

Analisis Perilaku Struktur Gedung Ber-*Layout* L Delapan Lantai dengan Penambahan Sistem Dilatasi

FATIAH SALMA SABILA^{1*}, WULAN SARI¹, RIAWAN GUNADI¹,
URWATUL WUSQO¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia

Email: fatiah.salma.tppg19@polban.ac.id

ABSTRAK

Berdasarkan Peraturan Menteri PU no 29/PRT/M/2006 menyatakan bahwa bangunan gedung dengan bentuk T, L atau U harus dilakukan pemisahan struktur atau dilatasi untuk menghindari terjadinya benturan elemen akibat gempa atau penurunan tanah. Terlebih pada daerah dengan risiko terhadap gempa yang cukup tinggi. Maka dari itu bentuk denah bangunan pada daerah rawan gempa disarankan memiliki bentuk yang beraturan atau simetris dan sederhana agar memiliki perilaku struktur yang baik. Pada penelitian ini, dilakukan analisis perilaku struktur pada bangunan layout L dengan penambahan dilatasi. Analisis yang digunakan adalah analisis respon spectrum dan static ekuivalen mengacu pada SNI 1726:2019. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan dilatasi pada bangunan gedung dapat mengurangi kekakuan bangunan dan hal ini berpengaruh pada perilaku struktur bangunan yang terjadi. Kemudian, penggunaan dilatasi mampu mencegah terjadinya konsentrasi tegangan pada pelat yang cukup besar pada bangunan dengan layout L.

Kata kunci: gempa, perilaku struktur, dilatasi, SNI 1726:2019

ABSTRACT

Based on "Peraturan Menteri PU No. 29/PRT/M/2006" states that buildings with a T, L or U shape must be separated from the structure or dilated to avoid collisions with elements due to earthquakes or land subsidence. First, in areas with a high risk of earthquakes. Therefore, it is suggested that the shape of a building plan in an earthquake-prone area should have a regular or symmetrical and simple shape so that it has good structural behavior. In this study, an analysis of the structural behavior of the L layout building was carried out with the addition of dilation. The analysis used is response spectrum analysis and static equivalent which refers to SNI 1726:2019. The results of this study indicate that the addition of dilation to buildings can reduce the rigidity of buildings and this affects the behavior of building structures that occur. Then, the use of dilation is able to prevent the stress concentration on the slab which is quite large in buildings with L layout.

Keywords: earthquake, structural behavior, dilation, SNI 1726:2019

1. PENDAHULUAN

Gedung bertingkat 8 lantai yang memiliki bentuk asimetris ber-*layout* L berada di Kawasan kampus Politeknik Negeri Bandung, tepatnya berada di wilayah Kabupaten Bandung Barat yang letaknya cukup dekat dengan sesar lembang dengan jarak 6,77 km dari arah Cisarua dan 5,81 km dari arah lembang. Sesar lembang termasuk kedalam sesar aktif yang diperkirakan akan memicu gempa di Jawa Barat terutama Kawasan Bandung Raya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kawasan ini memiliki risiko yang riskan terhadap gaya gempa di kemudian hari.

Salah satu dampak dari gempa adalah terjadinya kerusakan pada bangunan. Getaran tanah akibat gempa mampu menggetarkan bangunan di atasnya sehingga berpengaruh pada perilaku struktur bangunan tersebut [10]. Dalam kondisi ini perilaku struktur bangunan harus memiliki perhatian khusus agar memiliki respon perilaku struktur yang baik saat terjadi gempa, terlebih lagi untuk bangunan asimetris dengan *layout* L yang lebih rentan terjadinya keruntuhan akibat gempa [1]. Menurut Sholeh (2021) salah satu kriteria dasar untuk bangunan tahan gempa adalah struktur bangunan harus mempunyai bentuk yang sederhana dan simetris [7-9]. Karena bangunan dengan bentuk asimetris biasanya memiliki pusat massa dan pusat kekakuan yang berbeda, sehingga memicu kemungkinan terjadinya defleksi torsi.

