

RESPON STRUKTUR AKIBAT PENEMPATAN DILATASI PADA BANGUNAN DENGAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL

Amalia¹, Rezki Nur Fadlli², Jonathan Saputra³, Lilis Tiyani⁴

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta^{1,2,3,4}

Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI Depok

amalia@sipil.pnj.ac.id¹, jonathan.saputra@sipil.pnj.ac.id², lilis.tiyani@sipil.pnj.ac.id³

Abstrak

Ditulis Penempatan dilatasi pada struktur gedung dengan ketidakberaturan horizontal, menyebabkan respon struktur yang berbeda pada saat terjadi gempa, dikarenakan struktur tersebut terbagi menjadi beberapa struktur individu yang berdiri sendiri sehingga berbeda dengan struktur awalnya. Penempatan dilatasi yang tepat pada suatu gedung akan dapat mengurangi risiko keruntuhan gedung tersebut pada saat terjadi gempa serta berpotensi membuat struktur lebih sederhana dan efisien. Penelitian ini menggunakan metode analisis perancangan untuk membandingkan gaya geser gempa, respon struktur, dan gaya dalam pada struktur akibat penempatan dilatasi arah X dan dilatasi arah Y. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penggunaan Dilatasi arah Y mengakibatkan gaya gempa mengalami penurunan lebih besar dibandingkan dilatasi arah X, yaitu sebesar 42% diarah X dan 38% diarah Y. Simpangan yang terjadi pada dilatasi arah Y lebih besar dari pada dilatasi arah X. Penempatan dilatasi arah Y menyebabkan gaya dalam pada struktur kolom lebih kecil dari pada dilatasi arah X, akan tetapi gaya dalam pada akibat dilatasi arah Y pada balok lebih besar dari pada penempatan dilatasi arah X. Sehingga penggunaan dilatasi arah Y sedikit lebih baik dibandingkan dengan penggunaan dilatasi arah X di beberapa hal, seperti gaya gempa dan gaya dalam pada kolom yang lebih kecil.

Kata kunci: Dilatasi, Ketidakberaturan horizontal, Respon struktur, Gaya gempa, Gaya dalam

Abstract

The placement of dilation in the building structure with horizontal irregularity causes a different response to the structure during an earthquake,

because the structure is divided into several individual structures that stand alone so that they are different from the original structure. The proper placement of the dilation in a building will reduce the risk of collapse of the building during an earthquake as well potentially making structures simpler and more efficient. This study uses the design analysis method to compare the earthquake shear force, structural response, and internal forces in the structure due to the placement of the X-direction and Y-direction Dilation. greater than the X direction dilatation, which is 42% in the X direction and 38% in the Y direction. The deviation that occurs in the Y direction dilatation is greater than the X direction dilatation. X, but the internal force due to the Y direction of dilatation on the beam is greater than the X direction dilatation placement. So that the use of the Y direction dilatation is slightly better than the use of the X direction dilatation in several things, such as the earthquake force and the inner force on the smaller column.

Keywords: Dilatation, Earthquake force, Horizontal irregularity, Inner force, Structure response

I. PENDAHULUAN

Nilai konstruksi di DKI Jakarta pada triwulan II/2018 sebesar 314,04 dengan pertumbuhan sebesar 5,19 merupakan nilai terbesar di Indonesia (Konstruksi Dalam Angka, 2018). Kondisi lahan yang semakin sempit, mahalnya harga tanah, dan tuntutan untuk membangun sesuai dengan keinginan menyebabkan bangunan mempunyai bentuk yang cenderung tidak beraturan (Khoirunnissa et al., 2019). Kondisi ini menyebabkan bangunan tersebut lebih rentan terhadap gempa, sehingga diperlukan perencanaan bangunan tahan gempa sesuai kondisi

geografis DKI Jakarta dengan potensi gempa yang cukup besar (SNI 1726-2019).

