

## ANALISIS JARAK DILATASI STRUKTUR BANGUNAN MENGUNAKAN SISTEM DILATASI DUA KOLOM

Arif Durachman<sup>1</sup>, Wachid Hasyim<sup>2\*</sup>, Komarudin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu 45213

\*Email: wachidhasyim@unwir.ac.id

### Abstract

*Dilatation is a connection in a building with different structural systems, usually used in buildings with complex layouts such as H, T, X, L, U, and others. The purpose of its use is to anticipate collisions that cause severe damage to the building when vertical or horizontal forces occur. In planning the structure of the building, the shape of the building affects the ability of the building to withstand lateral forces due to the earthquake, one indication that the building is safe against earthquakes is the deviation of the building, where the deviation that occurs must be smaller than the allowable deviation. The results of the analysis are the center of mass and the center of rotation of stiffness (eccentricity) of the building without dilatation ((direction X = 0 m and direction Y = 15.21 m). Building 1.a which is close to the limit requirement is the 6th floor (direction x = 0 m and direction y = 0.43 m) and building 1.b is the 1st floor (direction x = -0.02 m and direction y = 0.78 m). The maximum deviation of building 1.a (direction x = 9.52 mm and direction y = 6.36 mm) and building 1.b (direction x = 14.19 mm and direction y = 14.81 mm). For the shear force of building 1.a (direction x = 286.6 tons and direction y = 286, 26 tons) and building 1.b (direction x = 152.42 tons and direction y = 152.47 tons).*

*Keywords: Dilatation system, inter-storey deviation, center of mass, and center of rigidity rotation.*

### Abstrak

Dilatasi merupakan sambungan pada sebuah bangunan yang memiliki perbedaan sistem struktur, biasanya digunakan pada bangunan yang mempunyai layout yang rumit seperti H, T, X, L, U dan lainnya. Tujuan penggunaannya yaitu untuk mengantisipasi benturan yang menyebabkan kerusakan parah pada bangunan saat terjadi gaya vertikal maupun horisontal. Dalam perencanaan struktur gedung, bentuk bangunan berpengaruh terhadap kemampuan bangunan menahan gaya lateral akibat gempa, salah satu indikasi yang menyatakan bangunan tersebut aman terhadap gempa adalah simpangan bangunan, dimana simpangan yang terjadi harus lebih kecil dari simpangan ijin. Hasil analisisnya yaitu pusat massa dan pusat rotasi kekakuan (eksentrisitas) gedung tanpa dilatasi ((arah X = 0 m dan arah Y = 15,21 m). Gedung 1.a yang mendekati syarat limit adalah lantai 6 (arah x = 0 m dan arah y = 0,43 m) dan gedung 1.b adalah lantai 1 (arah x = -0,02 m dan arah y = 0,78 m). simpangan maksimum gedung 1.a (arah x = 9,52 mm dan arah y = 6,36 mm) dan gedung 1.b (arah x = 14,19 mm dan arah y = 14,81 mm). Untuk gaya geser gedung 1.a (arah x = 286.6 ton dan arah y = 286,26 ton) dan gedung 1.b (arah x = 152.42 ton dan arah y = 152,47 ton).

Kata Kunci: Sistem dilatasi, simpangan antar lantai, pusat massa dan pusat rotasi kekakuan.

### I. PENDAHULUAN

Gedung merupakan salah satu unsur penting dalam hal pengembangan suatu daerah. Dalam pembangunan sebuah gedung harus memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan kondisi lingkungan sekitar. Untuk itu perlu dilakukan perencanaan yang sesuai dengan fungsi gedung dan wilayah yang akan dibangun serta harus menghitung berapa besar kebutuhan material yang diperlukan [4].

Perencanaan sebuah gedung harus dapat menjamin kekuatan serta fungsi gedung itu sendiri. Kekuatan gedung tersebut harus

dapat memikul beban mati, beban hidup dan beban gempa yang terjadi di wilayah tersebut.

Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa sangat penting di Indonesia, mengingat sebagian besar wilayah Indonesia terletak dalam wilayah gempa dengan intensitas moderat hingga tinggi [3].

Sebagian besar Wilayah Indonesia berada pada patahan aktif atau sesar. Patahan besar Sumatera yang memisahkan Aceh sampai Lampung, sesar aktif Jawa, Lembang, Jogjakarta, di utara Bali, Sumbawa, NTT, NTB, Lombok, di Sulawesi, Sorong, Memberamo,

disamping Kalimantan adalah sejumlah Patahan aktif tersebut [1]

Menurut Koordinator Mitigasi Gempa Bumi dan Tsunami BMKG, selama 2020 telah terjadi sebanyak 8.264 gempa tektonik di Tanah dan Air. Jumlah itu mengalami penurunan jika dibandingkan 2019 dengan jumlah 11.515 kali dan sebanyak 11.920 kali di 2018. Dari kutipan tersebut dapat disimpulkan bahwa Indonesia termasuk kawasan seismik yang beresiko tinggi saat ini [2]

