

ANALISIS PENGARUH DILATASI BANGUNAN PADA GEDUNG 6 LANTAI BERDENAH L TERHADAP GEMPA DENGAN METODE RESPON SPEKTRA

Fikri Maulana¹, Yanti Defiana², Taufik Martha³.

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh

E-mail : fikrimaulana04_fm@gmail.com, yanti.defiana@gmail.com, taufikmartha90@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries with a high frequency of seismic activity. The earthquakes that occur in Indonesia are caused by the vertical movement of two continental plates: the Indo-Australian and Eurasian plates. Furthermore, the island of Java is characterised by a multitude of active faults, which serve to elevate the risk of seismic activity in the region. Given the high potential for earthquakes in this region, it is crucial to prioritize earthquake-resistant construction planning, including the incorporation of dilatation techniques to mitigate seismic impacts. This research aims to elucidate the influence of building dilatation on a six-story L-plan structure subjected to seismic forces and ascertain the optimal dilatation gap distance for the Faculty of Engineering Building Center. The research method entails the analysis of the building structure using the ETABS program, with a comparison between structures with and without dilatation. The parameters analyzed include structural vibration period, inter-storey deviation, base shear force, and torsional irregularity. The calculation of the dilatation gap distance is carried out in accordance with the requirements of SNI 1726:2019. The findings of the analysis demonstrate that the implementation of dilatation in L-shaped buildings markedly influences the structural response to earthquake loads. The model with stiffer dilatation exhibited a smaller structural period of vibration and more restrained inter-storey deviation, while the model with more flexible dilatation demonstrated a larger period of vibration and larger inter-storey deviation. The safe dilatation gap distance of the Building Center building of the Faculty of Engineering was calculated to be 153 mm, which exceeded the minimum required distance.

Keywords : building dilatation, structural separation, spectrum response method, special moment-bearing frame system, and structural dynamic response.

I. PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara dengan frekuensi aktivitas gempa bumi yang tinggi. Kondisi ini disebabkan oleh zona subduksi yang berada di selatan Pulau Jawa, yang terbentuk melalui aktivitas Lempeng Indo-Australia terhadap paparan Blok Sunda. Lempeng Indo-Australia membentang dari Benua Australia hingga India, yang sebagian dari lempeng tersebut menunjam di bawah Pulau Jawa dan Sumatera yang menjadi batas paling selatan dari paparan Blok Sunda (Bock, 2003). Lempeng Indo-Australia memiliki besar pergerakan 68 mm per tahun dengan arah pergerakan menuju timur laut (Meilano dkk., 2012), sedangkan Blok Sunda yang menjadi blok terbesar yang ada di kepulauan Indonesia (Bock, 2003) memiliki besar pergerakan 6 mm s.d. 10 mm relatif terhadap Lempeng Eurasia dengan arah pergerakan menuju tenggara (Simons dkk., 2007).

Indonesia memiliki banyak patahan atau sesar aktif. Secara keseluruhan, terdapat lebih dari 295 patahan aktif yang telah teridentifikasi di wilayah Indonesia. Beberapa diantaranya yaitu patahan semangko, patahan sorong, patahan Palu Koro, patahan Kendeng dan patahan Opak. Menurut BMKG (2022), di Jawa Barat tercatat ada 7 sesar yang aktif, yaitu Sesa Cimandiri, Sesar Baribis, Sesar Cipamingkis, Sesar Garsela, Sesar Citarik, Sesar Cugenang dan Sesar Lembang (Rizky, 2022). Dengan demikian, potensi gempa di Jawa Barat cukup tinggi, tak terkecuali di wilayah Kabupaten Ciamis. Sesar terdekat dengan Kabupaten Ciamis yaitu Sesar Garsela. Sesar Garsela (Garut Selatan) membentang dari selatan Garut hingga selatan Bandung sejauh 42 km. Sesar Garsela terbagi menjadi dua segmen, yaitu segmen Rakutai dan segmen Kencana. Segmen Rakutai membentang sepanjang 19 km dan segmen Kencana sepanjang 17 km. Gempa yang

disebabkan oleh sesar ini rata-rata tidak melebihi 5,0. Namun meskipun demikian, pergerakan Sesar Garsela ini berpotensi menyebabkan kerusakan karena pusatnya sangat dangkal (Rizky, 2022).