Bentuk denah bangunan yang baik pada daerah rawan gempa adalah berbentuk beraturan, sederhana, simetris, persegi dan tidak terlalu panjang. Apabila bentuk denah bangunan gedung tidak beraturan, seperti berbentuk T, L, atau U, maka harus dilakukan pemisahan struktur atau dilatasi untuk mencegah terjadinya kerusakan akibat gempa atau penurunan tanah (Permen PU no 29/PRT/M/2006).

Dilatasi adalah sebuah pemisah struktur atau sambungan pada sebuah bangunan yang karena sesuatu hal memiliki sistem struktur berbeda (Dzikrian, 2015). Dilatasi juga dapat digambarkan sebagai pembagian sebuah bangunan tidak beraturan menjadi beberapa bagian bangunan yang beraturan agar pusat masa bangunan tersebut terbagi menjadi lebih kecil. Karena berat bangunan berbanding lurus dengan beban gempa yang terjadi.

Penerapan dilatasi pada dasarnya bertujuan untuk mengurangi efek keruntuhan bangunan terhadap gaya luar yang bekerja dan memudahkan perencana dalam menganalisis respon struktur pada bangunan tersebut (Prabowo et al., 2018). Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa penempatan dilatasi pada struktur gedung dengan ketidakberaturan horizontal, menyebabkan respon struktur yang berbeda pada saat terjadi gempa dikarenakan struktur tersebut terbagi menjadi beberapa struktur individu yang berdiri sendiri sehingga berbeda dengan struktur awalnya (Nugroho, 2015). Respon struktur tersebut berupa perpindahan (*displacement*) dan simpangan antar lantai (*drift ratio*) yang akan digunakan untuk merencanakan penempatan dilatasi yang tepat pada struktur. Penempatan dilatasi yang tepat pada suatu gedung akan dapat mengurangi risiko keruntuhan gedung tersebut pada saat terjadi gempa serta berpotensi membuat struktur lebih sederhana dan efisien. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang Respon Struktur Akibat Penempatan Dilatasi Pada Gedung Dengan Ketidakberaturan Horizontal.

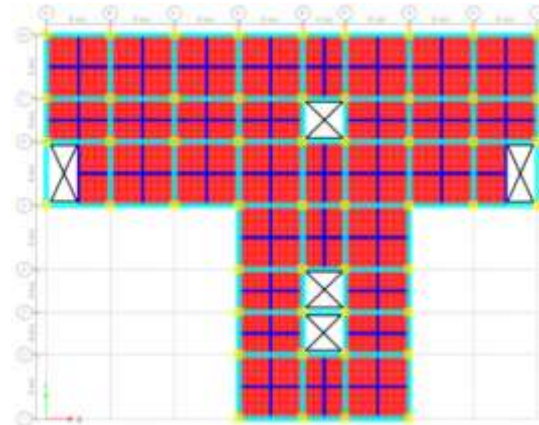
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan bentuk respon struktur bangunan ber-*layout* T akibat dilatasi arah X dengan dilatasi arah Y yang lebih efisien terhadap struktur saat terjadi gempa. Respon struktur tersebut berupa *displacement* dan *drift ratio*.

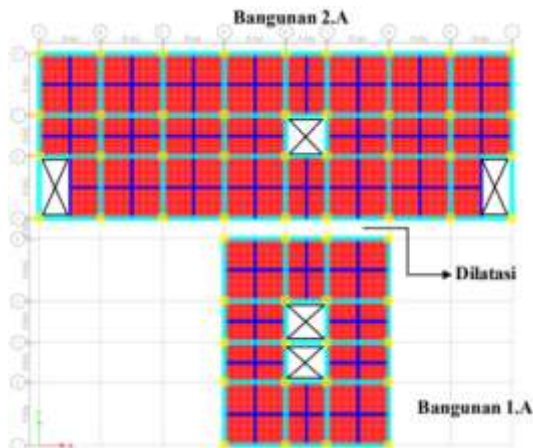
Sedangkan efisiensi struktur dinilai dari besar beban gempa yang diterima, dan gaya dalam pada (balok dan kolom). Manfaat penelitian ini adalah menjadi gambaran dalam merencanakan perletakan dilatasi pada bangunan dengan ketidakberaturan horizontal berbentuk T yang paling efisien, dengan kriteria bangunan berstruktur beton bertulang dan menggunakan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada kondisi tanah lunak di wilayah DKI Jakarta.