Penambahan sistem dilatasi menjadi salah satu cara untuk mengantisipasi hal tersebut. Dilatasi biasanya diterapkan pada bangunan berbentuk asimetris dan simetris dengan bentang yang panjang. Sistem dilatasi baik digunakan pada bangunan yang berada di daerah rawan gempa untuk meminimalisir efek keruntuhan bangunan dan mencegah terjadinya benturan antar bangunan berdekatan yang berpotensi terjadinya kerusakan struktural.

Penelitian ini akan dilakukan sebagai pembandingan dari keefektifan struktur antara gedung tanda dilatasi dan gedung dengan penambahan dilatasi. Analisis perilaku struktur pada kedua bangunan akan dilakukan dengan mengacu pada ketentuan SNI 1726-2019 dan juga analisis pengaruh dilatasi pada bangunan gedung ber-*layout* L, kemudian hasil perilaku struktur dari kedua bangunan tersebut akan dibandingkan. Analisis ini akan dibantu dengan penggunaan *software* ETABS untuk pemodelan bangunan dan perhitungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kategori Desain Seismik

Penetapan kategori desain seismik didasarkan pada nilai S_{D1} dan S_{DS} dengan mengikuti penetapan ketentuan yang tertera pada SNI 1726-2019. Kategori desain seismik berdasarkan nilai S_{DS} terlihat pada **Tabel 1** dan berdasarkan nilai S_{D1} terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS} [2]

Nilai S_{DS}	Kategori Risiko	
	I atau II	III atau IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,5$	C	D
$0,5 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 2. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{D1} [2]

Nilai S_{D1}	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

2.2 Faktor Keutamaan Gempa

Penentuan kategori risiko bangunan gedung didasarkan pada fungsi gedung dimana SNI 1726:2019 mengklasifikasikan faktor keutamaan gempa ke dalam 4 kategori risiko, yaitu kategori risiko I, II, III dan IV. Selanjutnya, untuk berbagai kategori risiko harus dikalikan dengan parameter faktor keamanan gempa I_e . Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa tertera pada SNI 1726:2019 pasal 4.1.2 yang terlihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Faktor Keutamaan Gempa [2]

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

2.3 Sistem Dilatasi

Dilatasi merupakan sambungan yang membagi denah bangunan gedung tidak simetris menjadi beberapa bagian denah bangunan yang simetris karena memiliki struktur yang berbeda [4]. Berdasarkan SNI 1726:2019, Struktur bangunan yang berdekatan atau bersebelahan harus dipisahkan pada jarak minimal δ_{MT} , yang didapat dari **Persamaan 1** berikut ini.

$$\delta_{MT} = \sqrt{(\delta_{M1})^2 + (\delta_{M2})^2} \quad \dots(1)$$

dengan:

δ_{MT} = perpindahan elastik maksimum pada lokasi kritis,
 δ_{M1}, δ_{M2} = perpindahan respon inelastik maksimum pada struktur yang bersebelahan.

2.4 Simpangan Antar Tingkat

Simpangan antar tingkat desain, Δ , harus ditentukan sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa yang berada diatas dan dibawah tingkat yang ditinjau. Simpangan pusat massa δ_x harus kurang dari simpangan izin Δ_{a1} , δ_x dapat dihitung dengan **Persamaan 2** sebagai berikut.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad \dots(2)$$

dengan:

C_d = faktor pembesaran simpangan lateral,
 δ_{xe} = simpangan pada tingkat - x .

Dengan simpangann izin Δ_a berdasarkan SNI 1726:2019 dihitung dengan **Persamaan 3** di bawah ini.

$$\Delta_a = 0,01h_{sx} \quad \dots(3)$$

dengan:

h_{sx} = tinggi struktur bangunan.

2.5 P-Delta

Pengaruh P-delta dapat diabaikan apabila koefisien stabilitas (θ) kurang dari 0,1; namun tidak boleh melebihi koefisien stabilitas maksimum (θ_{max}). Nilai koefisien stabilitas dan koefisien stabilitas maksimum dapat dihitung dengan **Persamaan 4** dan **Persamaan 5** berikut.