Selain itu, rekam jejak gempa di wilayah Kabupaten Ciamis cukup banyak. Gempa Tasikmalaya yang terjadi pada tanggal 17 Juli 2006 yang berkekuatan 6,8 SR menimbulkan tsunami di Pangandaran. Gempa tersebut mengakibatkan kerusakan tempat tinggal Masyarakat dan fasilitas lainnya. Berdasarkan data yang dihimpun dari posko penanggulangan tsunami di Pangandaran terhitung 2 hari setelah kejadian, sedikitnya menelan korban tewas di Kabupaten Ciamis sebanyak 251 orang, Kabupaten Tasikmalaya 56 orang dan Kabupaten Garut seorang (detik.com, 2006 dalam Ruli, 2017).

Menurut Badan Standardisasi Nasional (BSN), melihat tingkat kerawanan gempa di Indonesia, perencanaan konstruksi bangunan tahan gempa di Indonesia menjadi penting. Dalam upaya meminimalisir dampak akibat gempa, Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah menetapkan beberapa Standar Nasional Indonesia (SNI) terkait antisipasi bahaya gempa, salah satunya yaitu SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (BSN, 2021). Menurut Nasrudin, SNI 1726:2019 memuat syarat-syarat minimum yang harus dipenuhi, diantaranya menyangkut pembebanan, tingkat bahaya, kriteria yang terkait, erta sasaran kinerja yang diperkirakan untuk bangunan gedung, struktur lain, dan komponen nonstrukturalnya yang memenuhi persyaratan peraturan bangunan.

Struktur gedung terbagi menjadi dua macam, yaitu beraturan dan tidak beraturan. Pengaruh gaya gempa akan berbeda jika diterapkan pada bangunan dua jenis bangunan tersebut dengan spesifikasi elemen struktur yang sama. Tentunya gedung dengan struktur beraturan akan lebih kuat menahan beban gempa jika dibandingkan dengan gedung struktur tidak beraturan. Struktur beraturan memiliki distribusi massa, kekakuan dan sistem penahan beban seragam dan simetris, sedangkan struktur tidak beraturan memiliki distribusi massa, kekakuan dan sistem yang

tidak seragam atau asimetris. Salah satu contoh ketidakberaturan struktur yaitu gedung yang mempunyai denah asimetris, misalnya gedung berdenah L, U, V, W, dan lain sebagainya. Penerapan dilatasi pada gedung-gedung asimetris merupakan salah satu metode agar pendistribusian beban merata. Dilatasi adalah pemisah struktur bangunan yang memungkinkan tiap massa bangunan bergerak secara independen.

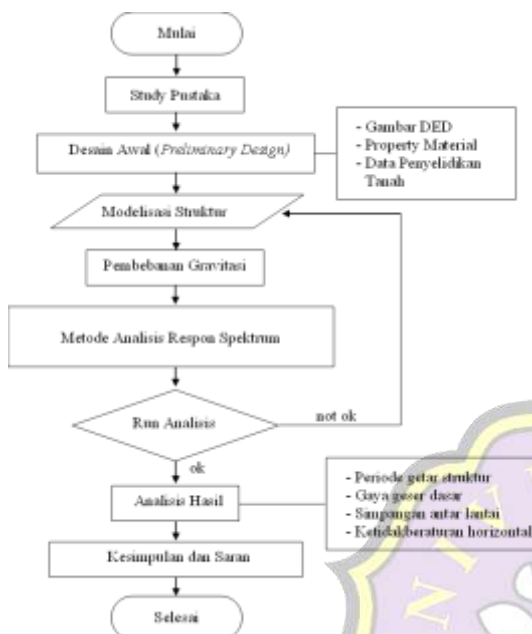
Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu perbandingan antara gedung dengan dilatasi dan tanpa dilatasi. Maka tujuan penelitian ini untuk dapat mengetahui pengaruh dilatasi dan menghitung jarak celah dilatasi yang aman bangunan pada gedung 6 lantai berdenah L terhadap beban gempa. Penelitian yang dilakukan berfokus pada dilatasi dua kolom dengan metode respon spektra dan berpedoman pada SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 1727:2020 tentang beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain, dan SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Parameter pembanding pada penelitian ini yaitu nilai periode getar struktur, gaya geser dasar, simpangan antar lantai dan ketidakberaturan torsi yang di analisis dengan menggunakan program *ETABS*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dengan metode kuantitatif dengan jenis penelitian komparatif. Metode komparatif adalah pendekatan penelitian yang digunakan untuk membandingkan dua atau lebih fenomena atau entitas untuk mengidentifikasi persamaan, perbedaan, atau pola yang mungkin ada di antara mereka. Analisis dilakukan dengan berpedoman pada SNI 1725:2019 dengan data pendukung yang dihasilkan oleh peneliti. Berikut adalah data-data pendukung penelitian:

- Gambar DED
- *Property* material
- Data penyelidikan tanah

Tahapan – tahapan penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir dibawah:



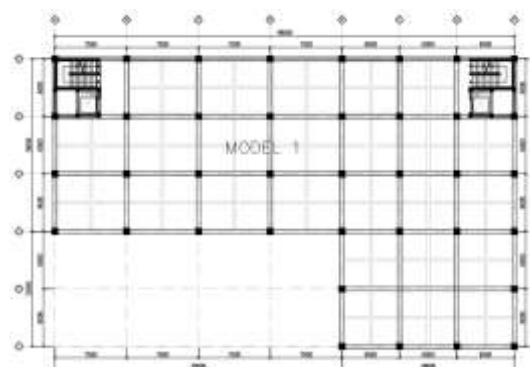
Sumber: Data pribadi

Gambar 1 Tahapan penelitian

Pada penelitian ini dilakukan analisa dengan menggunakan program *ETABS* kepada dua denah gedung berbeda, yaitu gedung tanpa dilatasi (model 1) dan gedung dengan dilatasi (model 2). Selanjutnya didapat hasil analisis dari kedua denah tersebut untuk dibandingkan respon dinamik struktur dari kedua model.

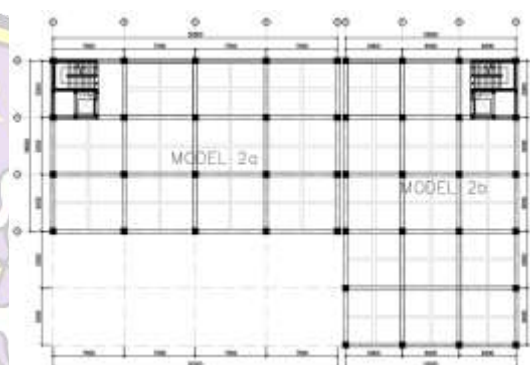
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk struktur gedung pada penelitian ini dibagi menjadi 2 model, yaitu gedung model 1 dan model 2. Gedung model 1 yaitu gedung yang tanpa dilatasi, sedangkan model 2 yaitu gedung dengan dilatasi. Gedung model 2 di desain terpisah, sehingga dibagi menjadi dua yaitu gedung model 2a dan model 2b. Denah struktur gedung dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



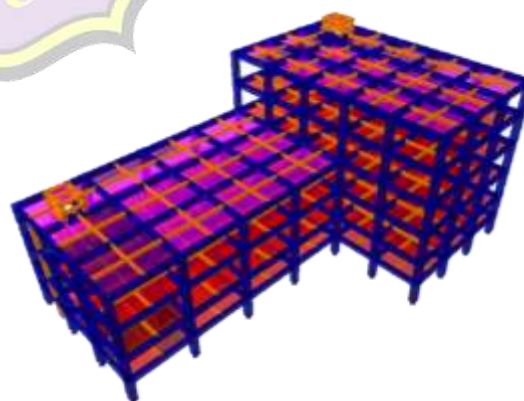
Sumber: Data pribadi

Gambar 2 Model 1 (tanpa dilatasi)



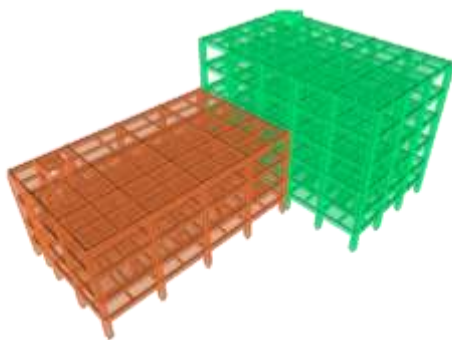
Sumber: Data pribadi

Gambar 3 Model 2a dan Model 2b (dilatasi)