II.1 Data Penelitian

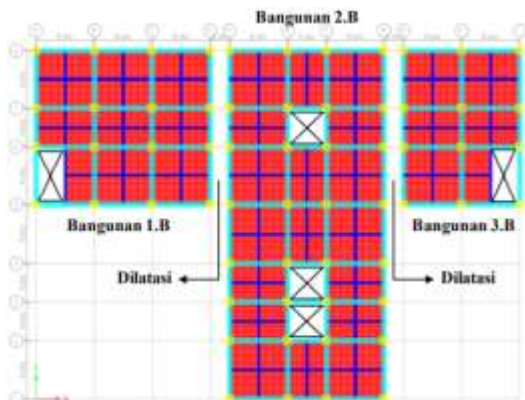
Struktur bangunan yang dianalisis terdiri dari 3 denah bangunan utama, pertama adalah bangunan tanpa dilatasi Gambar 1, kedua adalah denah bangunan dengan dilatasi arah X yang terbagi menjadi 2 model bangunan Gambar 2, dan yang ketiga adalah denah bangunan dengan dilatasi arah Y yang terbagi menjadi 3 model bangunan Gambar 3. Bangunan difungsikan sebagai apartemen, yang berlokasi di DKI Jakarta dengan kelas situs tanah lunak, sistem struktur yang digunakan yaitu sistem rangka gedung, struktur yang digunakan adalah beton bertulang dengan jumlah lantai 10.