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} \quad \dots(4)$$

$$\theta_{max} = \frac{0,5}{\beta C_d} \leq 0,25 \quad \dots(5)$$

dengan:

V_x = gaya geser dasar.

Nilai β merupakan rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser antar tingkat, pada SNI 1726-2019 Pasal 7.87 disebutkan bahwa secara konservatif diambil sebesar 1.

- Jika $0,1 < \theta \leq \theta_{max}$; maka pengaruh P-Delta harus ditentukan dengan analisis rasional.
- Jika $\theta > \theta_{max}$; maka harus dilakukan desain ulang karena struktur memiliki potensi tidak stabil.

2.6 Periode Fundamental

Berdasarkan Pasal 7.8.1 SNI 1726-2019 gaya geser dasar seismik dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan dengan menggunakan **Persamaan 6** berikut.

$$V_t = C_s W \quad \dots(6)$$

dengan:

C_s = koefisien respon seismik,

W = berat seismik efektif.

Kemudian nilai C_s dapat dihitung dengan **Persamaan 7** berikut.

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad \dots(7)$$

dengan:

S_{DS} = percepatan respon spectra desain dalam rentang periode pendek,

R = koefisien modifikasi respon.

3. METODOLOGI PENELITIAN

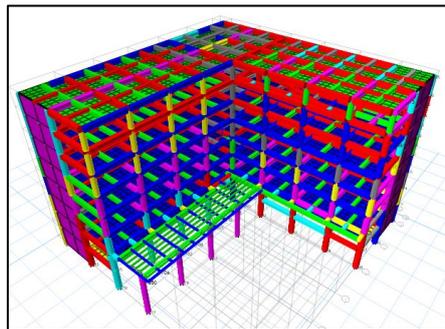
Pengerjaan penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur yang merujuk pada jurnal penelitian serupa dan standar peraturan. Kemudian, dilakukan pengumpulan data, data yang digunakan adalah data pembebanan [3], data gambar dan data dimensi struktur bangunan. Data yang diperlukan akan di-*input*-kan saat pemodelan bangunan dengan perangkat lunak ETABS v.17. Hasil dari pemodelan selanjutnya akan diolah saat analisis data.

Analisis data difokuskan pada analisis beban gempa yakni dengan metode respon spektrum dan statik ekuivalen. Hasil analisis akan disajikan dalam bentuk rumus, grafik, gambar dan tabel. Dari penjabaran hasil analisis tersebut, kemudian ditarik kesimpulan terkait penelitian yang dilakukan.

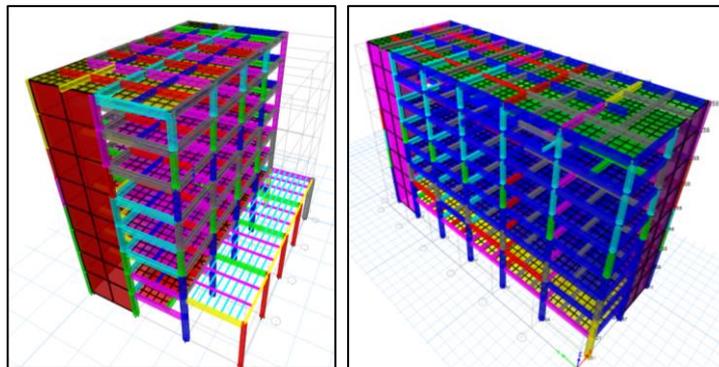
4. ANALISIS DATA

4.1 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur gedung ber-*layout* L 8 lantai ini akan dibuat terpisah menjadi tiga bentuk gedung yang meliputi gedung ber-*layout* L dan gedung dengan dilatasi yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu gedung 1A dan gedung 1B. Hasil pemodelan tersaji seperti pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