Sumber: Data pribadi

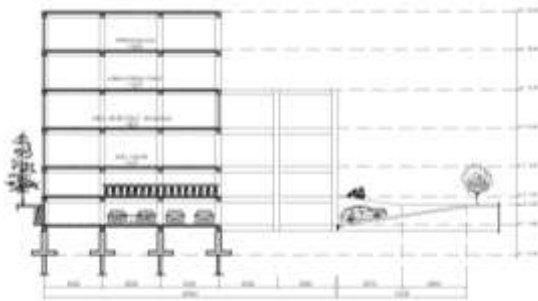
Gambar 4 Perspektif Model 1



Sumber: Data pribadi

Gambar 5 Perspektif Model 2

Fungsi ruang tiap lantai pada gedung berbeda, lantai 1 dan 2 sebagai parkir, lantai 3 sebagai kantin, lantai 4 sebagai ruang sekretariat organisasi, lantai 5 sebagai laboratorium pusat, dan lantai 6 sebagai perpustakaan.



Sumber: Data pribadi

Gambar 6 Potongan Gedung

Data perencanaan pada penelitian ini mencakup data material struktur, desain dimensi elemen struktural, pembebanan, klasifikasi gedung dan data koefisien beban gempa yang diterapkan pada kedua desain model objek penelitian. Berikut adalah data perencanaan desain:

- Mutu beton (f_c') = 33 MPa
- Tulangan utama = BJTS 420B
- Tulangan geser = BJTS 420B
- Tebal pelat lantai = 150 mm
- Tebal pelat atap = 125 mm
- Balok utama = 450 x 630 mm
- Balok anak = 300 x 400 mm
- Kolom = 650 x 750 mm

Pembebanan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- **Beban Mati (*dead load*)**

Beban mati struktur dihitung otomatis oleh *software*, akan tetapi untuk beban mati *non struktural* tetap diintu dengan beban berikut:

- Dinding bata = 2,20 kN/m²
- ME = 0,098 kN/m²
- Spesi = 0,004 kN/m²
- Keramik = 0,151 kN/m²
- Plafon = 0,177 kN/m²
- Waterpooof = 0,001 kN/m²
- Elevator = 12,000 kN
- Mesin elevator = 1,330 kN

- **Beban Hidup (*live load*)**

- Mobil penumpang = 11,71 kN/m²
- Ruang makan/restoran = 4,79 kN/m²
- Ruang pertemuan = 4,79 kN/m²
- Perpustakaan = 7,18 kN/m²
- Beban hidup elevator = 13,72 kN/m²
- Beban hidup tangga = 4,79 kN/m²

- **Beban Gempa**

Secara umum, data koefisien beban gempa adalah sebagai berikut:

- Kelas situs tanah = tanah lunak (SE)
- S_s, S_1 = 0.954, 0.435 g
- Kategori risiko = IV(gedung sekolah)
- Pemikul momen = SRPMK

Berdasarkan analisis, dihasilkan parameter data meliputi periode getar struktur, gaya geser dasar (base shear), kontrol simpangan antar lantai (story drift), dan ketidakberaturan horizontal. Berikut adalah hasil analisis berdasarkan parameter-parameter yang telah direncanakan:

1. Periode Getar Struktur

- Model 1
 - Periode arah x = 1,036 s
 - Periode arah y = 0,953 s
- Model 2a
 - Periode arah x = 0,704 s
 - Periode arah y = 0,671 s
- Model 2b
 - Periode arah x = 1,140 s
 - Periode arah y = 1,064 s

2. Gaya Geser Dasar (*base shear*)

- Model 1

Tabel 1 Gaya geser model 1

Gaya Geser Dasar	Arah x (KN)	Arah Y (KN)
Vsx	10138,76	0,00
Vsy	0,00	-11021,78
Vdx	10135,97	4400,64
Vdy	5536,81	11018,64

Sumber: Output ETABS

- Model 2a

Tabel 2 Gaya geser model 2a

Gaya Geser Dasar	Arah x (KN)	Arah Y (KN)
Vsx	4392,92	0,00
Vsy	0,00	4392,92
Vdx	4386,82	404,12
Vdy	437,93	4395,04

Sumber: Output ETABS

- Model 2b

Tabel 3 Gaya geser model 2b

Gaya Geser Dasar	Arah x (KN)	Arah Y (KN)
Vsx	6216,37	0,00
Vsy	0,00	6216,37
Vdx	6207,75	909,04
Vdy	822,62	6207,32