Gambar 1. Denah Bangunan tanpa Dilatasi



Gambar 2. Denah Bangunan dengan Dilatasi Arah X

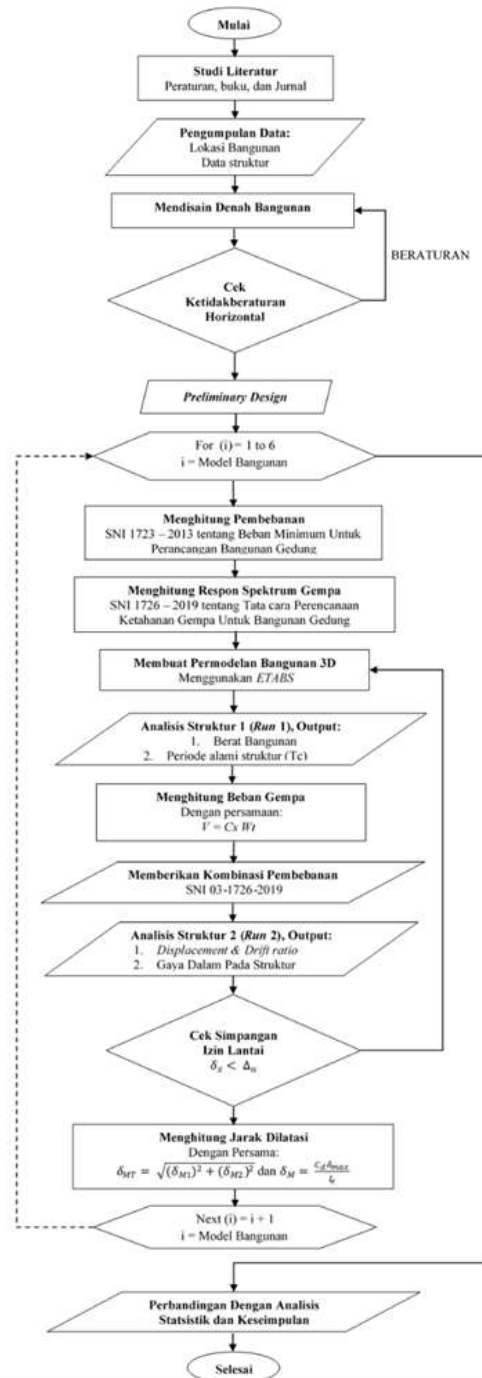


Gambar 3. Denah Bangunan dengan Dilatasi Arah Y

II.2 Diagram Alir Penelitian

Menghitung Ketidakberaturan

Ketidakberaturan perlu dihitung untuk mengetahui dan mengukur apakah bangunan yang direncanakan termasuk kedalam bangunan beraturan atau tidak beraturan. Karena penggunaan dilatasi pada bangunan hanya dapat diterapkan pada bangunan yang memiliki bentuk bangunan yang tidak beraturan (Permen PU no 29/PRT/M/2006). Ketidakberaturan dapat dihitung berdasarkan SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non Gedung.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Preliminary Design

Preliminary Design digunakan untuk menentukan dimensi awal pada setiap elemen struktur, seperti elemen balok, kolom, dan plat yang

dihitung berdasarkan ketentuan SNI 2847 – 2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2019).

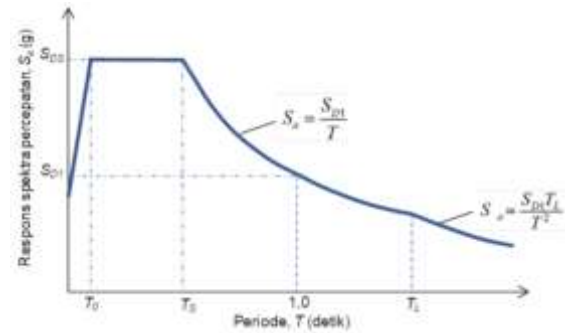
Pembebanan Bangunan

Pembebanan yang digunakan dalam menganalisis bangunan mengikuti ketentuan beban minimum yang diatur pada SNI 1727 – 2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung (SNI 1727-2013).

Respon Spektrum Gempa

Dalam menentukan besar beban gempa rencana yang di terima oleh gedung di gunakan metode respon spektrum berdasarkan SNI 1726 – 2019 dengan redaman 5% (redaman dasar yang melekat). Adapun langkah dalam pembuatan respon spektrum, yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan kategori risiko bangunan, tergantung dari fungsi bangunan (Tabel 1 SNI 1726:2019).
2. Menentukan faktor keutamaan gempa (Tabel 2 SNI 1726:2019).
3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1) berdasarkan lokasi bangunan.
4. Menentukan faktor klasifikasi situs (Tabel 3 SNI 1726:2019).
5. Menentukan Faktor Koefisien Situs (F_a , F_v) (Tabel 4 & 5 SNI 1726: 2019).
6. Menghitung parameter respon percepatan pada periode 2.0 dt (SMS).
7. Menghitung parameter respon percepatan pada periode 1.0 dt (SM1).
8. Menghitung parameter spektral percepatan pada periode 0 dt (SDS).
9. Menghitung parameter spektral percepatan pada periode 1 dt (SD1).
10. Menghitung periode getar fundamental struktur (T_0 , T_S , & T_L).
11. Menghitung spektrum percepatan (S_a). Dibuat dalam bentuk tabel dan grafik respon spektrum.



Gambar 5. Respon Spektra Desain
Sumber: SNI 1726-2019

II.3 Pemodelan Bangunan 3D

Struktur dimodelisasikan dalam bentuk bangunan 3D kedalam *ETABS* dengan memasukan elemen struktur dengan dimensi berdasarkan hasil *Preliminary Design* dan material yang sudah ditentukan. Selanjutnya diberikan beban sesuai perhitungan pembebanan yang telah dilakukan meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Setelah beban-beban tersebut pada struktur diinput kedalam model bangunan dilakukan *Run 1* untuk mendapatkan berat bangunan perlantai dan periode alami struktur hasil perhitungan komputer yang akan digunakan dalam perhitungan gaya geser gempa.