Salah satu dari sekian dampak dari bencana gempa bumi adalah kerusakan terhadap bangunan. Gempa yang terjadi di permukaan bumi akan menggetarkan bangunan yang berdiri di atasnya. Getaran yang diakibatkan oleh beban gempa sangat berpengaruh terhadap perilaku Struktur bangunan contohnya pada bangunan asimetris ber-*layout* U, H dan L [5]. Bangunan asimetris dimana kondisi titik berat bangunan tidak berada ditengah bangunan mendatangkan dampak Puntir yang begitu besar ketika bangunan mendapat beban horizontal seperti beban gempa. Semakin lama beban gempa mempengaruhi bangunan maka semakin besar puntir dan deformasi sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan.

Pada bangunan ini obyek bangunan yang ditinjau adalah bangunan asrama yang terdiri dari 7 lantai pada gedung 1.a dan 3 lantai pada gedung 1.b masing-masing dihubungkan dengan bangunan penghubung dan memiliki pemisah (dilatasi), keseluruhannya mempunyai ukuran bangunan sekitar 88,1 x 33,6 m<sup>2</sup> serta memiliki ketinggian total pada bangunan 1.a adalah 24,63 meter sedangkan pada bangunan 1.b adalah 13,6 m. Pada analisisnya di program ETABS gedung tersebut akan terlebih dahulu disatukan tanpa dilatasi kemudian di cek memenuhi standar yang berlaku di Indonesia atau tidak, jika tidak kemudian akan dilanjutkan dengan permodelan menggunakan sistem dilatasi dua kolom[6].

Berdasarkan permasalahan yang telah di uraikan di atas maka dapat diambil rumusan masalah, yaitu:

1. Seberapa besar eksentrisitas pusat massa dan pusat kekakuan bangunan gedung Asrama?
2. Berapa besar nilai simpangan keseluruhan antar lantai pada struktur bangunan gedung Asrama dengan menggunakan sistem dilatasi?

3. Berapa besar nilai gaya geser pada struktur gedung Asrama?

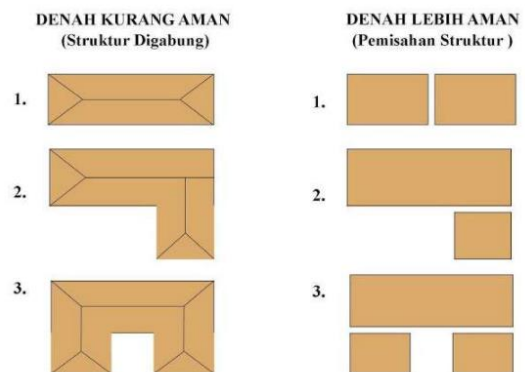
Penelitian ini Bertujuan untuk :

1. Mengetahui besar simpangan pusat massa terhadap pusat kekakuan gedung Asrama.
2. Mengetahui jarak dilatasi yang aman pada struktur gedung Asrama menggunakan sistem dilatasi dua kolom.
3. Mengetahui nilai gaya geser dasar pada struktur gedung Asrama.

## II. METODOLOGI

### 2.1 Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah metode analisis dilatasi. Tujuan penggunaan dilatasi pada suatu bangunan adalah untuk mengantisipasi benturan yang menyebabkan kerusakan parah pada bangunan saat terjadi gaya vertikal maupun horizotal seperti gempa bumi. Benturan pada elemen struktur dapat menyebabkan keruntuhan pada bangunan akibat rusaknya elemen struktur yang terbentur [7]. Pemisahan struktur atau yang disebut juga dengan dilatasi adalah garis atau sambungan pada sebuah bangunan yang memiliki perbedaan sistem struktur (pemisahan struktur). Dilatasi biasanya digunakan pada bangunan yang mempunyai layout yang rumit seperti H, T, X, L, U dan lainnya. Pada Gambar 1 dapat dilihat cara menentukan bentuk pemisahan struktur secara umum pada bangunan asimetris.



**Gambar 1.** Dilatasi bangunan asimetris

### 2.2 Variabel Penelitian

Pada perencanaan ini, digunakan 2 alternatif yaitu Dengan Dilatasi (DD) dan Tanpa Dilatasi (TD), dimana pada kedua alternatif ini akan dilakukan perhitungan secara lengkap untuk mendapatkan hasil akhir yang diinginkan. Pada perencanaan menggunakan dilatasi, digunakan dilatasi dengan dua kolom, dilatasi jenis ini dipilih karena paling umum digunakan, memiliki keamanan yang lebih baik

dari dilatasi dengan balok gerber dan dapat mempertahankan tinggi langit-langit tidak seperti dilatasi dengan balok konsol [8]. Dilatasi ditempatkan pada antara bangunan pertemuan dan bangunan kantor, bangunan pertemuan dan bangunan kantor dipisahkan oleh garis AS 10 dan garis AS 11. Dilatasi digunakan pada bagian ini untuk mengurangi efek torsi akibat beban gempa, yang dapat mengakibatkan muncul gaya yang besar pada elemen kolom dan balok. Karena kekakuan antara bangunan pada bagian ini berbeda, periode alaminya juga berbeda. Kondisi ini dapat menimbulkan ketidakserasian defleksi pada pertemuan bangunan.