Sumber: Output ETABS

3. Simpangan Antar Lantai (*story drift*)

- Model 1

Tabel 4 Simpangan antar lantai model 1

lt	h (m)	Simpangan Antar Lantai		izin (mm)	Cek
		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
6	4	17,48	14,69	46,15	OK
5	4	29,82	45,48	46,15	OK
4	4	33,04	32,59	46,15	OK
3	4	37,12	29,17	46,15	OK
2	3	23,57	18,98	34,62	OK
1	3	13,06	10,14	34,62	OK

Sumber: Output ETABS Model 2a

Tabel 5 Simpangan antar lantai model 2a

lt	h (m)	Simpangan Antar Lantai		izin (mm)	Cek
		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
4	4	20,55	17,77	46,15	OK
3	4	31,10	26,21	46,15	OK
2	3	22,10	18,01	34,62	OK
1	3	12,86	10,06	34,62	OK

Sumber: Output ETABS

- Model 2b

Tabel 6 Simpangan antar lantai model 2b

lt	h (m)	Simpangan Antar Lantai		izin (mm)	Cek
		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
6	4	14,99	15,18	46,15	OK
5	4	27,74	26,97	46,15	OK
4	4	37,76	37,04	46,15	OK
3	4	41,53	41,57	46,15	OK
2	3	25,85	25,53	34,62	OK
1	3	13,77	13,43	34,62	OK

Sumber: Output ETABS

4. Ketidakberaturan Horizontal (Torsi)

Berdasarkan SNI 1726-2019, persyaratan klasifikasi ketidakberaturan adalah sebagai berikut.

- Ketidakberaturan horizontal tipe: 1a. Ketidakberaturan torsi

Ketidakberaturan torsi didefinisikan ada jika simpangan antar tingkat maksimum (Δ_{max}) yang dihitung termasuk torsi tak terduga dengan $A_x = 1,0$, di salah satu ujung struktur melintang terhadap suatu sumbu adalah lebih dari 1,2 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur.

- Ketidakberaturan horizontal tipe: 1.b. Ketidakberaturan torsi berlebihan

Ketidakberaturan torsi berlebihan didefinisikan ada jika simpangan antar tingkat maksimum (Δ_{max}) yang dihitung termasuk akibat torsi tak terduga dengan $A_x = 1,0$, di salah satu ujung struktur melintang terhadap suatu sumbu adalah lebih dari 1,4 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur.

• Model 1

Tabel 7 Ketidakberaturan type 1a arah x model 1

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,2\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,2\delta_{\text{rerata}}$
6	73,76	77,44	Beraturan
5	65,25	68,67	Beraturan
4	51,60	54,66	Beraturan
3	35,87	38,01	Beraturan
2	17,80	18,88	Beraturan
1	6,28	6,71	Beraturan

Sumber: Output ETABS

Tabel 8 Ketidakberaturan type 1a arah y model 1

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,2\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,2\delta_{\text{rerata}}$
6	53,85	53,14	Tidak beraturan
5	48,32	47,49	Tidak beraturan
4	38,89	38,05	Tidak beraturan
3	26,81	26,28	Tidak beraturan
2	13,14	12,91	Tidak beraturan
1	4,56	4,51	Tidak beraturan

Sumber: Output ETABS

Tabel 9 Ketidakberaturan type 1b arah x model 1

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,4\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,4\delta_{\text{rerata}}$
6	73,76	90,34	Beraturan
5	65,24	80,10	Beraturan
4	51,59	63,77	Beraturan
3	35,86	44,34	Beraturan
2	17,80	22,03	Beraturan
1	6,27	7,82	Beraturan

Sumber: Output ETABS

Tabel 10 Ketidakberaturan type 1b arah y model 1

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,4\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,4\delta_{\text{rerata}}$
6	53,84	61,99	Beraturan
5	48,31	55,40	Beraturan
4	38,89	44,39	Beraturan
3	26,80	30,66	Beraturan
2	13,13	15,05	Beraturan
1	4,56	5,26	Beraturan

Sumber: Output ETABS

• Model 2a

Tabel 11 Ketidakberaturan type 1a arah x model 2a

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,2\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,2\delta_{\text{rerata}}$
4	8,37	9,41	Beraturan
3	12,50	13,97	Beraturan
2	9,06	10,11	Beraturan
1	5,16	5,80	Beraturan

Sumber: Output ETABS

Tabel 12 Ketidakberaturan type 1a arah y model 2a

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,2\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,2\delta_{\text{rerata}}$
4	7,59	8,37	Beraturan
3	11,06	12,16	Beraturan
2	8,00	8,79	Beraturan
1	4,40	4,94	Beraturan