Berat Bangunan

Berat bangunan yang digunakan berdasarkan hasil penjumlahan beban mati dan beban hidup dari analisis *story response* menggunakan *software ETABS*. Beban hidup yang digunakan adalah beban hidup yang telah direduksi sebesar 50%, karena diasumsikan saat terjadi gempa kondisi penghuni gedung tidak berada di dalam bangunan (Dewi, A.D.P., dan Rosyidah, A. 2019).

Perhitungan Beban Gempa Metode FDB Untuk Sistem Rangka Gedung

A. Desain Gaya Geser Dasar Gempa

$$V = C_s W_t$$

Dimana:

C_s = Koefisien respons seismik yang ditentukan

W_t = Berat total gedung

B. Menghitung Batasan Periode Fundamental Struktur (T)

$$T_a = C_t h_n^x \quad (2)$$

Periode fundamental tidak boleh lebih dari persamaan berikut:

$$T_{a\text{maks}} = C_u T_a \quad (3)$$

Jika nilai periode fundamental di dapatkan dari hasil analisis komputer dan lebih akurat (T_c), maka nilai batas periode fundamental yang digunakan ialah:
 Jika $T_c > T_a$ maka $\Rightarrow T = T_a \text{ max}$
 Jika $T_a < T_c < T_a$ \Rightarrow maka $T = T_c$
 Jika $T_c < T_a$ $\Rightarrow T = T_a$

Dimana:

h = Tinggi Bangunan
 C_u = Tabel 17 (SNI 1726:2019)
 C_i dan x = Tabel 18 (SNI 1726:2019)

C. Menghitung Koefisien Respon Seismik (C_s)

$$C_s = \frac{S_{D5}}{R} \quad (4)$$

Koefisien respon seismik tidak boleh lebih dari persamaan berikut:

$$C_s = \frac{S_{D1}}{r \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (5)$$

Dan tidak boleh kurang dari persamaan berikut:

$$C_s = 0,044 S_{D5} I_e \geq 0,01 \quad (6)$$

Untuk faktor keamanan tambahan, jika struktur berada pada wilayah dengan nilai percepatan tanah periode 1 detik (S_1) lebih dari 0,6 g, maka nilai C_s juga tidak boleh kurang dari:

$$C_s = \frac{0,5 \times S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (7)$$

Dimana:

S_{D5} = Parameter percepatan spektrum respon pada periode pendek
 R = Faktor modifikasi respon
 I_e = Faktor keutamaan gempa
 S_{D1} = Parameter percepatan spektrum respons pada periode 1 detik

D. Menghitung Distribusi Beban Gempa Tiap Lantai.

$$F_x = C_{vx} V \quad (8)$$

Dengan besar nilai C_{vx} berdasarkan persamaan berikut:

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (9)$$

Dimana:

k = Eksponen yang terkait dengan periode struktur

C_{vx} = Faktor distribusi vertikal

h = Tinggi lantai dinyatakan dalam meter (m)

w = Bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x

V = Gaya geser dasar (kN)

Memberikan Kombinasi Beban

Kombinasi beban diberikan pada struktur dan diinput kedalam *software* analisis struktur berdasarkan SNI 1726 – 2019 meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Selanjutnya dilakukan analisis struktur ke 2 (Run 2) untuk mendapatkan *Displacement*, Simpangan izin antar lantai, dan Gaya dalam pada struktur.

Kontrol Simpangan Izin

Dalam merencanakan sebuah bangunan perlu diperhatikan faktor keamanan dan kenyamanan dari sebuah bangunan, maka dari itu perlu dibatasi simpangan yang terjadi pada sebuah gedung saat terjadi gempa. Simpangan yang terlalu besar dapat membahayakan pengguna gedung dan dapat mengakibatkan berbenturan dengan bangunan disebelahnya dari reaksi struktur gedung akibat beban gempa. Simpangan izin maksimum juga digunakan untuk menentukan jarak dilatasi dari bangunan tersebut. Simpangan izin antar lantai dihitung berdasarkan Tabel 20 (SNI 1726-2019), tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung.