Gambar 1. Pemodelan gedung ber-*layout* L



Gambar 2. Pemodelan gedung 1A dan 1B berturut-turut

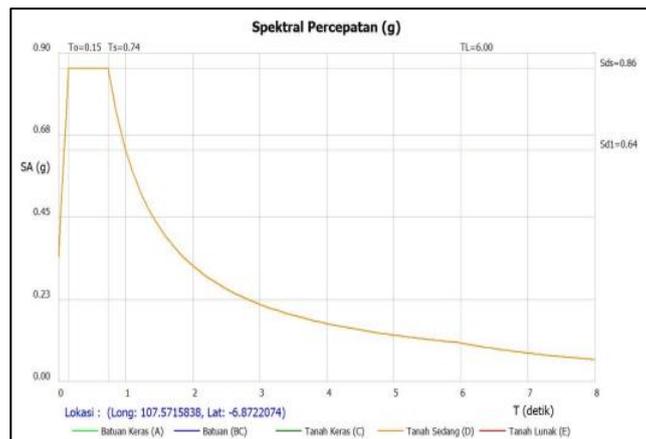
4.2 Parameter Beban Gempa

Berikut ini parameter beban gempa yang akan digunakan untuk tahapan analisis beban gempa tertera pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Parameter Beban Gempa

Item	Uraian	Item	Uraian
Wilayah	Situs dekat sesar	I_e	1,5
Klasifikasi Situs Tanah	SD (Tanah Sedang)	KDS	D
Koefisien Gempa Dasar		R	7
S_s	1,285 g	C_d	5,5
S_1	0,542 g	C_u	1,4
S_{DS}	0,857 g		
S_{D1}	0,635 g		

Berdasarkan data di atas, didapat grafik respon spektra dari hasil analisis dengan *site specific* respon analisis seperti pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik respon spektrum

4.3 Ragam Getar Struktur

Berdasarkan hasil analisis respon spektra didapat pola getar struktur pada gedung dilatasi dan tanpa dilatasi berbeda. Meskipun ketiga bangunan pada mode 1, 2 dan 3 berturut turut adalah translasi, translasi dan rotasi. Hanya saja beberapa pada arah yang berbeda. Rekapitulasi pola getar struktur lebih jelas diuraikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Pola Getar Struktur Bangunan

Ragam Getar	Gedung Tanpa Dilatasi		Gedung Dengan Dilatasi	
	Gedung L	Gedung 1a	Gedung 1a	Gedung 1b
Mode 1	Tranlasi Arah Y	Tranlasi Arah X	Tranlasi Arah X	Tranlasi Arah Y
Mode 2	Tranlasi Arah X	Tranlasi Arah Y	Tranlasi Arah Y	Tranlasi Arah X
Mode 3	Rotasi	Rotasi	Rotasi	Rotasi

Partisipasi massa ragam pada masing masing gedung juga tercapai 100% pada jumlah analisis massa ragam yang berbeda.

1. Gedung *Layout* L tercapai 100% pada analisis 59 ragam getar untuk arah X, Y dan Z.
2. Gedung 1A tercapai 100% pada analisis 81 ragam getar untuk arah X, Y dan Z.
3. Gedung 1B tercapai 100% pada analisis 87 ragam getar untuk arah X, Y dan Z.

4.4 Gaya Geser Dasar Seismik

Berat total bangunan *layout* L sebesar 157.871,66 kN; berat total bangunan 1A sebesar 65.084,02 kN; dan bangunan 1B sebesar 83.239,24 kN. Periode getar fundamental yang digunakan sudah dikorelasikan antara hasil dari analisis respon spektra dan statik ekuivalen seperti tersaji pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Periode Getar Fundamental Struktur Bangunan

Gedung	Periode [s]	
	Arah X	Arah Y
Layout L	0,958	1,055
1A	1,141	0,993
1B	0,993	1,125

Nilai C_s didapat dari perhitungan dengan **Persamaan 7** yang kemudian dikontrol berdasarkan nilai batas maksimum dan batas minimum seperti tersaji pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Koefisien Respon Seismik

Gedung	C_s	
	Arah X	Arah Y
Layout L	0,142	0,142
1A	0,119	0,137
1B	0,137	0,121

Dengan **Persamaan 6** didapat gaya geser dsar masing-masing gedung pada **Tabel 8** berikut.