Dengan penggunaan dilatasi yang memisahkan kedua bagian bangunan itu, setiap bangunan dapat berdefleksi secara bebas mengikuti periode alaminya [9]. Jarak dilatasi ditentukan dari jumlah nilai drift yang timbul diperoleh dari hasil perpindahan nodal pada program ETABS.

**2.3 Tahapan Penelitian**

Tahapan Penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini termasuk kedalam data primer, karena sumbernya didapatkan dari salah satu perusahaan kontraktor namun sudah di modifikasi. Data yang telah di kumpulkan untuk penelitian ini adalah:

- 1) Gambar denah dan struktur bangunan asrama tujuh lantai yang telah di modifikasi
- 2) Data tanah berdasarkan nilai N-SPT untuk wilayah Indramayu.
- 3) SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan non gedung.
- 4) Mengacu pada SNI 1727-2013 tentang Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- 5) Buku referensi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya

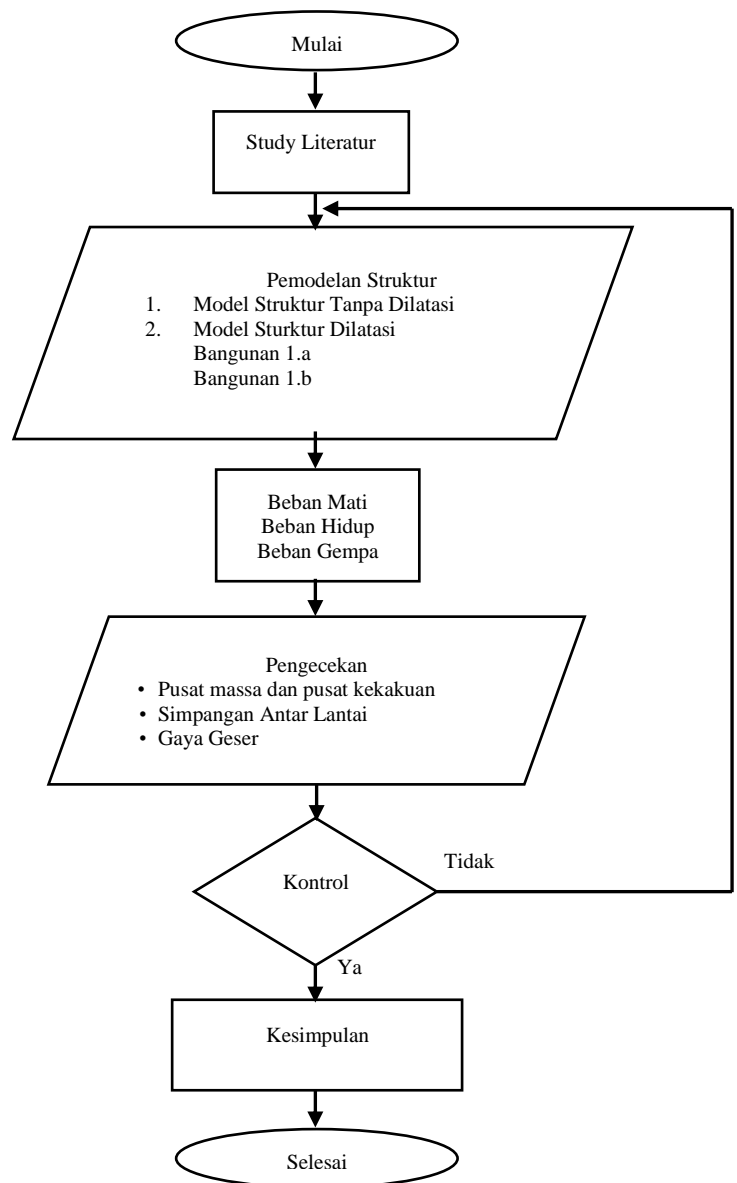
**2.4 Pemodelan Struktur**

Permodelan struktur secara 3 dimensi menggunakan software rekayasa struktur yaitu ETABS v18. Model 1 adalah model secara utuh sedangkan model 1.a dan model 1.b dengan menggunakan dilatasi. Output yang dihasilkan dari pemodelan struktur gedung sesuai dengan penelitian ini adalah grafik hasil yang

menunjukkan tingkat kinerja struktur tersebut dengan perbandingan drift.