Menghitung Jarak Dilatasi

Dilatasi harus direncanakan berdasarkan perpindahan respons inelastik maksimum (δ_M) pada lokasi kritis serta mempertimbangkan perpindahan pada struktur termasuk pembesaran torsi (bila ada).

δ_M dapat dihitung, dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\delta_M = \frac{C_d \cdot \delta_{max}}{I_e} \quad (10)$$

Pada penerapannya dilatasi menyebabkan struktur gedung terbagi menjadi beberapa bagian struktur individu yang berdekatan satu sama lain, maka harus

dipisahkan minimal sebesar δ_{MT} yang dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$\delta_{MT} = \sqrt{(\delta_{M1})^2 + (\delta_{M2})^2} \quad (11)$$

Dimana:

δ_{max} = perpindahan elastic maks. pada lokasi kritis.

δ_{M1}, δ_{M2} = perpindahan respon inelastic maksimum pada struktur-struktur bangunan yang bersebelahan di tepi-tepi yang berdekatan.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

III.1 Gaya Geser Gempa pada Bangunan

Dari hasil analisis gaya geser dasar gempa menggunakan metode *Force Base Design (FBD)* pada setiap model bangunan didapatkan nilai persentase gaya gempa arah X dan arah Y akibat dilatasi arah X dan dilatasi arah Y yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Gaya Geser Maksimal Akibat Dilatasi Arah X dan Dilatasi Arah Y

Arah	Gaya Geser Max (kN)			% Gaya Geser Max Dilatasi Arah Y dan Arah X		
	Tanpa Dilatasi	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y	Tanpa Dilatasi	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y
X	4538.43	3193.45	2634.17	100%	70%	58%
Y	4669.29	3091.77	2898.10	100%	66%	62%

Dari keterangan Tabel 1, diketahui bahwa gaya geser gempa akibat penempatan dilatasi arah Y mengalami penurunan lebih besar dibandingkan dengan dilatasi arah X dengan persentase pada arah X sebesar 42% dan pada arah Y sebesar 38%. Hal ini disebabkan penempatan dilatasi arah X pada bangunan T hanya membagi pusat massa bangunan menjadi 2 bagian (2 model bangunan), sedangkan penempatan dilatasi arah Y dapat membagi pusat massa bangunan menjadi 3 bagian (3 model bangunan) yang mengakibatkan bangunan dengan dilatasi arah Y memiliki berat bangunan yang lebih kecil dibandingkan dengan dilatasi arah X. Dalam perencanaan beban geser dasar gempa dengan metode *FDB*, besarnya gaya geser dasar gempa sangat dipengaruhi oleh faktor berat bangunan (Siswanto, B.A., dan Salim, M.A. 2018). Semakin berat struktur bangunan tersebut semakin besar pula beban geser gempa yang diterima.

Simpangan Yang Terjadi

Bentuk respon struktur dinilai berdasarkan jarak simpangan bangunan yang terjadi pada setiap lantainya setelah menggunakan dilatasi arah X

ataupun dilatasi arah Y. Besar jarak simpangan yang digunakan adalah hasil analisis *sotry respon* menggunakan *software ETABS* setelah beban gempa disetiap lantainya dimasukkan kedalam program, untuk hasil persentase simpangan maksimum akibat dilatasi arah X dan dilatasi arah Y besar hasil simpangan setiap model dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Simpangan Maksimum Akibat Dilatasi Arah Y dan Dilatasi Arah X

Arah	Simpangan Maksimum (m)			% Simpanganmaksimum Dilatasi Arah Y dan Arah X		
	Tanpa Dilatasi	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y	Tanpa Dilatasi	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y
X	0.0656	0.0471	0.0516	100%	72%	79%
Y	0.0650	0.0490	0.0476	100%	75%	73%