Sumber: Output ETABS

Tabel 13 Ketidakberaturan type 1b arah x model 2a

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,4\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,4\delta_{\text{rerata}}$
4	8,37	10,98	Beraturan
3	12,50	16,31	Beraturan
2	9,07	11,81	Beraturan
1	5,16	6,77	Beraturan

Sumber: Output ETABS

Tabel 14 Ketidakberaturan type 1b arah y model 2b

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,4\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,4\delta_{\text{rerata}}$
4	7,59	9,76	Beraturan
3	11,06	14,18	Beraturan
2	8,00	10,25	Beraturan
1	4,40	5,76	Beraturan

Sumber: Output ETABS

• Model 2b

Tabel 15 Ketidakberaturan type 1a arah x model 2b

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,2\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,2\delta_{\text{rerata}}$
6	8,79	8,94	Beraturan
5	15,46	15,33	Tidak Beraturan
4	21,07	20,67	Tidak Beraturan
3	22,96	22,43	Tidak Beraturan
2	13,98	13,56	Tidak Beraturan
1	7,25	7,16	Tidak Beraturan

Sumber: Output ETABS

Tabel 16 Ketidakberaturan type 1a arah y model 2b

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,2\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,2\delta_{\text{rerata}}$
6	7,17	7,76	Beraturan
5	12,30	13,49	Beraturan
4	16,59	18,27	Beraturan
3	17,97	19,85	Beraturan
2	10,92	12,12	Beraturan
1	5,61	6,28	Beraturan

Sumber: Output ETABS

Tabel 17 Ketidakberaturan type 1b arah x model 2b

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,4\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,4\delta_{\text{rerata}}$
6	8,79	10,43	Beraturan
5	15,46	17,89	Beraturan
4	21,07	24,12	Beraturan
3	22,96	26,17	Beraturan
2	13,98	15,81	Beraturan
1	7,25	8,36	Beraturan

Sumber: Output ETABS

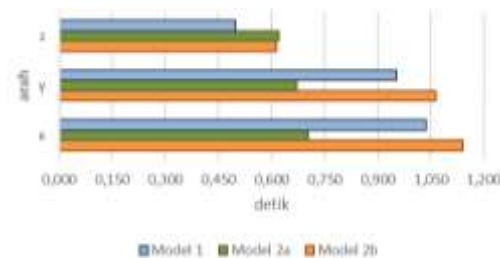
Tabel 18 Ketidakberaturan type 1b arah y model 2b

lt	$\Delta_{\max}$ (mm)	$1,4\delta_{\text{rerata}}$ (mm)	Kontrol
			$\Delta_{\max} > 1,4\delta_{\text{rerata}}$
6	7,17	9,05	Beraturan
5	12,30	15,74	Beraturan
4	16,59	21,32	Beraturan
3	17,97	23,16	Beraturan
2	10,92	14,14	Beraturan
1	5,61	7,32	Beraturan

Sumber: Output ETABS

5. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis, maka perbandingan nilai periode getar struktur dapat dilihat pada grafik berikut.



Sumber: Data pribadi

Gambar 7 Perbandingan periode getar struktur

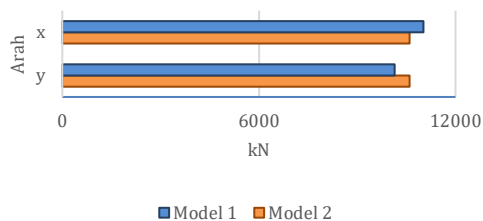
Berdasarkan grafik perbandingan periode getar struktur, model 2b memiliki nilai periode lebih besar untuk semua arah dibandingkan model 1, sedangkan nilai periode getar stuktur model 2b memiliki nilai yang lebih kecil dibanding model 1, kecuali periode untuk arah x. Periode getar struktur yang berubah sebagai akibat dari dilatasi berpengaruh langsung terhadap modal partisipasi massa. Dilatasi yang diterapkan pada gedung menyebabkan pemisahan struktur menjadi lebih fleksibel atau lebih kaku, yang pada kasus ini membuat struktur model 2a menjadi lebih kaku, dan model 2b menjadi lebih flexible. Periode getar yang berbeda ini mempengaruhi bagaimana massa dari struktur tersebut berpartisipasi dalam gerakan selama terjadi getaran, seperti gempa bumi. Dengan kata lain, perubahan pada periode getar akibat dilatasi menentukan bagaimana distribusi massa dan respons dinamik struktur terhadap beban seismik, yang disebut sebagai modal partisipasi massa.