Tabel 8. Gaya Geser Dasar

Gedung	V_s [kN]	
	Arah X	Arah Y
Layout L	22.286,716	22.124,193
1A	7.762,679	9.067,003
1B	11.964,961	10.178,953

4.5 Simpangan dan Efek P-Delta

Simpangan antar tingkat dihitung dengan **Persamaan 2** sebagai contoh dilakukan perhitungan simpangan antar tingkat pada lantai 3 arah X.

$$C_d = 5,5$$

$$I_e = 1,5$$

$$\delta_{e(3)} = 18,566 \text{ mm}$$

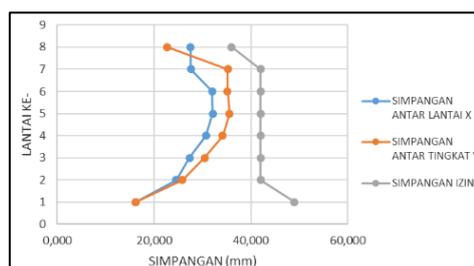
$$\delta_{e(2)} = 11,125 \text{ mm}$$

$$\delta_{xe} = \frac{C_d}{I_e} (\delta_{e(3)} - \delta_{e(2)}) = \frac{5,5}{1,5} (18,566 - 11,125) = 27,283 \text{ mm}$$

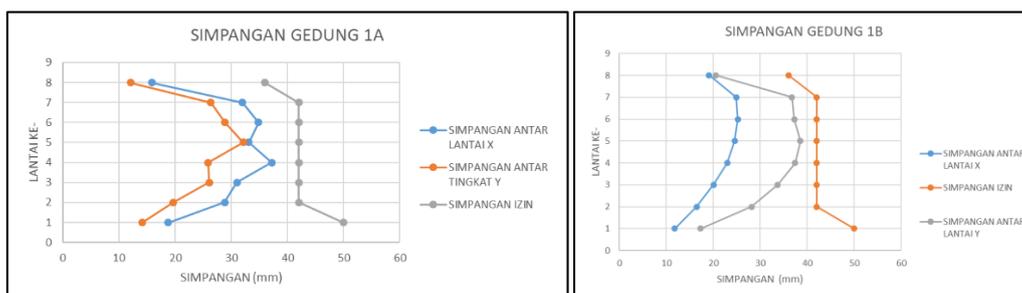
$$\delta_{izin} = \frac{0,001 \times 4.200}{1} = 42,00 \text{ mm}$$

Syarat simpangan yang aman adalah nilai $\delta_{xe} < \delta_{izin}$

Dengan langkah perhitungan yang sama untuk gedung lainnya. Hasil perhitungan simpangan antar lantai terhadap simpangan izin tertera pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 4. Grafik simpangan antar lantai gedung layout L



Gambar 5. Grafik simpangan antar lantai gedung dilatasi

Setelah perhitungan terhadap simpangan antar lantai kemudian dilakukan perhitungan terhadap pengaruh P-Delta untuk mengetahui apakah pengaruh P-Delta bisa diabaikan atau tidak. Perhitungan P-Delta menggunakan **Persamaan 4** sebagai contoh, perhitungan pengaruh P-Delta dilakukan pada lantai 4 arah X seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Simpangan antar lantai } (\delta_4) &= 30,69 \text{ mm} \\
 \text{Tinggi lantai 3} &= 4.200 \text{ mm} \\
 \text{Beban vertikal total } (P_x) &= 94.869,21 \text{ kN} \\
 \text{Gaya geser seismik arah X} &= 18.385,873 \text{ kN} \\
 \text{Faktor keutamaan } (I_e) &= 1,5 \\
 \text{Faktor pembesaran defleksi } (C_d) &= 5,5 \\
 \text{Koefisien stabilitas } (\theta) &= \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} = \frac{94.869,21 \times 30,69 \times 1,5}{18.385,873 \times 4.200 \times 5,5} = 0,010
 \end{aligned}$$

Jika koefisien stabilitas kurang dari 0,01 maka efek P-Delta diabaikan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa masing masing gedung mengabaikan efek P-Delta. Dapat diartikan bahwa gedung sudah stabil dan tidak perlu desain ulang.