Berdasarkan Tabel 2 bahwa simpangan maksimum (arah X) akibat penempatan dilatasi arah Y sebesar 0.0516 m mengalami penurunan sebesar 21%, sedangkan simpangan maksimum (arah Y) sebesar 0.0476 m mengalami penurunan sebesar 23%. Maka dapat disimpulkan bahwa penempatan dilatasi arah Y pada bangunan dapat membuat bangunan memiliki simpangan di (arah X) lebih besar di bandingkan dengan simpangan (arah Y). Hal itu dikarenakan penempatan dilatasi arah Y membuat model bangunan menjadi ramping yang menyebabkan jumlah kolom pada (arah X) untuk menahan gaya geser gempa lebih sedikit dibandingkan jumlah kolom pada (arah Y). Sehingga kekakuan yang dimiliki model bangunan di (arah X) lebih kecil dibandingkan kekakuan di (arah Y).

Jarak Dilatasi

Dalam perhitungan jarak dilatasi perpindahan maksimum yang digunakan ialah perpindahan total yang terjadi pada lantai 10. Karena perpindahan total yang terjadi pada lantai 10 merupakan perpindahan yang paling maksimum pada setiap model, besar nilai perpindahan didapatkan bersarkan hasil analisis *story response* menggunakan *software ETABS*. Hasil perhitungan jarak dilatasi arah X dan dilatasi arah Y dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jarak Dilatasi

Jarak Dilatasi (m)		% Jarak Dilatasi Arah Y terhadap Arah X	
Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y
0.46	0.5	100%	109%

Dari Tabel 3 diketahui bahwa jarak dilatasi arah X yang dapat digunakan sebesar 0.46 m, sedangkan jarak dilatasi arah Y yang dapat digunakan sebesar 0.50 m. Selain itu dapat diketahui bahwa penggunaan dilatasi arah Y mengalami peningkatan sebesar 9% dibandingkan jarak dilatasi arah X. Hal ini disebabkan oleh model bangunan akibat penempatan dilatasi arah Y memiliki nilai simpangan yang lebih besar pada setiap modelnya dikarenakan berbentuk kecil dan ramping dibandingkan oleh dilatasi arah X.

Gaya – Gaya Dalam

Untuk mengetahui perbandingan antara perletakan dilatasi arah X dengan dilatasi arah Y yang lebih efisien pada struktur, dinilai berdasarkan gaya dalam yang terjadi pada elemen kolom dan balok induk disetiap modelnya. Gaya dalam yang digunakan ialah gaya dalam maksimum dari hasil kombinasi beban yang diatur dalam SNI 1726-2019. Nilai gaya dalam yang digunakan berdasarkan analisis *frame result* menggunakan *software ETABS*. Berikut ini adalah rekapitulasi persentase perbandingan gaya – gaya dalam akibat dilatasi arah X dan dilatasi Arah Y berdasarkan hasil analisis *ETABS*:

Tabel 4. Persentase Gaya Aksial Akibat Dilatasi Arah Y terhadap Dilatasi Arah X

Gaya Aksial Maksimum (kN)		% Gaya Aksial Maksimum Dilatasi Arah Y Terhadap Arah X	
Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y
6605.909	6471.52	100%	98%

Tabel 5. Persentase Gaya Aksial Akibat Dilatasi Arah Y terhadap Dilatasi Arah X

Arah	Momen Kolom Maksimum (kN/m)		% Momen Kolom Maksimum Dilatasi Arah Y terhadap Arah X	
	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah X
X	1073.09	1070.5	100%	100%
Y	1139.68	1089.3	100%	96%

Tabel 6. Persentase Gaya Aksial Akibat Dilatasi Arah Y terhadap Dilatasi Arah X

Gaya Geser Maksimum (kN)		% Gaya Geser Maksimum Dilatasi Arah Y Terhadap Arah X	
Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y
288.417	291.139	100%	101%

Tabel 7. Persentase Gaya Aksial Akibat Dilatasi Arah Y terhadap Dilatasi Arah X

Momen Balok Maksimum (kN/m)		% Momen balok Maksimum Dilatasi Arah Y Terhadap Arah X	
Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y	Dilatasi Arah X	Dilatasi Arah Y
478.224	481.365	100%	101%