Struktur yang ditinjau adalah keseluruhan struktur gedung berlantai 7 (tujuh). Sistem struktur yang akan dimodelkan ke dalam ETABS adalah berupa rangka kaku (*rigid frame*) yang merupakan sistem rangka kaku pada umumnya berupa grid persegi teratur terdiri dari balok horizontal dan kolom vertikal yang dihubungkan di suatu bidang dengan menggunakan sambungan kaku (*rigid*).

**2.5 Diagram Alir**



**Gambar 2.** Bagan alir penelitian

**III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

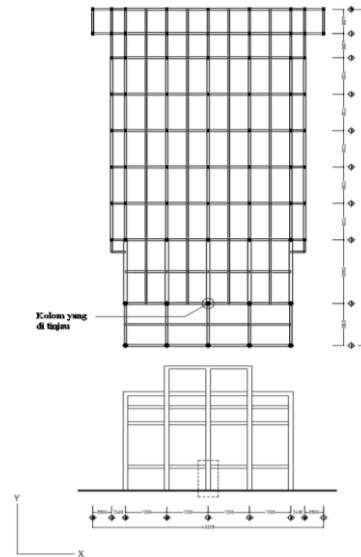
**3.1 Analisis Respon Spektrum Gempa**

Pada analisis ini beban gempa yang dihitung berdasarkan respon spektrum. Respon spektrum yang dimaksudkan adalah suatu gambar yang disajikan dalam bentuk grafik/plot yang berhubungan dengan periode getar struktur (T) terhadap percepatan. Pada SNI 1726-2019, analisis respon tersebut memiliki beberapa parameter yang harus ditentukan yaitu parameter percepatan gempa sesuai lokasi penelitian, kategori resiko, faktor keutamaan, klasifikasi situs, koefisien situs, kategori desain seismik, spektrum respon desain, dan sistem struktur pemikul gaya seismik. Berikut adalah nilai-nilai parameter dalam bentuk tabel berikut ini:

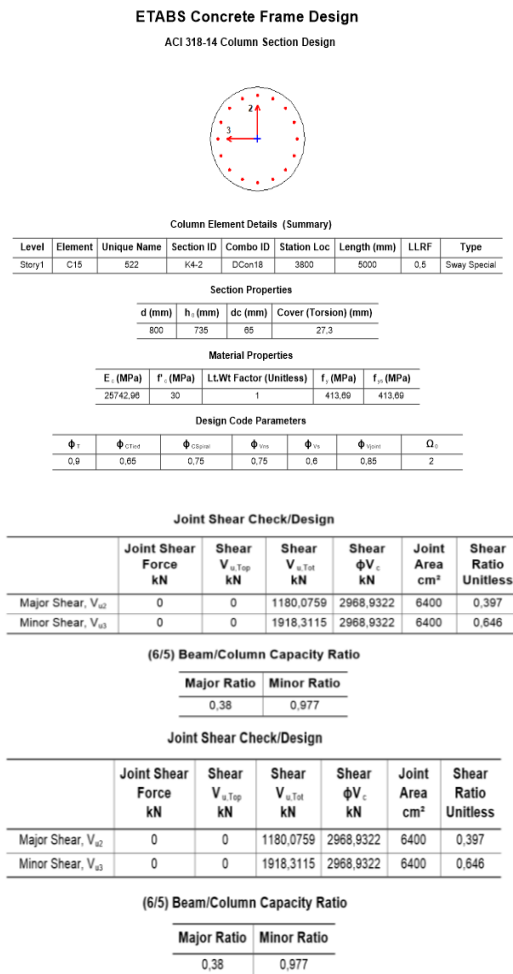
**Tabel 1. Beban Gempa**  
Penentuan Respon Spektra Untuk Kota Indramayu

1. Penentuan Kategori Resiko Bangunan	
Kategori Resiko	Risiko III
Faktor keutamaan gempa	1,25
2. Kelas Situs	
NSP-T	SE (tanah lunak)
3. Koefisien Situs	
Fa	1,65
Fv	2,90
SMS	0,88
SM1	0,81
4. Percepatan Spektral Desain	
SDS	0,58
SD1	0,54
5. Kategori Desain Seismik	
T0	D
6. Spektrum Respon Desain	
Ts	0,93
TL	20,00

sehingga memberikan waktu lebih bagi penghuni saat menyelamatkan diri. Sistem SCWB ini dapat di cek menggunakan Aplikasi Etabs dengan syarat major ratio dan minor ratio  $\leq 1$  Sebagai berikut:



**Gambar 3. Peninjauan Strong Column-Weak Beam**



**Gambar 4. Strong column-weak beam**

Untuk desain SRPMK maka Capacity Ratio nya harus sama dengan lebih kecil dari 1.00. Dari hasil Pemodelan Etabs untuk Kapasitas rasio balok/kolom adalah major ratio = 0,36 dan minor ratio = 0,977 maka desain tersebut sudah memenuhi Desain SRPMK.

2. Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Kekakuan

Dalam upaya mengurangi resiko kerusakan bangunan karena gempa bumi, maka bangunan yang dibangun pada daerah rawan

gempa harus direncanakan sedemikian rupa. Keseragaman bentuk bangunan yang dibangun menimbulkan efek eksentrisitas yang beragam. Dimana timbulnya eksentrisitas ini menyebabkan perilaku struktur yang berbeda – beda. Dari hasil analisis menggunakan program ETABS v.18 pusat massa tiap masing-masing gedung memiliki nilai yang berbeda berikut hasilnya.

a. Gedung Tanpa Dilatasi

Tabel 2. Perhitungan Eksentrisitas Gedung Tanpa Dilatasi (TD)

Lantai	afragma	Massa (ton)	Koordinat				Eksentrisitas	
			Pusat Massa		Pusat Kekakuan		eX (m)	eY (m)
			X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)		
2	TD1	2191,66	20,1	40,017	20,10	32,89	0,00	7,13
3	TD2	539,70	20,1	73,625	20,10	60,40	0,00	13,22
4	TD3	647,21	20,1013	59,014	20,10	43,80	0,00	15,21
6	TD4	155,07	20,1	3,9619	20,10	8,85	0,00	-4,89
7	TD5	100,46	20,1	3,6054	20,10	5,19	0,00	-1,59

Pada tabel 2 dapat terlihat bahwa eksentrisitas pada arah x pada masing – masing lantai adalah sama nol. Hal ini berbanding terbalik untuk arah y masing – masing lantai memiliki eksentrisitas yang tidak sama hal ini akan memicu suatu perilaku sebagai efek yang terjadi ketika beban gempa bekerja pada bangunan yang asimetris yaitu efek torsi. Pada

SNI 1726-2019 pasal 8.1.1 bahwa jarak pusat massa setiap lantai terhadap titik pusat geometri diafragma lantai yang ditinjau tidak boleh melebihi 10 %. Dimana pusat massa terhadap pusat kekakuan terbesar pada lantai 4 arah y adalah 59,0136 m dikalikan dengan 10% maka = 5,90136 m sedangkan eksentristasnya melebihi yang disyaratkan yaitu 15,21 m.

b. Gedung 1.a

Tabel 3. Perhitungan eksentrisitas gedung 1.a

Lantai	Diafragma	Massa (kg)	Koordinat				Eksentrisitas	
			Pusat Massa		Pusat Kekakuan		eX (m)	eY (m)
			X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)		
2	D2	1927,13	20,10	33,91	20,10	36,56	0,00	-2,65
3	D3	191,65	20,10	65,57	20,10	60,76	0,00	4,81
5	D4	269,70	20,10	44,02	20,10	46,93	0,00	-2,91
6	D5	157,13	20,10	6,01	20,10	6,35	0,00	-0,34
7	D6	103,96	20,10	5,53	20,10	5,10	0,00	0,43

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa antara pusat massa terhadap pusat kekakuan pada arah x adalah sama. Hal ini tidak berlaku untuk arah y dimana pusat massa terhadap pusat kekakuan terbesar berada pada lantai 3 = 4,81. Namun nilai tersebut masih

memenuhi syarat SNI 1726-2019 pasal 8.1.1 bahwa eksentrisitas tidak boleh melebihi 10% dari panjang diafragma yaitu  $65,57 \times 10\% = 6,557$ .

c. Gedung 1.b

**Tabel 4.** Perhitungan eksentrisitas gedung 1.b

Lantai	Diafragma	Massa (ton)	Koordinat				Eksentrisitas	
			Pusat Massa		Pusat Kekakuan		eX (m)	eY (m)
			X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)		
2	D2	411,17827	14,38	11,86	14,40	11,08	-0,02	0,78
3	D3	407,33883	14,38	11,86	14,40	11,14	-0,02	0,72
4	D4	374,89429	14,40	10,75	14,40	11,15	0,00	-0,40

Pusat massa terhadap pusat kekakuan untuk gedung 1.b pada arah x dan arah y memiliki nilai yang berbeda – beda namun dengan demikian nilai tersebut masih memenuhi syarat SNI 1726-2019 pasal 8.1.1. Untuk nilai eksentrisitas yang terbesar berada pada lantai 2 arah y = 0,78 m dengan syarat maksimal eksentrisitas  $11,86 \times 10\% = 1,186$  m.

