.3 tabel kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah X (tanpa kolom dilatasi)

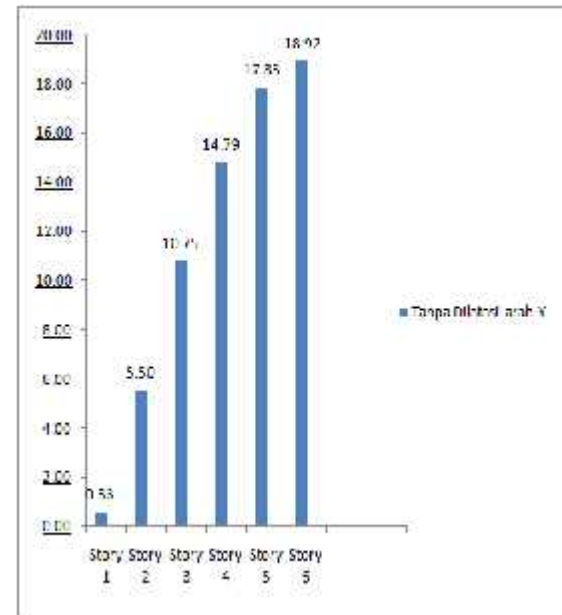
lantai	Elevasi	drift	perpindahan	story drift	$\Delta 2$	kontrol
	M	mm	mm	mm	mm	
atap	21.5	18.27	1.25	6.25	30	Memenuhi
5	17.5	17.02	2.62	13.1	30	Memenuhi
4	13.5	14.40	4.43	22.15	30	Memenuhi
3	9.5	9.97	4.73	23.65	30	Memenuhi
2	5.5	5.24	4.73	23.65	30	Memenuhi
1	1.5	0.50	0.5	2.5	30	Memenuhi



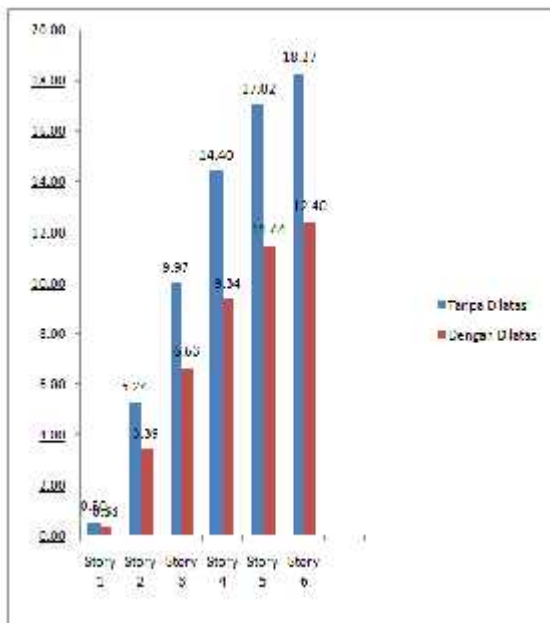
Gambar 4.4 rekapitulasi simpangan arah x dari story 1-6 (dengan kolom dilatasi)

Tabel 4.4 tabel kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah X (Dengan kolom dilatasi)

lantai	Elevasi	drift	perpindahan	story drift	Δ	kontrol
	M	mm	mm	mm	mm	
atap	21.5	12.40	0.96	4.8	80	Memenuhi
5	17.5	11.44	2.1	10.5	80	Memenuhi
4	13.5	9.54	2.71	13.55	80	Memenuhi
3	9.5	6.63	3.24	16.2	80	Memenuhi
2	5.5	3.39	3.24	16.2	80	Memenuhi
1	1.5	0.33	0.33	1.65	80	Memenuhi



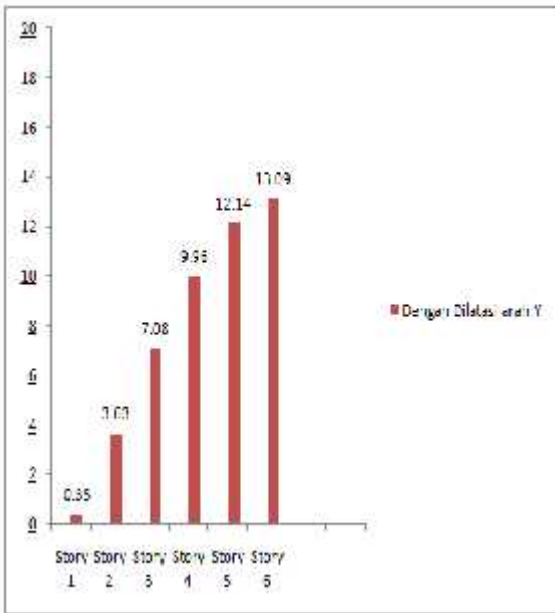
Gambar 4.6 rekapitulasi simpangan arah y dari story 1-6 (tanpa kolom dilatasi)