Berdasarkan tabel gaya – gaya dalam di atas, dapat disimpulkan bahwa penempatan dilatasi arah X pada model bangunan menyebabkan gaya dalam pada struktur kolom lebih besar dibandingkan dengan penggunaan dilatasi arah Y, karena gaya dalam pada kolom dipengaruhi oleh massa bangunan dan jumlah kolom yang dimiliki bangunan. Sedangkan penggunaan dilatasi arah Y pada model bangunan menyebabkan gaya dalam pada struktur balok lebih besar dibandingkan dengan penggunaan dilatasi arah X, karena gaya dalam pada balok juga dipengaruhi oleh massa bangunan dan jumlah balok yang dimiliki bangunan. Semakin kecil massa bangunan disetiap lantai dan semakin banyak jumlah balok yang menopang semakin kecil pula gaya dalam yang diterima balok tersebut.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa penggunaan dilatasi arah Y pada model bangunan sedikit lebih efisien dibandingkan dengan dilatasi arah X dari beberapa faktor yang ditinjau, seperti gaya geser gempa dan gaya dalam kolom yang lebih kecil. Akan tetapi penggunaan dilatasi arah Y menyebabkan nilai simpangan pada bangunan lebih besar dibandingkan dengan dilatasi arah X serta menyebabkan bangunan tersebut membutuhkan jarak dilatasi yang besar. Hasil penelitian ini sesuai dan sejalan dengan penelitian yang dilakukan terdahulu, bahwa penerapan dilatasi secara umum memberikan beberapa pengaruh, seperti adanya penurunan nilai gaya gempa, nilai simpangan, dan nilai gaya dalam pada kolom (Muntafi, Y., dan Putra, M.R.H. 2017). Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan metode ataupun penggunaan *software* yang lainnya.

REFERENSI

- Badan Pusat Statistik. (2018). *Konstruksi Dalam Angka 2018*. BPS RI, Jakarta.
- Badan Standar Nasional. (2019). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. BSN, Jakarta.
- Badan Standar Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. BSN, Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2013. *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung*. BSN, Jakarta.
- Dewi, A.D.P., dan Rosyidah, A. (2019). *Kinerja Struktur Gedung Sistem Ganda Menggunakan Metode Force Based Design Dan Direct Displacement Based Design*. Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.
- Dzikriani, M.F. (2015). *Modifikasi Struktur Gedung Lippo Mixed Use Building Menggunakan Sistem Dilatasi*. Universitas Muhammadiyah Jember, Jember.
- Khoirunnissa, U., Rinawati, dan Stiawan, Y. (2019). *Pembandingan Respon Struktur Gedung Beraturan Dan Ketidakberaturan Horizontal Dengan Menggunakan Analisis Dinamik*. Politeknik Negeri Jakarta, Depok.
- Muntafi, Y., dan Putra, M.R.H. (2017). *Analisis Gaya Dalam Dan Simpangan Antar Lantai Gedung Asimetris Tahan Gempa Dengan Variasi Dilatasi (Studi Kasus: Bangunan Gedung Bookstore UII)*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2017 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta ISSN: 2459-9727 (17 Mei 2017), Surakarta.
- Nugroho, F. (2015). *Evaluasi Kinerja Bangunan Rencana Gedung Hotel A.N.S dengan Dilatasi (Model B2) di Daerah Rawan Gempa*, Jurnal Momentum, Institut Teknologi Padang, Vol.17 No.2. Agustus 2015, p.48-57.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. Nomor: 29/PRT/M/2006. *Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung*. PU, Jakarta.
- Prabowo, S.W., Purwanto, dan Ariadi, D. (2018). *Evaluasi Pengaruh Kolom Dilatasi Terhadap Kinerja Struktur Pada Gedung Berbentuk Linear Menggunakan Metode SRPMM*. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Samarinda.
- Siswanto, B.A., dan Salim, M.A. (2018). *Kriteria Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa*. Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Semarang.