4.6 Ketidakberaturan Bangunan

Setelah dilakukan analisis terhadap ketidakberaturan baik horizontal maupun vertikal, maka didapat hasil sebagai berikut. Ketidakberaturan yang terjadi disebabkan oleh bentuk struktural dan fungsi arsitektural bangunan.

1. Gedung Layout L mengalami ketidakberaturan horizontal kriteria sudut dalam.
2. Gedung 1A mengalami ketidakberaturan torsi.
3. Gedung 1B mengalami ketidakberaturan diskontinuitas diafragma pada lantai 7.
4. Terjadi ketidakberaturan massa pada lantai 6.

4.7 Perhitungan Jarak Dilatasi

Jarak dilatasi dihitung dengan **Persamaan 1**, dengan mempertimbangkan simpangan maksimum yang terjadi pada lantai.

$$\begin{aligned}
 \delta_{M1} &= 32,13 \text{ mm (simpangan elastis bangunan gedung 1A pada lokasi kritis)} \\
 \delta_{M2} &= 38,51 \text{ mm (simpangan elastis bangunan gedung 1B pada kondisi kritis)} \\
 \delta_{MT} &= \sqrt{(\delta_{M1})^2 + (\delta_{M2})^2} = \sqrt{(32,13)^2 + (38,51)^2} = 50,15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

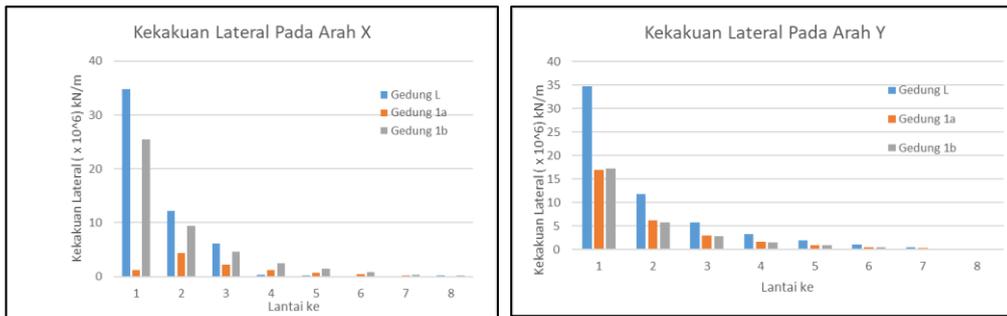
Didapat jarak dilatasi minimal = 50,15 mm; maka digunakan jarak dilatasi 150 mm.

4.8 Kekakuan Lateral Bangunan

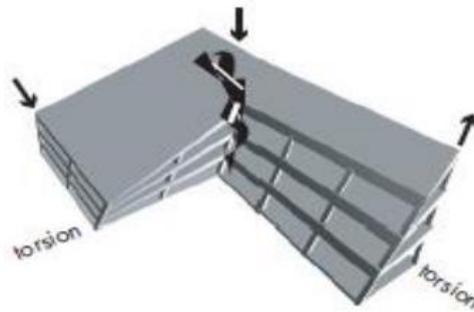
Dari perhitungan terhadap kekakuan bangunan didapat bahwa bangunan eksisting tanpa dilatasi dengan *layout* L memiliki nilai kekakuan lateral lebih besar dari pada model bangunan dengan penambahan sistem dilatasi seperti terlihat pada **Gambar 6** sehingga dalam hal ini terjadi penurunan kekakuan setelah struktur bangunan dipisah.