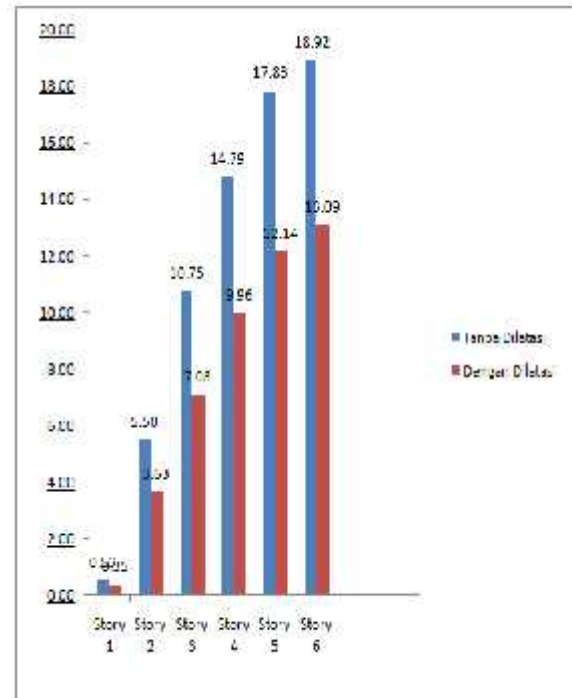
Gambar 4.5 perbandingan simpangan arah X antara yang menggunakan dilatasi dan tidak

Tabel 4.5 kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah y (tanpa kolom dilatasi)

lantai	elevasi	drift	perpindahan	story drift	Δ	kontrol
	m	mm	mm	mm	mm	
atap	21.5	18.97	1.06	5.45	80	Memenuhi
5	17.5	17.85	3.04	15.2	80	Memenuhi
4	13.5	14.79	4.04	20.2	80	Memenuhi
3	9.5	10.71	5.25	26.55	80	Memenuhi
2	5.5	5.5	5.5	27.5	80	Memenuhi
1	1.5	0.53	0.53	2.65	80	Memenuhi



Gambar 4.7 rekapitulasi simpangan arah y dari story 1-6 (dengan kolom dilatasi)



Gambar 4.8 perbandingan simpangan arah y antara yang menggunakan dilatasi dan tidak

Tabel 4.6 kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah y (dengan kolom dilatasi)

Lantai	elevasi	shift	pergeseran	story drift	Δ	kontrol
	m	mm	mm	mm	mm	
atap	21.5	13.09	0.55	4.75	90	Memuati
6	17.5	12.14	2.18	10.9	90	Memuati
4	13.5	9.55	2.88	14.4	90	Memuati
3	9.5	7.08	3.45	17.25	90	Memuati
2	5.5	3.65	3.65	18.15	90	Memuati
1	1.5	0.35	0.35	1.75	90	Memuati

4.5 Kontrol eksentrisitas dan torsi

Torsi berdasarkan SNI 1726:2012 terdiri dari torsi bawaan dan torsi tak terduga. Eksentrisitas dari torsi bawaan dapat dilihat melalui ETABS. Berikut merupakan data eksentrisitas dari torsi bawaan yang didapat melalui software ETABS Untuk masing-masing arah baik searah sumbu-x dan searah sumbu-y. Dari program bantu analisis didapat nilai pusat massa (XCM),serta pusat kekakuan (XCR dan YCR) yang diperlihatkan pada Tabel 6.24. Dari nilai-nilai ini dapat diketahui besarnya

eksentrisitas pusat massa dan pusat kekakuan (ex, dan ey).

Tabel 4.7 data eksentrisitas torsi dari etabs tanpa dilatasi

lantai	pusat massa		pusat rotasi		eksentrisitas	
	x cm	y cm	x cr	y cr	x m	y m
1	30.946	15.112	31.119	15	-0.173	0.112
2	30.688	15.068	31.064	14.969	-0.376	0.099
3	30.435	14.998	30.987	14.94	-0.552	0.058
4	30.105	14.791	30.96	14.929	-0.855	-0.138
5	30.404	14.849	30.949	14.924	-0.545	-0.075
atap	30.668	15	30.953	14.927	-0.285	0.073