**3.2 Gaya geser dasar seismik**

a. Gedung 1.a

Berdasarkan SNI 1726-2019, gaya geser dasar seismik dapat menggunakan perhitungan sesuai persamaan 2.18 yang memerlukan berat dari struktur bangunan tersebut untuk memperoleh gaya geser dasar seismik yaitu sebagai berikut:

**Tabel 5.** Berat Struktur Bangunan 1.a

Lantai	Berat (ton)
6	103,96
5	180,99
4	176,01
3	550,72
2	194,37
1	1932,09
Base	512,36
Jumlah	3650,50

$$V_y = C_{Sy} \cdot W_t$$

$$= 0,0784 \cdot 4299,08 = 336,07 \text{ ton}$$

$$V_x = C_{Sx} \cdot W_t$$

$$= 0,0812 \cdot 4299,08 = 348,97 \text{ ton}$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan gaya geser dasar seismik diatas dapat disimpulkan bahwasanya Sumbu X gaya gesernya 348.97 ton dan sumbu Y gaya

geser 336.07 ton. Untuk menghasilkan pengaruh beban gempa yang paling kritis maka arah pembebanan diterapkan 100% arah ditinjau dan 30% arah orthogonal horizontal dari arah ditinjau, dalam analisis ini menggunakan bantuan software ETABS, beban gempa dikombinasikan dengan cara CQC (Complete Quadratic Sum of Square).

**Tabel 6.** Gaya Reaksi Dasar Gedung 1.a (belum dikoreksi)

Output Case	CaseType	GlobalFX (ton)	GlobalFY (ton)
EX	LinRespSpec	164,72	0,2265
EY	LinRespSpec	0,2265	157,74

Menurut pasal 7.9.1.4.1 SNI 1726-2019, apabila kombinasi respons untuk gaya geser dari hasil analisis ragam (Vt) kurang dari 100% dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan  $V/V_t$ . Dimana, V adalah gaya geser dasar statik ekuivalen dan  $V_t$  adalah gaya geser dasar yang didapatkan dari hasil analisis kombinasi ragam dalam hal ini dibantu oleh software ETABS.

a) Evaluasi beban gempa arah X

Berdasarkan perhitungan beban gempa dasar dengan prosedur gaya lateral ekuivalen, didapatkan nilai  $V = 348,97$  ton. hasil respons spektrum dengan Faktor skala awal adalah :

$$\frac{V_t}{V} \geq 1$$

$$\frac{164,72}{348,97} \geq 1$$

$$0,47 \geq 1$$

Karena perbandingan dari nilai diatas kurang dari 1 maka tidak memenuhi syarat batasan dalam SNI 1726-2019, maka skala gaya yang digunakan dalam ETABS harus diperbesar  $348,97 / 164,72 = 2,119$

$$\begin{aligned} \text{Faktor skala arah x} &= \text{Faktor skala lama} \times \frac{V_t}{V} \\ &= 1,533 \times 0,85 \times \frac{348,97}{164,72} \\ &= 2,7603 \end{aligned}$$

a) Evaluasi beban gempa arah Y

Berdasarkan perhitungan beban gempa dasar dengan prosedur gaya lateral ekuivalen, didapatkan nilai  $V = 336,07$  ton. hasil respons spektrum dengan faktor skala awal adalah :

$$\frac{V_t}{V} \geq 1$$

$$\frac{157,74}{336,07} \geq 1$$

$$0,47 \geq 1$$

Karena perbandingan dari nilai diatas kurang dari 1 maka tidak memenuhi syarat batasan dalam SNI 1726-2019, maka skala gaya yang digunakan dalam ETABS harus diperbesar  $336,07 / 157,74 = 2,13$

$$\begin{aligned} \text{Faktor skala arah y} &= \text{Faktor skala lama} \times \frac{V_t}{V} \\ &= 1,533 \times 0,85 \times \frac{336,07}{157,74} \\ &= 2,776 \end{aligned}$$

Maka didapatkan nilai baru kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam ( $V_t$ ):

**Tabel 7.** Gaya reaksi dasar gedung 1.a

Output Case	Case Type	GlobalFX (ton)	GlobalFY (ton)
EX	LinRespSpec	296,63	0,41
EY	LinRespSpec	0,41	284,06

Jadi untuk tabel 7 gaya reaksi dasar yang telah di koreksi ini telah sesuai dengan syarat yang tercantum dalam SNI 1726-2019 yaitu dengan syarat sebagai berikut,  $V_t \geq 100\% V$ .

b. Gedung 1. b

Berdasarkan SNI 1726-2019, gaya geser dasar seismik dapat menggunakan perhitungan sesuai persamaan 2.18 yang memerlukan berat dari struktur gedung tersebut untuk memperoleh gaya geser dasar seismik yaitu sebagai berikut :

**Tabel 8.** Berat Struktur Gedung 1.b

Lantai	Berat (ton)
3	374,89
2	413,62
1	417,69
Base	464,56
Jumlah	1670,76

$$\begin{aligned} V_x &= C_{Sx} \cdot W_t \\ &= 0,0912 \cdot 1.670,76 \\ &= 152,37 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_y &= C_{Sy} \cdot W_t \\ &= 0,0912 \cdot 1.662.974,82 \\ &= 152,37 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan gaya geser dasar seismik diatas dapat disimpulkan bahwa sumbu X dengan gaya geser 152.37 ton, pada sumbu Y yaitu 152.37 ton.