Tabel 19 Modal partisipasi masa

	T	x	y	Rz
Model 1	1,04	0,209	0,319	0,179
	0,95	0,443	0,225	0,013
	0,68	0,027	0,149	0,499
Model 2a	0,70	0,688	0,007	0,026
	0,67	0,017	0,621	0,079
	0,54	0,015	0,089	0,621
Model 2b	1,14	0,631	0,005	0,084
	1,06	0,019	0,667	0,033
	0,91	0,069	0,048	0,614

Sumber: Output ETABS

Tabel diatas menunjukkan bahwa Model 1 memiliki respon dinamik dominan pada arah y, sedangkan Model 2a dan model 2b menunjukkan respon dinamik dominan pada arah x. Pengaruh perbedaan respon dinamik dominan tersebut dapat digambarkan dengan hasil gaya geser setiap model. Berikut adalah grafik perbedaan gaya geser model.

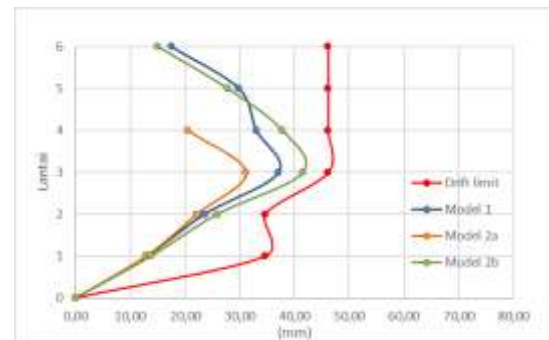


Sumber: Data pribadi

Gambar 8 Grafik perbandingan gaya geser dasar

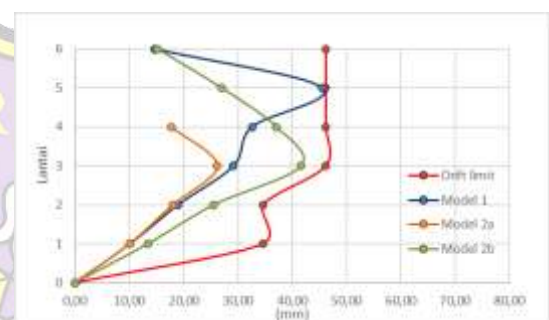
Dilatasi pada gedung ini menyebabkan distribusi gaya geser dasar menjadi lebih terfokus pada elemen-elemen struktural di arah X. Dalam kasus ini, Model 2a dan 2b menunjukkan arah dominan signifikan pada arah X. Hal ini terjadi karena setiap bagian dari gedung yang terpisah oleh dilatasi harus menahan beban lateral secara independen, menyebabkan distribusi gaya menjadi lebih terpusat di arah tertentu.

Perubahan respon dinamik dominan juga berpengaruh langsung pada simpangan antar lantai. Pada arah x, simpangan antar lantai model 1 lebih kecil dari model 2b. Hal ini menunjukkan bahwa model 1 memiliki struktur yang lebih kaku dari model 2b. Namun jika meninjau model 2a terhadap model 1, dilatasi dapat memperkecil nilai simpangan antar lantai, ini menunjukkan bahwa kekakuan model 2a lebih tinggi dibanding model 1. Perbandingan simpangan antar lantai pada semua model digambarkan dalam grafik dibawah.



Sumber: Data pribadi

Gambar 9 Grafik perbandingan simpangan antar lantai arah x



Sumber: Data pribadi

Gambar 10 Grafik perbandingan simpangan antar lantai arah y

Pada arah y, simpangan antar lantai model 1 lebih besar dibandingkan dengan model 2a dan model 2b. Hal ini menunjukkan bahwa pada arah y, pengaruh dilatasi ini dapat memperkecil nilai simpangan antar lantai.

Berdasarkan hasil analisis ketidakberaturan horizontal, model 1 memiliki ketidakberaturan torsi. Dilatasi pada model 1 sekilas akan mengatasi ketidakberaturan torsi, namun hasil analisis menunjukkan bahwa model 2b memiliki ketidakberaturan torsi. Akan tetapi hasil analisis pada model 2a menunjukkan bahwa model 2a dikategorikan beraturan.