Tabel 4.8 data eksentrisitas torsi dari etabs dengan dilatasi

lantai	pusat massa		pusat rotasi		eksentrisitas	
	x cm	y cm	x cr	y cr	x m	y m
1	30.426	15.042	31.119	15	-0.693	0.042
2	30.286	14.971	31.064	14.969	-0.778	0.002
3	30.165	14.996	30.987	14.94	-0.822	0.056
4	30.32	14.791	30.96	14.929	-0.64	-0.138
5	30.261	14.849	30.949	14.924	-0.688	-0.075
atap	30.449	15	30.953	14.927	-0.504	0.073

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kontrol simpangan antar lantai portal gempa arah x tanpa kolom dilatasi

- Lantai 1 drift < $\Delta 2$
0.5 mm < 80 mm
- Lantai 2 drift < $\Delta 2$
5.24 mm < 80 mm
- Lantai 3 drift < $\Delta 2$
9.97 mm < 80 mm
- Lantai 4 drift < $\Delta 2$
14.31 mm < 80 mm
- Lantai 5 drift < $\Delta 2$
17.02 mm < 80 mm
- Lantai atap drift < $\Delta 2$
18.27 mm < 80 mm

2. Kontrol simpangan antar lantai portal gempa arah x dengan kolom dilatasi

- Lantai 1 drift < $\Delta 2$
0.33 mm < 80 mm
- Lantai 2 drift < $\Delta 2$
3.39 mm < 80 mm
- Lantai 3 drift < $\Delta 2$
6.63 mm < 80 mm

- Lantai 4 drift < $\Delta 2$
9.34 mm < 80 mm
- Lantai 5 drift < $\Delta 2$
11.44 mm < 80 mm
- Lantai atap drift < $\Delta 2$
12.40 mm < 80 mm

$$7.08 \text{ mm} < 80 \text{ mm}$$

- Lantai 4 drift < $\Delta 2$
9.96 mm < 80 mm
- Lantai 5 drift < $\Delta 2$
12.14 mm < 80 mm
- Lantai atap drift < $\Delta 2$
13.09 mm < 80 mm

3. Kontrol simpangan antar lantai portal gempa arah y tanpa kolom dilatasi

- Lantai 1 drift < $\Delta 2$
0.53 mm < 80 mm
- Lantai 2 drift < $\Delta 2$
5.5 mm < 80 mm
- Lantai 3 drift < $\Delta 2$
10.75 mm < 80 mm
- Lantai 4 drift < $\Delta 2$
14.79 mm < 80 mm
- Lantai 5 drift < $\Delta 2$
17.83 mm < 80 mm
- Lantai atap drift < $\Delta 2$
18.92 mm < 80 mm

5. Kontrol time history

- Arah x
 $T_{cx} < T = T_a \times C_u$
0.64717 < 1.23405
- Arah y
 $T_{cy} < T = T_a \times C_u$
0.64096 < 1.23405

5.2. Saran

1. Pada penelitian lanjutan untuk melengkapi penelitian ini disarankan melakukan penelitian dengan bangunan yang berbentuk tidak beraturan seperti bentuk U, T dan L.

4. Kontrol simpangan antar lantai portal gempa arah y dengan kolom dilatasi

- Lantai 1 drift < $\Delta 2$
0.35 mm < 80 mm
- Lantai 2 drift < $\Delta 2$
3.63 mm < 80 mm
- Lantai 3 drift < $\Delta 2$

DAFTAR PUSTAKA

<https://www.slideshare.net/DeboraElluisaa/sistem-rangka-pemikul-momen>

<http://www.arsitekstruktur.com/2015/06/sistem-dilatasi-bangunan-pemisah.html>

McCormac. Jack C, 2000 *Design of Reinforced Concrete* Bennett Books Ltd

Asroni, Ali. (2010). *Kolom Pondasi & Balok T Beton Bertulang*, Edisi Pertama. Graha Ilmu, Yogyakarta.

SNI 03-1726-2012, *Tata Cara Perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-1727-1989, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-1727-2013, *Beban Minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*. Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-2847-2013, *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Badan Standarisasi Nasional.

Wight, J. K., dan MacGregor, J. G., 2012, **Reinforced Concrete Mechanics And Design**, Pearson Education, Inc., New Jersey.

Juwana, J.S., 2005, **Sistem Bangunan Tinggi**, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Park, R., dan T. Paulay, 1975, **Reinforced Concrete Structure**, John Wiley and Sons., New York.

Schodek, D., 1998, **Struktur**, cetakan ketiga, Penerbit PT. Refika Aditama, Bandung.

Paulay, T., dan Priestley, M. J. N., 1992, **Seismic Design of Reinforced Concrete And Masonry Bulding**, John Wiley and Sons, Inc., New York