Untuk menghasilkan pengaruh beban gempa yang paling kritis maka arah pembebanan diterapkan 100% arah ditinjau dan 30% arah orthogonal horizontal dari arah ditinjau, dalam analisis ini menggunakan bantuan software ETABS, beban gempa dikombinasikan dengan cara CQC (Complete Quadratic Sum of Square).

**Tabel 9.** Gaya Reaksi Dasar Gedung 1.b (belum dikoreksi)

OutputCase	CaseType	GlobalF X (ton)	GlobalF Y (ton)
------------	----------	-----------------	-----------------

EX	LinRespSp ec	93,91	0,007
EY	LinRespSp ec	0,007	91,47

Menurut pasal 7.9.1.4.1 SNI 1726-2019, apabila kombinasi respons untuk gaya geser dari hasil analisis ragam (Vt) kurang dari 100% dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/Vt. Dimana, V adalah gaya geser dasar statik ekuivalen dan Vt adalah gaya geser dasar yang didapatkan dari hasil analisis kombinasi ragam dalam hal ini dibantu oleh software ETABS.

a) Evaluasi beban gempa arah X

Berdasarkan perhitungan beban gempa dasar dengan prosedur gaya lateral ekuivalen, didapatkan nilai V = 152,37 ton. hasil respons spektrum dengan faktor skala awal adalah :

$$\frac{V_t}{V} \geq 1$$

$$\frac{93,91}{152,37} \geq 1$$

$$0,616 \geq 1$$

Karena perbandingan dari nilai diatas kurang dari 1 maka tidak memenuhi syarat batasan dalam SNI 1726-2019, maka skala gaya yang digunakan dalam ETABS harus diperbesar  $152,37 / 93,91 = 1,622$

Faktor skala arah y

$$= \text{Faktor skala lama} \times \frac{V_t}{V}$$

$$= 1,533 \times \frac{152,37}{93,91} = 2,487$$

b) Evaluasi beban gempa arah Y

Berdasarkan perhitungan beban gempa dasar dengan prosedur gaya lateral ekuivalen, didapatkan nilai V = 152,37 ton.

hasil respons spektrum dengan faktor skala awal adalah :

$$\frac{V_t}{V} \geq 1$$

$$\frac{91,47}{152,37} \geq 1$$

$$0,600 \geq 1$$

Karena perbandingan dari nilai diatas kurang dari 1 maka tidak memenuhi syarat batasan dalam SNI 1726-2019, maka skala gaya yang digunakan dalam ETABS harus diperbesar  $152,37 / 91,47 = 1,666$

Faktor skala arah y

$$= \text{Faktor skala lama} \times \frac{V_t}{V}$$

$$= 1,533 \times \frac{152,37}{93,47} = 2,554$$

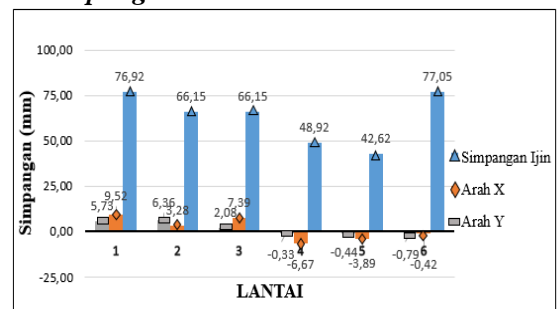
Maka didapatkan nilai baru kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (Vt) :

Tabel 10. Gaya Reaksi Dasar Gedung 1.b (setelah dikoreksi)

OutputCase	CaseType	GlobalF X (ton)	GlobalF Y (ton)
EX	LinRespSp ec	152,42	0,0113
EY	LinRespSp ec	0,0116	152,47

Jadi untuk tabel 15 gaya reaksi dasar yang telah di koreksi ini telah sesuai dengan syarat yang tercantum dalam SNI 1726-2019 yaitu dengan syarat sebagai berikut,  $V_t \geq 100\% V$ .

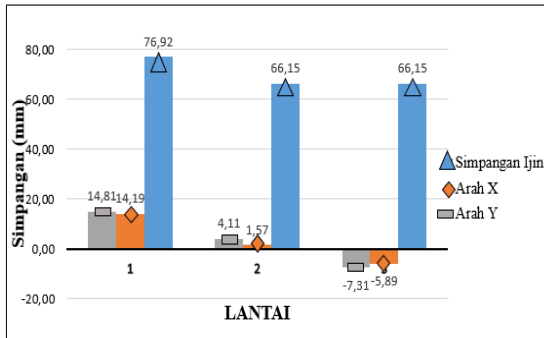
3.3 Simpangan



Gambar 5. Diagram Simpangan Antar Lantai Gedung 1.a



Pada grafik dapat dilihat nilai drift maksimum untuk masing – masing arah memiliki nilai yang berbeda, untuk simpangan terbesar arah x adalah 9,52 mm sedangkan untuk arah y memiliki simpangan terbesar sebesar 6,36 mm. Namun dengan demikian simpangan tersebut masih memenuhi batas limit simpangan yang sudah disyaratkan.