4.9 Tegangan *In-Plane*

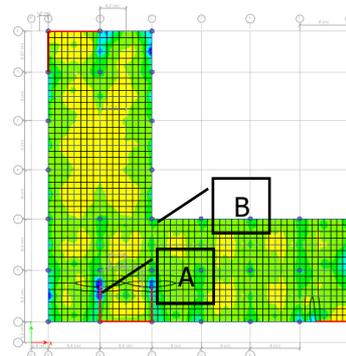
Gedung yang tidak beraturan mengalami konsentrasi tegangan yang besar pada area sudut. Tegangan yang dimaksud ditimbulkan dari perbedaan arah gerak bangunan dan dapat berakibat pada timbulnya retakan seperti pada **Gambar 7**.



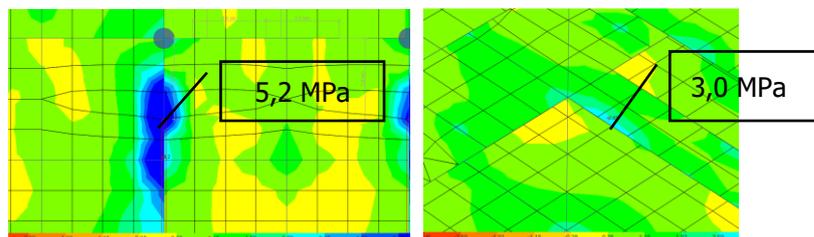
Gambar 6. Kekakuan Lateral Pada Arah X dan Y



Gambar 7. Dampak yang terjadi akibat adanya konsentrasi tegangan area sudut pada bangunan *layout* L (Sumber: Ahmed dkk, 2016)



Gambar 8. Konsentrasi tegangan bangunan *layout* L



Gambar 9. Tegangan pada pelat gedung *layout* L (A dan B)

Area yang dilingkari Pada **Gambar 8** merupakan lokasi kritis adanya konsentrasi tegangan yang cukup besar di setiap lantai. Pada **Gambar 9** terlihat bahwa konsentrasi tegangan terjadi pada sudut bangunan lebih besar dibandingkan lokasi lain. Fenomena ini yang terjadi apabila gedung dengan bentuk tidak simetris dan jika tidak dihindari maka akan memicu kerusakan pada bagian bangunan tersebut. Namun ada hal unik pada kasus ini dimana, tegangan pada posisi A lebih besar dibandingkan pada posisi B. merujuk pada **Gambar 7** lokasi B yang sangat

rentan terjadinya kerusakan akibat konsentrasi tegangan besar namun pada kasus ini lokasi A yang justru mengalami konsentrasi tegangan yang besar.

4.10 Perbandingan Gedung Dilatasi terhadap Gedung Tanpa Dilatasi

Setelah dilakukan analisis dan perhitungan terhadap gedung dilatasi dan gedung tanpa dilatasi, dapat diketahui perbedaan yang terjadi setelah adanya penambahan dilatasi yang menunjukkan adanya pengaruh terhadap perilaku struktur bangunan. Hasil perbandingan dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Perbandingan Gedung Dilatasi Terhadap Gedung Tanpa dilatasi

Item	Perbandingan Gedung Dilatasi terhadap Gedung Tanpa Dilatasi		
	Gedung Tanpa Dilatasi	Gedung Dilatasi	
	Gedung <i>Layout</i> L	Gedung 1A	Gedung 1B
Pola Getar	Mode 1 arah Y	Mode 1 arah X	Mode 2 Arah Y
Gaya Geser Dasar Seismik	Perlu Pembesaran Faktor Skala	Tidak Perlu	Tidak Perlu
	22.279,233 kN		19.147,659 kN
Perioda Getar	1,071 s	1,141 s	1,125 s
Simpangan Antar Lantai		Lebih Besar pada Arah X terhadap Gedung L	Lebih Besar pada Arah Y terhadap Gedung L
Pengaruh P-Delta		Nilai P-Delta Lebih Besar pada Arah X	Nilai P-Delta Lebih Besar pada Arah Y
Ketidakteraturan Horizontal	Mengalami Ketidakteraturan Sudut Dalam	Mengalami Ketidakteraturan Torsi	Mengalami Ketidakteraturan Diskontinuitas Diafragma
Ketidakteraturan Vertikal	Tidak Mengalami	Tidak Mengalami	Mengalami Ketidakteraturan Massa
Kekakuan Lateral		Lebih Kecil terhadap Gedung L	Lebih Kecil terhadap Gedung L