Berdasarkan SNI 1726-2019, Rencana jarak celah dilatasi bangunan harus mengakomodasi terjadinya perpindahan respons inelastic maksimum (δ_{MT}). Perhitungan jarak celah dilatasi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\delta_M = \frac{C_d \times \delta_{Max}}{i_e}$$

Keterangan :

δ_M =Perpindahan inelastik maksimum

C_d = Faktor pembesaran simpangan lateral
 δ_{Max} = Perpindahan elastik maksimum kritis
 ie = Faktor keutamaan gempa

Maka dapat dihitung:

$$\delta_M = \frac{C_d \times \delta_{Max}}{ie}$$

$$C_d = 5,5$$

$$\delta_{Max} = 41,53 \text{ mm}$$

$$ie = 1,5$$

$$\delta_M = \frac{5,5 \times 41,53}{1,5}$$

$$= 152,29 \text{ mm} \approx 153 \text{ mm}$$

Selain itu, SNI 1726-2019 menghasruskan perhitungan jarak minimal celah dilatasi. jarak minimal dilatasi bangunan harus dihitung berdasarkan permasalahan berikut.

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

Keterangan:

δ_{M1} = Simpangan antar lantai kritis arah x model 2a

δ_{M2} = Simpangan antar lantai kritis arah x model 2b

Berdasarkan persamaan tersebut, maka dapat dihitung:

$$\delta_{M1} = 31,10 \text{ mm}$$

$$\delta_{M2} = 41,53 \text{ mm}$$

$$\delta_{MT} = \sqrt{31,10^2} + (41,53^2)$$

$$\delta_{MT} = 51,88 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan di atas, jarak minimal celah dilatasi yang dibutuhkan adalah 51,88 mm. Jarak rencana celah dilatasi yang ditetapkan dalam perencanaan adalah 153 mm. Ini menunjukkan bahwa jarak rencana dilatasi 153 mm aman dan memberikan selisih keamanan tambahan sebesar 101,12 mm. Dengan selisih yang besar, artinya jarak dilatasi masih dapat disesuaikan.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh dilatasi pada gedung berdenah L dengan enam lantai terhadap beban gempa dan menentukan jarak celah dilatasi yang aman untuk studi kasus gedung Building Center Fakultas Teknik. Berdasarkan hasil analisis, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Penerapan dilatasi pada gedung berdenah L secara signifikan mempengaruhi respons struktural terhadap beban gempa. Dilatasi dapat mengubah periode getar struktur, dengan hasil yang berbeda, baik menjadi lebih rendah atau pun menjadi lebih tinggi. Pada model dengan dilatasi yang lebih kaku, periode getar struktur menjadi lebih kecil, mengarah pada simpangan antar lantai yang lebih terkendali. Sebaliknya, model dengan dilatasi yang lebih fleksibel menunjukkan periode getar yang lebih besar dan simpangan antar lantai yang lebih besar. Dilatasi juga mempengaruhi distribusi gaya geser dasar dan ketidakberaturan torsi, dengan potensi peningkatan beban pada elemen struktural tertentu dan ketidakberaturan torsi yang lebih tinggi pada beberapa model.
2. Penerapan dilatasi dengan jarak rencana sebesar 153 mm pada gedung berdenah L enam lantai terbukti aman dan efektif dalam mengendalikan simpangan antar lantai dan deformasi akibat beban gempa, sesuai dengan peraturan SNI 1726:2019.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jurnal

Bock, Y., Prawirodirjo, L., Genrich, J. F., Stevens, C. W., & McCaffrey, R. (2003). *Crustal motion in Indonesia from Global Positioning System measurements*, dalam <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com> diakses 2 Mei 2024

Simons, W. F., Sosquet, A., Vigny, C., Ambrosius, B. C., Abu, S. H., Promthong, C., Spakman, W. (2007). *A decade of GPS in Southeast Asia: Resolving Sundaland motion and boundaries*, dalam <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com> diakses 20 April 2024

2. Buku

Juwana, J. (2005). *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*. Jakarta: Erlangga.

SNI 1726:2019. (2019). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa*

- untuk*. Jakarta: Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 2847:2019. (2019). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan*. Jakarta: Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 1727:2020. (2020). *Beban desain minimum dan kriteria terkait*. Jakarta: Standarisasi Nasional Indonesia