Gambar 6. Diagram Simpangan Antar Lantai Gedung 1.b

Pada grafik dapat dilihat nilai drift maksimum untuk masing – masing arah memiliki nilai yang berbeda, untuk simpangan terbesar kedua arah hampir memiliki nilai yang sama besarnya, untuk arah x adalah 14,19 mm sedangkan untuk arah y memiliki simpangan terbesar sebesar 14,81 namun dengan demikian simpangan tersebut masih memenuhi batas limit simpangan yang sudah disyaratkan. Tabel

Tabel 11. Jarak Simpangan yang dibutuhkan.

Lantai	Gedung 1.A		Geudng 1.B		ΣX	ΣY
	X (Mm)	Y(Mm)	X (Mm)	Y(Mm)		
6	9,22	12,61	-	-	9,22	12,61
5	9,64	13,41	-	-	9,64	13,41
4	13,52	13,85	-	-	13,52	13,85
3	20,19	14,17	9,87	11,62	30,07	25,79
2	12,80	12,09	15,77	18,93	28,56	31,02
1	9,52	5,73	14,19	14,81	23,72	20,54

Dari tabel 20 dapat disimpulkan untuk jarak terbesar adalah 31,02 mm, jarak dilatasi harus memenuhi syarat-syarat 0,025 x 13,6 m tinggi gedung sebesar 340 mm, dan jarak dilatasi tidak boleh kurang dari 75 mm, dari perhitungan didapatkan jarak dilatasi yang dibutuhkan sebesar 340 mm.

IV. KESIMPULAN

Akibat gedung yang tidak beraturan membuat Eksentrisitas antara pusat massa terhadap pusat kekakuan tidak sama, hal ini

mengakibatkan bangunan mengalami defleksi torsional yang cukup besar, Tanpa Dilatasi (TD) eksentrisitas (Arah X= 0m, dan Arah Y = 15,21 m) syarat arah Y adalah 59,0136 m x 10% maka = 5,90136 m Tidak Ok. Gedung 1.a (arah X = 0 m dan Arah Y = 4,81 m) syarat arah Y 65,57 x 10% = 6,557 m maka Ok. Gedyng 1.b (Arah X = 0,02 dan Arah Y = 0,78) Syarat arah Y 11,86 m x 10%= 1,186 m Ok.

Jarak dilatasi yang dibutuhkan yang dibutuhkan untuk perencanaan dari perhitungan di dapatkan 340 mm.

Gaya geser Gaya geser dasar seismik gedung 1.a berdasarkan hasil permodelan setelah dikoreksi di dapat untuk Sumbu X = 286,6 ton dan Sumbu Y = 286,26 ton. Sedangkan gedung 1.b di dapatkan hasil permodelan sebesar Sumbu X = 152,42 ton dan Sumbu Y = 152,47 ton.

- Bawah”. *Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara*. 2019
- [9]. Nitisusilaharja, Muhammad Ismail. “Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung Asrama Tiga Lantai Menggunakan Static Nonlinear Pushover Analysis”. Indramayu. 2020.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Daryono, 2020 . “Selama 2020 Jumlah Gempa di Indonesia Turun Drastis”. *Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)*. 2018.
- [2]. Anonim. “Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung (PPPURG)”. *Departemen Pekerjaan Umum*. Jakarta. 1987
- [3]. Badan Standarisasi Nasional; SNI 1726-2019. “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”. Jakarta. 2019.
- [4]. Badan Standarisasi Nasional; SNI 1727-2013. “Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain”. Jakarta. 2013.
- [5]. Baehaki. Soelarso dan Permatasari Atika. “Analisis Perilaku Struktur Gedung Lab Terpadu Untirta Berdasarkan Peraturan Sni 1726:2012”. *Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*. 2018.
- [6]. Hidayah, Wiga Sapta dan Mughni, Hidayah. “Studi Analisis Simpangan Pada Konstruksi Dengan Titik Pusat Massa Berada Di Luar Bangunan Akibat Respons Spektrum Berdasarkan Sni 03-1726-2012”. *Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jakarta*. 2018.
- [7]. Lestari, Suci. “Analisis Jarak Dilatasi Bangunan Ber – *Layout* L Dan Perhitungan Penulangan Elemen Balok Dan Kolom Disekitar Dilatasi”. *Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil, Universitas Andalas Padang*. 2019.
- [8]. Mierza, Mia Karlina dan Surbakti, Besman. “Analisa Sistem Dilatasi Dengan Balok Kantilever Disertai Perhitungan Struktur Atas Dan Struktur