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bentuk bangunan yang lebih simetris dapat menghindari terjadinya ketidakberaturan sudut dalam, namun bisa menimbulkan terjadinya ketidakberaturan lain akibat dari perubahan bentuk struktur bangunan.
2. Dilatasi membuktikan bahwa kekakuan pada bangunan akan berkurang saat struktur bangunan menjadi dipisah. Di sisi lain penggunaan dilatasi mampu mencegah terjadinya konsentrasi tegangan yang besar akibat beban lateral yang bekerja pada bentuk bangunan tidak simetris.
3. Perlu adanya pembuktian ekperimental terkait konsentrasi tegangan yang terjadi karena hasil yang didapat tidak sejalan dengan teori.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghindari risiko terjadinya ketidakberaturan maka, perlu dipertimbangkan pengaruh arsitektural pada bangunan gedung.
2. Perlu dilakukan pengecekan terhadap kapasitas struktur bawah akibat beban gempa.
3. Perlu dilakukan perhitungan anggaran biaya antara gedung dilatasi dan tanpa dilatasi untuk mempertimbangkan keefektifan biaya.
4. Perlu adanya pembuktian ekperimental terkait konsentrasi tegangan yang terjadi karena hasil yang didapat tidak sejalan dengan teori.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Selesainya penelitian ini tak lupa kami ucapkan banyak terimakasih kepada Jurusan Teknik Sipil karena telah membantu dukungan dalam bentuk lisensi software yang digunakan. Kemudian juga kami ucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Bandung yang telah membantu pendanaan untuk mendukung penelitian ini dan juga seluruh pihak yang tidak bias disebutkan satu persatu atas bantuan dan dukungan pada penelitian ini. Akhir kata semoga penelitian ini memberikan manfaat pada bidang akademis dan ilmu pengetahuan kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmed, M. R. (2016). Irregularity Effects on the Seismic Performance of L-Shaped Multi-Story Buildings. *JES (Journal of Engineering Sciences)*, 44(5), 513-536.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 tentang Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Baehaki, S. &. (2018). Analisis Perilaku Struktur Gedung Lab Terpadu UNTIRTA Berdasarkan Peraturan SNI 1726:2012. *Jurnal Fondasi*, 2(4), 62-73.
- [5] Durachman, A. H. (2022). Analisis Jarak Dilatasi Struktur Bangunan Menggunakan Sistem Dilatasi Dua Kolom. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 8(1), 19-29.
- [6] Hermawan, D. M. (2022). Analisis Pengaruh Dilatasi Bangunan Gedung Tinggi Menggunakan ETABS pada Bangunan Berdenah T. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(1), 332-338.
- [7] Hidayat, R. M. (2022). Pengaruh Dilatasi terhadap Simpangan Antar Lantai Bangunan dengan Bentuk H. *Eksiklopedia Social Review*, 3, 249-254.
- [8] Ramadhan, M. (2023). Penggunaan Dilatasi pada Bangunan Struktur Baja Pasar Jatisari Karawang. *FTSP Series: Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir* (pp. 766-771). Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [9] Sholeh, M. (2022). *Struktur Bangunan Tahan Gempa*. Yogyakarta: Pustaka Pranala.
- [10] Suci, L. (2019). *Analisis Jarak Dilatasi Bangunan Ber-Layout L dan Perhitungan Penulangan Elemen Balok dan Kolom Disekitar Dilatasi*. Skripsi. Padang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.